por **Paulo Nordeste**

Apresentação

Desde há alguns anos que existe a ideia de publicar uma revista da PT Inovação para divulgar o conhecimento adquirido na nossa actividade. Os projectos internos, os projectos do Contrato de Inovação, os projectos da União Europeia, os contratos com os nossos clientes e os serviços de suporte que prestamos, são as fontes dos conhecimentos que garantem a competitividade e a sustentabilidade da nossa Empresa.

Da missão que nos foi atribuída pelo Grupo PT fazem parte não só a criação mas também a divulgação do conhecimento em Telecomunicações. A revista " Saber e Fazer Telecomunicações", cujo primeiro número agora se apresenta, pretende contribuir para alcançar este segundo objectivo.

Quero agradecer o contributo de todos os intervenientes na elaboração da revista, estando certo que ela constituirá mais um passo na afirmação da nossa liderança.

por **Fausto de Carvalho, Bernardo Cardoso, Ricardo Ferreira**

Novos Paradigmas de Interacção em Televisão

TV Interactiva, personalização, metadata, GMF4iTV, PDA, Home Gateway

Este artigo perspectiva a evolução da televisão na óptica dos seus modelos e mecanismos de interacção, à luz de trabalhos de investigação em curso no âmbito de projectos com envolvimento directo da PT Inovação e levando em conta algumas oportunidades e desafios colocados pelo desenvolvimento das redes domésticas, através da introdução de Home Gateways.

Introdução

O actual paradigma de interacção em televisão corresponde ao corolário de uma evolução que tem vindo a acontecer ao longo de várias décadas.

À interacção "social" motivada pela televisão clássica, sucedeu a interactividade local associada aos conteúdos complementares, fornecidos de forma unidireccional. Mais recentemente, a bidireccionalidade permitiu o aparecimento da Televisão Interactiva, com a riqueza dos seus conteúdos e serviços.

Num sentido estrito, o conceito de interactividade implica uma reciprocidade nas trocas que ocorrem na relação com uma máquina ou serviço. No entanto, à luz do actual cenário de múltiplas convergências é lícito alargar o seu âmbito e associar-lhe a noção de interacção, i.e. a relação de comunicação entre indivíduos ou grupos. Assim, em televisão "interactividade" e "interacção" confundem-se e misturam-se com frequência, correspondendo genericamente ao oposto de "passividade" no contexto do universo alargado de serviços e funcionalidades actualmente disponíveis.

A pergunta que se coloca e à qual este artigo pretende dar algumas respostas é "Qual será a evolução dos paradigmas de interacção em televisão?"

A Televisão Interactiva

A televisão foi originalmente concebida e desenhada para a visualização de conteúdos audiovisuais de forma passiva. Hoje em dia, essa característica continua a ser marcante: a generalidade dos telespectadores senta-se e vê aquilo que lhe é oferecido, tendo pouca ou nenhuma influência sobre a programação que lhe é apresentada.

Embora à primeira vista pareça não existir qualquer tipo de interacção nesta forma clássica e conservadora de ver televisão, na realidade ela existe e é possível identificá-la em várias situações. A primeira forma de interactividade resulta do facto de normalmente se ver televisão em grupo e, amiúde, os programas e conteúdos emitidos gerarem controvérsia e discussão no seio dessa comunidade, por exemplo durante as transmissões de eventos desportivos, ou a propósito de algumas notícias ou temas de programas de informação. Para além disso é também normal existir alguma interacção nos concursos televisivos, principalmente nos baseados em perguntas e respostas, mesmo quando a visualização é individual. Este tipo de interactividade pode denominar-se "social", dado que não há intervenção na emissão televisiva nem sequer interacção com o aparelho, pois acontece apenas entre pessoas, apesar de ter origem na emissão televisiva.

Será necessário recuarmos exactamente meio século para encontrarmos o primeiro exemplo de um programa de televisão considerado interactivo, pois induzia a interacção com o aparelho televisivo e simultaneamente a ilusão de intervenção na emissão televisiva. No programa infantil "Winky-Dink and You", emitido pela CBS nas manhãs de sábado entre Outubro de 1953 e Abril de 1957, os pequenos telespectadores colocavam uma película transparente sobre o ecrã na qual podiam desenhar, ajudando o seu herói através da união de pontos que iam sendo sugeridos de modo a revelar objectos escondidos. [1]

Os primeiros passos no enriquecimento dos conteúdos audiovisuais através da inclusão de informação adicional surgiram nos anos 70. Os desenvolvimentos efectuados no Reino Unido pela BBC (Teledata, Ceefax) e pela IBA (Oracle) convergiram em 1976 no sistema Teletext, que usa linhas disponíveis no sinal analógico de televisão, correspondentes ao VBI (Vertical Blanking Interval), para o envio de dados que permitem a visualização de algumas centenas de páginas contendo informação complementar, através de navegação simples com o telecomando. [2]

Começava a desenhar-se a evolução para a Televisão Interactiva. Porém o teletexto apresenta várias limitações, nomeadamente a baixa qualidade gráfica, a lentidão e a dissociação entre o conteúdo da emissão e a informação adicional: na prática são dois mundos distintos a que se pode aceder através do mesmo terminal.

O conceito de Televisão Melhorada (Enhanced TV), uma das várias vertentes da TV Interactiva, pode ser visto como um super teletexto. Oferecendo um grafismo bastante melhorado e maior velocidade, a sua característica fundamental é a convergência entre o mundo audiovisual e o mundo da informação complementar: os programas televisivos interactivos usam informação textual ou gráfica adicional como suplemento da emissão televisiva convencional. Assim, o telespectador pode interagir com o sistema para obter mais informação sobre o programa a que está a assistir.

Outro exemplo de televisão melhorada é o Guia Electrónico de Programação ou EPG (Electronic Program Guide). A informação de programação dos vários canais é disponibilizada aos telespectadores com muito melhor aspecto visual e com facilidades de pesquisa e navegação claramente superiores em relação ao teletexto.

Este tipo de interacção pode ser classificada como "local", pois é realizada exclusivamente ao nível do aparelho de televisão, não tendo qualquer influência na emissão televisiva, que continua perfeitamente unidireccional.

Os primeiros exemplos de interacção bidireccional envolvendo o televisor surgiram com a introdução do Videotex. Neste caso o aparelho de televisão era usado como mero terminal de um serviço interactivo baseado em modem analógico. Foi em finais dos anos 70 que este tipo de serviços começou a surgir, nomeadamente no Reino Unido (Prestel), Canadá (Telidon) e Japão (Captain), numa altura em que o fenómeno dos computadores pessoais ainda não tinha começado.

Em França, o governo financiou a oferta de terminais dedicados Minitel aos clientes, que numa primeira fase apenas tinham acesso às listas telefónicas. O sucesso foi tal que em meados dos anos 80 havia mais de 1 milhão de terminais instalados em casas e empresas e no princípio da década de 90 cerca de 1/3 da população francesa com mais de 15 anos usava os muitos milhares de serviços oferecidos através do Minitel. [3]

Com a massificação da Internet, houve diversas tentativas de utilização do televisor como terminal de acesso. O serviço mais conhecido é a WebTV, introduzida nos EUA em 1996. Inicialmente foi baseada em set-top box (STB) Sony e Philips dotadas de modem, telecomando e teclado sem fios, usando o televisor como monitor. A WebTV foi adquirida pela Microsoft em 1997, tendo entretanto conhecido diversas evoluções tecnológicas e comerciais, alcançando mais de 1 milhão de utilizadores. [4]

Figura 1 – WebTV

Em Portugal, é de registar o serviço "NetbyTV", disponibilizado pela Telepac no início de 1999, que consistia basicamente numa pequena STB Bull que acedia à Internet através do modem analógico incorporado e permitia apenas navegação na Web, usando o telecomando ou o teclado sem fios. As páginas eram adaptadas dinamicamente para mais fácil visualização no ecrã do televisor. [5]

O sucesso destas abordagens foi sempre algo limitado, pois o uso de computadores pessoais para acesso à Internet já se tinha vulgarizado. Na verdade, a utilização do ecrã de televisão como dispositivo de saída e o controlo remoto como dispositivo de entrada é inadequada para a navegação e visualização de conteúdos Internet puros e, por si só, o acesso aos conteúdos Internet sem uma relação efectiva com a emissão televisiva é pouco apelativa para o telespectador.

Entretanto os conceitos amadureceram e a TV Interactiva, tal como agora a conhecemos, acabou por conquistar o seu espaço, oferecendo um vasto leque de funcionalidades: EPG, home-banking, acesso à Internet, correio electrónico, programas interactivos, emissões multi-câmara, jogos multi-utilizador, jornais interactivos, gravadores digitais (PVR – Personal Video Recorder), publicidade interactiva, concursos, etc. [6]

Agora a bidireccionalidade já pode ser usada para influenciar a própria emissão televisiva, por exemplo em programas do tipo talk-show de discussão temática. Outro aspecto interessante é a possibilidade de transposição da interacção social atrás mencionada para fora da sala de estar, alargando a comunidade a todos os telespectadores da mesma emissão televisiva, através do recurso a chats e fóruns em directo. Esta é precisamente uma das áreas mais populares do serviço de Televisão Digital Interactiva da TV Cabo Portugal, baseado na plataforma Microsoft TV Advanced, com raízes no software WebTV, mas correspondendo a uma evolução profunda dos conceitos e tecnologia associada. [7]

A TV Interactiva continua ainda na sua infância, apesar do assinalável progresso que se tem verificado ao longo dos últimos anos, principalmente na Europa. Os serviços em exploração parecem confirmar que existe potencial para o sucesso deste modelo bidireccional que faz convergir comunicação e entretenimento através do ambiente televisivo tradicional, apesar de os utilizadores de forma geral evidenciarem que ainda não estão preparados para abraçarem entusiasticamente serviços muito complexos.

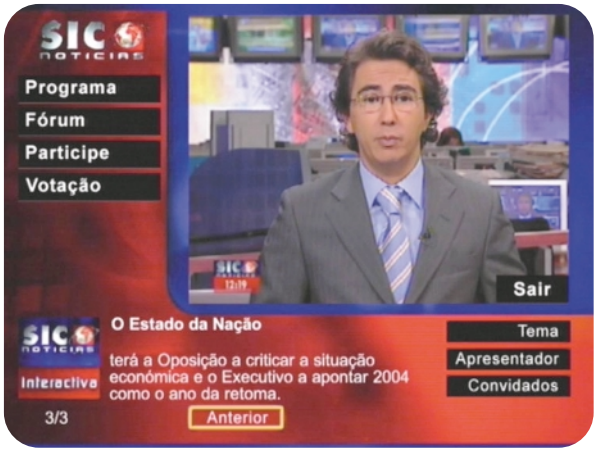


Figura 2 – Um programa interactivo na iTVCabo

De facto, ao longo dos anos o público criou um conjunto de expectativas em relação ao modo como funciona o seu aparelho de televisão e como com ele se interage, que nem sempre se coaduna com os formatos e modelos usados na actual Televisão Interactiva. Por isso é necessário descobrir novos paradigmas de interacção que ofereçam valor acrescentado tangível, funcionalidades e comodidades que possam conquistar definitivamente o mercado e arrancar os utilizadores ao torpor da "interactividade preguiçosa" – um clique aqui e ali, numa postura essencialmente passiva.

Novos Paradigmas de Interacção

O excesso de oferta é actualmente um dos principais problemas da televisão, tanto na interactiva como na distribuição convencional por cabo, satélite e, futuramente, na digital terrestre. Na verdade o cenário tende a agravar-se bastante com a introdução e generalização da televisão digital. A disponibilidade de um número sempre crescente de canais faz com que o método de zapping, até há algum tempo a maneira mais usual de se ter uma ideia do que está a ser transmitido para posterior selecção, se tenha tornado num processo enfadonho e inútil. Idealmente, em vez do zapping, gostaríamos de ter a possibilidade de nos sentarmos em frente à televisão e indicar qual o tipo de programa a que pretendemos assistir, obtendo como resposta imediata uma lista sucinta, devidamente ordenada. Mais interessante ainda, será a possibilidade de personalizar implicitamente essa pesquisa com base nas preferências do utilizador.

Este tipo de funcionalidade só será possível se estiver disponível informação adequada sobre a programação de modo a possibilitar a pesquisa, transformando os actuais mecanismos de consulta limitada do EPG no embrião de uma abordagem interactiva verdadeiramente atractiva para os utilizadores.

Esta camada de informação adicional pode ser usada como base para muitas outras funcionalidades interessantes, tanto na óptica dos clientes como dos operadores e parceiros, tais como:

- gravação selectiva de programação, para visualização de resumos de programação de acordo com preferências e hábitos do utilizador;
- alertas automáticos no início dos programas preferidos;

- criação de jornais interactivos englobando conteúdos temáticos obtidos por pesquisa alargada (clips TV + conteúdos Internet) efectuada por agentes de software com base nas preferências;
- novas oportunidades de negócio na área da publicidade direccionada, usando perfis de utilizador/grupo.

De facto os utilizadores demonstram já hoje desejar cada vez mais conteúdos, mais acessíveis e a personalização ganha terreno como ingrediente fundamental para o sucesso de novos serviços enquanto factor diferenciador e como factor de fidelização e confiança do cliente ao simplificar a interacção e ao focar a informação consumida na que de facto lhe interessa.

A essa nova camada de informação acerca da informação dá-se o nome de Metadata. Para que seja possível personalizar o acesso aos conteúdos em grande escala é necessária uma abordagem sistemática, que assegure a devida catalogação, anotação e indexação da metadata. Só assim é possível dar novos passos no sentido da análise e pesquisa inteligente que permita o mapeamento dinâmico dos conteúdos com as preferências e padrões de utilização dos clientes dos serviços.

A metadata é já uma preocupação em vários sectores das Tecnologias da Informação e Comunicação, razão pela qual diversos grupos de trabalho têm vindo a coordenar esforços em torno da sua normalização. É o caso das iniciativas TV-Anytime [8], MPEG-7 [9] e MPEG-21 [10], que o grupo PT está a acompanhar através do projecto MiNG – Serviços Multimédia Interactivos conduzido pela PT Inovação com o patrocínio da TMN e da TV Cabo, no âmbito do Contrato de Inovação 2003.

A investigação em Televisão Interactiva também se tem centrado na interface com o utilizador, onde há problemas a resolver: por um lado oferece-se ao telespectador conteúdo mais rico e personalizado, assim como a capacidade de interagir com o sistema para obter funcionalidades adicionais, numa óptica individualista similar à navegação na Internet usando um computador, mas por outro lado perturba-se profundamente o cariz distributivo da televisão clássica, vista colectivamente em família, no conforto do sofá.

De facto algumas análises e estudos de mercado vêm recordar que a TV Interactiva mantém as características da televisão convencional e que muitos telespectadores preferem a postura preguiçosa de se esticarem no sofá e poderem "fazer uns cliques" com o telecomando numa mão e uma bebida na outra (lazy interactivity), o que poderá ser adequado para explorar publicidade interactiva, mas pode apresentar uma barreira tremenda para funcionalidades mais elaboradas.

Um estudo conduzido nos EUA em Outubro de 2001 pela Boyd Consulting para avaliar qual a percepção que o público tem da televisão interactiva (iTV), incluiu um cenário onde era dada a escolher uma de três situações:

- iTV convencional - interacção com telecomando convencional, menus e conteúdos adicionais apresentados sobre o vídeo no ecrã, Figura 3;
- iTV sincronizada – um ecrã para TV, outro para interacção e conteúdos adicionais;
- iTV avançada – interacção com um PDA, menus e conteúdos adicionais apresentados no ecrã.

Concluiu-se que 66% do público americano preferia a terceira opção, iTV com interacção por PDA; 76% gostava da ideia do PDA mesmo para a televisão convencional, em vez do clássico telecomando. 57% dos entrevistados afirmaram mesmo que subscreveriam o serviço de iTV se incluísse um PDA. [11]

Figura 3 – iTV convencional

Está actualmente em curso o projecto GMF4iTV (Generic Media Framework for Interactive Television) no âmbito do programa IST (Information Society Technologies) financiado pela União Europeia e liderado pela PT Inovação [12]. O objectivo deste projecto de investigação é a expansão da capacidade tecnológica do DVB-MHP (Multimedia Home Platform) [13], nomeadamente através do desenvolvimento de ferramentas, algoritmos e mecanismos, incluindo metadata, que permitam aos utilizadores a interacção personalizada baseada em objectos definidos no conteúdo televisivo. Para poder explorar plenamente a interacção baseada em objectos, o projecto optou por uma abordagem inovadora que leva a utilização do PDA enquanto telecomando inteligente ainda mais longe, até novos níveis de funcionalidade: as acções do utilizador são efectuadas no PDA sobre uma réplica sincronizada do sinal televisivo convencional; mais ainda, todo o grafismo relativo à interactividade assim como os conteúdos adicionais são mostrados no próprio PDA, deixando a imagem de TV limpa como se fosse televisão convencional (Figura 4). Cria-se assim uma nova forma de interacção, sendo possível clicar em objectos em movimento. Um exemplo é a obtenção de conteúdo adicional sobre um determinado actor, bastando para isso fazer um clique sobre o mesmo.

Figura 4 – Interacção baseada em PDA

Esta abordagem apresenta algumas vantagens interessantes:

- permite a interacção com os objectos através de operações intuitivas – basta clicar dentro do contorno pretendido;

- traz consistência à interacção pois a atenção do utilizador fica centrada num único dispositivo, através do qual faz as suas opções e recebe as respostas e conteúdos adicionais pretendidos;
- se estiverem mais pessoas presentes, podem continuar a assistir normalmente ao programa sem serem perturbadas pela sessão interactiva;
- é possível que vários utilizadores mantenham sessões interactivas distintas, seleccionado diferentes objectos e/ou acedendo a conteúdos adicionais diferenciados, sem interferirem entre si nem com terceiros;
- com a progressiva banalização do uso de PDA, para a qual a introdução dos dispositivos móveis de terceira geração irá certamente contribuir nos anos mais próximos, a personalização assumirá uma nova dimensão;
- a evolução da tecnologia dos PDA também poderá vir a oferecer vantagens em termos de repositório de conteúdos para visionamento e consulta diferida.

A Importância do Home Gateway

O televisor é um dos muitos electrodomésticos que hoje em dia existem em nossas casas. Gravador de vídeo, leitor de DVD, aparelhagem Hi-Fi, despertador, videovigilância, sistema de rega, máquina de lavar e microondas são apenas alguns dos diversos equipamentos cujo controlo é efectuado através interfaces físicas distintas, díspares e dissociadas, quantas vezes um desafio à nossa compreensão e paciência. Basta pensarmos numa simples operação de acerto de hora...

O aparelho de televisão poderá vir a ter um papel importante na resolução deste problema, já que para além de texto também permite a utilização de grafismo, som, imagem e vídeo numa área de visualização confortável. De facto é um equipamento omnipresente nos lares, que possui as funcionalidades necessárias para poder servir como terminal de um sistema integrado para controlo dos electrodomésticos a partir do conforto do sofá, muito para além do actual estado da arte em domótica.

O televisor poderá assim ser usado para visualização das imagens captadas por câmaras de vigilância, comando de electrodomésticos, alarme e sistema de rega, tal como já é possível hoje em dia, mas também para receber SMS, gerir mensagens, recados, lembretes e outras funcionalidades mais ambiciosas, numa óptica integrada de intranet/extranet doméstica. Teremos assim um televisor que, para além de dar acesso à televisão, clássica ou interactiva, também poderá funcionará como terminal domótico.

Todavia, o aparelho de televisão continuará a ser, tal como actualmente, um terminal não inteligente e a sua função continuará a ser a apresentação da imagem e som que lhe é entregue. A inteligência necessária para a integração dos serviços de domótica com as telecomunicações passa pela evolução da actual geração de set-top boxes digitais na direcção do denominado Residential Gateway ou Home Gateway.

Os Home Gateways são interfaces de rede sofisticados, instalados em casa dos clientes, que asseguram a conectividade entre as suas redes domésticas e as redes de telecomunicações, tipicamente de banda larga. Actualmente já estão disponíveis no mercado diferentes tipos, estando os mais comuns associados às redes ADSL e Cabo. De entre as muitas funcionalidades que normalmente oferecem, destacam-se a partilha do acesso à Internet incluindo conectividade Wi-FI dentro de casa, teletrabalho através de VPN sobre Internet, segurança através de firewall, serviços interactivos baseados em streaming de vídeo e telefonia IP.

Convergindo com o conceito de "Media Center", que explora a associação dos vários formatos de entretenimento (música, vídeo, fotografia digital, TV, jogos, consolas) com a computação pessoal (e.g. Moxi [14] e Microsoft XP Media Center Edition [15]), um Home Gateway pode ainda oferecer funcionalidades diversas ao nível da partilha dos recursos disponíveis nas redes domésticas, possibilitando também o acesso remoto seguro, a partir da Internet, por exemplo a sistemas de videovigilância e outros mecanismos na área da domótica.

Ao longo dos próximos anos é bastante provável que ocorra um forte incremento na utilização de PDA, Smartphones, TabletPC e appliances Internet nos cenários domésticos [16]. Em face das potencialidades dos Home Gateways é igualmente plausível que, para além da sua utilização convencional, esses dispositivos venham a contribuir de forma decisiva para a ubiquidade do acesso personalizado aos múltiplos recursos e serviços públicos (operador) e locais (rede doméstica, domótica) brevemente disponíveis em nossas casas.

Conclusões

A visão original do televisor como um mero dispositivo para a visualização da emissão televisiva tem evoluído bastante nos últimos anos e muitas têm sido as tentativas de encontrar modelos de interacção simples que levem os telespectadores a abandonar a sua passividade e a adoptar novas posturas e abraçar novos serviços.

A investigação e experimentação vira-se agora para a busca de novas formas e formatos de acesso a informação e entretenimento cada vez mais personalizados, fazendo com que os conteúdos típicos da televisão comecem a divergir para outros dispositivos tais como PDA, telefones móveis e PC.

A evolução da TV Interactiva costuma ser analisada de forma isolada, à luz da oferta crescente de conteúdos e serviços que tem feito confluir para o televisor uma série de funcionalidades e facilidades que tentam reinventar o conceito de televisão, enriquecendo-o com os avanços que têm acontecido em paralelo, na área das tecnologias de informação e comunicação, nomeadamente os modelos oriundos da Internet, mas a verdade é que o aumento da oferta não tem, de forma geral, conseguido quebrar a forma tradicional de ver televisão. No entanto algumas das abordagens que estão a resultar menos bem na televisão interactiva estão a convergir com sucesso em torno dos conceitos de Media Center e Home Gateway, para alguns dos mesmos dispositivos para os quais a própria televisão está a expandir-se.

A TV Interactiva e a interacção em televisão parecem assim caminhar para um conceito algo difuso, gradualmente diluído num cenário alargado de interactividade ubíqua, onde o televisor é apenas mais um dos múltiplos terminais em que os serviços, cada vez mais pessoais e personalizados, estarão ao alcance dos utilizadores.

Esta dicotomia Convergência – Divergência, abre claramente as portas à criação de novos serviços com valor acrescentado tangível para os utilizadores e oportunidades de

negócio interessantes para os operadores, explorando sinergias na oferta abrangente e unificada em torno do terminal doméstico mais popular, o televisor, complementada pela versatilidade, ubiquidade e mobilidade dos novos terminais.

Referências

[1] http://www.tvparty.com/requestd2.html
[2] http://www.wikipedia.org/wiki/Teletext
[3] http://www.minitel.fr
[4] http://www.msntv.com
[5] http://home.telepac.pt/telepac/net/11/netbytv.html
[6] http://www.broadbandbananas.com/videovault.html
[7] http://www.microsoft.com/tv/tvcabo.mspx
[8] http://www.tv-anytime.org
[9] http://www.mpeg-industry.com
[10] http://www.chiariglione.org/mpeg
[11] Hari Om Srivastava, "Interactive TV Technology and Markets", 2002, Artech House Publishers
[12] http://www.gmf4iTV.org
[13] http://www.mhp.org
[14] http://www.digeo.com
[15] http://www.microsoft.com/windowsxp/mediacenter
[16] http://www.iapplianceweb.com

Fausto de Carvalho

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Ao longo do seu percurso no CET e PT Inovação desenvolveu trabalho em várias áreas de conhecimento, estando desde 1994 ligado às questões associadas aos serviços multimédia interactivos. Foi distinguido com o 1º lugar dos Prémios Inovação 1997 da Portugal Telecom, pelo trabalho "Demonstrador de Vídeo on Demand - A Aplicação CineTV". É actualmente responsável pelo grupo de Tecnologias Multimédia, que endereça as tecnologias e os novos paradigmas de interactividade dos sistemas audiovisuais em rede, plataformas domésticas e terminais.

Bernardo Cardoso

Licenciado em Auditoria em Contabilística e Mestre em Gestão da Informação, está integrado no grupo de Tecnologias Multimédia, onde tem estado envolvido em vários projectos relacionados com televisão e vídeo digital, com particular enfoque em sistemas audiovisuais em rede, nomeadamente plataformas domésticas e terminais móveis, para além das questões associadas à personalização e gestão de conteúdos.

Ricardo Ferreira

Licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Telecomunicações, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Está integrado no grupo de Tecnologias Multimédia onde tem vindo a trabalhar na área de processamento e análise de imagem/vídeo em Interacção Homem-Máquina e em desenvolvimento de software para suporte a serviços de televisão digital e aplicações para sistemas embebidos tais como Set-Top Box, PDA e Smartphone.

por **João Bastos** (PT Inovação), **Eduardo Castela** (Hospital Pediátrico de Coimbra), **Fernando Santiago** (PT Inovação)

Telemedicina e Telediagnóstico na Sociedade da Informação

Telemedicina, Telediagnóstico, Cardiologia Pediátrica, Cardiologia Fetal.

A evolução das tecnologias da informação e comunicação, ligada ao advento e generalização das redes de telecomunicações digitais de banda larga, veio acelerar a introdução de novas práticas na prestação de cuidados de saúde, privilegiando a rapidez no acesso a esses cuidados e colocando o cidadão no centro do modelo de desenvolvimento de todo o sistema. Este artigo descreve alguns aspectos práticos fundamentais, associados a um caso de sucesso na utilização das tecnologias da informação e da comunicações, na prestação de cuidados médicos especializados através da telemedicina, na área da cardiologia pediátrica e fetal. O trabalho dos especialistas do Hospital Pediátrico de Coimbra, na área do telediagnóstico clínico e dos técnicos da PT Inovação, envolvidos no desenvolvimento de uma plataforma genérica de comunicações para a saúde, permitiu a criação de um centro de competências e de uma rede de instituições a funcionar em perfeita articulação entre si, e sem interrupção, há já cinco anos. O presente artigo é um dos resultados desse trabalho.

Introdução

O paradigma da prestação de cuidados de saúde está a sofrer alterações, evoluindo de um modelo centrado nas instituições para um modelo centrado no cidadão. A telemedicina é, sem dúvida, a trave mestra de um conceito mais lato que, tendo por base a Internet e as suas tecnologias, assenta na rápida acessibilidade dos cidadãos aos cuidados de saúde, na promoção da prevenção da doença e no fortalecimento do papel do paciente.

Em situações de emergência médica, em que o tempo assume um papel crucial, a ligação a centros de competências, especializados, para aconselhamento imediato, constitui uma mais valia significativa, quer no apoio ao tratamento imediato no local ou no transporte, quer na preparação das condições adequadas para a recepção do paciente no hospital.

O recurso a ferramentas de telediagnóstico colaborativo, baseadas em tecnologias web, que permitam a transmissão, no momento, de sinais vitais e imagens de diagnóstico conjugadas com facilidades de videotelefonia, constituem o núcleo tecnológico para a nova era de serviços de telemedicina.

Figura 1 - Telediagnóstico colaborativo

Segundo a American Telemedicine Association (ATA), a telemedicina define-se como uma prática em que "a informação médica é veiculada de um local para outro, por meio de comunicação electrónica, visando a saúde e educação dos pacientes e do profissional médico, para assim melhorar a assistência de saúde" [1].

É fácil pois compreender que a telemedicina é um desafio exigente e inovador, provavelmente uma solução inevitável de aproximação, não só entre doentes e profissionais da saúde, mas também destes profissionais entre si.

Num país como Portugal, com uma distribuição demográfica fortemente concentrada na faixa litoral do seu território continental e distribuída ainda por duas Regiões Autónomas atlânticas, o uso regular e programado da telemedicina como prática na prestação de cuidados de saúde pode, e no nosso entender deve mesmo, ser considerada como uma solução a ter em conta na eliminação de desigualdades entre litoral e interior, continente e ilhas.

A telemedicina permite esbater carências de recursos técnicos e humanos em locais geograficamente mais isolados, permitindo o acesso a cuidados de saúde especializados a todos os doentes.

Partindo desta convicção, aliada às expectativas que as novas tecnologias da informação e as redes de banda larga multiserviço (baseadas em tecnologia IP) permitiam já alimentar, a PT Inovação e o Hospital Pediátrico de Coimbra decidiram, logo em 1997, iniciar o trabalho no projecto de uma aplicação multimédia para suporte de teleconsulta clínica, de um centro de competências em cardiologia pediátrica e fetal e de uma rede de banda larga para suporte a este serviço.

Condicionantes e drivers tecnológicos

Os sistemas de teleconsulta de nova geração, devem constituir-se como soluções integradas que complementam a videotelefonia tradicional com o registo clínico electrónico do paciente, possuindo interfaces para os sistemas de informação hospitalar (HIS), assim como para equipamentos de aquisição e/ou arquivo de imagens. Estes sistemas devem permitir transferir em tempo real, ou em modo diferido (store & forward), com elevada fidelidade e excelente resolução, a imagem médica para avaliação remota, utilizando tecnologias de compressão que não degradem irremediavelmente a qualidade da informação transmitida e por isso, comprometam o diagnóstico.

São estes requisitos bastantes para exigir da solução tecnológica base a encontrar, a versatilidade e simplicidade no manuseamento, que a tornem numa ferramenta útil e intuitiva.

Mais ainda, por se tratar de informação sensível do paciente, importantes factores críticos a ter em conta são a salvaguarda da confidencialidade e a segurança no acesso e transferência do seu registo clínico electrónico.

Apoiada no diálogo constante e na observação da prática diária dos especialistas clínicos, a PT Inovação desenvolveu a plataforma de teleconsulta clínica Medigraf® [2], baseada em tecnologia IP, facilmente integrável com os sistemas de gestão hospitalar e com os sistemas de arquivo de imagens, além de aplicável a múltiplas especialidades clínicas.

Esta plataforma encontra-se em utilização, desde Outubro de 2000, em várias instituições de saúde públicas nacionais, interligadas pela rede de telemedicina do Ministério da Saúde (RIS). Desde então para cá, foram realizadas mais de 1.500 teleconsultas em diversas especialidades clínicas, nomeadamente em cardiologia, pediatria, genética e dermatologia.

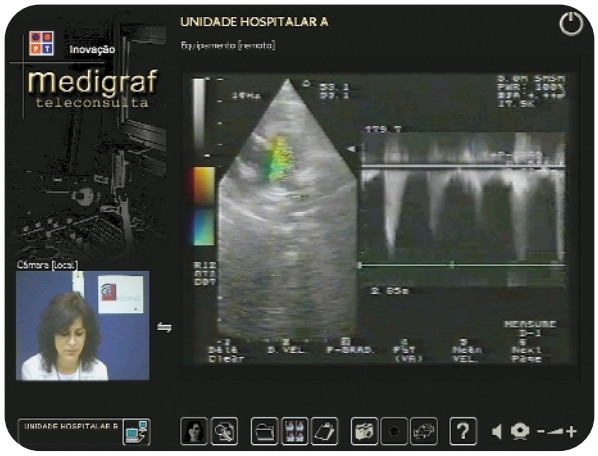


Figura 2 - Medigraf® - Teleconsulta em tempo real

A plataforma Medigraf® permite a partilha da imagem clínica (e áudio) entre terminais remotos, a videoconferência entre utilizadores do sistema, a edição e pesquisa de fichas clínicas, a visualização de consultas em histórico e a integração com sistemas de informação hospitalares.

Privilegiando a segurança e a confidencialidade dos dados clínicos trabalhados, a plataforma Medigraf® disponibiliza um ambiente multi-utilizador com autenticação e protecção do acesso à informação clínica. Possui ainda um repositório local de dados administrativos e imagens, garantindo sempre que a transferência de todos os dados clínicos é feita de forma cifrada.

Metodologia e Organização do trabalho

Experiências múltiplas de telemedicina realizadas por todo o mundo, mostram um êxito inequívoco nas teleconsultas em cardiologia pediátrica e fetal, sem aumentar a utilização das consultas tradicionais [3] [4] [5].

A prática de teleconsulta no Hospital Pediátrico de Coimbra, iniciou-se a 14 de Outubro de 1998, suportada por um sistema de teleconsulta utilizando tecnologia de comunicação RDIS, com consultas regulares de Cardiologia Pediátrica e Fetal entre o Serviço de Cardiologia Pediátrica e o Hospital de Santo André (Leiria) e a Maternidade Júlio Dinis (Porto), respectivamente.

Durante o primeiro ano, todos os exames realizados à distância, nas especialidades de Cardiologia Pediátrica e Cardiologia Fetal foram reavaliados e repetidos no Hospital Pediátrico de Coimbra, tendo sido confirmados os diagnósticos com uma taxa de sucesso a rondar os 100%.

Por outro lado, nesse primeiro ano, foram inquiridas as grávidas e os pais das crianças submetidas a este novo método de consulta, tendo-se recolhido um conjunto de respostas francamente favoráveis à utilização desta técnica. Foi também efectuado, pelo Serviço de Pediatria do Hospital de Santo André, um estudo aos benefícios deste sistema e apresentado em congressos nacionais sobre este tema.

Em 2000, a PT Inovação lançou a plataforma Medigraf®, uma solução de nova geração baseada em tecnologia IP em que, aliado à franca melhoria da qualidade de imagem, som e movimento, face à solução anterior, apresenta um incremento significativo em termos de segurança, confidencialidade e potencialidades de trabalho cooperativo entre os profissionais de saúde.

A partir de 2000, paralelamente à introdução da plataforma Medigraf®, a rede de teleconsulta foi integrada na rede de telemedicina do Ministério da Saúde e foi estendida a novas unidades de saúde, existindo hoje consultas regulares e semanais com o Hospital de Santo André (Leiria), o Hospital de S. Sebastião (Santa Maria da Feira), o Hospital Sousa Martins (Guarda), o Hospital da Cova da Beira (Covilhã), o Hospital de Santa Marta (Lisboa) e o Hospital Gregório Marañon (Madrid). Com estes dois últimos hospitais, por se tratarem também de centros de referência nesta área, os Cardiologistas Pediátricos do Hospital Pediátrico de Coimbra discutem com os colegas dessas unidades de saúde os casos mais críticos

O Centro de Competências de Telemedicina (CCT) em Cardiologia Pediátrica e Fetal, do Hospital Pediátrico de Coimbra, mantém uma actividade regular, cuja elevada qualidade é claramente reconhecida pelos seus "clientes", que assenta numa base tecnológica provada, e em métodos de trabalho testados e aperfeiçoados ao longo de quase cinco anos.

Previamente à ligação de qualquer unidade "cliente" ao CCT, os médicos que irão trabalhar nesta unidade - Pediatras, Cardiologistas de Adultos, Obstetras – realizam cursos de aprendizagem, práticos e teóricos, sobre as técnicas a aplicar, com estágio organizado pelo Serviço de Cardiologia Pediátrica do Hospital Pediátrico de Coimbra.

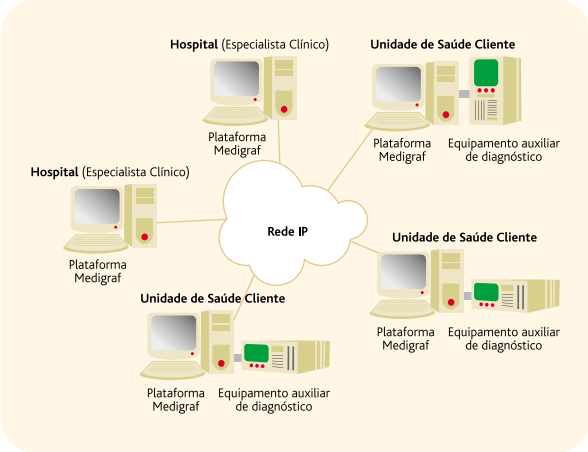


Figura 3 – Rede de teleconsulta

O serviço inicia-se depois, na base de um esquema programado de teleconsultas semanal onde, para além da formação das rotinas necessárias entre os médicos directamente intervenientes na consulta, se procura transportar para o restante pessoal da unidade de saúde "cliente", envolvido nestas consultas, a metodologia própria das teleconsultas.

Resultados

Nas teleconsultas realizadas no primeiro ano, a grávidas com critérios de risco para cardiopatia congénita, entre o Hospital Pediátrico de Coimbra e os Hospitais de Santo André e a Maternidade Júlio Dinis, os resultados encontrados foram excelentes, não existindo erros grosseiros entre as observações por teleconsulta e as posteriormente reavaliadas através de consulta tradicional.

O quadro seguinte apresenta o número de teleconsultas efectuadas pelo Hospital Pediátrico de Coimbra, entre Outubro de 1998 e Setembro de 2002.

	1998	1999	2000	2001	2002 (1)	Total
H. Santo André	10	105	223	274	266	878
Mat. Júlio Dinis	9	11	30	14		60
H. São Sebastião		2	9	4		19
H. Santa Marta			27	6	6	39
H. G. Marañon			13	5	8	26
C. H. Cova da Beira				16	17	33
H. Sousa Martins				46	74	120
H. Ponta Delgada					1	1
Total	19	118	302	365	372	1176

(1) Valores do 3º trimestre do ano

Fonte: Estatística do Hospital Pediátrico de Coimbra

Quadro I - Exames de Teleconsulta realizados por hospital e por ano

De 14 de Outubro de 1998 até ao final desse ano, foram realizadas 19 teleconsultas com o Hospital de Santo André e a Maternidade Júlio Dinis, tendo esse número passado para 118 no ano seguinte. Em 2000, foram efectuadas 302 teleconsultas, em que já estavam incluídos os Hospital de Santa Marta e Gregório Marañon. No ano de 2001, para além dos hospitais já referidos, foi incrementado o número de teleconsultas para 365 incluindo as realizadas com o Centro Hospitalar da Cova da Beira e com o Hospital Sousa Martins. Até ao dia 30 de

Setembro de 2002, tinham sido já realizadas 372 teleconsultas, perfazendo nessa data um total de 1176 teleconsultas realizadas, 20% das quais de Cardiologia Fetal.

No final do primeiro trimestre de 2003, estavam já realizadas mais de 1.500 teleconsultas entre o Centro de Competências de Telemedicina do Hospital Pediátrico de Coimbra e as restantes unidades de saúde.

Todas estas consultas decorreram e seguiram o percurso normal das consultas tradicionais, podendo afirmar-se que se trata de um trabalho rigoroso e sem riscos, garantindo assim elevado grau de fiabilidade.

A manutenção deste método de consulta, para além de já ter criado hábitos nos utentes dessas regiões "remotas", potencia um constante meio de aprendizagem para os profissionais de saúde envolvidos.

A experiência mostra que locais, como a região da Guarda ou Covilhã, podem beneficiar de uma Consulta de Cardiologia Pediátrica ou de Cardiologia Fetal comodamente no seu local de residência, mantendo o contacto com o seu médico habitual. Nestas situações a consulta tradicional traria grandes custos de deslocação, tempo de espera, etc.

A experiência mostra também que a grávida e os pais aceitam bem este tipo de consulta, reagindo com interesse, admiração e sobretudo não a abandonam.

Conclusões

A telemedicina apresenta, pois, aos profissionais de saúde novos e enriquecedores desafios. O trabalho em equipa, a formação contínua, a partilha de conhecimento e experiência, independentemente da distância, assumem cada vez mais um papel preponderante na obtenção de um diagnóstico correcto e eficaz.

A casuística e experiência do Hospital Pediátrico de Coimbra, assim como experiências semelhantes realizadas em todo o mundo, mostram que os resultados são sobreponíveis às consultas tradicionais e o crescimento da adesão a esta consulta, demonstra que os profissionais de saúde e os utentes, acreditam e beneficiam com este novo meio de diagnóstico.

No contexto nacional, é importante expandir estas redes de teleconsulta, assim como é também fundamental criar nova legislação adequada a este novo paradigma de prestação de cuidados de saúde.

Os progressos na miniaturização, normalização e redes de comunicação, constituem alguns dos aspectos tecnológicos que terão forte impacto no sector. Os novos paradigmas de comunicação homem-máquina, a realidade virtual, a próxima geração de Internet e o aumento da largura de banda, conduzirão certamente nos próximos anos a uma nova geração de serviços de telemedicina.

Referências

[1] "What is telemedicine? American Telemedicine Association,1997-98.In http://www.atmeda.org/whatis.

[2] http://www.medigraf.pt

[3] Sable CA, Cummings SD, Pearson GD, Schratz LM, Cross RC, Quivers ES, Rudra H e Martin GR. Impact of telemedicine on the practice of pediatric cardiology in community hospitals. Pediatrics, 2002; Jan(1):e3.

[4] Reddy ER, Bartlett PJ, Harnett JDM, McManamon PJ e Snelgrove C. Telemedicine and fetal ultrasonography in a remote Newfoundland community. CMAJ, 2000;162:206-7.

[5] Landwehr JB, Zador IE, Wolfe HM, Dombrowski MP e Treadwell MC. Telemedicine and fetal ultrasonography: assessment of technical performance and clinical feasibility. Am J Obstet Gynecol 1997;177:846-848.

João Bastos

Licenciado em Engenharia Electrotécnica, ramo de Telecomunicações. Ingressou no Centro de Estudos de Telecomunicações em Janeiro de 1983. Exerceu funções de coordenação em áreas como comunicações ópticas e ATM. Participou em vários projectos internacionais dos programas RACE, ACTS e IST, assim como em projectos do EURESCOM. Desde Julho de 1999 que exerce funções de Director na PT Inovação, actualmente na área "Consultoria e Sociedade da Informação".

Eduardo Castela

Licenciado em Medicina, com a especialidade de Cardiologia Pediátrica. Actualmente é o Director do Serviço de Cardiologia Pediátrica do Hospital Pediátrico de Coimbra. É também responsável pela consulta de Cardiologia Fetal na Maternidade Bissaya Barreto, em Coimbra.

Fernando Santiago

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações. Ingressou no Centro de Estudos de Telecomunicações da Portugal Telecom em 1998, na área de Desenvolvimento de Serviços e Aplicações, onde participou na coordenação e desenvolvimento de projectos de aplicações web corporativas. Desde 2000 é o responsável técnico do projecto de desenvolvimento da plataforma de teleconsulta e telediagnóstico Medigraf.

por **Fernando Santiago**

Medigraf: Uma solução de Telemedicina

Telemedicina, Teleconsulta, Telediagnóstico, Trabalho cooperativo.

Recorrendo às tecnologias de informação e comunicação, a telemedicina influencia decisivamente a qualidade de vida dos cidadãos, evitando a perda de tempo em deslocações desnecessárias, assegurando um diagnóstico mais rápido e uma terapêutica mais eficaz. O acesso rápido ao especialista clínico, independentemente da distância, favorece a eficácia do diagnóstico e a triagem atempada, na origem, dos casos clínicos graves. O presente artigo descreve a plataforma Medigraf, uma solução de teleconsulta e telediagnóstico desenvolvida pela PT Inovação.

Introdução

Desde 1997 a PT Inovação S.A. (à data, Centro de Estudos de Telecomunicações da Portugal Telecom) tem vindo a participar em projectos piloto na área da Telemedicina, nomeadamente através do desenvolvimento de aplicações específicas e da construção de soluções de rede que suportem a sua utilização em ambientes geograficamente alargados. De entre estes, destaca-se o projecto de teleconsulta em Cardiologia Pediátrica, em que estiveram envolvidos o Hospital Pediátrico de Coimbra, a Maternidade Júlio Dinis e o Hospital de Crianças Maria Pia, o Hospital Santo André de Leiria e o Hospital Distrital de Aveiro. Este projecto, permitiu experimentar uma solução telemática de diagnóstico remoto de ecografias e ecocardiografias, através da transmissão dos exames, em tempo real, sobre a Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS). Desde Outubro de 1998, esta solução informática permitiu aos hospitais envolvidos, experimentar melhorias assinaláveis nos processos de operação, tornando-os mais eficientes.

Tendo consciência da importância da aplicação das tecnologias de informação e comunicação na área da saúde e tirando partido de tecnologia IP, foi desenvolvida em 2000 uma nova solução de teleconsulta, a plataforma de diagnóstico cooperativo Medigraf (ver figura 1). Nesta solução, foram levados em conta vários princípios fundamentais como a segurança, confidencialidade, o trabalho cooperativo e a facilidade de utilização.

fig. 1 – plataforma Medigraf

Esta solução foi instalada na VPN de telemedicina da Rede Informática da Saúde (RIS) do Ministério da Saúde, interligando o Centro de Competências em Telemedicina (CCT) do Hospital Pediátrico de Coimbra com diversas instituições de saúde, entre as quais o Centro Hospitalar da Cova da Beira na Covilhã, o Hospital Sousa Martins na Guarda, o Hospital Santo André de Leiria, o Hospital São Sebastião de Santa Maria da Feira e o Hospital de Santa Marta em Lisboa. Os Hospitais da Universidade de Coimbra prestam igualmente serviços de telemedicina, a alguns centros de saúde da região centro, fazendo uso da plataforma Medigraf.

Inicialmente, o âmbito de utilização da plataforma, centrou-se em torno da especialidade clínica de Cardiologia Pediátrica e Fetal, tendo sido progressivamente alargado a outras especialidades, entre as quais Pediatria, Genética e Dermatologia.

O presente artigo descreve as características e funcionalidades da plataforma Medigraf, incluindo as da nova versão 2.0, que se encontra em fase de conclusão.

Caracterização da plataforma

Os sistemas de Teleconsulta de nova geração, devem constituir-se como soluções integradas que complementam a videotelefonia com o registo clínico electrónico do paciente, possuindo interfaces para sistemas de informação hospitalar (HIS) e para equipamentos de aquisição e/ou arquivo de imagem. Estes sistemas devem permitir transferir em tempo real ou em modo diferido (store & forward), com elevada fidelidade e excelente resolução, a imagem médica para avaliação remota, utilizando tecnologias de compressão que não comprometam o diagnóstico.

A plataforma Medigraf [1] pode caracterizar-se como uma solução multi-especialidade para teleconsulta e telediagnóstico, com capacidade de operação em modo de tempo real e em modo diferido. No modo de funcionamento tempo real os intervenientes realizam a consulta de forma sincronizada e cooperativa. No modo diferido a consulta é realizada a dois tempos, isto é, a informação multimédia é recolhida previamente à avaliação pelo especialista clínico. Esta flexibilidade de funcionamento, abre múltiplas possibilidades de utilização em diversas especialidades clínicas e em diversos cenários de operação.

A plataforma suporta comunicação ponto-a-ponto baseada em protocolos de rede da família IP, designadamente TCP, UDP e H.323. Esta opção, torna a solução independente da rede de acesso e traz vantagens óbvias do ponto de vista de interligação, nomeadamente em LAN/WAN.

Segurança e Confidencialidade

Por se tratar de informação sensível do paciente, apresentam-se como factores críticos a salvaguardar, a confidencialidade e a segurança, no acesso e transferência do registo clínico electrónico.

Possuindo um ambiente multi-utilizador com autenticação e um poderoso mecanismo de permissões de acesso ao registo clínico electrónico, a plataforma Medigraf assegura que cada utilizador apenas acede às funcionalidades e conteúdos que lhe são atribuídos. A transferência de dados entre plataformas, é efectuada de forma cifrada utilizando SSL (Secure Socket Layer).

Registo Clínico Electrónico

O registo clínico electrónico Medigraf, que corresponde no software à ficha de consulta (ver figura 2), é armazenado local-

mente no repositório de dados da plataforma ou centralmente no servidor (Medigraf Storage Server). É constituído pela informação de identificação do paciente (nome, data de nascimento, sexo, número de utente, número de processo clínico, morada e filiação), informação do episódio clínico (especialidade, motivo da teleconsulta e observações), imagens do exame realizado e relatório clínico (incluindo o código de diagnóstico).

fig. 2 – ficha de consulta (identificação paciente)

A codificação dos diagnósticos é um factor chave para o registo clínico electrónico, não somente do ponto de vista de facilitar a produção de informação estatística, mas também na vertente de interoperabilidade entre sistemas. O ICD (International Classification of Diseases) [2] é uma classificação e codificação internacional de doenças, publicada pela Organização Mundial de Saúde, com a finalidade de facilitar e normalizar os diagnósticos. Apesar de existirem outros sistemas de codificação, o ICD é o mais utilizado. Em Portugal, nos sistemas e aplicações da Rede Informática da Saúde, é utilizado actualmente o ICD revisão nona (ICD9). Por estas razões, no registo clínico electrónico Medigraf, foi adoptado o ICD9 como sistema de codificação base dos diagnósticos, podendo no entanto comportar outros sistemas.

Interface com sistemas de informação hospitalares

Os sistemas de informação hospitalar (HIS), gerem o fluxo de informação desde a admissão do paciente até à conclusão do episódio clínico. Os sistemas e aplicações de telemedicina devem interagir com os sistemas de informação hospitalar de forma a recolherem informação relevante do paciente e em sentido inverso, devolverem informação relacionada com o episódio clínico realizado por este meio.

Na Rede Informática da Saúde, um dos sistemas de informação hospitalar mais utilizados é o SONHO, sistema gerido e desenvolvido pelo IGIF (Instituto de Gestão Informática e Financeira), entidade que gere também a referida rede.

Com o duplo objectivo de, por um lado simplificar a introdução de dados na plataforma (evitando duplicação de introdução de informação) e por outro lado disponibilizar a este sistema de informação dados, para a contabilização dos actos médicos realizados por telemedicina, foi desenvolvida uma interface entre a plataforma e o SONHO.

Do SONHO é recolhida a informação de identificação do paciente (nome, data de nascimento, sexo, número de utente, morada e filiação), podendo ser previamente filtrada por um critério de pesquisa baseado em alguns dos campos (nome, data de nascimento, sexo e número de utente). Concluída a teleconsulta, a plataforma devolve ao SONHO informação relativa ao episódio propriamente dito, como sejam a data/hora inicial, a duração, a identificação dos profissionais de saúde envolvidos, a identificação do paciente, o código de diagnóstico e um identificador interno da consulta. Este identificador servirá no futuro, para, a partir de uma aplicação externa, aceder directamente aos dados da consulta Medigraf, obviamente salvaguardando todos os aspectos de segurança e confidencialidade.

Apesar desta interface ter sido desenvolvida para o SONHO, foi pensada para ser suficientemente genérica, de forma a possibilitar uma rápida integração com outros sistemas de informação hospitalar.

Interface com dispositivos de aquisição de imagem digital

As máquinas fotográficas digitais são muito utilizadas em algumas especialidades clínicas, nomeadamente em dermatologia, genética e cirurgia. Actualmente oferecem elevadas resoluções de imagem, tornando-as muito eficazes como meio auxiliar de diagnóstico.

Com o objectivo de alargar o âmbito de aplicação da plataforma, nomeadamente para atingir especialidades clínicas onde a resolução e fidelidade de imagem é fundamental, foi concebida uma interface de comunicação com este tipo de equipamentos.

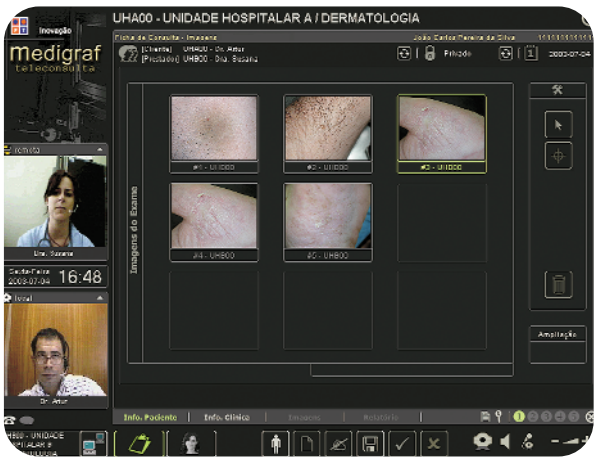


fig. 3 – imagens da ficha de consulta

A interface é baseada no protocolo PTP (Photo Transfer Protocol) [3] , desenvolvido especificamente para dispositivos de fotografia digital, por fabricantes deste mercado. O objectivo principal deste protocolo, é a transferência de imagens, embora contemple também funções de controlo dos dispositivos de fotografia digital. No Windows XP, é suportado na arquitectura Microsoft WIA (Windows Image Acquisition) [4].

Na plataforma Medigraf, o processo de anexação de imagens da máquina fotográfica digital ao registo clínico electrónico é totalmente automatizado. É iniciado com o estabelecimento da ligação via cabo USB entre a máquina fotográfica e a plataforma e é seguido da selecção da imagem a transferir, a partir da visualização das miniaturas das imagens armazenadas no cartão de memória.

Acesso Web

O acesso à informação do registo clínico electrónico

Medigraf, a partir de qualquer ponto da intranet hospitalar assume particular interesse. Para dar resposta a este requisito, foi integrado na plataforma um servidor web, que disponibiliza através de um browser, o acesso autenticado e seguro a um subconjunto de funcionalidades, entre as quais figuram a pesquisa, visualização e impressão de fichas de consulta (ver figura 4). No modo de funcionamento diferido existe também a possibilidade do especialista clínico efectuar a edição do relatório nesta aplicação web, evitando deslocar-se fisicamente à plataforma.

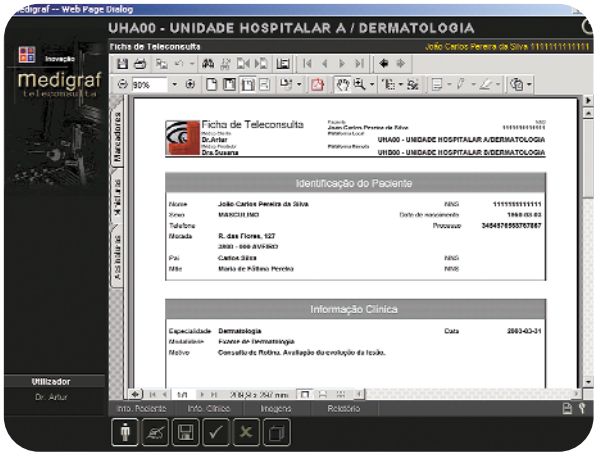


fig. 4 – ficha de consulta (em formato PDF)

Outra facilidade disponível é a administração remota da plataforma, via browser web. O software de gestão da plataforma permite realizar a gestão de utilizadores e perfis, a gestão de endereços de ligação e a programação da execução automática de tarefas de cópia de segurança (backups).

Componentes e Módulos

Hardware

A plataforma Medigraf é constituída por uma base PC, com hardware específico de videoconferência, monitor SVGA de 17" (CRT ou TFT), câmara de videotelefonia com microfone incorporado, colunas de áudio, sistema de auscultador e microfone com tecnologia de transmissão sem fios DECT e um móvel para transporte da plataforma. Existe paralelamente um conjunto de opções de hardware, que permite estender o nível de funcionalidade, entre as quais se destaca uma máquina fotográfica digital de elevada resolução e uma câmara PTZ (Pan Tilt Zoom).

O servidor Medigraf Storage Server foi desenhado para cenários de utilização intensiva, nomeadamente em instituições de saúde de referência, onde se pretenda centralizar o registo clínico electrónico e disponibilizar um acesso generalizado via browser web. É constituído por uma plataforma servidora, de arquitectura Intel x86, com sistema de backup integrado.

Software de base

A plataforma Medigraf é suportada no sistema operativo Microsoft Windows (actualmente Windows XP Professional). Inclui o servidor web Microsoft Internet Information Server 5.0 e o servidor de base de dados MSDE 2000, uma versão limitada do Microsoft SQL Server 2000.

O servidor Medigraf Storage Server é suportado no sistema operativo Microsoft Windows Server (actualmente o Windows Server 2003). Inclui o servidor web Microsoft Internet Information Server 6.0 e a versão standard do servidor de base de dados Microsoft SQL Server 2000.

Software de teleconsulta

O principal componente da plataforma, é o software de teleconsulta Medigraf. Esta aplicação informática de caris multimédia, desenvolvida pela PT Inovação, possibilita a realização de teleconsultas em tempo real, disponibilizando um conjunto de funcionalidades cooperativas, que permitem uma colaboração efectiva em torno da obtenção do diagnóstico, independentemente da distância a que se encontram os profissionais de saúde. Das funcionalidades de colaboração presentes, destacam-se a criação de fichas de consulta, a captura/importação de imagem, o tele-ponteiro e a edição do relatório clínico.

A colaboração, à distância e em tempo real, entre profissionais de saúde em torno de uma situação clínica, é em grande medida alcançada através das facilidades de videotelefonia incorporadas na plataforma. Durante uma sessão de teleconsulta, estão disponíveis em permanência, na interface de utilizador duas janelas respectivamente com o vídeo local e o vídeo remoto. Entre as funcionalidades básicas de controlo da sessão de videotelefonia encontra-se a comutação das entradas de vídeo/áudio, o ajuste do nível de volume de áudio e o ajuste do brilho, luminância e crominância de vídeo. São suportadas taxas de transferência de dados que vão desde 384 Kbps até 1,5 Mbps, fornecendo desta forma, diferentes níveis de qualidade de imagem partilhada.

Outra característica importante da plataforma é a possibilidade de estabelecer ligações de videotelefonia com sistemas ou aplicações de terceiros, que implementem a norma H.323.

No modo de funcionamento store & forward estão presentes funcionalidades de edição da ficha de consulta e captura/importação de imagem. Neste modo, após conclusão da fase de edição e identificado o especialista clínico que fará o diagnóstico, a ficha de consulta multimédia é enviada para a respectiva plataforma. O especialista clínico avalia a informação recebida, efectua a edição do relatório e remete a ficha de consulta de volta à primeira plataforma.

Como opção, existe o módulo de aquisição de imagem digital, que em conjunto com uma máquina fotográfica digital, permite anexar imagens de elevada resolução ao registo clínico electrónico.

Software de gestão da plataforma

A aplicação de gestão da plataforma permite criar novos utilizadores, definir com um grau de granularidade elevado permissões de acesso a funcionalidades e/ou conteúdos e delegar funções específicas de administração. A lista de plataformas com as quais se pode estabelecer ligação, é também configurada nesta aplicação.

As cópias de segurança são um aspecto crítico que deve ser salvaguardado. O software possibilita a execução de tarefas de backup, programadas ou a pedido.

A informação referente à utilização da plataforma, nomeadamente no que concerne aos dados das teleconsultas realizadas mensalmente (ver figura 5), tem particular interesse para fins de facturação dos actos médicos realizados. Estes dados podem ser extraídos sob a forma de relatórios para impressão, ou através de exportação para ficheiro.

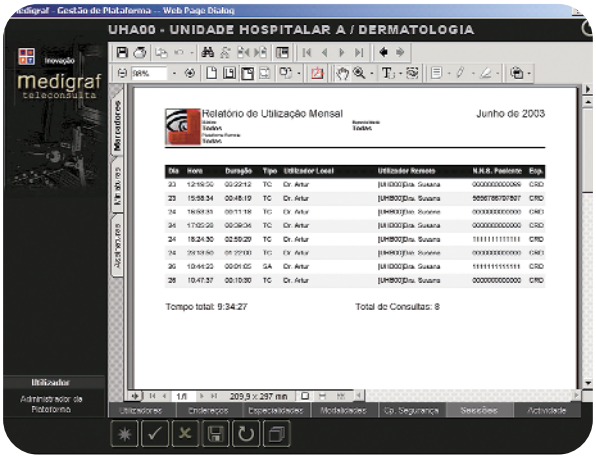


fig. 5 – relatório de utilização mensal

As operações realizadas pelos vários utilizadores ficam registadas, podendo nesta aplicação ser visualizadas pelo gestor da plataforma.

Tecnologias e princípios de concepção

A arquitectura de software baseia-se no conceito de aplicações multicamada, onde existe uma separação funcional entre as camadas de apresentação (interface gráfica), de lógica (middleware) e de dados (base de dados). A arquitectura modular adoptada, facilita a evolução da plataforma e a expansibilidade a novas funcionalidades e especialidades clínicas. A utilização de tecnologias como XML e XML Web Services, confere à solução um excelente alicerce para interoperabilidade com diversos sistemas e aplicações. Outro aspecto importante levado em consideração foi a escalabilidade, que em grande medida é influenciada pelos produtos de base que utiliza, nomeadamente o servidor de base de dados, o Microsoft SQL Server 2000. Esta característica permite desenhar soluções de teleconsulta Medigraf adaptadas à dimensão e papel de cada instituição de saúde.

O desenvolvimento de todo o software da plataforma assenta em tecnologias Microsoft. A componente web utiliza a plataforma de desenvolvimento Microsoft .NET.

Para além dos aspectos tecnológicos, existe um factor essencial neste tipo de sistemas que é a facilidade de utilização. Esta foi conseguida, por um lado através da simplificação da interface de utilizador e por outro lado, através da separação em aplicações distintas, entre funcionalidades de índole clínica e de gestão da plataforma, estas últimas mais orientadas aos técnicos informáticos.

Conclusões

A plataforma Medigraf, encontra-se em utilização desde Outubro de 2000, em várias instituições de saúde públicas nacionais, interligadas pela rede de telemedicina do Ministério da Saúde. Desde então, foram realizadas mais de 2000 teleconsultas em diversas especialidades clínicas.

A concepção da plataforma foi conduzida em estreita colaboração com os profissionais de saúde, cuja valiosa contribuição para os requisitos e na utilização prática efectiva e continuada, torna a solução completamente orientada e ajustada ao fim a que se destina.

O desenvolvimento de novas interfaces com equipamentos de aquisição de imagem digital permitirá atingir um cada vez maior número de especialidades clínicas. A utilização de dispositivos móveis, a par das novas tecnologias de redes de comunicação móveis e sem fios (GPRS, UMTS, WLAN), abre um conjunto de novas potencialidades de utilização, designadamente em cenários de emergência médica.

Referências

[1] http://www.medigraf.pt
[2] http://www.cdc.gov/nchs/about/otheract/icd9/abticd9.htm
[3] www.imaging.org/pubs/reporter/standards/standards16_3.pdf
[4] http://www.microsoft.com/whdc/hwdev/tech/wia/stillimg-connect.mspx

Fernando Santiago

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações. Ingressou no Centro de Estudos de Telecomunicações da Portugal Telecom em 1998, na área de Desenvolvimento de Serviços e Aplicações, onde participou na coordenação e desenvolvimento de projectos de aplicações web corporativas. Desde 2000 é o responsável técnico do projecto de desenvolvimento da plataforma de teleconsulta e telediagnóstico Medigraf.

por **José Maio, Carlos Amaro, Capela, Gouveia Leal**

Serviços Baseados em Localização utilizando Cartografia

LBS, Cartografia Digital, GPRS, UMTS, Navegação, Pontos de Interesse, Mobilidade, Segurança, Informação, Gestão de Transportes.

A disputa por uma fatia cada vez mais lucrativa do mercado das comunicações móveis tem levado os operadores a uma busca intensa de alternativas rentáveis de serviços destinados a utilizadores domésticos e empresariais. A tarefa promete ser árdua. No actual cenário de grande concorrência e conjuntura económica desfavorável, a necessária rentabilização dos investimentos em GSM e GRPS, obriga os operadores e seus parceiros a encontrar fórmulas que lhes permitam o aumento e fidelização da sua base de clientes, assim como estancar a redução da ARPU (receita média por assinante), que vem caindo nos últimos anos.

Entre as opções mais atraentes, destacam-se os Serviços móveis Baseados em Localização (em Inglês: "Location Based Services" – LBS) que disponibilizam, via terminal móvel ou PC, aplicações e serviços baseados na posição geográfica. Com a chegada das novas redes móveis de geração 2,5G (GPRS), já em exploração, e 3G (UMTS), que tudo indica irá entrar em exploração brevemente, estão criadas condições para que a taxa de transmissão não seja um obstáculo à difusão e expansão dos LBS, transformando-os numa poderosa fonte de geração de receitas. Por outro lado, uma informação mais precisa da localização e a utilização de mapas geográficos, criam condições para uma maior apetência na utilização deste tipo de serviços.

Nos últimos anos têm sido realizados diversos estudos, nomeadamente de empresas de consultoria, cujos resultados indicam que o mercado de LBS tem um altíssimo potencial, apresentando previsões de crescimentos enormes nas taxas de penetração destes serviços. Há ainda quem argumente que para existir sucesso no UMTS tem que primeiramente existir sucesso nos LBS, ou noutros termos, os LBS serão fortes contribuintes para o sucesso do UMTS.

Introdução

Vários factores explicam a crescente procura de serviços providenciados pelos sistemas de comunicação sem fio. O principal diz respeito à mobilidade e ao always-on. A possibilidade de ter acesso à comunicação em todo lugar e a qualquer momento confere grande flexibilidade e independência aos utilizadores. Outro factor importante é a queda dos custos dos serviços tradicionais de comunicação sem fio devido ao efeito da economia de escala.

Tendo sido atingida a saturação dos serviços tradicionais em Portugal, torna-se agora imperioso inovar e apresentar ao mercado novos e aliciantes serviços. Os Serviços Baseados na Localização podem fazer parte deste novo grupo de serviços.

A Localização pode comportar, ou não, uma base cartográfica associada. O WAP disponibiliza serviços (p.ex. Aqui Perto), que podem ser exemplos de Serviço Baseados em Localização, com mais ou menos precisão, mas sem o recurso à cartografia digital. Este artigo pretende apresentar uma visão dos serviços baseados em Localização, preferencialmente com a utilização da cartografia, e sempre que possível com um maior rigor e precisão na identificação da localização geográfica.

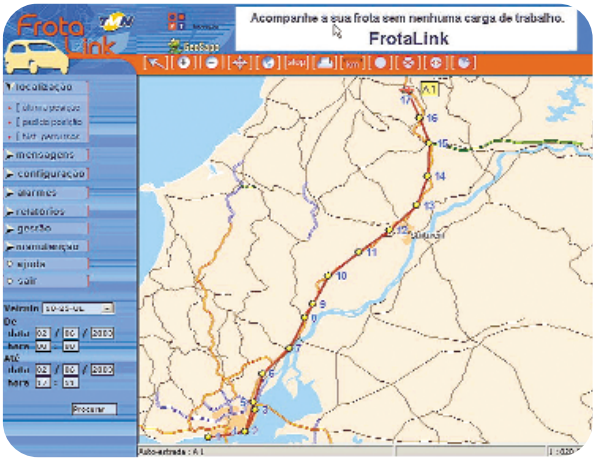


Figura 1: Serviço Frotalink, em exploração na TMN, é um exemplo de um LBS, usando cartografia

No capítulo 2 apresentam-se exemplos de LBS utilizando cartografia, com descrição das funcionalidades associadas, assim como dos intervenientes no negócio. No capítulo 3 são tecidas algumas considerações e conclusões. O capítulo 4 indica as referências utilizadas na elaboração do artigo.

Descrição

Enquadramento

Como se sabe, o serviço WAP é considerado, por muitos, um fracasso em Portugal. Um dos principais factores desse insucesso, para além da fraca informação existente, é a falta de precisão na indicação da posição geográfica do terminal/utilizador.

É portanto necessário encontrar novas tecnologias de localização que possam trazer a precisão necessária. O sistema GPS ("Global Positioning System") é uma das tecnologias que pode garantir uma localização geográfica muito mais rigorosa do utilizador/receptor. O GPS consiste num sistema de 24 satélites que giram em volta da Terra, transmitindo informações de velocidade, latitude, longitude e altura aos receptores e processadores GPS. A utilização do GPS é condicionado no entanto pela sua indisponibilidade em zonas de sombra (por exemplo em ruas estreitas junto a edifícios altos, onde o receptor não consegue captar pelo menos 3 satélites) e em zonas interiores.

Para se aumentar o rigor na localização, as próprias redes móveis têm vindo a desenvolver novas técnicas de localização. No caso da rede UMTS existem métodos já normalizados de localização do receptor com uma precisão bastante aceitável (como por exemplo o OTDOA – "Observed Time Difference of Arrival").

Para além disso, vão surgindo novos sistemas computacionais e equipamentos que garantem mais fiabilidade, robustez e conforto na sua utilização e no que toca à velocidade de transmissão, a própria rede GPRS, ou a próxima, espera-se, rede UMTS, vai providenciar mais largura de banda, permitindo assim uma melhor qualidade de serviço prestada pela rede.

Aplicações e Serviços

Segundo o LIF ("Location Interoperability Forum") os Serviços Baseados em Localização, são "Serviços que permitem aos utilizadores móveis utilizarem serviços baseados na sua posição ou localização geográfica". Este conceito pode ser ainda mais generalizado, e por conseguinte afirmar que LBS são serviços que permitem aos seus utilizadores tirar partido da componente espacial, tendo em conta a sua posição ou a localização geográfica da informação que recebe.

Os Serviços Baseados na Localização podem ser mapeados em cinco áreas de aplicação: Segurança, Mobilidade, Informação e Lazer, Gestão de Transportes e Veículos, m-commerce e g-commerce. Convém ressalvar que a fronteira entre estas áreas pode não ser muito clara, existindo, por vezes sobreposições.

Segurança

Serviços de Emergência e Segurança Pessoal:

Imaginemos que num caso de mal estar, um acidente ou qualquer situação de emergência, pelo simples teclar de uma tecla ou duas teclas no telemóvel, os parentes do utilizador, bem como seu médico pessoal, receberiam um aviso via SMS ("Short Messaging Service"), ou MMS, informando, automaticamente o local onde ocorre o problema. É fácil perceber a tranquilidade que tal serviço pode gerar para parentes de pessoas idosas, ou portadoras de deficiência, que necessitem de se deslocar sozinhas pelas ruas. Outros tipos de serviços de emergência, como por exemplo assaltos, podem ser accionados, possibilitando uma acção mais eficiente por parte das autoridades.

Serviços de Segurança nos Veículos:

Este serviço permite identificar a posição geográfica de veículos que estão com problemas. O serviço consiste numa base localizada num centro de gestão que recebe e processa os alarmes de segurança enviados a partir dos veículos. A visualização da localização e dos alarmes, e o acompanhamento do veículo é efectuado, em tempo real, sobre cartografia digital georeferenciada. Nos veículos, para além dos terminais que utilizam tecnologia para a identificação do seu posicionamento (por exemplo GPS) e equipamento para as comunicações (por exemplo GPRS), encontram-se ainda instalados sensores de

impacto, de inclinação e botão de pânico. Este é um serviço muito aconselhado para frotas de táxis e empresas de transporte de valores.

Mobilidade

Na área da mobilidade, quer sob a circulação automóvel, quer sob os transportes públicos, ou ainda quer sobre a mobilidade a pé, algumas funcionalidades podem ser encontradas com a utilização dos LBS, por exemplo:

- cálculo do percurso mais curto, ou mais rápido, para um ponto de interesse e posterior visualização do resultado, tanto sobre cartografia, como em listagem em texto descritivo.
- indicação da estimativa de tempos e distâncias da deslocação ao local destino;
- navegação para um local final, com percurso e paragem por pontos intermédios seleccionados, com a indicação por voz e/ou texto dos pontos onde deve ser efectuada uma mudança de direcção e qual o tempo previsto para essa mudança;
- indicação de locais, no terminal, agrupados por temas, num determinado raio;
- informação sobre situações particulares de circulação (viaturas prioritárias, transportes públicos e via sem veículos).

Este serviço pode enquadrar-se também na área da segurança, ao ser utilizado, por exemplo, por equipas de emergência médica ou bombeiros, para chegarem mais rápido ao local do acidente ou incêndio, respectivamente.

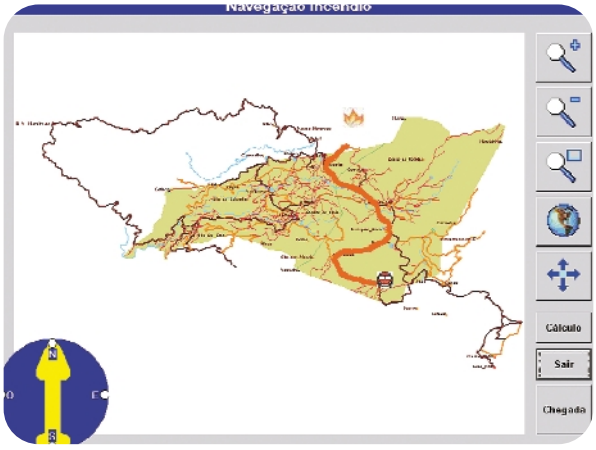


Figura 2: Serviço Navegação utilizado pelos Bombeiros no Parque Nacional do Alvão

Informação e Lazer

Esta é uma área onde uma grande panóplia de exemplos poderiam ser sugeridos. É só dar largas à imaginação.

Serviços de Informação:

Este tipo de serviços transformam o terminal móvel num tipo de páginas amarelas ou guia de viagens móveis. Entre muitos outros serviços, quando o utilizador estiver numa cidade desconhecida, pode obter por exemplo, no mapa do seu terminal a localização do hotel mais próximo, farmácia mais próxima que abre aos domingos, ou consultar o calendário de eventos local e reservar bilhetes para o teatro, cuja sua localização também estará presente no seu mapa digital. Pesquisa de Pontos de Interesse, por nome, morada, categoria, ou outro tipo de critério, disponibilizando informação alfanumérica e visualização da localização sobre cartografia do ponto de interesse encontrado. Por exemplo, visualizar todos os restaurantes na Avenida Marginal, com um preço de referência inferior a 10 Euros, e para cada um deles apresentar a sua ementa.

Serviços de entretenimento:

Várias modalidades de jogos podem ser pensadas de modo a tirarem partido da localização geográfica do utilizador. Por exemplo, e levando esta aplicação para um extremo, poder-se-á imaginar um jogo em competição internacional, em que a linguagem do jogo se adapte à língua do país, ou região, onde se encontra o jogador ou ainda um jogo em que certas jogadas só se poderão realizar se os jogadores estiverem a uma distância real inferior a 500m, por exemplo.

Outro exemplo será permitir, que outras pessoas ou amigos, escolhidas por si, obtenham a sua localização geográfica: alguém vai fazer uma visita surpresa a um amigo, porque sabe que ele está num café muito próximo do local onde se encontra.

Gestão de Transportes e Veículos

Mercadorias:

Com base na localização em tempo real dos veículos de transportes de mercadorias, múltiplas funcionalidades podem ser definidas:

- localização, identificação e velocidade do veículo;
- identificação dos percursos percorridos por cada veículo;
- consulta do histórico de cada veículo;
- configuração e gestão dos veículos da frota;
- identificação e localização dos clientes da mercadoria;
- identificação do melhor percurso, para uma lista de entregas localizadas;
- indexação de mercadorias, clientes e veículos;
- cálculo da hora previsível de entrega da mercadoria;
- identificação do veículo mais próximo, para recolha de uma mercadoria;
- identificação de veículo mais correcto para um destino;
- envio de alertas quando o utilizador se encontra perto de um determinado ponto ou área geográfica (por exemplo, o serviço envia automaticamente um alerta quando um veículo comercial estiver a 500m do seu armazém destino, para que tudo fique preparado no armazém para o receber).

Autocarros:

A utilização de LBS pode permitir a constituição de uma solução integrada para a gestão de frotas de transportes de passageiros, permitindo a sua localização e acompanhamento em tempo real. É possível assim a visualização permanente da frota, sobre cartografia digital georeferenciada, com acesso imediato à informação relativa a cada autocarro, obtendo-se assim e por exemplo, o atraso do autocarro, a sua velocidade, a sua localização, o número de passageiros que transporta, o histórico, etc. É ainda possível o acompanhamento da frota sobre esquemático representativo de cada linha. Este tipo de aplicação permite ainda ao utente obter as actualizações horárias nas paragens da rede de transporte urbano, assim como acesso via Internet a um site específico com informação de posição, percursos e horários. A integração de uma solução deste género advém da possibilidade de se configurar e gerir a rede das linhas dos autocarros, os motoristas, os próprios autocarros e as escalas de serviço.

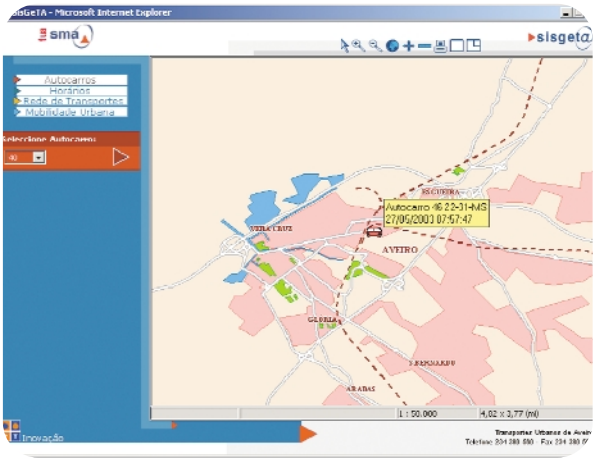


Figura 3: Consulta "on-line" da posição de um o autocarro

Taxis:

A aplicação dos LBS aos táxis é em todo semelhante aos outros meios de transportes e veículos, agora com a inclusão de algumas funcionalidades específicas e complementares para o caso dos táxis. Essas funcionalidades, entre outras, são:

- identificação da localização da chamada do cliente;
- identificação do Taxi mais próximo, disponível;
- notificação do Taxi, com confirmação de serviço;
- tempo previsto para chegada ao destino;
- envio ao cliente, se ele tiver GSM, de um SMS com a informação do tempo previsto de chegada do Taxi;
- navegação para o local onde se encontra o cliente;
- botão de pânico e sensor de impacto e bloqueio e desbloqueio remoto (funcionalidades importantes para garantir a segurança dos taxistas)

m-commerce e g-commerce

Com a crescente e notável penetração dos telemóveis em várias camadas sociais, a Internet móvel procura solucionar o problema e mudar o paradigma do e-commerce para o m-commerce (mobile commerce). As tecnologias de localização de telemóveis emergem como a solução determinante na viabilização do m-commerce e de grande parte dos serviços oferecidos. Estas tecnologias permitem seleccionar a informação a ser disponibilizada para o cliente, de forma que somente o conteúdo relevante naquele momento seja considerado. Desta forma, e por exemplo, a partir da localização de um telemóvel, um posto de gasolina poderá enviar um anúncio de uma promoção com descontos somente para os potenciais clientes que estiverem dentro de uma determinada área de influência daquele posto, evitando os utilizadores de GSM que estejam longe do referido posto, e sem qualquer potencial de consumo imediato.

Começa também a emergir agora o conceito do g-commerce, que basicamente se pode identificar como o comércio electrónico com a utilização da informação geográfica. Um caso típico de g-commerce é, a pedido, e configurado pelo utilizador que se encontra em movimento, ir recebendo notificações no mapa presente no seu terminal, indicando a posição geográfica de entidades próximas e previamente configuradas. Por exemplo um vendedor de batatas fritas num novo percurso que está efectuar pode saber e ver no mapa quais os cafés e restaurantes que estão perto da sua localização.

Requisitos para garantir o sucesso deste tipo de serviços:

Para todos estes tipos de serviços, suas variantes e combinações, há que considerar também os diversos níveis de serviço e o consequente impacto na tarifação associada. Poder-se-á pensar nos serviços totalmente gratuitos, noutros em que se cobra apenas os custos de comunicação, e ainda outros, em que, para além dos custos de comunicação, é necessário um pagamento adicional, quer sob a forma de assinatura, quer tarifando no momento a utilização.

Este tipo de serviços, assim como qualquer serviço, só tem sucesso se efectivamente acrescentar valor a quem o utiliza.

Para se criar um clima de confiança é necessário garantir a qualidade e a disponibilidade do serviço, não só no tempo, mas também no espaço.

Não é importante apenas a precisão da localização do terminal, mas a precisão da localização dos conteúdos (cartografia, pontos de interesse...) é também de grande importância.

Nestes serviços é portanto extremamente crítica a actualização periódica e constante da cartografia digital, não apenas a informação considerada básica, como as vias de comunicação e seus sentidos, mas também toda a informação útil que se coloca por cima dessa informação básica, como por exemplo informação georeferenciada relativa a pontos de interesse (hotéis, restaurantes, museus...).

Outros factores críticos para o sucesso são as próprias características do serviço (simples, fácil de utilizar, fácil de perceber, precisão ajustada, tempo de resposta, ...) e dos terminais de acesso ao serviço (tipo de terminal, peso, tamanho, tipo de ecrã, ...).

Finalmente, mas não menos importante para este tipo de serviços ter sucesso é fundamental que as tarifações associadas (comunicações e do serviço) sejam ajustadas e competitivas.

Modelo de Negócio

Identifiquemos inicialmente quais os principais actores e intervenientes do negócio Serviços Baseados na Localização, com a utilização de cartografia:

- Utilizador: Principal interveniente, pagará pela utilização de serviços que representem para ele algum valor acrescentado.
- Empresas: Empresas de Bens e/ou Serviços que estejam interessadas em promover-se e publicitar-se, colocando-se na lista de informação que pode ser consultada (por exemplo hotéis).
- Operador da Rede de Comunicações: opera e mantém a rede que providencia as comunicações, transferindo, gerindo e tarifando os conteúdos para os utilizadores.
- Fornecedor de Conteúdos: entidade responsável por instalar e manter o sistema com informação fundamental e útil (hotéis, restaurantes, etc.), assim como actualizar a informação geográfica.
- Fornecedores de Aplicações (sistemas) baseadas em localização: elemento que tem por objectivo desenvolver sistemas que incorporem as funcionalidades pretendidas para o serviço.
- Fabricantes de Terminais e Dispositivos Móveis, e Fornecedores de Equipamentos de Localização : equipamento necessário para o funcionamento do serviço.

Nesta cadeia, todos estes elos podem obter retorno positivo, directo ou indirecto, na prestação deste tipo de serviços.

Mas a questão óbvia que se coloca é - Quem é que vai suportar os custos de investimento e operação destes serviços? Numa abordagem simplista poder-se-ia apontar os Utilizadores e Empresas como os actores responsáveis pelo financiamento da Operação do Serviço. Em relação aos custos de investimento, dois cenários podem ser colocados: i) partindo do pressuposto que o Operador da Rede será o principal beneficiado neste negócio, por deter uma infra-estrutura que precisa de ser rentabilizada com tráfego, o Operador da Rede assumia todos os custos de investimento, ficando também com todas as receitas, directas e tangíveis; ii) as receitas seriam divididas, usando um critério de divisão previamente definido ('revenue sharing' por exemplo), e consequentemente os investimentos também teriam de ser proporcionalmente divididos ('cost sharing') nomeadamente entre o Operador da Rede e os Fornecedores de Conteúdos e Aplicações.

Conclusões

Acreditamos que as soluções de localização (de pessoas, de veículos, de eventos, de serviços, de ofertas comerciais, entre outros) apresentam um elevado potencial de crescimento, que ainda será incrementado, e até redefinido, por força das novas capacidades antevistas para as tecnologias de telecomunicações móveis, os sistemas 3G/UMTS.

Entre as aplicações baseadas em LBS com grande potencial de receita, destacam-se as soluções empresariais e corporativas de segurança, acompanhamento e monitoria de cargas e veículos. Já para os utilizadores domésticos, as aplicações de informação e de entretenimento têm maior probabilidade de sucesso.

Para um operador móvel o seu sucesso passa pela sua capacidade de diferenciar. A diferenciação é extremamente visível ao nível dos serviços que presta. Os Serviços Baseados na Localização com utilização de cartografia, podem assim constituir uma peça para o sucesso do seu negócio,

Para o utilizador final os LBS representam a possibilidade e capacidade de ele tomar, a qualquer momento e local, uma melhor decisão, com o conhecimento da dimensão espacial e assim melhorar o serviço prestado.

Referências

[1] Documentação dos projectos PT Inovação Sisgeta, Frotalink e Navegante.

[2] Artigo, Location Base Services for Mobile Users in Protected Areas, revista GEO-Informatics, March 2003

[3] Relatório D2 - "Presentation of Location Information and constraints of end devices",.do Projecto Eurescom P1208

[4] Relatório D1 – "Technology Overview and User/ Service Requirements", do Projecto Eurescom P1204

José Manuel Mónica Maio

Licenciatura em Computação pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, com média final de 15 valores (1988), frequenta o do Mestrado em Gestão da Ciência Tecnologia e Inovação na Universidade de Aveiro. Ingessou no CET(actual PT Inovação) em 1988, para a Divisão de Engenharia de Tráfego, Participou em vários projectos da EU (REVOLVE, ATD, BIRD).

De 1993 a 1998 foi responsável pela áreas como o Apoio à Decisão e Apoio Estratégico.

Em 1999 foi nomeado responsável pela unidade de Planeamento de Redes, tinha como principal função conceber ferramentas de apoio ao dimensionamento e planeamento de redes PSTN, IN, SS7, SDH e ATM. Actualmente è responsável pela unidade Especificação e Gestão de Produtos e Soluções (em áreas como Atendimento, Cadastro e Aprovisionamento de recursos e serviços, baseadas em Sistemas de Informação Geográfica - SIG, Cartografia Digital e Sistema de Geoposicionamento via Satélite – GPS).

Carlos Eduardo de Almeida Amaro

Licenciado em "Engenharia de Sistemas e Informática" pela Universidade do Minho em 1996. Ingresso no CET (Cento de Estudos de Telecomunicações) em Maio de 1996, tendo desenvolvido trabalho em Sistemas de Informação Geográfica, ao nível da especificação e desenvolvimento de software. Em Junho de 1997 ingressa na Marconi, desenvolvendo trabalho na área da comutação. Volta ao CET em 1999, tendo sido responsável pela equipa de desenvolvimento de um sistema de gestão da Rede de Acesso do grupo Portugal Telecom – projecto SIGRA. Desde 2001, tem trabalhado na área dos serviços móveis, nomeadamente serviços baseados em localização.

Bonifácio Reis Capela

Bacharel em Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, em 1988, desenvolveu a sua actividade na área de projecto de redes de telecomunicações, CATV e Cablagem estruturada, é responsável pela Unidade Funcional de Vendas e Suporte a Clientes da Área de Negócios de Sistemas de Suporte e Gestão de Redes.

José António Jorge Gouveia Leal

Licenciado em Engª Electrotécnica – Telecomunicações na UC em 1983. Desde 1984 a trabalhar em telecomunicações, nas empresas Telefones de Lisboa e Porto, CTT Telecomunicações e Portugal Telecom, tendo sido responsável por Análise Técnica e Económica de projectos de telecomunicações durante 8 anos. Em 1993 integra a Direcção de Investigação e Desenvolvimento/ Centro de Estudos de Telecomunicações – DID/CET – da Portugal Telecom, sendo aí responsável pela criação de dois grupos de especialistas em Projecto Assistido por Computador e de Sistemas de Informação Geográfica/GPS, mais tarde foi Director de Projecto da Direcção Geral de Infra-estruturas da PT para o projecto SIGRA – Sistema de Gestão da Rede de Acesso, Como Consultor da Portugal Telecom, integra em 1998 o grupo de consultores para as soluções de telecomunicações da EXPO`98, para a área de Sistemas de Cablagem Estruturada dos edifícios do recinto. Desde 1999 é director para a área de Sistemas de Suporte à Gestão de Redes. É consultor da Agência de Inovação para as áreas de Telecomunicações, Gestão e Localização de Transportes.

por **Carlos Amaro, Miguel Serrano, Rafael Lourenço**

Serviços Baseados em Localização Visão de uma Arquitectura

LBS, Cartografia Digital, GPRS, UMTS, Navegação, Pontos de Interesse, Mobilidade, Localização, Wi-FI, Identificação, RFID, Arquitectura.

Estamos a caminhar rapidamente para uma infra-estrutura global de computação e informação que irá albergar milhões de terminais móveis conectados. Devido a esse facto, muitas empresas descobriram já que podem melhorar os seus negócios dando aos seus empregados, parceiros e clientes acesso a informação relevante através de terminais móveis. No entanto, estes terminais não devem ser vistos apenas como uma extensão do computador de secretária. Como a principal característica destes terminais é poderem ser utilizados em qualquer local, a estratégia de computação móvel deverá tirar partido desta informação adicional – a Localização - e incluir Serviços Baseados em Localização (LBS) para melhorar o valor dos seus negócios, uma vez que os benefícios de saber a localização associada a um evento ou a um serviço é absolutamente central para o valor acrescentado que as aplicações móveis podem trazer.

Estes serviços oferecem, pelo visor do terminal móvel ou PC, aplicações e serviços baseados na posição geográfica. Com a chegada das novas redes móveis de geração 2,5G (GPRS), já em exploração, e 3G (UMTS), que tudo indica irá entrar em exploração brevemente, para além das oportunidades do Wi-FI, estão criadas condições para que a taxa de transmissão não seja um obstáculo à difusão e expansão dos LBS e para que eles possam ser transformados numa poderosa fonte de geração de receitas.

A tentação imediata da maioria das pessoas é pensar em localização apenas como gráficos e texto incluídos nos mapas tradicionais. No entanto, olhando para além dos mapas encontramos informação sobre ruas, códigos postais, endereços ou localidades. Imagens fotográficas tiradas de satélites também são informação geográfica. Informação de trajectos e sentidos de ruas, condições de tráfego ou de meteorologia, tudo isto faz parte também de informação relativa a localização. Com o advento de tecnologias de localização e identificação como o GPS e o RFID ou a rede móvel, até os veículos e as pessoas se tornaram dados de localização.

Contudo, as aplicações móveis têm ainda uma série de desafios técnicos pela frente, uma vez que os terminais móveis têm limitações, como o tamanho reduzido do ecrã, o baixo poder computacional e a velocidade das comunicações, que apesar das novas gerações móveis ainda não é a melhor. Além disso, existem grandes diferenças entre os vários tipos de terminal, que podem incluir telemóveis, PDA ou outros. Assim, torna-se evidente que é necessário ter uma arquitectura muito bem estruturada e utilizar sempre que possível normas internacionalmente aceites para que o desenvolvimento de um LBS seja bem sucedido.

Introdução

Vários factores explicam a crescente procura de serviços providenciados pelos sistemas de comunicação sem fios.

Por um lado, estão os utilizadores que pretendem a possibilidade de ter acesso à informação relevante em todo lugar e a qualquer momento. Por outro lado os operadores, vendo o seu ARPU baseado nos serviços de voz cair, querem encontrar nos serviços de dados um novo impulso nos ganhos.

Para ir de encontro aos objectivos de ambos, é preciso agora inovar e apresentar ao mercado novos e aliciantes serviços. Os Serviços Baseados na Localização podem fazer parte deste novo grupo de serviços.

Existem muitos tipos de serviços baseados em localização, cada um com as suas características. Por exemplo um serviço pode ter ou não cartografia associada, ou pode utilizar diferentes tecnologias de localização.

Este artigo pretende apresentar uma visão dos serviços baseados em Localização, preferencialmente com a utilização da cartografia, e sempre que possível com um maior rigor e precisão na identificação da localização geográfica, apresentando uma arquitectura de referência e um resumo de tipos de terminais e tecnologias utilizadas.

No capítulo 2 é descrito o enquadramento dos LBS e sua definição, uma descrição de arquitecturas, tecnologias e equipamentos normalmente utilizados em LBS, e ainda é feita referência a serviços desenvolvidos na PT Inovação. No capítulo 3 são tecidas algumas considerações e conclusões. O capítulo 4 indica as referências utilizadas na elaboração do artigo.

Descrição

Enquadramento

Nos próximos anos, a computação sem fios vai expandir-se consideravelmente. Esta revolução "wireless" promete ter um grande impacto na nossa sociedade.

Algumas previsões da indústria dizem que irá haver milhões de utilizadores móveis em poucos anos, com novos equipamentos, cada vez mais completos e poderosos.

Assim, há a necessidade de novas tecnologias móveis que venham substituir ou melhorar as existentes como o GSM, o CDMA e o WAP. Como se sabe o serviço WAP é considerado, por muitos, um fracasso em Portugal. Um dos principais factores desse insucesso, para além da fraca informação existente, custo de comunicação e largura de banda, é a falta de precisão na indicação da posição geográfica do terminal/utilizador que também não contribuiu para o aparecimento de novos serviços. O sistema GPS ("Global Positioning System") pode garantir uma localização geográfica muito mais rigorosa do utilizador/receptor. O GPS consiste num sistema de 24 satélites que giram em volta da Terra, transmitindo informações para permitir determinar a velocidade, latitude, longitude e altura nos receptores e processadores GPS. A utilização do GPS é condicionada no entanto pela sua indisponibilidade em zonas de sombra (por exemplo em ruas estreitas junto a edifícios altos, onde o receptor não consegue captar pelo menos 3 satélites) e em zonas interiores. Para se apurar o rigor na localização, as próprias redes móveis têm-se adensado, reduzindo o tamanho das células e vindo a desenvolver novas técnicas de localização. No caso da rede UMTS existem métodos concebidos e normalizados que já apresentam a localização do móvel com uma precisão bastante aceitável.

Além disso, a própria rede GPRS, ou a próxima, espera-se, rede UMTS, vai providenciar mais largura de banda, permitindo assim uma melhor qualidade de serviço prestada pela rede.

Definição

Segundo o LIF ("Location Interoperability Forum") os Serviços Baseados em Localização, são "Serviços que permitem aos utilizadores móveis utilizarem serviços baseados na sua posição ou localização geográfica".

Os Serviços Baseados na Localização podem ser mapeados em várias áreas de aplicação, sendo as mais comuns: Segurança; Mobilidade; Informação e Lazer; Gestão de transportes de Veículos; GeoMarketing e m-commerce. Convém fazer aqui a ressalva que a fronteira entre estas áreas pode não ser muito clara. As sobreposições existem certamente.

Arquitectura

Devido ao grande número de terminais disponíveis e à consequente necessidade de normas, a arquitectura definida para os LBS tem o pressuposto da utilização sempre que possível de componentes normalizados, open-source, e por isso mesmo é proposta uma arquitectura Java "end-to-end", onde é utilizado J2EE (Java Enterprise Edition) nos servidores, clientes finos (browser) ou desktop e J2ME (Java Micro Edition) para os casos em que os clientes são PDA e Telemóveis. A utilização do Java foi a solução escolhida porque traz a grande vantagem de ser portável entre plataformas.

O middleware é constituído por API Java, XML e SOAP, de modo a poder adaptar os conteúdos e serviços para cada tipo de rede e terminal e também para permitir que esta plataforma interaja com sistemas externos.

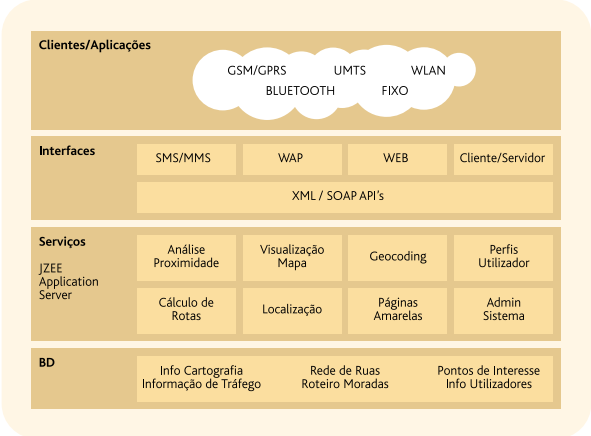


Figura 1: Arquitectura de plataforma LBS

Este sistema deve estar preparado para identificar o modo de acesso e quais os terminais utilizados, de modo a fornecer conteúdos adaptados a essas condições. A identificação dos terminais é feita através de "User Agents", que são um meio de descrever as capacidades de um terminal, através de uma série de parâmetros. Os protocolos mais utilizados para descrever "User Agents" são o CC/PP (principalmente para PDA's e Desktops) e o UAProf (utilizado nos telemóveis). Existem repositórios de CC/PP e UAProf onde as aplicações podem ir consultar as características dos terminais. Para gerir as ligações e sessões multimédia, é utilizado o SIP (Session Initiation Protocol, em standard IETF).

Assim, qualquer utilizador poderá aceder aos conteúdos disponíveis, com o conteúdo a ser apresentado de acordo com as características dos terminais, acesso utilizado e preferências do utilizador.

Esta arquitectura está estruturada em 4 camadas principais: Dados, Servidor Aplicacional, Interfaces e Aplicações.

Dados:

Numa plataforma LBS, existem dados em variadíssimos formatos, que provêm de diferentes fornecedores de conteúdos. Assim temos os dados geográficos propriamente ditos, que incluem desde os mapas em si até a grafos com a rede viária e, além disso, existem os conteúdos alfanuméricos, incluindo tudo o que se relaciona com Pontos de Interesse, informações de trânsito ou de meteorologia, moradas, dados referentes aos utilizadores do sistema e muitos outros.

Como os dados geográficos têm uma complexidade e estrutura muito próprias, não devem ser tratados por Bases de Dados tradicionais. Devido a este problema surgiram as base de dados espaciais, que foram criadas exactamente com este propósito. Exemplos destas BD são o Oracle Spatial Data Cartridge e o PostgreSQL com extensão PostGIS.

Servidor Aplicacional:

É nesta camada que são desenvolvidos os serviços a disponibilizar pelo servidor aplicacional e é aqui também que se estabelece a ligação à BD. Não confundir estes serviços com os serviços a fornecer ao utilizador. O que se entende por serviço neste nível é o tipo de pedidos que deve ser invocado à BD e o modo como esse pedido deve ser processado. São estes os serviços que servirão de base às aplicações a desenvolver. Como estes componentes devem ser desenvolvidos de modo a poderem ser utilizados por mais do que um tipo de terminal, isto implica que deve ser realizada a adaptação dos conteúdos mais adequada a cada tipo de terminal e à rede que está a ser utilizada em cada momento. A separação da camada de serviços das interfaces permite que estes serviços sejam desenvolvidos apenas uma vez e serão os interfaces a definir como é que eles são utilizados, ou seja, fazer a adaptação. Para suportar esta camada é utilizada uma plataforma J2EE.

Os serviços principais duma plataforma LBS são os seguintes:

- Geocoding – a partir de um endereço determina a localização em coordenadas (latitude/longitude)
- Reverse Geocoding – converte coordenadas num endereço
- Localização – Recebe do sistema de localização utilizado (seja GPS seja a rede móvel) as coordenadas e trata-as conforme a necessidade
- Cálculo de Rotas – Calcula o melhor caminho entre dois pontos (com ou sem passagem por pontos intermédios e em função de outros critérios)
- Visualização de Mapa – cria uma visualização do mapa sempre que necessário. Existem normalmente duas alternativas, conforme as necessidades de cada aplicação: imagens raster (jpeg, bmp, wbmp,...) ou imagens vectoriais (svg e gml)
- Páginas Amarelas – serviço de pesquisa de pontos de interesse, quer seja por nome, quer por morada (ex: quero saber que lojas há na rua X)
- Análise de Proximidade – faz a pesquisa de informação dentro de uma dada área preestabelecida (ex: pesquisar restaurantes no raio de 500m)

Interfaces:

O que é entendido por interfaces é o modo como os clientes vão aceder aos serviços. Para isso existem várias API Java, XML, SOAP ou Web Services que permitem que as aplicações clientes utilizem a camada de serviços que está por baixo.

Nesta camada são também definidas as API que permitem o acesso aos sistemas externos que necessitem de interagir com esta plataforma.

É também nos interfaces que se faz toda a adaptação de conteúdos necessária para os vários tipos de terminal e de acesso.

A adaptação de conteúdos funciona do seguinte modo: quando um terminal pede o acesso a um serviço ou conteúdos, deve identificar-se de modo a que o interface saiba qual o tipo de terminal em causa e qual o tipo de ligação que está a ser utilizado. O UAProf e o CC/PP poderão ser utilizados para esta matéria, em conjugação com o SIP. Quando o interface recebe da camada de serviços a resposta, esta será adaptada do melhor modo tendo em conta o terminal, a ligação e as preferências do utilizador.

Devem existir interfaces para serviços do tipo Web, Wap, Cliente/Servidor ou SMS/MMS.

Clientes/Aplicações:

Esta camada refere-se às aplicações que poderão correr nos vários tipos de terminais, desde aplicações Web para desktops, PDA ou Smartphones, Wap e SMS/MMS para telemóveis e Smartphones ou ainda serviços cliente/servidor, neste caso com aplicações a correr nos terminais.

Estas aplicações poderão ser escritas numa grande variedade de linguagens, uma vez que as interfaces fazem todas as conversões necessárias, mas o ideal para os terminais móveis será desenvolver recorrendo à tecnologia J2ME.

Equipamentos e Tecnologias

Terminais

Já aqui se falou do número crescente de terminais móveis disponíveis, incluindo terminais dos mais variados tamanhos, com maior ou menor robustez e com diferentes sistemas operativos. Estas 3 características (tamanho, robustez e sistema operativo) são as que mais influenciam a escolha do equipamento correcto para um dado serviço.

Podemos dividir os terminais (excluindo os telemóveis tradicionais) do seguinte modo:

- Tamanho: ecrã até 5'' (PDA e Smartphones); ecrã maior do que 5'' (tablet PC/laptop)
- Robustez: Rugged (resistente a quedas e água); não "Rugged"
- Sistema Operativo: Pocket PC; Pocket linux; Windows 2000/XP; Linux; Symbian; PalmOS
- Comunicações integradas: Bluetooth; 802.11; GSM/GPRS

Já os telemóveis poderão ser avaliados por outras características, como:

- Programáveis: Java ou outras
- Mensagens: MMS; SMS
- Comunicações: GPRS; Bluetooth

- Ecrã: Cores; P&B; gráfico; linha de texto

Estas provavelmente são as características a ter em conta quando se escolhe qual o tipo de terminal a utilizar para um serviço ou aplicação a ser desenvolvido.

Resta dizer que com todas estas diferentes características, o preço de terminais também varia muito.

Assim, um terminal Rugged, com ecrã grande (por exemplo 10'' TFT Sunread), a correr Windows 2000 poderá ser até 5 vezes mais caro que um PDA com sistema operativo Pocket PC topo de gama.

Tecnologias de Localização

Tão importante como os equipamentos para os serviços, são as tecnologias de localização.

Existem actualmente vários tipos de tecnologias de localização, sendo possível separá-las em dois grandes grupos: utilizando GPS ou utilizando a rede móvel.

Normalmente, as tecnologias que utilizam GPS são mais precisas, mas também são as que necessitam de um maior investimento ao nível do terminal.

Deixamos aqui apenas uma pequena análise de algumas das tecnologias mais utilizadas actualmente.

Cell-ID

É fornecida pela rede a posição da célula a que o móvel está ligado. Nesta tecnologia, qualquer telemóvel normal que esteja ligado à rede pode ser localizado e não é necessário upgrades nem na rede nem no terminal. A precisão depende da dispersão das células, pode ser de 1000m numa cidade até 30 km em zonas rurais.

E-CGI (Enhanced Cell Global Identity)

Em todas as redes celulares, o terminal faz medições ao nível da rede para facilitar decisões de hand-over.

No GSM, estas medições contêm informação ao nível da potência de sinal da célula a que está ligado e de células vizinhas. A potência do sinal pode ser utilizada para estimar a distância do terminal à BTS, existindo modelos matemáticos para realizar esse cálculo. A posição do terminal pode então ser encontrada comparando a distância até várias BTS e utilizando triangulação.

E-OTD (Enhanced Observed Time Difference)

Nesta tecnologia, o terminal faz medições do tempo de chegada de sinais enviados pelas BTS. Assim, requer transformações ao nível dos terminais e também da rede. Os sinais utilizados são sinais do canal de controlo da rede e é preciso pelo menos o envio por parte de 3 BTS para determinar a posição.

É ainda necessário que existam na rede outros equipamentos, chamados LMU's (Location Measurement Units), que são uma espécie de terminal que faz medições de tempo E-OTD, colocados em posições conhecidas. As diferenças do cálculo do tempo de chegada nos terminais e nos LMUs são utilizadas para determinar a posição correcta.

A medição do tempo de chegada do sinal utiliza o relógio do terminal, o atraso de propagação, a hora da transmissão, além de variáveis de interferência.

Este método é bom em zonas de alta densidade de BTS e mau em zonas de baixa densidade.

GPS

É um sistema de localização que utiliza transmissões de um sistema de satélites. Os satélites emitem continuamente dados contendo o seu ID, a hora GPS e os modelos de trajectória do satélite. O receptor descodifica esta informação de vários satélites e consegue obter a localização com base na triangulação da medição do tempo de chegada dos sinais.

Para obter uma posição apenas em planimetria são necessários apenas 3 satélites. Para uma posição mais correcta e tridimensional, já são necessárias medições de pelo menos 4 satélites.

Assisted GPS

Este método baseia-se em combinar o GPS com a localização na rede. Como a rede conhece a localização da célula onde se encontra o terminal, envia-lhe os dados necessários à medição GPS, reduzindo o número de satélites que o terminal tem de procurar e assim permite obter uma posição mais rapidamente e com maior precisão. Além disso, permite saber a posição através da rede móvel sempre que o GPS perder cobertura, como por exemplo em ambientes indoor, embora com menor precisão

A seguir apresenta-se uma tabela com um resumo das características das várias tecnologias de localização.

Os critérios de análise utilizados na tabela são: o tempo que o sistema leva a fixar a posição pelo primeira vez (Time to First Fix), a precisão dos dados de localização encontrados (Accuracy), a qualidade de cobertura da tecnologia (Coverage) e o impacto ao nível de custos, quer na rede, quer no terminal (Impact).

Method	Time to First Fix	Accuracy	Coverage	Impact: Infras're; Handset
Cell ID	1 second	Varies with cell size	Network wide	Low; None
E-CGI	1-5 seconds	500m-1km	Network wide	Medium; Low
E-OTD	1-5 seconds	Medium, ~100m	Urban & In-building, Good; Rural, Poor	High;Medium
Stand alone GPS	40-60 seconds	High, ~30m	Urban & In-building, Poor; Rural, Good	Low;High
Basic assistance A-GPS	8-15 seconds	High, ~10m	Urban & In-building, Fair; Rural, Good	Medium;High
Full Assistance A-GPS	1-8 seconds	High, ~10m	Urban & In-building, Good; Rural, Good	High;High

Figura 2: Análise de métodos de localização [5]

Comunicações

Com o número de terminais móveis que não pára de aumentar, e com os avanços tecnológicos que cada nova vaga traz, é natural que as suas capacidades de comunicação aumentem também, havendo cada vez mais terminais com capacidades integradas de comunicação. Os que não têm estas capacidades necessitam de interfaces externos para o mesmo efeito. Os tipos de comunicações mais comuns existentes actualmente nestes terminais são: GSM, GPRS, Wi-Fi e Bluetooth.

- GSM – tecnologia de transmissão que cobre praticamente todo o território nacional, e com possibilidade de roaming no estrangeiro. Normalmente

utilizam-se SMS para envio de informação.
Vantagens: grande cobertura do território; roaming disponível; grande número de terminais existentes
Desvantagens: incerteza na entrega do SMS; lentidão das chamadas de dados

- GPRS – tem praticamente a mesma cobertura do GSM (utiliza a mesma rede). Roaming ainda muito limitado.
  Vantagens: grande cobertura do território; conexão always on; só se paga os dados enviados
  Desvantagens: roaming limitado a poucos países; velocidade apenas razoável
- Wi-Fi – Norma IEEE para comunicações sem fios. A norma 802.11b tem velocidades de transmissão até 11Mbit/s em distâncias até 100m, trabalhando na frequência 2.4GHz. A versão 802.11a tem velocidades de transmissão até 54Mbit/s e trabalha na frequência 5GHz.
  Vantagens: elevada largura de banda; muitos PDA novos já com Wi-Fi
  Desvantagens: distância de comunicações reduzida; poucas redes instaladas
- Bluetooth – Norma para comunicações sem fios de curta distância. A distância de transmissão é 10m e a velocidade na versão 2.0 é de 2Mbit/s. Trabalha na frequência de 2.45GHz. Ideal para sincronização de terminais 'Wireless' com PC.
  Vantagens: elevada largura de banda; muitos terminais novos já com Bluetooth; facilidade de estabelecer ligações ponto a ponto
  Desvantagens: distância de comunicações muito reduzida; norma 802.11 (Wi-Fi) mais rápida e cobre maior distância

Produtos PT Inovação

Neste capítulo, são apresentadas algumas soluções PT Inovação na área da Localização utilizando cartografia, bem como participações em projectos internacionais.

Soluções PT Inovação

Frotalink

O Frotalink é uma solução de gestão de frotas que permite localização e acompanhamento de veículos. Os veículos estão equipados com um equipamento CrossCheck que inclui um módulo GPS e modem GSM para comunicação das posições.

Figura 3: Frotalink

A aplicação é gerida através de uma estação base, com interface Web, onde se pode ver a localização dos veículos e efectuar todas as configurações necessárias ao funcionamento do sistema.

As funcionalidades principais são:

- Acompanhamento dos veículos em tempo real;
- Acesso a dados de histórico do percurso por veículo;
- Definição de alarmes geográficos;
- Visualização dos veículos sobre cartografia georeferenciada;
- Configuração remota dos veículos.

Sisgeta

O Sisgeta é uma solução integrada para a gestão de transportes urbanos, permitindo o acompanhamento dos autocarros em tempo real sobre cartografia georeferenciada, processar e mostrar informação relativa ao horário real de cada autocarro em paragens seleccionadas e na Internet.

O sistema permite toda a gestão dos autocarros, desde alocação de horários e de condutores, até linhas de serviço.

Utiliza localização GPS e transmissão de dados por GSM e Radio Trunking.

Projectos Internacionais

Crumpet

O Crumpet foi um projecto do IST cujo objectivo era implementar serviços de turismo sobre terminais móveis utilizando a tecnologia de agentes inteligentes.

Os vários agentes existentes eram responsáveis pelas diversas componentes do serviço como: visualização de mapas; análise proximidade; perfis do utilizador; adaptação conteúdos.

Os serviços oferecidos tinham como funcionalidades mais importantes a pesquisa de pontos de interesse e posterior visualização da sua localização sobre cartografia, bem como o cálculo do melhor caminho até o ponto de interesse encontrado.

Locawa

O Locawa é um projecto Eurescom que ainda está a decorrer e que tem como objectivos identificar e posteriormente implementar serviços baseados em localização que se espera sejam os mais prováveis de ter sucesso num futuro próximo.

O trabalho passa por analisar questões tais como privacidade, tecnologias de localização e problemas de QoS (Quality of Service). Além disso será feito um estudo sobre o melhor modo de apresentar estes serviços do ponto de vista da usabilidade.

Os serviços seleccionados e implementados foram: análise de proximidade, pesquisa de pontos de interesse, cálculo de melhor caminho, procura de amigos.

Conclusões

O surgimento de novos terminais, juntamente com as comunicações móveis veio transformar os serviços tradicionalmente oferecidos pelos operadores.

Os utilizadores do futuro vão cada vez ser mais exigentes e vão querer as suas aplicações e serviços disponíveis sempre e em qualquer lugar.

Isto traz novos desafios para os operadores e criadores de aplicações, uma vez que vão ter de criar novos tipos de serviços num cenário onde terminais, redes e tecnologias estão em constante mudança.

Para superar estes desafios é decisivo apostar numa arquitectura adequada às características próprias da mobilidade, utilizando standards sempre que possível.

Acreditamos que entre estes novos tipos de aplicações, as soluções de localização (de pessoas, de veículos, de eventos, de ofertas comerciais, entre outros) são das que apresentam um maior potencial de crescimento, que ainda será incrementado, e até redefinido, por força das novas capacidades antevistas para as tecnologias de telecomunicações móveis, os sistemas 3G/UMTS, que trazem também uma maior precisão na localização.

Referências

[1] Documentação dos projectos PT Inovação Sisgeta, Frotalink e Navegante.

[2] Combining wireless location services with enterprise e-business applications, Eve Kleiman

[3] Location Based Services – A Database Perspective, Christian S. Jensen, Anders Friis-Christensen, Torben B. Pedersen, Dieter Pfoser, Nectaria Tryfona

[4] Developing Location Based Services for Tourism – The Service Providers View, Alexander Zipf and Rainer Malaka

[5] The operators perspective, Brendan Ludden

Carlos Eduardo de Almeida Amaro

Licenciado em "Engenharia de Sistemas e Informática" pela Universidade do Minho em 1996. Ingresso no CET (Cento de Estudos de Telecomunicações) em Maio de 1996, tendo desenvolvido trabalho em Sistemas de Informação Geográfica, ao nível da especificação e desenvolvimento de software. Em Junho de 1997 ingressa na Marconi, desenvolvendo trabalho na área da comutação. Volta ao CET em 1999, tendo sido responsável pela equipa de desenvolvimento de um sistema de gestão da Rede de Acesso do grupo Portugal Telecom – projecto SIGRA. Desde 2001, tem trabalhado na área dos serviços móveis, nomeadamente serviços baseados em localização.

Carlos Miguel Serrano

Licenciado em Engenharia Geológica pela Universidade de Aveiro em 1988, com Pós-graduação em Produção de Geo-Informação pelo ITC, Holanda, em 1990 e grau de Mestrado em Processamento Digital de Imagens de Satélite pelo ITC, Holanda, em 1992. Até 1997 trabalhou no Laboratório SIG da Universidade de Aveiro e leccionou disciplinas da licenciatura em Engenharia Geológica daquela Universidade. A partir de 1997 na actual Portugal Telecom Inovação, tem vindo a desempenhar diferentes trabalhos e cargos na área da implementação de SIG e GPS em Sistemas de Monitorização Remota de Recursos e em Sistemas Baseados em Localização.

Rafael Pereira Lourenço

Licenciado pela Ecole Nationale d'Ingénieurs de Brest (França), ramo "Electrónica e Telecomunicações" em 1984 e Pós-graduação em "Gestão de Ciência Tecnologia e Inovação" pela Universidade de Aveiro em 2001. Entre 1984 e 1991, trabalhou em várias empresas em França, no desenvolvimento de sistemas, tendo então ingressado no Centro de Estudos de Telecomunicações de Aveiro, hoje Portugal Telecom Inovação, onde ocupa o cargo de Responsável de Unidade de Desenvolvimento de Serviços e Sistemas de Informação para a área de Gestão de Redes Móveis, com particular ênfase nos SIG e LBS.

por **António Pedro Salvado, Mário Moreira**

Plataformas SMS de Valor Acrescentado

SMOG, SMS, P@GeSMS, RelaySMS, ShaP

Descrevem-se neste artigo as Plataformas SMS de Valor Acrescentado desenvolvidas pela PT Inovação, e que fazem parte da sua arquitectura SMOG

Introdução

A principal fonte de receitas dos operadores de telecomunicações tem sido desde o princípio dos tempos os serviços de voz.

A criação de redes próprias de dados, a que se assistiu a partir, principalmente, dos anos 80, com a introdução de tecnologias de comutação de pacotes, correspondeu a uma necessidade evidente de melhorar as comunicações entre máquinas, as quais embora alvo de grandes investimentos, pouco contribuíram em percentagem para as receitas dos operadores.

Com a integração das redes, procurou-se eliminar a existência de redes dedicadas a cada um dos serviços, permitindo que uma mesma infra-estrutura tecnológica suportasse indiferentemente serviços de voz e serviços de dados.

Com a convergência de redes e serviços, a ambição final leva-nos aos terminais multifunções e completamente ubíquos, capazes de, por si só, suportarem serviços de voz e de dados simultaneamente, sejam fixos ou móveis, através de qualquer tipo de tecnologia de rede, dotando assim os seus utilizadores de um conjunto vasto de meios de comunicação e de acesso a serviços e conteúdos de forte impacto na sua própria vida.

No entanto, se a imaginação dos homens tem permitido identificar imagens de grande impacto comercial e de indiscutível brilhantismo ao nível do marketing, a realidade tem provado ser diferente. A adopção e a implantação de tecnologias emergentes tem sido feita em alguns casos de forma lenta e difícil, não aderindo no imediato a esse sonhar acordado. Recorde-se, apenas, os muito recentes sucessivos adiamentos do lançamento do UMTS.

Todos antecipamos, no entanto, que os dados, o acesso a conteúdos e a troca de mensagens entre utilizadores se irão tornar, cada vez mais, nas comunicações do futuro. A própria voz irá suportar-se também em serviços que deixam de ser as comunicações em tempo real que hoje todos conhecemos, para poder também vir a suportar-se em serviços baseados na troca de mensagens, em regime de quase tempo real.

Foi neste cenário que a PT Inovação iniciou em 1999 o desenvolvimento de um novo conjunto de produtos, baseados em mensagens e na convergência de redes e serviços. Essa decisão foi tomada tendo a consciência de se tratar de uma área difícil, pela forte competição dos grandes fornecedores mundiais e pelo atraso no início dessa actividade. Mas, em contrapartida, houve a convicção de que a PT Inovação possuía argumentos capazes de poder apresentar soluções fortemente competitivas em qualidade e custo para os seus clientes.

Esses produtos começam hoje a agrupar-se na Arquitectura SMOG, "arrumando-se" logicamente em três grandes grupos:

- As Plataformas SMS de Valor Acrescentado;
- As Plataformas de Rede;
- Os Portais de Internet Móvel.

Neste artigo é apresentado o primeiro grupo.

As Plataformas SMS de Valor Acrescentado

O serviço SMS nasceu nas redes móveis GSM, como o primeiro verdadeiro serviço de dados. Dizê-lo hoje, quase pode parecer estranho, mas tratou-se de um serviço que disponível desde fases muito preliminares de toda a tecnologia, demorou vários anos a ser visto por operadores e utilizadores como algo de útil.

Ainda há cerca de 4 anos não era possível trocar SMS entre as redes dos três operadores existentes em Portugal, e os números de tráfego eram baixíssimos. No entanto hoje, e para os mais novos desde sempre, o SMS é um acto normal, diria mesmo preferencial no seu jeito de comunicar, até nas diferentes formas que mais recentemente utilizam para nos convidarem, a nós pais, a ligar-lhes de volta. Segundo os últimos números divulgados pela ANACOM no segundo trimestre de 2003 foram enviados mais de 553 milhões de SMS na rede nacional.

O SMS é hoje um meio fundamental de comunicação para indivíduos e empresas, e muito ainda há a explorar, nomeadamente, se os operadores se dotarem de plataformas que lhes proporcionem e aos seus clientes, individuais ou corporativos, um conjunto de capacidades que vão aumentar significativamente as possibilidades de exploração do serviço básico SMS.

A PT Inovação desenvolveu algumas dessas plataformas de gestão de SMS, vocacionadas para o suporte a serviços SMS de valor acrescentado, que não possuindo funções de centro de mensagens, ligam-se a estes através das portas UCP ou SMPP e adicionam-lhes funcionalidades e capacidades. São igualmente plataformas indicadas para instalar na rede do operador, seja para sua utilização interna, ou para expor as suas interfaces à Internet.

A Plataforma P@GeSMS

A Plataforma P@GeSMS é uma plataforma para o envio de mensagens SMS em broadcast.

Todo o seu funcionamento assenta na recepção de pedidos de envio de um mesmo SMS, isto é, um mesmo texto, para um conjunto de telemóveis destino.

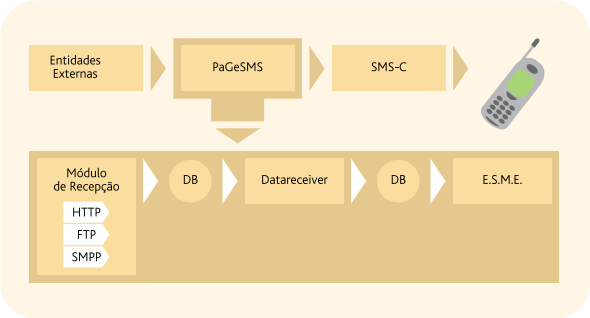


Figura 1- Arquitectura da Plataforma P@GeSMS

A arquitectura da Plataforma foi especificamente desenvolvida para gerir eficientemente as situações de broadcast. Possui um módulo de recepção que funciona como front-end para as comunicações com os clientes da plataforma, recebendo os pedidos e arquivando-os. Posteriormente, o módulo Data Receiver processa esses pedidos, verificando a sua correcção de acordo com os formatos estabelecidos, dados de identificação e autenticação e com as regras de negócio configuradas. Por último os módulos ESME (External Short Message Entity) gerem o despacho das mensagens SMS propriamente ditas para o SMS-C do operador, utilizando, se suportados pelo SMS-C, métodos de envio múltiplo de uma mesma mensagem.

Dentro da rede do operador, a plataforma liga-se ao SMS-C em SMPP ou UCP, utilizando as capacidades dos protocolos para despacho mais rápido de mensagens, permitindo atingir velocidades da ordem das centenas de milhares de mensagens por hora.

Em contraponto, permite o controle do fluxo de mensagens para o SMS-C, em situações onde altas velocidades de entrega de SMS ao SMS-C podem ser lesivas da sua estabilidade. A

plataforma pode ligar-se a mais do que um SMS-C, exercendo inclusivamente funções de distribuição de carga assimétrica entre eles.

A plataforma pode ser utilizada dentro de um ambiente fechado do operador ou prestar serviços para clientes externos, através da Internet ou de ligações VPN.

Os pedidos podem chegar-lhe, quer através de FTP, sendo neste caso descarregado um ficheiro com o conteúdo da mensagem e a lista de números destino, quer através de ligações UCP e SMPP, quer através de uma página web da própria plataforma onde é possível introduzir uma lista de destinos na altura ou fazer um upload de um ficheiro para o sistema.

Em todos os casos são incluídos mecanismos de autenticação e identificação do utilizador, seja um indivíduo ou uma empresa, que permitem verificar as suas subscrições do serviço.

A plataforma permite a definição de modelos de negócio onde todos os clientes competem pela largura de banda disponível (leia-se neste caso número de SMS/hora), as chamadas janela abertas, ou modelos de janelas Premium, em que a determinado cliente é garantido, num determinado período, uma previamente negociada a capacidade de despacho de mensagens. Todos os clientes têm que ser configurados e conhecidos na plataforma e a cada um podem ser "vendidas" capacidades de despacho dentro de janelas e períodos temporais predefinidos, que são posteriormente geridos e verificados pela plataforma P@GeSMS.

A plataforma suporta a gestão de listas de destinos por cliente, permitindo assim a identificação dos destinos, não apenas através de uma lista exaustiva fornecida no momento do pedido, mas também pela simples referência a uma lista existente no sistema.

Cada cliente possui, através de uma interface web de administração, acesso a um conjunto de funcionalidades que lhe permitem gerir a sua própria utilização da plataforma, dentro dos parâmetros contratados.

A Plataforma RelaySMS

Como já foi referido e mesmo entre redes GSM, ainda há bem poucos anos havia dificuldades, neste caso essencialmente administrativas, para a troca de SMS entre redes.

Mas quando se sai do mundo GSM e se passa ao mundo CDMA e TDMA, e a um mundo onde o GSM, CDMA e TDMA coexistem, encontram-se não apenas problemas administrativos, mas mesmo problemas técnicos. Concretamente e só como exemplo, através dos mecanismos normais de sinalização nº 7 é impossível trocar SMS entre redes CDMA e GSM, sem uma muito complexa adaptação de protocolos.

Assim, torna-se mais fácil usar mais uma vez as portas UCP e SMPP dos SMS-C e efectuar a troca de SMS entre operadores através de ligações IP, públicas ou VPN, interligando assim directamente os seus SMS-C.

É precisamente para isso que foi desenvolvida a Plataforma RelaySMS, para efectuar a troca de SMS entre redes, utilizando a rede IP entre operadores, e efectuando as necessárias adaptações dos protocolos suportados pelos SMS-C.

A Plataforma RelaySMS suporta os protocolos UCP, SMPP, HTTP e HTTPS permitindo suportar trocas de mensagens entre entidades que a ela se liguem dessa forma.

Adicionalmente, e imaginando um mundo de uma só cor, leia-se neste caso SMS-C de um mesmo fabricante, tudo pode ser simples, mas quando nos deparamos com realidades felizmente heterogéneas, a Plataforma RelaySMS especializou-se progressivamente em diversas variantes dos protocolos UCP e SMPP, resolvendo problemas de comunicação entre máquinas de grandes fornecedores supostamente, mas na realidade falsamente, cumpridoras dos standards.

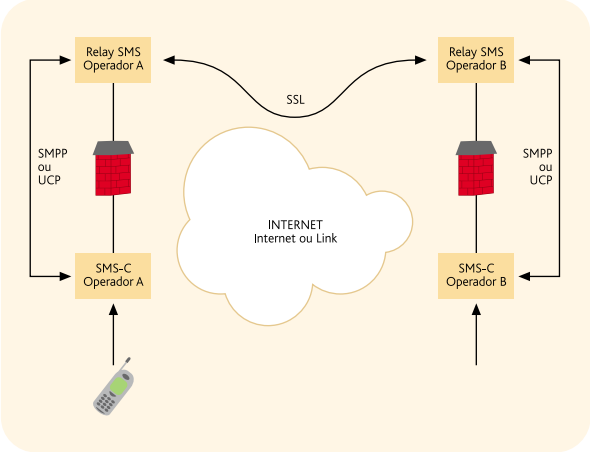


Figura 2 - Integração RelaySMS na rede do operador

Em contraponto com o P@GeSMS, esta plataforma destina-se primordialmente à troca de mensagens uma a uma e à adaptação de protocolos entre entidades.

Embora especificamente desenvolvida para interligar SMS-C, a plataforma tem sido progressivamente utilizada para a ligação de clientes externos possuidores de aplicações baseadas em SMS. Os motivos principais prendem-se com o aumento do controle dessas situações, por parte do operador, ao fazê-lo através do RelaySMS e ainda dado o facto da permanente necessidade de adaptar diferenças de pormenor de protocolos, suportados pelas diferentes entidades, ser extremamente facilitado pela plataforma, dada a sua simplicidade e facilidade de operação e a grande rapidez e capacidade de adaptação que é revelada sempre que surge uma nova variante do serviço.

A sua mais recente utilização serve a interligação entre a rede da TMN em Portugal e a rede da Vivo no Brasil, permitindo assim a troca de SMS entre os dois continentes, facto que coloca o Grupo PT entre um pequeno grupo de operadores mundiais, que dispõem dessa capacidade.

A Plataforma WiPEP SMS

A plataforma WiPEP SMS, é uma plataforma destinada à disponibilização de serviços baseados em SMS. Entre os serviços considerados, incluem-se descargas de Toques, Logotipos, Ícones de Grupos, e os Serviços Push de Notícias, Conteúdos Georeferenciados, etc.

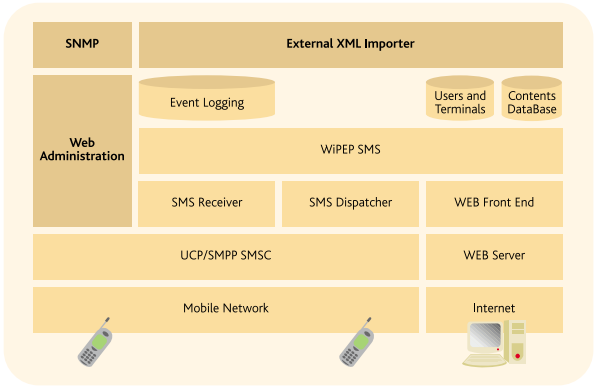


Figura 3 – Arquitectura da Plataforma WiPEP SMS

A arquitectura da Plataforma WiPEP SMS, é composta pelos seguintes elementos:

- External XML Importer – este módulo permite a importação de conteúdos externos para a plataforma WiPEP SMS. Os conteúdos a importar devem estar em formato XML;
- Bases de Dados
  - Users and Terminals - Base de dados de utilizadores (número de telemóvel, marca e modelo, serviços subscritos, etc.), e as características dos terminais com os quais a plataforma é capaz de operar;
  - Contents Database - Base de dados de conteúdos (notícias, eventos, logotipos, ringtones, etc.);
  - Event Logging - Base de dados de registo de eventos (mensagens enviadas, serviços subscritos e cancelados, importações efectuadas, etc.);
- SMS Receiver - este módulo é responsável pela recepção de SMS dos utilizadores. Ao receber um pedido de um utilizador, este é interpretado e validado, sendo então encaminhado para o módulo WiPEP SMS para processamento;
- WiPEP SMS - módulo central de processamento da SMS. Este módulo é responsável pela execução do serviço de formatação e envio de SMS. É estimulado pelo módulo SMS Receiver ou pelo módulo Web Front-end;
- SMS Dispatcher - encarrega-se do envio das SMS para o utilizador final. Gere falhas de entrega, efectuando novas tentativas quando necessário ou removendo a SMS da queue de saída quando esta já não é pertinente;
- Web Front-end - fornece a interface para a subscrição de serviços, actualização dos parâmetros dos utilizadores, consultas dos conteúdos disponíveis, etc.

O operador da plataforma possui uma interface web de administração onde pode definir os parâmetros da plataforma e efectuar a gestão das Bases de Dados acima descritas.

Em termos do seu funcionamento, a plataforma WiPEP (Módulo XML Importer) permite a importação de conteúdos de fontes externas à plataforma, em formato XML, sendo o protocolo utilizado o HTTP/HTTPS. Esses conteúdos são catalogados e arquivados na Base de Dados de conteúdos por categorias.

Para que um cliente possa utilizar a plataforma, este precisa de subscrever o serviço. A subscrição pode ser efectuada pela interface web da aplicação, pelo próprio cliente, se este possuir um acesso à Internet, ou dirigindo-se a uma loja do operador, e pedindo a este para lhe efectuar a inscrição.

Na plataforma WiPEP SMS, serão guardados os dados do cliente, como o número do telemóvel, a marca e modelo do telemóvel, e quais as categorias a que deseja ter acesso (subscrição de serviços PUSH). Estes dados podem ser alterados em qualquer momento pela mesma interface web.

Na perspectiva da integração na rede do operador, para suportar o serviço deve ser criada uma Large Account (LA) no SMS-C do operador, que ficará associada à plataforma WiPEP SMS (Módulo SMS Receiver).

O cliente pode enviar SMS para o número da referida LA, para pedir o conteúdo que deseja. Para a identificação do conteúdo requisitado, o cliente utiliza um formato predefinido de sintaxe, por exemplo, uma SMS com o conteúdo "R 12500", indica que o cliente pretende obter o Ringtone (R) com a referência 12500, enquanto a SMS com o conteúdo "L 1330" indica que o cliente pretende obter o Logotipo (L) com a referência 1330.

Na interface web disponível na Internet, é possível navegar no catálogo de conteúdos disponíveis na plataforma.

Para o cliente receber conteúdos do tipo PUSH, deve subscrever esses mesmos conteúdos. Na interface web está disponível o catálogo de conteúdos PUSH (ex: Golos Online, Cotações de Bolsa, Noticias Nacionais, Noticias Desporto, etc.). O cliente deve indicar quais deseja subscrever. Sempre que for colocada na plataforma um novo conteúdo PUSH, este é automaticamente enviado para todos os Clientes que o subscreveram.

Para o envio de SMS, a plataforma suporta os protocolos UCP ou SMPP conforme o protocolo suportado pelo SMS-C do Operador.

A plataforma gera CDR das SMS enviadas e recebidas. Com base nestes CDR são gerados os TOPs dos conteúdos mais requisitados os quais ficam disponíveis na interface web. Por outro lado gera ficheiros por fornecedor de conteúdo, para efeitos de acerto de contas.

A plataforma pode efectuar integração com a plataforma NGIN da PT Inovação para efeitos de facturação, bem como outras aplicações do operador, desde que a interface com essas plataformas seja aberta e documentada.

Na Figura está representada a forma de interligação da plataforma WiPEP SMS no operador.

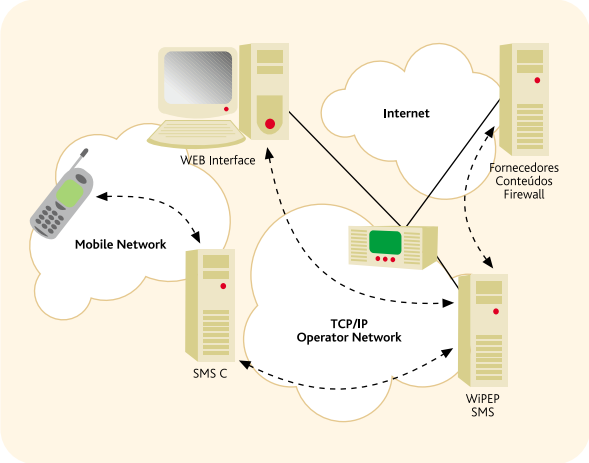


Figura 4 - Integração da WiPEP SMS no operador

A plataforma WiPEP SMS será evoluída periodicamente para suportar novos modelos de Terminais que surjam no mercado.

A Plataforma SHaP (SMS Handling Platform)

A experiência verificada da utilização e operação destas três plataformas levou a PT Inovação a decidir pela sua evolução no sentido de as juntar numa só e de lhe adicionar novas funcionalidades.

A nova Plataforma SHaP (Short Message Handling Platform) assume-se na rede do operador como uma plataforma centralizadora de todos os acessos de serviços à porta UCP ou SMPP do SMS-C, permitindo assim o seu controle efectivo em todos os aspectos nomeadamente autenticação, controle de fluxo, recuperação de falhas, geração de CDR, consultas em tempo real a plataformas de gestão de saldos e geração de alarmes.

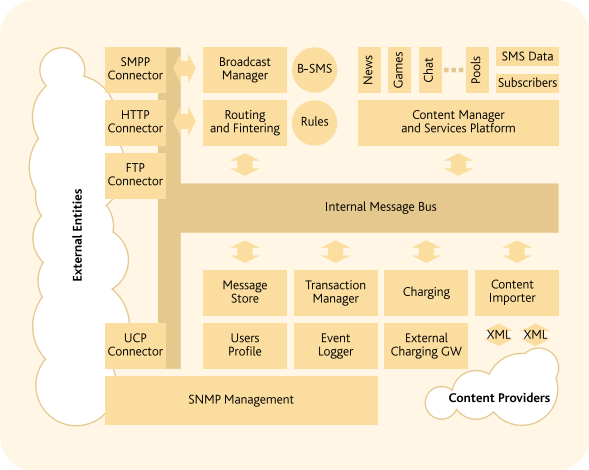


Figura 5 - Diagrama de blocos da Plataforma SHaP

Além das funcionalidades já resumidamente descritas, a introdução das capacidades de importação, gestão e distribuição de conteúdos, permitem um refinamento das capacidades de distribuição de conteúdos em broadcast ou não, através da programação do envio de SMS para destinos consoante o tema, a horas específicas, etc., aumentando as fontes de receita de empresas e operadores.

A disponibilização de capacidades centralizadas e controladas deste tipo de funcionalidades por parte do operador, convenientemente integradas no seu próprio back-end de provisioning e controle de serviços, são um importante passo para a criação de novos serviços seguros sobre todos os aspectos, nomeadamente a sua própria facturação, o que costuma ser sempre um dos aspectos mais importantes e difíceis de resolver.

Em termos relativamente detalhados o desenvolvimento desta Plataforma virá a atingir os seguintes resultados:

- Protocol connectors
- Integração fácil com diferentes sistemas
- Conectores XML, UCP, SMPP, HTTP(S)
- Fácil introdução de novos conectores
- Routing and Filtering
- Fast message routing component
- Routing baseado em destino, origem, operador, tipo de mensagem, etc.
- Load Balancing
- Distribuição da carga por vários gateways de interconexão
- Message Address Rewriting
- Tratamento de endereços
- Adaptação de protocolos
- Filtering Capabilities
- Filtragem de endereços (listas brancas e pretas)
- Filtragem de operadores
- Quotas de mensagens
- Contenção de fluxo de tráfego
- Notification manager
- Broadcast manager
- User List management
- Message Windows Profiles
- Edição de mensagens até ao instante de schedulling
- Gestão de quotas de janelas de envio
- Gestão e distribuição das listas de envio por janelas
- Priority Message Handling
- Distributed Message Store
- Message Store de alta performance
- Agendamento de mensagens
- Inbox de clientes
- Gestão distinta de filas por Gateway de interconexão
- Transaction manager
- Gestão e registo de transações
- Event Logger
- Todos os eventos são registados
- Estatísticas
- Rotação automática de logs
- External Charging Gateway
- Integração em tempo real com plataformas de billing externas
- Clearing house para acertos de contas baseadas em CDR
- Geração de CDR em tempo real exportados por FTP ou sockets
- SNMP Management
- Geração de traps SNMP
- Interface web local própria (Nagios)
- Web based Administration
- Interface de operação
- Interface de administração
- Content Manager and Services Platform
- Servidor de aplicações
- Serviços Push e Pull
- Gestão de base de dados de conteúdos
- Interface web de gestão
- Content Importer
- Importação de conteúdos baseada em XML
- Programação e gestão automática da importação
- Agendamento de importação
- Importações iniciadas pelo fornecedor de conteúdos

A Plataforma SHaP representa uma evolução e consolidação natural dos sucessivos desenvolvimentos feitos nos últimos anos para responder a problemas particulares e específicos. O cenário habitualmente encontrado nos operadores nesta área, mostra um cenário complexo de vários serviços distribuídos por múltiplas plataformas independentes e geralmente isoladas do back-end dos operadores, traduzindo-se em vários problemas de operação e de integração com todo o processo comercial, resultando numa elevada atribuição de recursos humanos com vista a resolver todas essas dificuldades.

Conclusões

Numa altura onde há já vários anos se fala em tornar operacional uma nova geração de redes e de serviços, um serviço como o SMS continuará a ser uma realidade ainda durante muito tempo.

Naturalmente, o SMS irá evoluir mas poderá sofrer a competição de novas formas de mensagens como o MMS (Multimedia Messaging Service) e o IM (Instant Messaging), quando o parque instalado de terminais capazes de suportar essas tecnologias se torne de dimensão aceitável.

No entanto, e a não ser que os operadores adoptem medidas comerciais de verdadeira competição de preços entre esses serviços, o SMS tem ainda uma enorme margem de progressão, na medida do aumento de tráfego, e na medida da invenção de novos serviços e aplicações baseados em SMS.

Não parece ainda ter-se atingido a saturação no cresci-

mento do tráfego SMS, ao contrário do que já é visível nas chamadas de voz.

Fica apenas uma grande dúvida. O IM pode ser o SMS de amanhã, podendo-se adivinhar números de trafego várias ordens de grandeza maiores que os hoje conhecidos no SMS. Se os operadores resolverem apostar neste novo tipo de mensagem e a promoverem, já que tecnicamente hoje já não há impedimentos, o IM irá rapidamente crescer e potenciar um fenómeno de substituição muito rápido. As plataformas da PT Inovação serão natural e facilmente evoluídas para suportar essas mudanças.

Assim os operadores o queiram e os terminais de massas o permitam.

Referências

http://www.etsi.org
http://www.itu.org

António Pedro Harrisson Salvado

Licenciado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, em 1983 desde então trabalha no Centro de Estudos de Telecomunicações em Aveiro (agora PT Inovação, SA), Participo no desenvolvimento de Equipamentos PAD -CET e CPCIX.25-CET, projecto nacional ETD - Estação de Trânsito Digital, ELD - Estação Local Digital, e ELDIS - Estação Local Digital com Integração de Serviços, e foi Membro do grupo de especialistas que especificou as normas nacionais para a rede RDIS portuguesa.. Participou em projectou internacionais no âmbito do RACE, PO-Networks, e nos grupos de normalização SPS5/PAR do ETSI. Desde Julho de 1999, e com a criação da PT Inovação, é Director de Serviços e Redes Móveis.

Mário Alberto Gonçalves Moreira

Licenciado pela Universidade do Minho, em Engenharia de Sistemas e Informática, e Mestre em Ciências da Computação - Área de Inteligência Artificial pela Universidade do Minho. Centra o seu interesse profissional nas áreas de sistemas de informação, desde a análise, estruturação, e programação, em ambientes Ms-Dos, Windows e Unix (Solaris, HP-UX, Irix e Linux), a administração de sistemas NT e Unix, segurança, planeamento e interligação de redes TCP/IP e Lan Manager, de instalação e manutenção de servidores de News, IRC, DNS, WWW, FTP, bem como nas linguagens de programação HTML, Perl, PHP3, Java, C++, Prolog, SQL, Visual Basic, C, Delphi, Assembly 80x86, Pascal, xBase e Clipper. Desde 2001 tem orientado o seu trabalho para a concepção e implementação de vários produtos PT Inovação, tais como: UniBox - Plataforma de Unified Messaging, PageSMS - Plataforma de Gestão e Broadcast de SMS (Telesp Celular), RelaySMS - Plataforma de Relay de SMS Inter-Operador (Telesp Celular), SMSC RF - Plataforma SMSC para a Rede Fixa, entre outros, área de que é responsável.

por **Paulo Chainho**

SIP: Criar Inovação para os Negócios de Próxima Geração

SIP, Multimedia, Mensagens Instantâneas e Presença, VoiceXML, Aplicações RPG, Negócio RPG.

Actualmente todos os grandes Operadores de Telecomunicações enfrentam desafios semelhantes devido a uma saturação ou mesmo diminuição nas receitas dos serviços de telefonia e na instabilidade introduzida pelas mudanças das tecnologias baseadas em IP com destaque para o protocolo SIP. O SIP causará nos próximos anos um impacto no mundo das telecomunicações semelhante ao impacto causado pelo HTTP (Web) e SMTP (email) no mundo das Tecnologias de Informação. Este artigo ambiciona contribuir para um maior conhecimento sobre o SIP e para as novas oportunidades que esta nova tecnologia pode trazer para compensar a diminuição de receitas dos serviços de telefonia. São apresentados alguns dos principais resultados obtidos pela PT Inovação com actividades de experimentação efectuados com o protótipo Servidor de Aplicações SIP InoCrea.

Introdução

Numa altura em que as receitas com a telefonia tradicional (da rede móvel e da rede fixa) atingem níveis de saturação e começam a diminuir, as principais orientações estratégicas vão no sentido do corte acentuado dos custos, na consolidação operacional de negócios dispersos e na procura de novas oportunidades de negócio com baixo risco de execução. Para além dos aspectos de mercado subjacentes, esta situação é sustentada e promovida por uma mudança significativa dos paradigmas tecnológicos usados nas plataformas de serviços com destaque para as tecnologias IP e em particular para o protocolo SIP. O desconhecimento e a não adaptação às novas realidades tecnológicas colocarão a PT numa situação desfavorável perante outros operadores mais recentes e ágeis ou outros fornecedores de serviços com maior capacidade de intervenção num mercado global. Este artigo procura contribuir para um maior conhecimento sobre o protocolo SIP incluindo a análise dos perigos e das novas oportunidades promovidas por esta tecnologia. Em particular serão analisados os aspectos de convergência promovidos pelo SIP incluindo a facilidade de cruzamento de funcionalidades de serviços IP e de serviços tradicionais de telecomunicações.

Na secção 2 são apresentados alguns dados de análise de mercado e da história do desenvolvimento do protocolo SIP. A secção 3 faz uma introdução à tecnologia SIP e a secção 4 um sumário de outras tecnologias e normas de rede importantes associadas ao SIP. A secção 5 apresenta as principais interfaces de programação que podem ser usadas para o desenvolvimento de novos serviços. Na secção 6 descreve-se o protótipo InoCrea da PT Inovação usado para investigar e validar as potencialidades destas tecnologias para explorar novas oportunidades de negócio. A secção 7 conclui o artigo.

Enquadramento

Análise de Mercado

Um estudo efectuado recentemente pela Analysis Research estima que por volta do ano 2007 existirão na Europa Ocidental entre 60 a 200 milhões de terminais SIP dos quais cerca de 30% serão terminais SIP móveis. Os retornos previstos para os Operadores de Rede relativamente ao SIP atingirão valores compreendidos entre 800 e 2800 milhões de Euros em 2007 (dos quais 60% são provenientes de serviços relacionados com a integração de mensagens SIP-SMS/MMS).

A norma SIP é cada vez mais aceite pela comunidade IT e está a espalhar-se rapidamente em todos os segmentos de mercado numa grande variedade de serviços. Por exemplo, o novo Windows Messenger lançado pela Microsoft, inclui telefonia baseada em SIP, presença, mensagens instantâneas e comunicação de voz e vídeo. A Microsoft anunciou também que brevemente serão disponibilizados um Servidor de Aplicações SIP e bibliotecas de componentes para desenvolvimento para a sua família de sistemas operativos, incluindo o Windows CE.NET para smartphones.

Mas os grandes rivais da Microsoft também apoiam e aceitam o SIP como a norma de facto para as comunicações Multimedia. Em particular a Comunidade Java apoiada pela Sun Microsystem's, IBM, HP, Oracle, entre outras estão a definir interfaces de programação (API) usando a popular linguagem de programação Java. Estão a definir produtos (Java Specification Requests - JSR) para adicionar funcionalidades SIP nas três grandes plataformas Java: J2ME, J2SE e J2EE. Em particular o JSR 116 introduz a API SIP Servlet como parte integrada na plataforma J2EE, de forma a que as aplicações SIP seja executadas e geridas com base no modelo servlet.

Finalmente, a popularidade do SIP também aumenta no mundo das redes móveis: o consórcio 3GPP para as redes móveis de 3ª Geração, seleccionou o SIP como o protocolo de aplicações para o Subsistema Multimedia IP (Versão 4 do UMTS) e a Nokia anunciou que os seus telemóveis da série 60 suportarão SIP.

História

O SIP surgiu nos meados dos anos 90 a partir das pesquisas de Henning Schulzrinne, Professor do departamento de computação cientifica na Universidade de Columbia nos Estados Unidos, e da sua equipa de investigação. Co-autor do protocolo RTP para a transmissão de dados em tempo real via Internet, o Professor Schulzrinne também escreveu o RTSP, uma norma proposta para o controlo de fluxos de conteúdos audiovisuais sobre a Web. O Prof. Schulzrinne pretendia definir uma norma para o grupo "Multiparty Multimedia Session Control" (MMUSIC) do IETF. Em 1996, ele submeteu um draft ao IETF contendo os elementos chave do SIP. Em 1999, Shulzrinne submeteu uma nova proposta, removendo as componentes associadas a conteúdos de media, e o IETF publicou a primeira especificação SIP no RFC 2543.

Nessa altura alguns fornecedores tradicionais de equipamentos de Telecomunicações expressaram alguns receios de que o SIP poderia causar problemas no retorno dos seus investimentos feitos noutros protocolos como o H.323 e o MGCP. No entanto, o IETF continuou o seu trabalho e publicou uma nova especificação SIP no RFC 3261 no ano de 2001.

O advento do RFC 3261 marcou o estabelecimento definitivo dos fundamentos do SIP. Desde então, têm sido publicadas normas adicionais para optimizar o SIP na segurança e na autenticação, entre outras áreas.

O interesse de aplicar o SIP em novas áreas levou ao aparecimento de dois novos grupos de trabalho da IETF: o Session Initiation Proposal Investigation (SIPPING) e o SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions (SIMPLE). O grupo de trabalho SIPPING tem como objectivo desenvolver extensões ao SIP necessárias para as aplicações telefónicas (fax, videoconferência, telefones móveis, etc.) ou de multimédia (jogos interactivos, acesso a servidores de correio vocal) que utilizem este protocolo. O grupo de trabalho SIMPLE tem como objectivo desenvolver extensões ao SIP que suportem o instant messaging e a presença.

Esta flexibilidade inerente ao protocolo SIP facilitou a sua aplicação em áreas diferentes da telefonia IP. Daqui surge a explosão de actividades de normalização cobrindo áreas tão diversas como a integração do SIP e do SOAP e a compressão das mensagens SIP.

Desde 2001, os fornecedores de tecnologia e de serviços começaram a lançar serviços baseados em SIP. Em paralelo, surgem muitas empresas inovadores baseadas na tecnologia SIP que num espaço muito curto revolucionaram o mundo das Comunicações pondo em causa muitas das soluções dos grandes fornecedores.

Hoje, a ubiquidade do SIP ameaça torná-lo no protocolo IP mais importante desde que apareceu o HTTP e o SMTP.

Tecnologia SIP

Principais Conceitos

O Protocolo de Início de Sessão (SIP – Session Initiation Protocol) é um protocolo de aplicação para estabelecer e controlar chamadas ou sessões multimedia incluindo conferências multimedia, ensino à distância, telefonia, jogos e outras aplicações similares.

O SIP é uma norma do IETF (Internet Engineering Task Force), organismo responsável pela administração e desenvolvimento de mecanismos no seio da Internet.

Uma das principais vantagens do protocolo SIP é a sua capacidade de controlar qualquer tipo de serviço orientado para sessões. O SIP disponibiliza mecanismos genéricos para início e fim de sessões, controlo durante a sessão, subscrição e notificação de eventos, mobilidade de utilizador e de terminal, e funcionalidades de negociação de sessão através da norma associada SDP (Session Description Protocol). Os utilizadores podem localizar e contactar outros utilizadores duma forma independente do media usado e do número de participantes. O SIP permite negociar e modificar as características das sessões de acordo com os requisitos de todos os participantes. Também permite adicionar, remover e transferir participantes das sessões.

A tecnologia SIP promove a convergência das redes Internet e de Telecomunicações ao possibilitar o fornecimento duma grande variedade de aplicações Multimedia e de serviços tradicionais de Telecomunicações nas redes IP. Os serviços de Telefonia, Presença e Mensagens Instantâneas tornam-se serviços Internet juntamente com os serviços de email ou de navegação na Web. Para além disso o protocolo SIP suporta directamente a mobilidade de utilizadores e de serviços e o mecanismo de eventos do SIP pode ser usado para determinar a disponibilidade e localização dos serviços. Estes aspectos são essenciais para a construção de infra-estruturas de serviços com alta disponibilidade (igual ou superior aos sistemas actuais) e flexibilidade.

Mantendo a filosofia "um problema, um protocolo", a IETF projectou o SIP para ser um protocolo de sinalização puro. Em contraste com as normas ISUP e H.323 definidos pelo organismo do ITU, o SIP é independente do protocolo da camada de transporte e do media. O SIP foi desenvolvido como parte integrante da Arquitectura de Conferências Multimédia da Internet e utiliza outros protocolos da IETF para o transporte em tempo real dos media e para a descrição das sessões multimédia. O SIP apenas define como um ou mais terminais podem criar, modificar e terminar sessões de media independentemente do media ser voz, vídeo ou dados. O SIP necessita de outros protocolos para garantir o transporte (RTP), para autenticar os utilizadores (RADIUS, DIAMETER), para disponibilizar serviços de directório (LDAP), para garantir qualidade de voz (RSVP) e para interligar com a rede telefónica tradicional de comutação de circuitos.

Para o transporte, o SIP utiliza primariamente o User Datagram Protocol (UDP) ou o Transmission Control Protocol (TCP). Alternativamente, o SIP pode também utilizar como protocolos de transporte o Transport Layer Security (TLS) e o Stream Control Transmission Protocol (SCTP). O Session Description Protocol (SDP) é utilizado nas mensagens SIP para descrever o estabelecimento das sessões multimédia.

As mensagens SIP são muito semelhantes às mensagens HTTP (RFC 2068). Grande parte da sintaxe usada nos cabeçalhos e dos códigos das mensagens HTTP são reutilizados pelo SIP. Por exemplo, o código de erro usado numa situação em que não se encontra o endereço indicado, "404", é igual nos dois protocolos. O SIP também se inspira no protocolo SMTP para o esquema de endereços. Um endereço SIP, como sip:manuel-silva@ptinovacao.pt, tem a mesma estrutura que um endereço de email. Adicionalmente, o SIP potencia a arquitectura Web, como o uso do serviço DNS (Domain Name Service), tornando a troca de mensagens SIP entre utilizadores ainda mais flexível.

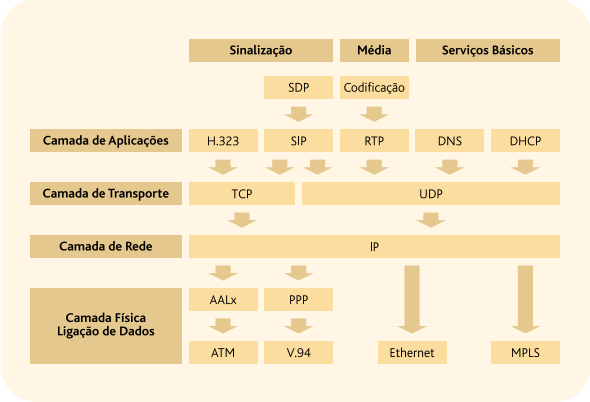


Figura 1- Pilha de protocolos multimédia da Internet

Elementos Funcionais SIP

As sessões SIP utilizam pelo menos quatro tipos de funcionalidades: SIP User Agents, SIP Registrar Servers, SIP Proxy Servers e SIP Redirect Servers. No seu conjunto estas funcionalidades roteiam e entregam mensagens definindo o seu conteúdo e características para completar uma sessão SIP com a ajuda do protocolo SDP:

- User Agents (UA) SIP são os equipamentos terminais, tais como telefones celulares, PC, PDA, etc., usados para criar e gerir uma sessão SIP. O User Agent Client inicia o envio de mensagens e o User Agent Server responde a estas mensagens.
- Servidores SIP Registrar são base de dados que contêm a localização de todos os User Agents num determinado domínio. Este servidor processa e envia a informação necessária para o SIP Proxy encaminhar as mensagens SIP com destaque para os endereços IP dos participantes nas sessões.
- Servidores SIP Proxy aceita pedidos de início de sessão feitos por UA SIP consultando o Servidor SIP Registrar para obter a informação de endereço dos UA. Encaminha depois o convite para sessão directamente para o UA caso este se encontre localizado no mesmo domínio, ou encaminha para outro Servidor Proxy se o UA residir noutro domínio.
- Servidores SIP Redirect permite ao SIP Proxy encaminhar os convites de sessão para domínios SIP externos.

Mensagens SIP

O protocolo SIP é do tipo pedido-resposta. O SIP define os seguintes métodos de pedido:

Pedido SIP	Descrição
INVITE	Convida um utilizador para uma sessão
ACK	Usado para facilitar a fiabilidade das mensagens trocadas nos INVITEs
BYE	Termina um sessão entre utilizadores
CANCEL	Cancela um pedido ainda não atendido
OPTIONS	Solicita informação sobre as capacidades do servidor.
REGISTER	Regista a localização do utilizador
INFO	Usado para disponibilizar informação durante uma sessão

As respostas SIP são muito similares às respostas em HTTP:

Respostas SIP	Descrição
1XX	Informação não definitiva sobre o pedido efectuado (e.g. 100 Trying, 180 Ringing)
2XX	Pedido foi bem Sucedido (e.g. 200 OK, 202 Accepted)
3XX	O pedido foi Reencaminhado (e.g. 302 Moved Temporarily)
4XX	O pedido Falhou (e.g. 404 Not Found, 482 Loop Detected)
5XX	Insucesso no pedido por falha no Servidor (e.g. 501 Not Implemented)
6XX	Houve uma falha Global (e.g. 603 Decline)

Anatomia duma Sessão SIP

Tal como já foi referido, o SIP baseia-se no paradigma de rede pedido e resposta. A Figura apresenta um exemplo simples do estabelecimento de uma chamada.

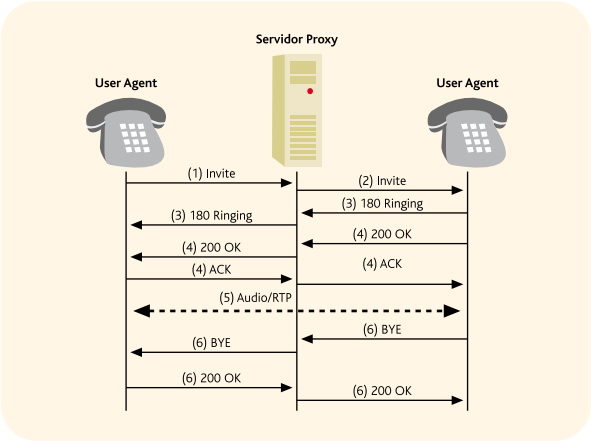


Figura 2- Estabelecimento simples duma Sessão SIP

Para iniciar a chamada o originador da chamada (User Agent Client) envia um pedido INVITE com o URL SIP do destino da chamada. Caso o originador da chamada conheça a localização do destino, pode enviar o pedido directamente para o IP do destino. Caso contrário, o originador da chamada pode enviar o pedido para um servidor SIP Proxy do domínio local.

O servidor SIP Proxy tenta resolver a localização da parte chamada e envia-lhe o pedido. Existem muitas formas de efectuar a localização, incluindo o uso do serviço DNS ou acedendo a uma base de dados. Alternativamente, o servidor pode ser um servidor SIP Redirect que retorna a localização do destino à origem para este tentar directamente comunicar com ele. Durante o processo da localização do destino, o servidor SIP pode encaminhar a chamada para outros servidores até chegar a um que saiba qual o endereço IP onde o destino da chamada pode ser encontrado.

O pedido é encaminhado para o destino da chamada, e então diversas situações podem ocorrer incluindo o caso em que o utilizador rejeita a chamada e a sessão é redireccionada para um voice-mail. No caso mais simples, o cliente recebe a chamada, ou seja, o telefone SIP toca.

Caso o utilizador atenda a chamada, o cliente responde ao convite com as suas capacidade de media e a ligação é estabelecida.

Após a conversa a chamada é desligada.

O SIP tem várias funcionalidades avançadas adicionais. Uma delas permite distribuir as mensagens SIP INVITE iniciais de forma a que várias extensões possam tocar em simultâneo. A primeira extensão que atender fica com a chamada. Para além disso é possível usar diferentes tipos de media numa única sessão.

Estrutura das Mensagens SIP

A Figura 3 ilustra a estrutura duma mensagem pedido INVITE usada para iniciar o pedido duma sessão.

Linha de Pedido	INVITE sip:antonio-afonso@sersip.ptinovacao.pt SIP/2.0
Cabeçalhos	**Via:** SIP/2.0/UDP sersip.ptinovacao.pt:5060 **To:** Antonio Afonso <sip:antonio-afonso@ptinovacao.pt> **From:** Manuel Silva <sip:manuel-silva@ptinovacao.pt> **Call-ID:** 123456789@pot-msilva.ptinovacao.pt **CSeq:** 1 INVITE **Subject:** Almoço **Contact:** sip:manuel-silva@port-msilva.ptinovacao.pt **Content-Type:** application/sdp
Corpo	v=0 o=dias 2890844526 2890844526 IN IP4 msilva.ptinovacao.pt s=- c=IN IP4 10.112.128.49^ t=0 0 m=audio 49170 RTP/AVP 0 a=rtpmap:0 PCMU/8000

Figura 3 – Estrutura duma Mensagem SIP INVITE

As mensagens de Pedido SIP são divididas em três partes:
- linha de pedido;
- cabeçalhos;
- e corpo da mensagem.

A linha de pedido consiste num método, no Uniform Resource Identifier (URI) pedido e na versão do protocolo do cliente. No exemplo da Figura 3, a linha de pedido indica que o método utilizado é o INVITE, que o URI pedido é sip:antonio-afonso@sersip.ptinovacao.pt e que a versão do protocolo é SIP/2.0.

O primeiro cabeçalho após a linha de pedido é o cabeçalho Via. Cada dispositivo SIP que gera ou encaminha uma mensagem SIP indica, em geral, o seu nome Domain Name System (DNS) no cabeçalho Via de forma a permitir identificar o caminho percorrido pela mensagem.

Os cabeçalhos seguintes To e From identificam o emissor e o destinatário das mensagens. Quando são utilizados nomes, como é o caso, o URI SIP é limitado por < e >.

O cabeçalho Call-ID utiliza a mesma sintaxe de um endereço de correio electrónico mas é, na verdade, um endereço que identifica uma chamada SIP. O emissor do pedido gera uma cadeia única de caracteres a que adiciona o carácter @ e o nome DNS do emissor.

O cabeçalho seguinte CSeq constitui a sequência de comando. CSeq contém um número seguido do nome do método. Este número é incrementado por cada pedido enviado. Os cabeçalhos Via, To, From, Call-ID e CSeq são cabeçalhos obrigatórios em qualquer pedido SIP.

O cabeçalho Contact contém o URI SIP de Manuel Silva; este URI pode ser utilizado para encaminhar a mensagem directamente para o Manuel Silva. O cabeçalho opcional Subject não é utilizado pelo protocolo, mas pode ser utilizado para notificar o destinatário e permitir que este decida se deve atender a chamada.

Os cabeçalhos Content-Type e Content-Length indicam que o corpo da mensagem está descrita na linguagem Session Description Protocol (SDP) e tem 144 bytes de dados. Neste caso existem sete linhas de dados SDP que descrevem os atributos da chamada pretendida por Manuel Silva. Os atributos descritos no corpo da mensagem são:
- Endereço IP do emissor da chamada (10.112.128.49)
- Formato dos media (áudio)

- Número do porto (49170)
- Protocolo de transporte dos media (RTP)
- Codificação dos media (PCM Lei μ)
- Taxa de amostragem (8000 Hz)

As mensagens de Resposta SIP são idênticas às mensagens de Pedido SIP. A única diferença consiste na 1ª parte da estrutura da mensagem que identifica o Método de Resposta, e.g., 200 OK e não o método de pedido.

SIMPLE - Mensagens Instantâneas e Presença

O SIMPLE (SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions) corresponde a uma das muitas iniciativas IETF (RFC 3265 e RFC 3428) que ambiciona normalizar serviços de Mensagens Instantâneas e Presença através da extensão do SIP.

O serviço de Mensagens Instantâneas (IM) disponibiliza um tipo de comunicação por troca de mensagens de texto em "tempo real" entre utilizadores ligados na Internet, i.e., Sessão de chat . O IM é semelhante a uma comunicação por telefone mas usando texto em vez de voz. Por outro lado o IM difere do email por permitir uma troca imediata de mensagens e simplificar a troca continuada de mensagens numa única sessão.

Em geral, o serviço IM tem associado o serviço de Presença para alertar sobre a disponibilidade de estabelecer sessões chat com outros utilizadores que façam parte duma lista privada. Desta forma o serviço de Presença disponibiliza funcionalidades para detectar se outros utilizadores estão ligados na rede (e.g., Internet) e se estão disponíveis para comunicar. Os serviços de Presença podem ser usados noutras situações diferentes das Mensagens Instantâneas. Os serviços de presença podem disponibilizar informação sobre o Estado do Utilizador:

- localização Física (no escritório ou em roaming);
- estado de Comunicação (ocupado ao telefone, disponível);
- disponibilidade para comunicar (não me perturbem, em reunião);
- modo de comunicação preferido (IM, Voz, etc.).

Outro exemplo de utilização dos serviços de presença consiste na disponibilização dessa informação a ser usada pelas aplicações para tomar decisões:

- Os Servidores SIP podem encaminhar chamadas para o voice-mail no caso do utilizador estar ocupado ao telefone;
- Um servidor de localização pode procurar o Taxi mais perto de acordo com a localização geográfica do utilizador
- Um servidor de jogos pode convidar o utilizador para jogar no caso de ainda não estar a jogar;

O protocolo SIMPLE simplifica a utilização das funcionalidades noutras situações diferentes da IM, em particular nas comunicações de voz e de vídeo. A possibilidade de usar o conceito de presença para comunicação por voz e vídeo, torna o SIP ainda mais potente. Por estas e outras razões a Microsoft decidiu adoptar o SIP para as comunicações em tempo real da plataforma .NET. Tal como a Microsoft existem cada vez mais empresas a adoptar o SIMPLE como protocolo de IM e de Presença tornando-o um forte candidato para resolver os grandes problemas de interoperabilidade entre as diferentes soluções IM existentes.

O SIMPLE é composto pelas seguintes funcionalidades de presença:

- Watcher: elemento responsável por questionar informação de presença a outros elementos;
- Presentity: é o elemento de presença a quem o Watcher pode pedir informação
- Presence User Agent (PUA) – é o terminal que divulga informação de presença duma Presentity a outros elementos. Exemplos: telemóveis, PCs.
- Presence Agent (PA): é um servidor que processa os pedidos de subscrição para receber informação de presença.

As principais transações de informação envolvidas no serviço de presença SIMPLE são, Figura 4:

- o Watcher subscreve a presença para uma determinada presentity;
- o PUA dessa presentity divulga informação actualizada de presença;
- o serviço notifica o watcher sobre a actualização de informação de presença da presentity.

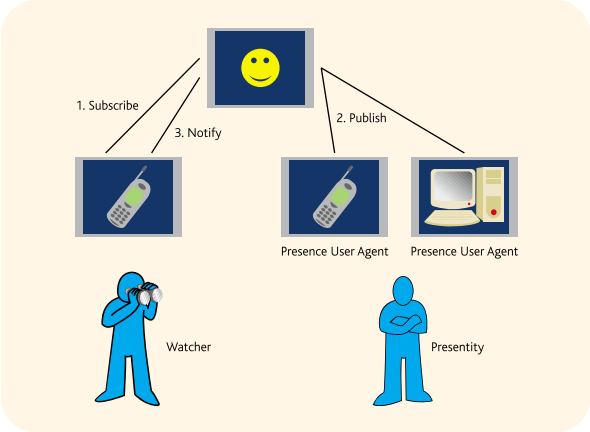


Figura 4 - Principais procedimentos do serviço de Presença SIMPLE

Protocolos e iniciativas relacionadas

A convergência da Internet, rede móvel e rede fixa de comutação de circuitos, é um processo demorado e que só se concretizará a médio prazo. Durante este período de transição um enorme legado de serviços e de utilizadores continuarão na rede comutada de circuitos. Existem várias iniciativas complementares ao processo normal de evolução do SIP que procuram garantir a portabilidade dos serviços através das diferentes redes.

PINT and SPIRITS
Interoperabilidade com Serviços PSTN

O PINT e o SPIRITS são normas IETF para resolver questões de interoperabilidade dos serviços de telefonia entre a PSTN e a Internet. O PINT trata dos serviços originados a partir da rede IP. SPIRITS trata dos serviços originados na PSTN.

No PINT (PSTN and Internet Interworking) a execução dos serviços da rede PSTN são desencadeados por pedidos IP. O cliente SIP origina pedidos para estabelecer chamadas telefónicas na rede telefónica comutadas de circuitos através do protocolo INAP no lado PSTN. Esta iniciativa pretende disponibilizar a partir da web o acesso a conteúdos de voz, serviços de click-to-dial e de fax.

Na iniciativa SPIRITS (Service in the PSTN/IN Requesting Internet Service) a execução dos serviços IP é desencadeada por eventos ocorridos na PSTN. Esta iniciativa ambiciona disponibilizar diversos serviços incluindo "Internet call-waiting", "Internet caller-ID delivery" e "Internet call-forwarding". Por exemplo, no serviço Internet Call Waiting, a presença on-line do utilizador é detectada e quando chega uma chamada na PSTN esta é enca-

minhada por via de uma gateway para a rede IP. A partir daqui o utilizador é notificado de que tem uma chamada em espera, sobre a qual pode seleccionar várias opções incluindo aceitar, rejeitar ou encaminhar para o voice-mail.

Resolução de Numeração - ENUM e TRIP

O sistema de numeração telefónico está bem definido. Existem muitos milhões de telefones associados a muitos milhões de números não superior a 15 dígitos e globalmente único. Em paralelo haverão cada vez mais utilizadores a usar telefones SIP e clientes SIP nos seus PC com URLs SIP associados. Felizmente, o SIP pode transportar números de telefone usando URLs de telefones da PSTN.

ENUM

A norma ENUM (Telephone Number Resolution) procura resolver o problema de associar um telefone tradicional com um recurso de Internet. O ENUM desenvolve um esquema para introduzir a numeração da PSTN no serviço de nomes de Internet DNS. Desta forma, qualquer aplicação Internet, incluindo SIP, pode descobrir recursos disponíveis na PSTN. Nesta situação, a tradução do domínio dos números da PSTN é feita pelos telefones SIP ou pelos servidores SIP através do DNS. O DNS descobre o recurso que fornece o endereço SIP a partir do qual o número marcado pode ser alcançado.

TRIP

Quando o número de telefone não tem um recurso SIP associado, a rede IP encaminha a chamada para uma Gateway de interligação com a PSTN. Num ambiente de interligação com muitos Fornecedores de Serviços, os recursos na rede IP têm de ter capacidade de descobrir quais os números de telefone que se encontram associados a cada uma das gateways.

O Grupo de trabalho IPTEL está a desenvolver o protocolo TRIP (Telephony Routing overIP) para resolver estes problemas. O TRIP é um protocolo usado entre servidores de Localização SIP para definir encaminhamentos de acordo com as políticas entre domínios administrativos. O SIP permite anunciar qual a forma de alcançar números de telefone de destino e os atributos das rotas para esses destinos. O TRIP permite a troca de informação sobre rotas entre os Fornecedores de Serviços de forma a evitar um aprovisionamento por excesso ou gateways duplicadas.

SIGTRAN

O SIGTRAN é um protocolo desenvolvido pelo Grupo de trabalho de transporte de sinalização do IETF, para transportar sinalização PSTN sobre a rede IP, tendo em conta requisitos funcionais e de desempenho da sinalização PSTN.

SIP-T

O protocolo SIP-T (SIP for telephones, anteriormente denominado por SIP-BCP-T) é um mecanismo que usa o SIP para facilitar a interligação da PSTN com as redes IP. Ambiciona facilitar a portabilidade harmoniosa dos serviços do tipo IN para o ambiente Internet. Neste caso é necessário que a informação SS7 esteja disponível nos pontos de interligação com a PSTN para garantir transparência de funcionalidades. A informação SS7 deverá ser disponibilizada na íntegra sem qualquer perca nas interfaces PSTN-IP. O SIP-T define funções SIP que mapeiam com os requisitos de interligação do ISUP.

SIP no 3GPP: IMS

O 3GPP (Third Generation Partnership Project) produz especificações e relatórios técnicos para a terceira geração móvel. Para a versão "ALL-IP" IMS (Subsistema CN Multimedia IP) foi decidido utilizar a tecnologia IP extremo a extremo para disponibilizar conteúdos multimedia nos dispositivos móveis pelo que a utilização de protocolos IETF são uma obrigação. O controlo de chamadas e as funções de sinalização vão ser assumidas pelo SIP. Os utilizadores serão identificados pelos URLs SIP e/ou números E.164, que é o actual sistema de numeração do sistema telefónico. O sistema de transmissão rádio (GPRS ou IP móvel) irá gerir a micro mobilidade, i.e., o movimento do utilizador móvel de uma estação base para outra. A macro mobilidade, movimento do utilizador móvel de um domínio para outro, será manuseada pelo SIP. O SIP vai encaminhar a sinalização de forma a que os serviços estejam disponíveis desde a rede original até à rede final.

O IMS espera contribuir para a convergência no acesso de serviços de voz, video, mensagens, dados e tecnologias web para o utilizador móvel (wireless), e conjugar o crescimento da Internet com o crescimento das comunicações móveis.

O IMS é composto por elementos funcionais S-CSCF (disponibilizam funcionalidades SIP Proxy extendidas) que comunicam com Servidores de Aplicações via SIP. Os Servidores de Aplicações podem ser:

- Servidores de Aplicações SIP – onde são executados serviços SIP.
- O IM-SSF - servidor de aplicações com interfaces CAP (i.e. pontos de detecção de trigger, máquina de estados de comutação de serviços CAMEL, etc);
- O OSA service capability server (OSA SCS) - disponibiliza interfaces cliente do OSA Framework disponibilizando mecanismos normalizados para um acesso seguro ao IMS a partir de entidades terceiras;
- Service capability interaction manager (SCIM) - tipo de Servidor de Aplicações SIP especializado o qual desempenha o papel de gestor de interacções entre outros servidores de aplicações.

De notar que todos estes Servidores de Aplicações, incluindo o IM-SSF e o OSA SCS, comportam-se como Servidores de Aplicações SIP na perspectiva do S-CSCF. Para além disso, os Servidores de Aplicações podem tambem interagir com o MRFC (Media Server) via S-CSCF de forma a controlar o processamento da função de recursos multimedia (Multimedia Resource Function).

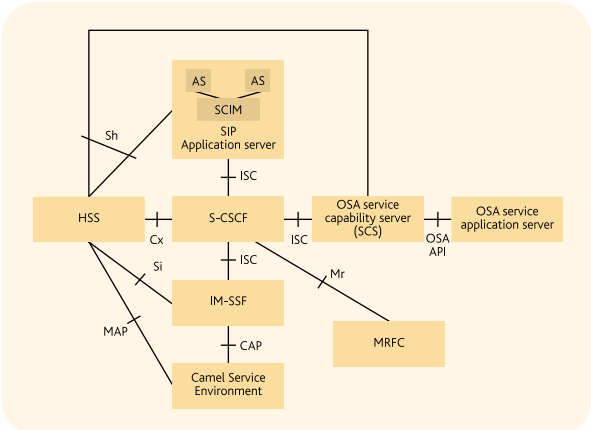


Figura 5- Arquitectura 3GPP IMS

Programação de Serviços SIP

A relação muito próxima do SIP com a Internet tornam a telefonia IP uma extensão natural das opções de media da Internet. As suas semelhanças com o HTTP e o SMTP e o seu formato em texto significam que o SIP é uma tecnologia familiar para os programadores da Web.

Actualmente existem diferentes tipos de Interfaces de Programação que os programadores podem usar para desenvolverem novos serviços SIP das quais destacamos o CPL e as SIP Servlets.

CPL (Call Processing Language)

A CPL foi a primeira Interface de Programação desenvolvida para o SIP. O CPL é uma linguagem de scripting baseada em XML para controlar serviços de chamadas.

A linguagem CPL é muito simples e foi concebida para ser usada na criação de serviços para o utilizador final. Um interpretador de CPL exige muito pouco processamento e um servidor pode facilmente converter e validar um script CPL, de modo a evitar comportamentos mal intencionados. A CPL foi pensada para não poder correr programas arbitrariamente, dado não conter variáveis, loops, ou mecanismos que permitam correr programas externos. Tem primitivas para tomar decisões e agir consoante as propriedades das sessões SIP, tais como hora do dia, entidade chamadora, entidade chamada, etc.

SIP Servlets

A API SIP Servlet define um ambiente para a execução de aplicações SIP em servidores de aplicações Java e opcionalmente na plataforma J2EE. Foi construída a partir da especificação da API Java HTTP Servlet e tal como a Servlet HTTP define tanto uma API como um formato de ficheiro para o empacotamento das aplicações. A SIP Servlet também suporta as extensões SIMPLE para Presença e Mensagens Instantâneas. Esta API disponibiliza às aplicações um completo controlo sobre a sinalização SIP e ao mesmo tempo esconde muita da complexidade não essencial do protocolo SIP. Os contentores de SIP Servlet gerem recursos SIP como "listening points", tarefas, transações ou diálogos, estados de sessão e componentes da aplicação.

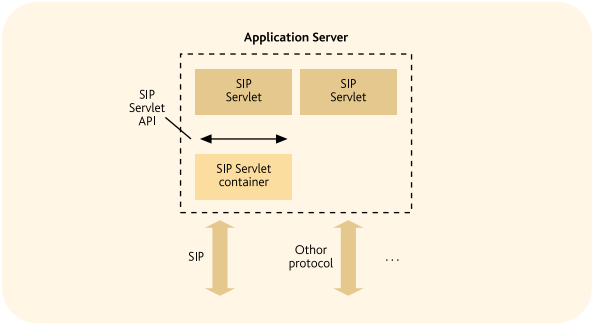


Figura 6- SIP Servlet

SIP J2ME

Para além da SIP Servlets existem outras API Java para SIP mais adequadas para outro tipo de plataformas. Destaca-se o SIP J2ME que define uma interface SIP para sistemas embebidos, e.g., telemóveis. Esta API baseia-se na framework "Connected Limited Device Configuration" (CLDC) e será tipicamente usado em conjunto com o "Mobile Information Device Profile" (MIDP) no entanto não se encontra limitado a esse perfil.

Soluções Protótipo da PT Inovação

O InoCrea é uma solução protótipo de Servidor de Aplicações SIP da PT Inovação para facilitar o desenvolvimento e execução da lógica de novos tipos de aplicações através da composição de diferentes tipos de funcionalidades disponibilizadas por outros elementos de rede.

O InoCrea é usado para investigar e experimentar o uso do SIP para a convergência efectiva entre as áreas das comunicações e da Internet trazendo para o seio das Telecomunicações o uso massivo de metodologias e tecnologias de informação. Em particular destaca-se o papel importante desempenhado por produtos de Código Aberto (Open Source) na solução InoCrea. O InoCrea disponibiliza aos programadores de aplicações uma abstracção das tecnologias de rede subjacentes disponibilizando um vasto leque de funcionalidades programáveis proporcionadas pelas Redes de Próxima Geração. Deste modo os programadores podem concentrar-se na criação de novos tipos de aplicações que poderão trazer novas oportunidades de negócio para os Operadores de Rede e Fornecedores de Serviços.

Para além do SIP, o InoCrea suporta diferentes tipos de interfaces de rede incluindo SMTP, IMAP4/POP3 (JavaMail), LDAP (JNDI), XMPP (JabberBeans), diferentes tipos de bases de dados, HTTP (JSP/Servlets) e VoiceXML (usando HTTP como transporte). Para facilitar duma forma eficiente a separação entre a lógica da aplicação e a sua apresentação, disponibiliza um sistema baseado no padrão de programação MVC – Model View Controller. Deste modo, torna-se muito mais fácil ter a mesma aplicação acessível de diferentes terminais (PC, PDA, Telemóveis, etc.) e usando diferentes tipos de interfaces de utilizador (Texto, Gráfico, Voz). Adicionalmente, o InoCrea suporta diferentes mecanismos de middleware – RMI, IIOP e SOAP – para a abertura controlada e segura dos serviços e aplicações a entidades externas aos operadores de rede e aos fornecedores de serviços.

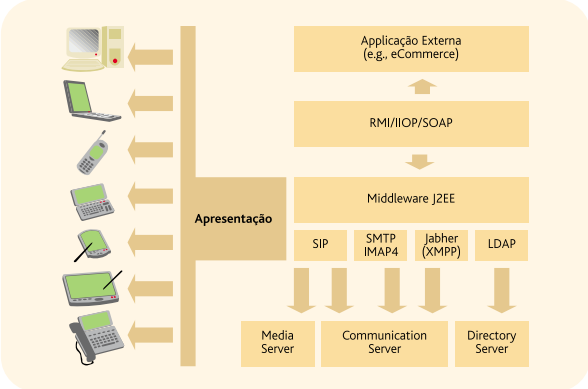


Figura 7 – Servidor de Aplicações InoCrea

Novas Oportunidades de Negócio: Comunicações Unificadas

O InoCrea permite investigar e explorar as potencialidades da RPG em termos de aplicações novas e inovadoras que possam trazer novas receitas como é o caso das aplicações de Comunicação Unificada. Estas aplicações ambicionam oferecer aos seus utilizadores procedimentos unificados para lidar com os serviços de comunicações independentemente do modo de comunicação (assíncrono ou síncrono) do media (texto, voz, imagem, som) e das Interfaces de Utilizador (telefones. PC, PDA, etc.). Alguns cenários avançados de serviços de Comunicação Unificada são:

- Subscrição on-line dos serviços – a partir duma única interface são criadas contas de email, instant messaging e presence, e de VoIP. Para estas contas são usados o mesmo endereço, login e password;
- Acesso por Voz à Caixa Unificada (CCU) com funcionalidades de Consulta da CCU, gestão de presença e estabelecimento de chamadas para originadores de comunicações registadas na CCU.
- Alerta de Chamada de Entrada através duma mensagem instantânea. A partir deste Alerta o cliente pode controlar a chamada numa página Web, e.g., pode encaminhar para voicemail, aceitar ou encaminhar a chamada para determinado terminal;
- Acesso Web à Caixa Unificada (CCU) com controlo de presença dos seus amigos (buddies) e a funcionalidade adicional de Chamar originadores de Mensagens e os seus Amigos a partir da lista de presenças.

Estes exemplos de cenários de serviços disponibilizados pelo InoCrea mostram como se pode aproveitar a convergência dos serviços SIP e dos serviços de telecomunicações para criar valor adicional ao seu cliente.

Um dos serviços de Comunicação Unificada que a PT pode oferecer com grande vantagem para os seus clientes relaciona-se com a tomada de decisões de acordo com o seu Estado de Presença. As funcionalidades de Estado de Presença permitem ao Cliente registar na rede o seu estado de disponibilidade num determinado contexto. Por exemplo, quando o cliente chega ao seu local de trabalho e inicia o seu computador pode (re)activar um cliente de presença dando indicação à rede que está presente no trabalho. Este evento pode ser processado pelas Aplicações de Comunicação Unificada para a execução da sua lógica. Por exemplo, quando o controlo duma chamada dirigida ao cliente (chamada de entrada) é delegado à Aplicação, esta poderá ter em conta o estado de disponibilidade do cliente para a execução da sua lógica, i.e., se estiver disponível, será enviado um alerta de chamada de entrada através duma mensagem instantânea enviada para a aplicação cliente a partir do qual foi enviado o estado de presença. A partir deste Alerta o cliente pode controlar a chamada a partir duma página Web.

De notar que este serviço pode ser oferecido para qualquer endereço do cliente e em qualquer lugar onde o cliente se encontre desde que tenha conectividade com um cliente de Mensagens Instantâneas e Presença e um cliente Web. Por exemplo, o utilizador pode ser notificado no mesmo terminal de todas as chamadas dirigidas para o seu telefone de casa, telefone do trabalho, telemóvel ou casa de férias. Por outro lado, esse terminal pode mudar de acordo com o local onde o cliente se encontrar. Por exemplo o cliente pode ser alertado para novas chamadas no seu PC do Trabalho, no PC de sua casa, no seu portátil durante uma viagem ao Estrangeiro ou no seu PDA Wi-Fi num HotSpot do Aeroporto. Uma das opções de controlo possíveis corresponde a uma Comunicação Multimodal onde cada participante usa simultaneamente modos de comunicação diferentes, i.e., um utilizador usa uma aplicação para comunicar com mensagens de texto e o outro utilizador usa um telefone para comunicar por voz. De notar que este modo de comunicação pode aumentar significativamente a percentagem de chamadas completas e pode ser bastante útil em situações onde um dos participantes só pode comunicar por voz e o outro só pode comunicar por escrito. Por exemplo, entre um utilizador com um PDA Wi-FI a participar numa reunião (ou envolvido noutra chamada por voz) e outro que esteja a conduzir.

Conclusões

Este artigo procurou contribuir para um maior conhecimento sobre uma das componentes chave da Redes de Próxima Geração incluindo a versão ALL-IP do UMTS: o protocolo SIP. Foi apresentado o InoCrea, um Servidor de Aplicações SIP protótipo desenvolvido pela PT Inovação para explorar e validar novas oportunidades de negócio. As experiências efectuadas até ao momento são positivas e confirmam um grau de maturidade muito razoável das tecnologias SIP e as potencialidades do SIP para promover duma forma eficiente o cruzamento das funcionalidades de serviços IP e os serviços tradicionais de telecomunicações.

No entanto, o aproveitamento das vantagens tecnológicas e as novas oportunidades de negócio vão exigir mudanças no modo de pensar do ponto de vista técnico e de negócio. Com as soluções SIP, o aprovisionamento de soluções a partir da periferia da rede deve ser encarado como uma oportunidade e não como uma ameaça. Será necessário ter uma atitude pró-activa antecipando-se às ameaças criando valor adicional na rede para os clientes finais e para os clientes wholesale.

Estes aspectos são cruciais e serão decisivos para a PT se adaptar com sucesso ao novos desafios colocados pelas mudanças de Mercado e de Tecnologia. Os Novos Fornecedores de Serviços, incluindo empresas com escala global originárias do mundo IT, podem aproveitar esta fraqueza para ganhar vantagem competitiva.

Referências

[1] http://www.sipcenter.com/

[2] PINT charter - http://www.ietf.org/html.charters/pint-charter.html

[3] SPIRITS charter - . http://www.ietf.org/html.charters/spirits-charter.html

[4] ENUM charter - http://www.ietf.org/html.charters/enum-charter.html

[5] TRIP charter - http://www.ietf.org/html.charters/iptel-charter.html

[6] SIGTRAN charter – http://www.ietf.org/html.charters/sigtran-charter.html

[7] SIP-T RFC 3372 - ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc3372.txt

[8] SIMPLE charter, http://www.ietf.org/html.charters/simple-charter.html

Paulo Chainho

Mestrado em Telecomunicações pelo IST/UTL. 12 anos de experiência em engenharia de Telecomunicações incluindo Planeamento de Redes e Gestão de Projectos para novos serviços (e.g., Assistentes Pessoais e Comunicações Unificadas). Responsável pelo departamento de Protocolos e Plataformas de Aplicação no Pólo de Lisboa da PT Inovação. Arquitecto e criador de Plataformas e Aplicações para Serviços de Próxima Geração, em particular soluções de Servidor de Aplicações SIP. Entusiasta do "Open Source". Líder dos estudos Eurescom P1341 ("Next Generation Service Concepts") e P1344 ("Concepts for generic Telco Application Servers in the various Sub-domains of Telco industries "). Grande experiência em projectos Internacionais de Investigação e Desenvolvimento incluindo Eurescom, ETSIN SPAN e EU IST. Consultoria na introdução de plataformas de serviços RPG e 3G no Grupo PT.

por **Nuno Beires, Joaquim Azevedo, Nuno Ferreira**

Tecnologias de Fala em Sistemas de Telecomunicações

Tecnologias de Fala, Sistemas de Língua Falada,Serviços Interactivos.

No presente artigo procura-se, de uma forma explanativa e algo didáctica, apresentar os principais conceitos e os diversos componentes fundamentais na construção de sistemas usando tecnologias de fala e que são geralmente designados como Sistemas de Língua Falada. Quais são as principais tecnologias de fala elementares, quais as suas vantagens e inconvenientes, de que modo foram sendo exploradas em soluções para o Grupo PT e como o respectivo mercado tem evoluído, são aspectos que procuramos apresentar neste breve artigo de divulgação. Contribuir para um maior conhecimento das tecnologias de fala, das suas condições de produção específicas e do seu impacto nos serviços de telecomunicações das empresas PT é também um forte objectivo subjacente ao conteúdo aqui apresentado.

Introdução

Os computadores de hoje ainda carecem das capacidade humanas de falar, ouvir, compreender e aprender. Contudo, a fala, suportada por outras modalidades naturais, poderá vir a ser em breve um dos principais meios de interacção com os nossos pequenos terminais móveis (telemóveis, PDA, etc.) e com os computadores em geral. E, mesmo antes das interacções faladas atingirem completa maturidade no diálogo entre homens e máquinas, existem presentemente diversas aplicações comerciais, nos segmentos residencial e empresarial, e nos ambientes dos Centros de Atendimento, que estão a incorporar tecnologias de fala para mudar a forma como vivemos e trabalhamos numa sociedade cada vez mais baseada no rápido acesso e manipulação da Informação.

E tudo isto acontece porque a fala é inquestionavelmente o melhor interface humano em características de acessibilidade (apenas requer a voz), mobilidade (está sempre connosco) e facilidade de utilização (estamos habituados a dialogar para múltiplas finalidades).

As principais tecnologias de fala usadas para interface de utilizador nos sistemas computacionais, designados na literatura da especialidade como "Sistemas de Língua Falada", estruturam-se em três grandes vertentes tecnológicas específicas:

- a Síntese de Fala ou conversão de texto para fala (designada pela abreviatura TTS - text-to-speech);
- o Reconhecimento Automático de Fala (identificado como ASR – automatic speech recognition), que permite ao sistema compreender aquilo que é dito pelo utilizador; e
- a Verificação de Orador (conhecida como SV – speaker verification), que permite confirmar a identidade de quem fala.

O impacto que estas três tecnologias de base poderão ter nos interfaces homem-máquina dos modernos serviços associados à construção da Sociedade da Informação (SI) aponta para uma crescente facilidade de utilização, bem como uma maior naturalidade na interacção entre utilizadores e sistemas e aplicações da SI.

Importa referir que a última tecnologia apontada acima (Verificação de Orador) é aquela que ainda se encontra numa fase algo embrionária em termos da sua aplicação comercial, já que as tecnologias de reconhecimento e síntese de fala (ASR e TTS) se encontram numa fase mais madura e de aplicação comercial crescente em diversos sectores, incluindo as Telecomunicações. Isto não quer dizer que o seu domínio e aplicação se esteja a generalizar no desenvolvimento de serviços e aplicações telemáticas. Há ainda diversos desafios a ultrapassar numa aplicação bem sucedida usando tecnologias de fala. Tal deve-se sobretudo ao carácter algo interdisciplinar que está associado à produção de eficientes interfaces de fala (design, usabilidade, suporte para aspectos linguagem, etc.), já que o factor humano adquire (como sempre, aliás!) significativa importância, pois é o interveniente principal no diálogo com os sistemas e aplicações.

À medida que as tecnologias de reconhecimento e de síntese de fala se vão aperfeiçoando, os sistemas de diálogo falado começam a emergir no mercado. Contudo, subsiste, ainda, um conjunto significativo de obstáculos na construção de sistemas eficientes de diálogo falado. Erros de reconhecimento de fala existirão sempre e, infelizmente, o par formado pela compreensão de fala natural e pelo processamento de diálogo tem, ainda, uma acção bastante limitada na forma de lidar com esses erros. Mais ainda, estas tecnologias têm de lidar com a grande variabilidade na forma como os utilizadores se exprimem através da fala espontânea.

Assim sendo, é actualmente impossível construir um sistema ideal que compreenda sempre o que quer que seja que o utilizador diga durante uma interacção homem-máquina. Na verdade, um sistema funcional real tem que lidar com as suas capacidades limitadas na compreensão do utilizador. Este sistema deve colaborar com o utilizador de modo a chegar a um entendimento mútuo sobre o que o utilizador disse. Os interlocutores humanos mostram alguma compreensão (ou falta de compreensão...) num diálogo falado parafraseando, fazendo contribuições pertinentes e requisitando clarificações ou confirmações. É de esperar que um sistema de diálogo falado, dotado com tais mecanismos, se mostre robusto na manipulação de domínios de aplicação restritos, sendo capaz de "conversar" de forma mais eficiente e ajudar o utilizador na concretização dos seus objectivos.

Sistemas de Língua Falada: o que são ?

Um sistema de língua falada necessita quer de capacidade de reconhecimento quer de síntese de fala. Contudo, estas duas componentes, só por si, não são suficientes para construir um sistema de língua falada que seja eficiente e útil. É absolutamente necessária uma componente de compreensão e de diálogo para guiar as interacções com o utilizador e tem que ser disponibilizado o conhecimento do domínio da interacção para guiar a interpretação da fala pelo sistema e permitir que este possa tomar as acções apropriadas. Para todos estes componentes, subsistem enormes desafios dos quais se salientam a eficiência semântica, a robustez, flexibilidade e facilidade de integração.

Os interfaces de fala têm ainda a capacidade de realizar funções de adaptação a diversos e múltiplos estilos de interacção de forma mais poderosa e eficiente do que qualquer outro mecanismo de interface. A fala torna-se ainda mais poderosa quando complementada com outras fontes de informação, que codifiquem outros aspectos dinâmicos do estado do utilizador e do sistema, e que possam ser associados a uma componente semântica completa para esse interface então designado como sendo multimodal (conjugação de várias modalidades de interacção: auditiva, visual, escrita, etc). É de esperar que tais interacções multimodais evoluam para futuros sistemas modelando a fala, orientações visuais, expressões faciais e gestuais, e que estes serão coordenados com perfis detalhados de tarefas e padrões de actividades levadas a cabo pelos utilizadores. Mas tudo isto ainda reside num futuro não muito distante que vai sendo construído, desde logo, a partir da introdução, operação e domínio das referidas tecnologias de base associadas a sistemas de língua falada cada vez mais funcionais e poderosos.

Impacto na acessibilidade aos serviços da SI

A aplicação de interfaces de fala tem ainda inegáveis vantagens ao aumentar a acessibilidade dos serviços da Sociedade da Informação aos cidadãos com deficiência ou com necessidades especiais. Assim, a adopção de soluções com reconhecimento e/ou síntese de fala permite tornar realidade uma abordagem não exclusiva e que contemple um verdadeiro objectivo de "Design for all" na construção dos serviços da moderna sociedade da informação. O contributo de cada tecnologia pode ser descrito da seguinte forma:

- Síntese de fala (TTS): Permite a leitura de conteúdos textuais para pessoas com deficiência visual ou motora;
- Reconhecimento de fala (ASR): Possibilita o comando por fala para diversos tipos de aplicações acedidas por pessoas com deficiência auditiva ou motora; contudo existe ainda a limitação da conversão "Fala para Texto" apenas ser possível em aplicações específicas que suportem o modo "ditado" e que obrigam ao treino do sistema para se adaptar à voz de um dado utilizador;
- Combinação de Reconhecimento e Síntese de Fala (ASR + TTS): Permite interfaces de diálogo falado mais flexíveis e fáceis de usar para todos os grupos de utilizadores e adequadas a todas as áreas de actividade: trabalho, lazer, educação;
- Verificação de Orador (SV): Torna possível validar através da fala a identidade de qualquer cidadão com deficiência motora, auditiva ou visual pois não impõe a necessidade de premir teclas ou botões.

Para além dos aspectos de acessibilidade pode afirmar-se que em certos casos a fala é o único meio possível de interacção. Alguns exemplos relevantes destas situações são indicados abaixo:

- No manuseamento de dispositivos portáteis de reduzidas dimensões, do tipo telemóveis ou PDA (Personal Digital Assistant), onde a inclusão de um teclado pode ser impossível;
- Durante a condução de viaturas, a segurança é comprometida por eventuais distracções visuais e as mão são necessárias para controlar o veículo;
- O telefone, dispositivo com interface de fala por excelência, está ainda hoje muito mais disseminado do que o PC.
- Algumas tarefas manuais (marcação de dígitos) requerem atenção visual total.

Seguidamente, no capítulo 2, apresenta-se uma descrição da arquitectura de um sistema de língua falada e das principais características de cada tecnologia de base. No capítulo 3 referem-se os aspectos relacionados com a aplicação das tecnologias de fala a serviços de telecomunicações usando os portais de voz como exemplo chave. Finalmente no quarto capítulo referem-se as principais realizações associadas à implantação das tecnologias de fala no Grupo PT e à evolução que o mercado de fornecedores internacionais tem registado.

Tecnologias de Fala em Telecomunicações

Arquitectura de um sistema de língua falada

Neste capítulo são apresentados os módulos fundamentais de um sistema de língua falada. Sem entrar em grandes detalhes, estes blocos elementares serão descritos individualmente e é também explicada a forma como estes interagem na construção do diálogo com o utilizador.

Para desenvolver um sistema de língua falada é sempre necessária a existência dos seguintes módulos:

- um módulo de reconhecimento de fala (ASR), que faz a conversão para texto da fala do utilizador;
- um módulo de síntese de texto para fala (TTS), que faz a conversão de texto para fala;
- um módulo de compreensão de fala natural (SLU), que relaciona o texto reconhecido com as acções que se podem realizar a partir da interacção com o utilizador;
- um gestor de diálogo (DM), que planeia as acções a tomar por parte do sistema face ao que foi dito pelo utilizador;
- e um gerador de linguagem textual que gera as mensagens que serão sintetizadas no diálogo.

A Figura 1 mostra os módulos fundamentais constituintes de um sistema de língua falada e as suas interacções.

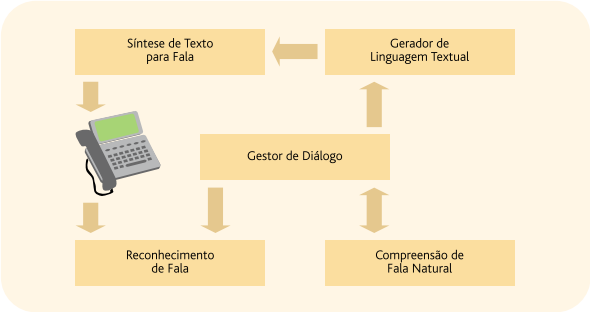


Figura 1 – Módulos principais de um Sistema de Língua Falada

Antes de passar à análise das principais tecnologias ilustradas na Figura 1, importa esclarecer a interdependência existente entre os diversos conceitos utilizados na literatura da especialidade. Assim, como ilustra a Figura 2, a área de estudo, habitualmente designada por Processamento Computacional de Linguagem Natural (Natural Language Processing – NLP) corresponde a uma vasta área de investigação que engloba várias sub-áreas nomeadamente síntese de fala (TTS), reconhecimento de fala (ASR), gestores de diálogos (DM) e compreensão de linguagem natural (NLU). Por sua vez, a sub-área NLU engloba, entre outras, a área de compreensão de fala natural (SLU) que é a principal visada para o desenvolvimento de serviços interactivos de fala em telecomunicações.

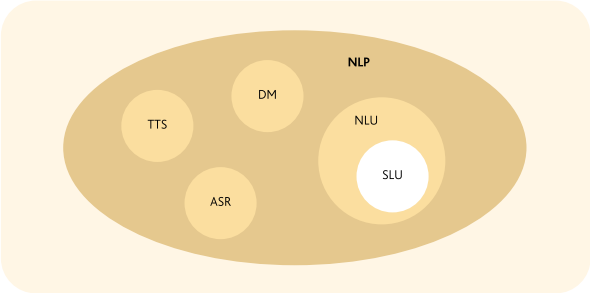


Figura 2 - Visão lógica dos principais conceitos em Processamento de Língua Natural (NLP)

No trabalho que a PT Inovação vem realizando ao longo dos últimos anos na aplicação de tecnologias de fala em Telecomunicações foram sobretudo as áreas de reconhecimento de fala, de síntese de fala e de compreensão de fala natural que congregaram maior atenção. Actualmente a área de gestão de diálogo adquire uma significativa importância dada a crescente evolução para serviços interactivos de tipo mais conversacional e podendo envolver diversas modalidades de interacção (inputs através de fala ou caneta, e outputs via fala, textos, gráficos, etc) caminhando-se, deste modo, para a oferta de serviços com interfaces multimodais. Isto será sobretudo uma realidade incontornável para os novos serviços telemáticos a suportar nos modernos terminais móveis equipados com écrans gráficos e que, com os seus teclados de reduzidas dimensões, tornam a escrita muito difícil ou desapropriada.

Nas próximas secções procuramos descrever sucintamente as tecnologias de fala específicas aplicadas em sistemas de

diálogo falado. Dado o âmbito necessariamente breve deste artigo apenas são descritos os módulos da Figura 1 relacionados com reconhecimento e síntese de fala e gestão de diálogo.

Tecnologia de Reconhecimento Automático de Fala (ASR)

A tecnologia de reconhecimento desempenha um papel primordial na interacção com o utilizador já que procura representar textualmente aquilo que foi dito ao sistema.

O diagrama de blocos da Figura 3 ilustra um sistema de reconhecimento automático de fala.

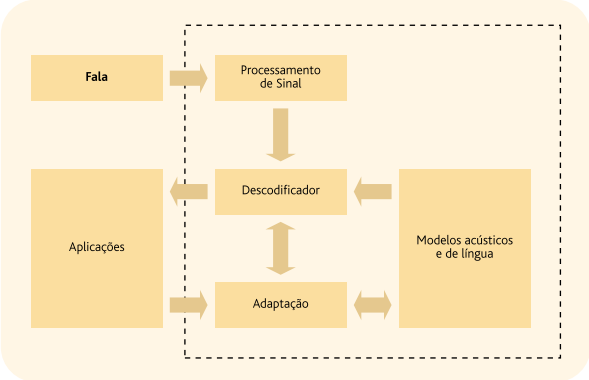


Figura 3 - Sistema de reconhecimento automático de fala

Neste sistema as aplicações comunicam com o descodificador de forma a obter os resultados do reconhecimento que chegam sob a forma de texto. Estes resultados podem também ser usados para adaptar outros componentes no sistema, através do componente de adaptação.

Os modelos acústicos contêm a representação acústica dos fonemas característicos da língua, do género dos oradores, do seu dialecto ou língua, dos parâmetros dos dispositivos de captura de áudio, do meio ambiente, etc.

Os modelos de língua estão associados ao conhecimento da constituição das palavras, quais as palavras mais prováveis de ocorrer em conjunto com outras e em que sequência, para uma dada fase da interacção do utilizador com o sistema. Os modelos de língua podem também conter alguma informação sobre semântica e sobre algumas operações que um utilizador queira efectuar. No entanto, existem ainda muitas incertezas nestas áreas, de entre as quais se salientam:

- as características dos oradores;
- estilo e velocidade de discurso do orador;
- reconhecimento de segmentos básicos de fala;
- as palavras possíveis;
- as palavras mais prováveis;
- as palavras desconhecidas;
- as variações gramaticais;
- a interferência do ruído;
- etc.

Um sistema eficaz de reconhecimento de fala deve saber lidar e ter em conta todas estas incertezas. A este cenário, já de si complexo, vêm juntar-se ainda outros elementos como os sotaques dos diferentes oradores e o seu estilo de falar, o aumento acrescido da complexidade lexical e gramatical e as variações da língua falada. Todos estes factores terão que ser devidamente capturados nos modelos de língua.

Quando existe um sinal de fala na entrada do módulo de reconhecimento, o componente de processamento de sinal processa o sinal de fala e entrega o resultado ao descodificador. O descodificador usa então os modelos acústicos e de língua para gerar a sequência de palavras mais prováveis de terem sido ditas pelo orador e pode também fornecer informação necessária para que o componente de adaptação possa alterar os modelos acústicos ou os modelos de língua, de modo a que o sistema consiga, assim, alcançar uma melhor performance de reconhecimento.

Tecnologia de Síntese de Fala (TTS)

A tarefa básica de um sistema de conversão ou síntese de texto para fala (TTS - Text-To-Speech) pode ser vista como sendo inversa à do módulo de reconhecimento de fala, ou seja, corresponde ao processo de gerar fala natural a partir de um dado texto.

O processo de conversão de palavras, na sua forma escrita, para a forma falada não é trivial. Mesmo que tivéssemos um dicionário ou base de dados com todas as palavras de uma determinada língua, o módulo TTS, teria que lidar com milhões de nomes e acrónimos que não seriam possíveis de ser guardados. Além do mais, a entoação de cada palavra pode variar dependendo da sua posição na frase e da situação onde esta é empregue. Basta pensar na palavra "dia" empregue nas seguintes frases:

- Está um belo dia!
- Está um belo dia?
- O dia está bom.

A Figura 4 mostra os componentes básicos de um sistema TTS, que são descritos abaixo:

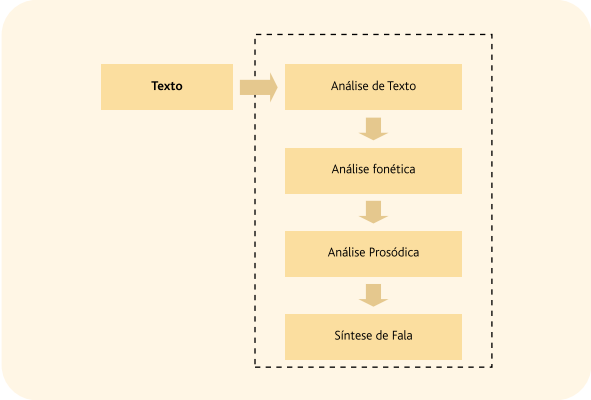


Figura 4 - Componentes de um sistema de Síntese de Fala (TTS)

O componente de análise de texto efectua a normalização do texto fornecido, de forma a este poder ser "falado". O texto pode conter algumas marcas especiais que podem alterar a entoação, o volume, a velocidade ou a voz com que o texto irá ser "falado". O componente de análise fonética converte o texto processado na correspondente sequência fonética que é seguida de uma análise de prosódia que fornece a informação acerca do tom e duração à sequência fonética. No final, a componente de síntese de fala gera o áudio correspondente à sequência fonética construída anteriormente.

Dependendo do tipo da aplicação, pode ou não ser necessária a existência de todos os componentes indicados na Figura 4. Por exemplo, há aplicações que exigem que certas palavras sejam entoadas ou ditas de uma forma específica. Estas indicações podem ser dadas directamente no texto com algumas marcas (command tags) apropriadas. Muitos dos sistemas de síntese de texto para fala disponibilizam um conjunto de marcas que permitem ao produtor do texto exprimir melhor a

sua intenção semântica. Se a aplicação conhecer o conteúdo e a estrutura do texto, pode fornecer as indicações semânticas ao módulo de conversão de texto para fala (caso este suporte esta funcionalidade), não sendo, neste caso, necessário o módulo de análise de texto. O módulo de análise fonética pode também ser dispensado caso o texto seja fornecido já na sua forma fonética. O módulo de análise de prosódia atribui uma duração numérica a cada símbolo fonético e calcula o tom adequado para a frase ou parágrafo.

A prosódia corresponde à parte da gramática que regula os problemas da entoação e do acento na língua falada, ao nível das sequências fónicas. Está relacionada com as propriedades físicas dos sons de fala, como intensidade, duração e altura, que sempre se conjugam entre si e marcam os traços mais relevantes de tonalidade e entoação nas frases faladas. A informação prosódica é uma fonte de informação não presente em sistemas baseados em texto (com a excepção de que a pontuação pode denotar informação prosódia). Quando explorada de forma conveniente, a prosódia pode transmitir informação sobre: a estrutura sintáctica, o discurso, a emoção e atitude. Um dos maiores desafios na tecnologia de síntese de fala (TTS) consiste na criação de boas características prosódicas para sintetizar fala de forma inteligível e com entoação natural.

.

Gestão do Diálogo (DM)

Para a maioria das aplicações usando tecnologias de fala é muito pouco provável que um utilizador possa obter a informação desejada efectuando apenas uma pergunta ao sistema. A pergunta pode estar incompleta, imprecisa ou mesmo inconsistente. Pode ainda acontecer que os módulos de reconhecimento e de compreensão de fala natural possam introduzir erros. Daqui se pode aferir da necessidade que um sistema de compreensão de fala natural tem de disponibilizar mecanismos interactivos para clarificar, completar, confirmar e negociar diálogos com os utilizadores. É aqui que entra o gestor de diálogo cuja função consiste em controlar a estratégia interactiva e o fluxo do serviço após a extracção do significado semântico da resposta fornecida pelo utilizador. A visão do sistema sobre como o diálogo deve prosseguir está embebida na sua estratégia de gestão da interacção. Esta estratégia está intimamente ligada ao conceito de iniciativa no diálogo ou, por outras palavras, a quem está a controlar a interacção. Existem várias iniciativas para o diálogo que passamos a descrever:

- iniciativa do sistema: quando as interacções, para obtenção de informação, são controladas de forma rígida pelo sistema;
- iniciativa do utilizador: quando um sistema permite sempre que o utilizador decida o que fazer a seguir;
- iniciativa mista: quando uma interacção começa com uma pergunta ou comando por parte do utilizador e o sistema tenta obter, inferindo ou colocando questões ao utilizador, toda a informação necessária para compreender e processar a transacção na sua totalidade. Quando o utilizador sabe, de forma bem clara, o que deseja e o sistema não tem dificuldade em acompanhá-lo, o utilizador é quem conduz o diálogo. Por outro lado, quando o sistema detecta que o utilizador está confuso ou tem dificuldade em compreender a intenção deste, o gestor de diálogo assumirá o comando conduzindo a interacção de volta ao seu eixo normal.

Os sistemas de compreensão de fala natural têm como principal objectivo a disponibilização de uma interface de conversação natural com os utilizadores. Tendo em mente este critério, não é difícil de aceitar que as abordagens de iniciativa mista são preferidas às de iniciativa do sistema.

Com muita frequência, a resposta gerada pelo gestor de diálogo é uma confirmação ou uma negociação. A confirmação é de extrema importância devido a possíveis erros no módulo de compreensão de fala. Existem basicamente duas estratégias de confirmação: confirmações explícitas ou implícitas. A confirmação explícita é uma resposta apenas para confirmação do que o sistema ouviu. Por outro lado, uma resposta implícita é uma resposta que contém uma nova questão e, em simultâneo, confirmação embebida na esperança de que o utilizador possa apanhar e corrigir erros, caso a confirmação embebida esteja errada. Os sistemas de gestão do diálogo utilizam, normalmente, medidas de confiança para decidir qual o tipo de confirmação a utilizar. Como é óbvio, a confirmação explícita é utilizada quando o sistema detecta níveis de confiança baixos na compreensão, enquanto a confirmação implícita é utilizada para níveis de confiança detectados mais elevados.

Uma nova tecnologia de fala: a Verificação do Orador

No contexto das tecnologias biométricas foram realizados estudos de dados biológicos, através da análise estatística e do cálculo de probabilidades, que revelaram que o padrão de voz de uma pessoa é único e que pode ser usado para verificar a sua identidade, tal como se tratasse de uma impressão digital.

É este o facto de base que leva a que, nos últimos anos, se tenha desenvolvido a tecnologia de verificação da fala do orador que consiste na possibilidade de confirmar a identidade de uma pessoa através da criação da respectiva assinatura vocal (ou frase de acesso) e de um processo de comparação da fala recolhida dessa pessoa com o padrão da assinatura vocal registada no nome dela.

No contexto dos serviços de telecomunicações importa salientar que a identificação do orador por verificação de fala é um método que permitirá identificar de forma quase inequívoca a pessoa e não o terminal. Este aspecto da independência do terminal é extremamente importante no actual cenário de mobilidade pessoal em que os utilizadores de serviços de telecomunicações (do tipo Portal de Voz, por exemplo) pretendem cada vez mais aceder a serviços pessoais a partir de diferentes terminais (fixo, móvel, público ou privado, etc.).

Uma importante distinção deve ser aqui referida dado que os objectivos da verificação de fala são diferentes dos do reconhecimento de fala e isto traduz-se em tecnologias diferentes embora complementares. Com efeito, a tecnologia de reconhecimento de fala (ASR) procura indicar aquilo que foi dito pelo orador, enquanto a tecnologia de verificação de fala procura confirmar a identidade de quem fala. Dado que esta tecnologia de verificação do orador ainda se encontra numa fase embrionária, comparativamente com o impacto que as tecnologias de ASR e TTS já conhecem no mercado de serviços interactivos de fala, não nos alongaremos mais sobre ela neste artigo.

Tecnologias de fala em Serviços da Sociedade da Informação

Quais os serviços que melhor se podem adequar a um interface de fala? Esta é uma pergunta essencial que todos os designers de serviços devem colocar antes de fazer evoluir um serviço

existente para um serviço controlado unicamente por fala. Obviamente, a fala tem as suas limitações e não é garantidamente a melhor interface para todos os serviços. Por exemplo, um documento de texto extenso é de difícil compreensão se for integralmente sintetizado com recurso um conversor automático de texto para fala, dada a muito reduzida memória auditiva do ser humano em comparação com a sua memória visual. A edição de documentos é bastante mais fácil usando um editor visual. A informação contida num mapa é notoriamente visual, embora se consigam criar interfaces de fala para indicar ou obter direcções. Em ambientes com bastante ruído de fundo, o uso de interfaces de fala é também impensável usando a tecnologia de reconhecimento disponível presentemente.

Apesar das limitações expostas, há um vasto conjunto de serviços que podem beneficiar da utilização de interfaces de fala, desde serviços empresariais específicos (atendimento automático e call-centers) a browsers de voz para a Internet.

A convergência de todos estes serviços (ou a sua integração) disponibiliza, para os utilizadores, um verdadeiro portal de informação. No caso do acesso através de interfaces de fala, é bastante mais fácil desenvolver uma interface única, consistente e flexível, que permita ao utilizador aceder de uma forma fácil a um vasto leque de serviços centralizados e acessíveis através desta única interface. Esta é uma forma bastante amigável para apresentar a informação aos utilizadores, pois apenas será necessário fazer login num serviço, em vez de ter uma conta e password (PIN) de acesso diferente para os diversos serviços de interesse. Esta abordagem também simplifica bastante a tarefa de desenvolver e introduzir novos serviços em produção.

O cliente alvo deste tipo de serviço pode ser qualquer utilizador com acesso ao telefone. Alguns estudos de mercado efectuados nos Estados Unidos, Europa e Ásia, revelam que o alvo de interesses dos utilizadores focaliza-se em serviços que disponibilizem:

- Interfaces de mãos livres para efectuar chamadas;
- Gestão de mensagens de email e de voicemail através de interfaces de fala com recurso à síntese por TTS;
- Aplicações de tipo Assistentes Pessoais dialogando com o utilizador através de interfaces de fala;
- Serviços de localização e navegação através de interfaces de fala;
- Visualização de conteúdos multimédia em terminais móveis e controlo & navegação por fala;

Facilmente se percebe que todos estes serviços se podem integrar no conceito dos Portais de Voz.

Finalmente importa referir que os portais de voz têm sido apontados como fortes potenciadores do negócio dos operadores móveis ao possibilitarem a oferta do tipo de serviços de 3ª geração (3G), sem na realidade implicarem necessariamente o UMTS e os custos das redes 3G. Com a evolução desejada para serviços multimedia em portais de informação permanentemente acessíveis, será fundamental conseguir navegar por fala na multiplicidade de conteúdos disponíveis de modo a mais facilmente encontrar a informação desejada.

Tecnologias de fala no Grupo PT

A PT Inovação vem desenvolvendo, há diversos anos, uma plataforma para serviços interactivos de fala (IVR) que designou como "Plataforma InoVox", e que actualmente se encontra em operação em seis países e 3 continentes, suportando diversos serviços interactivos acedidos por mais de 7.000 canais telefónicos, em redes de tipos móvel e fixa.

Quando a PT Inovação pretendeu dotar a sua plataforma InoVox com capacidades de reconhecimento e síntese de fala a partir de produtos comerciais existentes no mercado, deparou-se com um significativo problema de base: conseguir que tais produtos suportassem soluções em português europeu!

Os produtos dos maiores fornecedores internacionais de tecnologia de fala então existentes como Philips, Nuance, SpeechWorks, Lernout & Hauspie, Elan, Telisma, etc, incluíam já todos as línguas mais importantes, mas teriam que passar por um processo de adaptação para suportar o português europeu.

Na realidade, devido a um mercado português de reduzida dimensão que lhe conferia uma baixa prioridade comercial para os fornecedores internacionais de tecnologia de fala, a adaptação dos seus produtos à língua portuguesa aparecia sempre diferida no tempo e atrás de outras línguas associadas a mercados comercialmente mais promissores. Curiosamente, alguns destes fornecedores de tecnologias de fala suportavam já, ou pretendiam fazê-lo a breve trecho, produtos em português do Brasil, dada a atracção pelo enorme potencial de mercado associado ao desenvolvimento e crescimento económico do nosso país irmão. Compreensivelmente, a introdução de serviços em Portugal, usando modelos de fala (ASR) e vozes e entoações brasileiras (TTS), não seria comercialmente prestigiante para a PT e não seria mesmo aceitável pela grande maioria dos clientes destes serviços.

Após negociações com diversos fornecedores internacionais, foi necessário um significativo investimento do Grupo PT em 2000/2001 para conseguir obter um produto comercial de síntese de fala (TTS) em português europeu aplicável em serviços de telecomunicações. A empresa Lernout & Hauspie (posteriormente comprada pela empresa ScanSoft) era inquestionavelmente detentora do melhor sintetizador de fala comercial, pelo que foi seleccionada para fornecer a versão portuguesa do seu produto RealSpeak TTS. Graças a este investimento então realizado é hoje possível encontrar um produto TTS de qualidade que fala português (voz feminina) em serviços de telecomunicações, mas que também é possível aplicar em PC desktop ou em pequenos terminais móveis como os PDA.

Na vertente da tecnologia de reconhecimento de fala (ASR) também o Grupo PT se assumiu como pioneiro na sua aplicação em Portugal em serviços de telecomunicações. Em 1999 foi celebrado um importante contrato entre a Philips e a PT Comunicações para a adaptação à língua nacional do produto ASR da Philips (SpeechPearl) para realizar a automatização do Serviço Informativo Telefónico 118. O reconhecimento automático de nomes de pessoas, empresas ou instituições e localidades, conforme dito pelos utilizadores do serviço 118, representou o grande desafio colocado à tecnologia ASR para vocabulários de grande dimensão, já que se consideram léxicos com mais de 20.000 nomes ou designações diferentes.

Importa realçar aqui que esta adaptação de produtos de fala para funcionamento com modelos de língua em português, só foi possível graças ao envolvimento anterior (desde 1996) do Grupo PT em projectos internacionais que recolheram importantes base de dados de fala telefónica em português europeu, abarcando um representativo leque de frases e palavras usadas na interacção com serviços telefónicos. De entre estes corpora salienta-se a base dados recolhida no projecto europeu SpeechDat, cuja qualidade e dimensão permite realizar o desen-

volvimento e treino dos modelos acústicos para produtos com reconhecimento de fala em português.

Principais Aplicações no Grupo PT

Como principais marcos no historial da introdução de tecnologia de fala para serviços e soluções do Grupo PT salientam-se as seguintes aplicações mais relevantes incidindo sobretudo, mas não unicamente, na rede fixa da PT Comunicações:

1 Recolha de diversos corpora de fala telefónica nos projectos europeus SpeechDat (1996-99), EURESCOM MIVA (1995-98), EURESCOM MUST (2001-02 e IST FASIL (2002-04) que tornam possível o tratamento computacional de língua portuguesa para serviços telemáticos;

2 Serviço Informativo 118: aplicação em 1997 do produto SVIT, de síntese de fala por concatenação e desenvolvido pelo INESC, para fornecer ao utilizador a informação sobre nome, morada e número telefónico solicitado, permitindo uma melhor performance do atendimento aos clientes;

3 Serviço Informativo 118: Projecto ARARA 118 lançado em 1999, com uma parceria com a Philips para reconhecimento de fala aplicado a nomes de pessoas, de empresas ou de instituições e localidades, com vista a uma automação crescente do serviço 118 e que envolveu a participação da PT Inovação, do Inov e do INESC ID;

4 Contrato com empresa Lernout & Hauspie em 2000/01 para licenciamento do seu produto RealSpeak de síntese de fala (TTS) em português europeu, sendo integrado na plataforma InoVox da PT Inovação;

5 Messaging: em 2001 no âmbito da solução UniBox da PT Inovação, foram realizados pilotos de Unified Messaging em Portugal e no Brasil usando plataforma InoVox com TTS para leitura de emails em três línguas: português europeu e brasileiro e inglês;

6 Serviço Horóscopo (serviço 12150) em 2002 , foi o primeiro serviço na rede fixa a usar voz sintetizada TTS off-line e posteriormente armazenada em IVRs para acesso pelos clientes;

7 EURESCOM MUST: projecto internacional que realizou em 2002 uma avaliação com utilizadores reais para aspectos de usabilidade no demonstrador de um serviço multimodal para informação turística baseado em mapas da cidade de Paris e usando um PDA controlado por fala e com input de caneta e output de informação vocal, textual e gráfica;

8 VoiceXML na Plataforma InoVox: em 2002 a PT Inovação celebrou uma parceria com a empresa francesa Telisma para integrar na plataforma InoVox as capacidades associadas a um interpretador da norma VoiceXML (VXML), permitindo a utilização desta linguagem de scripting no desenvolvimento de aplicações interactivas, e ainda criando um novo fornecedor de produtos com reconhecimento de fala em português;

9 IST – FASIL: projecto europeu lançado em 2002, com a participação da SpeechWorks, e que visa produzir um Assistente Pessoal Virtual com linguagem natural e de iniciativa mista para gestão de email, contactos e agenda através de interface multimodal; os resultados permitirão obter, em 2004, um significativo avanço no estado da arte em sistemas conversacionais no domínio da compreensão do diálogo e nas acessibilidades para pessoas com deficiência;

10 SMS na Rede Fixa: em 2003 é lançado o serviço "SMS de Voz" com base em solução da PT Inovação, para realizar a entrega de mensagens SMS em qualquer telefone da rede fixa recorrendo a uma combinação de síntese de fala TTS (corpo da mensagem) e de mensagens pré-gravadas (cabeçalho da mensagem);

11 Soluções para Pessoas com Deficiência: lançados em colaboração com o Inov, o produto PT Conversas, que usa TTS para leitura de mensagens SMS ou emails, e o produto PT Voz Activa que disponibiliza um software que instalado num PC permite a leitura em voz alta da informação que lhe é enviada com origem na Internet;

12 Portal de Voz: também em 2003 foi lançado o Portal de Voz (serviço 12100) com reconhecimento automático ASR, baseado no produto da Philips, para o utilizador seleccionar os conteúdos informativos pretendidos: tempo, notícias, desporto, resultados da Lotaria e do Totobola e Totoloto, despertar e mensagens especiais e horas.

Um mercado em evolução permanente

Para as realizações mencionadas acima, a PT Inovação, na sua missão de potenciar a inovação nos serviços das Empresas PT, foi estabelecendo diversas parcerias com as empresas fornecedoras de tecnologia de fala que mostravam deter a melhor tecnologia e a solução com maior potencial de sucesso no grupo PT. Contudo, nos últimos anos, também neste mercado de fornecedores de tecnologias de fala se tem assistido a uma crescente concentração empresarial, por via de aquisições e fusões, como modo de fazer face à globalização dos negócios. O melhor exemplo de tal abordagem, é revelado pela empresa americana ScanSoft que, após a aquisição da empresa belga Lernout & Hauspie (por processo de falência desta), se posicionou como um *major player* no mercado através da aquisição, em 2002, da europeia Philips Speech Processing e, já em 2003, da americana SpeechWorks. Como a evolução para a multimodalidade nos serviços é um forte factor conducente à adopção crescente de tecnologias de fala em múltiplos tipos de equipamentos, a ScanSoft também adquiriu em 2003 a empresa americana Lobby7 que se tinha especializado na oferta de uma solução multimodal para serviços transaccionais designada como X-mode.

Deste modo, assistimos actualmente a uma concentração num fornecedor único e global de um conjunto de produtos e soluções que antes se distribuíam por várias empresas cobrindo um significativo leque de tecnologias complementares (reconhecimento e síntese de fala, compreensão de fala natural, verificação de orador e multimodalidade), o que permite que actualmente a ScanSoft seja líder mundial e tenha uma oferta mais completa e abrangente na aplicação de tecnologias de fala e no número de línguas cobertas na Europa, Ásia e América.

Será interessante verificar, num futuro próximo, até que ponto esta concentração num reduzido número de fornecedores globais permitirá baixar os custos de investimento e operação associados a estas tecnologias, e se tal irá dinamizar o mercado das soluções interactivas de fala ao permitir uma maior divulgação da utilização de sistemas de língua falada em telecomunicações.

Conclusão

De certa maneira, pode-se afirmar que o progresso contínuo da indústria das tecnologias de fala no suporte a linguagem natural, vem alicerçar a possibilidade da ocorrência de um salto

qualitativo na interacção homem-máquina semelhante ao verificado na altura da mudança de paradigma associada ao desenvolvimento dos interfaces gráficos de utilizador (GUI) nos computadores pessoais. Essa foi a mudança que os utilizadores sentiram quando experimentaram a transição do ambiente de linha de comando do sistema operativo DOS para o ambiente de janelas do Windows GUI nos PC. Espera-se que um equivalente benefício no paradigma auditivo possa ser obtido através de interfaces de fala, tal como o que foi conseguido no paradigma visual através da introdução de GUI.

Num sistema de compreensão de fala natural é essencial conseguir um bom interface com o utilizador, sob pena de toda a tecnologia usada, por melhor concebida que esteja, ser inútil na tarefa para a qual foi desenvolvida. A experiência acumulada pela PT Inovação nesta área consolidou já um conjunto de princípios orientadores que devem ser seguidos na concepção de interfaces de fala para aplicações telefónicas com uma adequada ergonomia e usabilidade. Aliás, importa salientar o facto de ser precisamente a estratégia de construção do diálogo a única vertente de desenvolvimento capaz de permitir ultrapassar com sucesso algumas das presentes limitações tecnológicas dos sistemas de compreensão de língua falada. Isto revela a enorme importância adquirida entretanto pela área, tradicionalmente muito menosprezada, relacionada com o estudo dos aspectos de usabilidade de sistemas e ergonomia da interacção homem-máquina. Torna-se assim evidente a necessidade de construir pilotos experimentais para as aplicações com interfaces de fala, já que o desenho do diálogo tem de ser validado através de um processo iterativo de avaliação do seu impacto junto dos utilizadores. Tal como já testemunhado noutras áreas tecnológicas, também aqui o sucesso de um sistema interactivo apenas acontece quando o utilizador (e não a tecnologia) está no centro de todas as atenções.

A aplicação de sistemas de língua falada poderá potenciar largamente o negócio existente no grupo PT nos serviços de rede fixa, rede móvel e de difusão de conteúdos, ao tornar possível aceder a conteúdos da Internet (e serviços associados) a todos os seus clientes possuidores de qualquer terminal telefónico (fixo ou móvel) a partir de simples comandos expressos em linguagem corrente. Deste modo, estes sistemas de fala natural poderão permitir que uma significativa percentagem do mercado português, relutante em usar a tecnologia habitual para acesso à Sociedade da Informação, possa também usufruir de grande parte dos serviços e facilidades oferecidas pela Internet.

No futuro será assim possível oferecer ao utilizador final modos mais ricos de interacção com serviços e aplicações capazes de conjugar diferentes tipos de modalidades (e.g. voz, texto e gráficos) simultaneamente, na mesma interacção homem-máquina. Os interfaces com compreensão de fala natural são hoje uma das principais vertentes de investigação no actual esforço de desenvolvimento de serviços multimodais que possam tirar cada vez mais partido das redes de telecomunicações em benefício das necessidades do utilizador final.

Bibliografia

[1] Projecto LINGTRAL – Linguagem Natural em Sistemas de Telecomunicações, Publicação do Workshop Contrato de Inovação 2001, Aveiro, 21-22 Março 2002

[2] Projecto SINTERLIN – Experimentação em Sistemas Interactivos de Fala, Publicação do Workshop Contrato de Inovação 2002, Aveiro, 27-28 Fevereiro 2003

[3] Beires, N. Speech Technologies for Voice Services: a telecom's perspective, IIR Voice-Enabled Services Conference, Lisbon, 19-22 May 2003

[4] Beires, N. L. Almeida, R. Gomes et al, User-friendly Multimodal Services – a MUST for UMTS, Proceedings of EURESCOM Summit 2002 Conference, Heidelberg, Oct. 2002

[5] MUST Brochure. EURESCOM P1104 MUST – Multimodal and multilingual services for small mobile terminals, Abril 2002

[6] Horowitz, David. Examining how next generation speech applications will provide a user-centered experience through the use of natural language, Conferência "Speech Technology Summit 2001", EuroForum, Londres, 05 – 07 Nov. 2001

[7] The Economist Technology Quarterly, Just Talk to me - speech recognition, Dec. 8th 2001.

[8] Harris, Vance - Buytel. Overcoming the challenges of Speaker Verification for Successful Speech Applications, Conferência "Speech Technology Summit 2001", EuroForum, Londres, Nov. 2001

[9] Weinschenk, Susan. Designing Effective Speech Interfaces, USA, 2000, Wiley

[10] Beasley, Rick. Voice application development with VoiceXML, 2001, Indianapolis, SAMS

[10] Boves, Lou e Os, Els den. Applications of speech technology: designing for usability, Nijmegen University e KPN Research, The Netherlands

[12] Riemer, Axel. – Philips Speech Processing - Speaker Verification presentation, 2001

[13] E. Barnard, A. Halberstadt, C. Kotelly, M. Phillips. A Consistent Approach to Designing Spoken-Dialog Systems, SpeechWorks International, Boston

[14] Glass, James R. Challenges for spoken dialogue systems. MIT Laboratory for Computer Science, Cambridge

[15] Goldman, Erica. et al. Voice Portals – Where theory meets practice, Revised March 21, 2001, Cambridge, Comverse

Nuno Beires

Mestrado em Engenharia de Computadores e Telecomunicações, pelo IST, Lisboa. Licenciatura em Engenharia Electrotécnica/Telecomunicações pela FEUP, Porto. Responsável pelo Departamento "Serviços e Plataformas de Voz", do Pólo do Porto da PT Inovação, que tem desenvolvido vários sistemas e serviços interactivos de fala para as empresas do Grupo PT. Tem participado em diversos projectos Europeus e é Coordenador do projecto FASIL, financiado pelo Programa IST da UE.

Joaquim Azevedo

Mestrado e Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro. Responsável, na PT Inovação, pelo desenvolvimento e evolução da plataforma InoVox e serviços de fala. Tem participado em diversos projectos Europeus.

Nuno Ferreira

Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Actualmente no Pólo do Porto da PT Inovação, onde participa no desenvolvimento de serviços interactivos de fala e da plataforma InoVox nas vertentes de TTS, ASR, VXML, FAX, gestão de recursos e API.

por **Francisco Fontes, Victor Marques, Jacinto Vieira e Carlos Parada**

Mobilidade e Qualidade em Redes IPv6

IPv6, Mobile IP, QoS.

Este artigo descreve alguns dos aspectos mais importantes em redes IP e que apresentaram desenvolvimentos recentes de relevo. Esses aspectos, consistindo em Mobilidade, Qualidade de Serviço e IPv6, são a base para o desenvolvimento das futuras redes de telecomunicações, sendo aqui apresentados de uma forma integrada e não isolada.

Introdução

Mobilidade e Qualidade representam dois aspectos que se tornaram comuns no quotidiano social actual. É indiscutível o sucesso do serviço *móvel* terrestre de voz, que veio permitir a comunicação falada entre quaisquer indivíduos, localizados potencialmente em qualquer lugar do mundo, desde que possuindo o terminal e a rede de acesso adequados. Já no respeitante a *qualidade*, são cada vez maiores as preocupações com este aspecto e cada vez se observam mais referências a ele. Os consumidores são cada vez mais exigentes querendo mais e melhor pelo mesmo preço. Igualmente, os prestadores de serviço de voz e/ou dados têm actualmente como principal objectivo, satisfazer um número crescente de clientes mantendo ou mesmo melhorando o nível de serviço prestado global e ao mesmo tempo reduzindo custos (OPEX e CAPEX).

Por outro lado assistimos actualmente ao fenómeno Internet, suportado pelo protocolo IP (*Internet Protocol*), sendo a sua face mais visível e o principal causador desse sucesso, o serviço WWW (*World Wide Web*) que veio facilitar e promover o acesso indiscriminado à informação, tornada pública por este meio. Como consequência deste fenómeno, assistimos a um crescimento elevado do número de dispositivos com capacidade de acesso a esta rede, utilizando diversas tecnologias de acesso disponíveis, com especial relevo para as que utilizam interface de nível físico rádio (PWLAN ou GPRS, entre outras).

Com este sucesso, as tentativas de alargar o âmbito de aplicação do protocolo IP rapidamente apareceram e em número elevado. No entanto, tendo sido originalmente concebido para a comunicação de dados simples entre computadores, o IP veio a demonstrar limitações de escalabilidade e mesmo funcionais. Para além do crescimento atrás referido da Internet, levando a situações de esgotamento do espaço de endereçamento disponível, outros aspectos como interoperação com redes tradicionais (baseadas na comutação de circuitos e especialmente concebidas para o serviço de telefonia fixo), segurança, qualidade e mobilidade não foram originalmente incluídos no protocolo. Surgiram posteriormente diversas soluções técnicas para colmatar estas lacunas e permitir a aplicação do protocolo IP em um maior número de situações.

Este documento começa por descrever o actual estado de desenvolvimento do protocolo IPv6, justificando o seu aparecimento e identificando as principais diferenças e vantagens relativamente ao IPv4. Também são apresentados dois importantes aspectos das redes IP: Qualidade e Mobilidade.

IPv6

Um dos problemas da actual versão do IP (versão 4 ou IPv4) em utilização na Internet, é a escassez de endereços a nível mundial. O IPv4 dispõe de um espaço de apenas de 32 bits para a representação de endereços, o que permite definir um pouco mais de 4.000 milhões de endereços. Estes endereços não são suficientes, por exemplo, para atribuir um endereço Internet (endereço IP) a cada habitante do planeta. Embora não seja realista que todos os habitantes do planeta tenham um endereço IP num futuro próximo, considera-se como uma referência tendo em conta que existem cada vez mais dispositivos ligados à Internet requerendo endereçamento IP global e único.

Além disso, a gama completa dos endereços IP nunca será usada plenamente devido ao facto da sua delegação ter sido efectuada em classes, ou seja, gamas de endereços em função do tipo e do tamanho da rede. Este tipo de divisão apresenta problemas graves que conduzem ao rápido esgotamento do espaço de endereçamento disponível e à saturação das tabelas de encaminhamento. A atribuição destes endereços, especialmente na fase inicial da "internet" foi também feita de uma forma um pouco ad-hoc e sem um planeamento realista, coadjuvado com o facto de na altura não ter sido possível prever o crescimento e importância que este protocolo viria a ter no futuro. Assim, grandes fatias do espaço total de endereçamento foram entregues a entidades que nunca os usarão mas que, por outro lado, não estão dispostas a abdicar deles, sendo um recurso de elevado valor! Tome-se por exemplo o caso de algumas empresas que têm atribuídas classes A de endereços (16.777.214 endereços por cada classe), ou seja, mais do que aqueles que estão disponíveis para continentes inteiros (por exemplo África).

Por outro lado, o facto dos endereços não serem delegados de uma forma contínua dentro de cada continente e país, conduz a situações de tabelas de encaminhamento muito grandes devido ao facto de ser necessário haver uma rota para cada bloco de endereços que não seja contíguo.

Face a estes problemas, foi adoptado o CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*). O CIDR é uma substituição do antigo processo de atribuição de endereços por Classes A, B ou C para um formato mais genérico. Em vez de se estar limitado a identificadores de rede (ou "prefixos") de 8, 16 ou 24 bits, respectivamente, o CIDR utiliza correntemente prefixos com quaisquer valores. Desta forma é possível fazer uma distribuição mais correcta, de acordo com as necessidades das organizações que solicitam esses endereços. Isto permite uma melhor organização do espaço de endereçamento, de modo a obter maior eficiência na delegação dos endereços. No entanto, os erros cometidos no passado dificilmente serão corrigidos.

Entretanto, com o objectivo de resolver os problemas da falta de endereços foram desenvolvidos e implementados outros mecanismos. Um desses mecanismos é a atribuição dinâmica do endereço IP (*Dynamic Host Configuration Protocol* ou DHCP), que permite usar uma gama de endereços atribuído a uma organização de forma dinâmica e de acordo com as necessidades reais de cada momento. Com este mecanismo é possível fazer uma partilha de determinado número de endereços por um número maior de máquinas, partindo do princípio que nem todas as máquinas requerem um endereço simultaneamente.

Outro mecanismo desenvolvido para suprir a falta de endereços, e que também tem grande preponderância nos dias de hoje, é a tradução de endereços entre uma rede privada (Intranet) e a Internet. Este mecanismo existe sob duas formas: *Network Address Translation* (NAT) e *Port Address Translation* (PAT). Estes mecanismos permitem que um grupo de utilizadores ligados a uma rede privada possam aceder à Internet usando um bloco restrito de endereços públicos, atendendo ao facto que nem todos acedem à Internet ao mesmo tempo (NAT) ou que nem todos os portos são utilizados para esse acesso (PAT). No entanto, este mecanismo limita funcionalidades extremo a extremo na Internet e reduz o seu desem-

penho global. Com efeito, um utilizador que utiliza o NAT pode comunicar com servidores na Internet mas não tem a garantia de estar sempre acessível quando dispositivos externos tentarem estabelecer uma ligação, ou seja, a bidireccionalidade de acesso (necessária para um conjunto de aplicações e serviços emergentes) não é garantida.

Uma outra solução que permite o acesso de muitos terminais em simultâneo à Internet utilizando apenas um endereço global é o recurso a *proxies*. Um *proxy* é uma entidade na qual os terminais delegam a responsabilidade de obter e lhes passar a informação que eles necessitam. Tal como no caso de NAT/PAT, o uso de *proxies* tem a mesma limitação de bidireccionalidade, aliada ao facto da sua utilização não ser suportada por algumas aplicações.

Actualmente, a esmagadora maioria dos serviços utilizados sobre a Internet são iniciados pelo utilizador, seguindo um modelo do tipo cliente-servidor. De igual forma, o tipo de acesso a essa rede tem sido dominado pela utilização de modems e da rede pública de voz (*dial-up*) baseada na comutação de circuitos. Emerge outro tipo de aplicações que requer a comunicação entre utilizadores extremo a extremo (ausência de servidores). Noutros casos, existe mesmo a necessidade de ligações à Internet permanentes (serviços *always-on*), o que exclui a possibilidade de usar a tradução de endereços pelos mecanismos NAT/PAT e a partilha de endereços através da atribuição temporária.

O problema da falta de endereços IP e do tamanho das tabelas de encaminhamento na Internet foi identificado e discutido no âmbito do IETF (*Internet Engineering Task Force*) no início da década de 90. Desde então, tem sido definido e implementado um conjunto de soluções para minimizar (ou adiar) o problema, tais como, o CIDR, DHCP e NAT referidos anteriormente.

No início da década de 90, foi identificada a necessidade de encontrar uma solução de longo prazo e que passou pelo desenvolvimento de um novo protocolo que, além de estender o espaço de endereçamento, colmatasse algumas limitações do IPv4. Neste contexto, foi criado um grupo de trabalho para definir uma nova versão do IP, o IPv6 ou IP versão 6, que tem as seguintes características principais:

- Capacidade de endereçamento expandida,
- Simplificação do formato de cabeçalho,
- Melhor suporte de extensões e opções,
- Capacidade de identificação de fluxos,
- Capacidades de autenticação e privacidade,
- Capacidades acrescidas de auto-configuração.

O IPv6 aumenta o espaço de endereçamento de 32 bits para 128 bits permitindo, não só definir um maior número de endereços, mas também, mais níveis hierárquicos de endereçamento. O objectivo foi o de maximizar a agregação da informação de endereçamento e, consequentemente, limitar o crescimento das tabelas de encaminhamento.

Um pacote IPv6 pode conter uma série de cabeçalhos seguidos da informação do utilizador (campo de dados). Um pacote começa sempre por um cabeçalho de base que pode ser seguido por outros, chamados Cabeçalhos de Extensão. Estes cabeçalhos de extensão são opcionais e transportam informação que não é estritamente necessária a todos os dispositivos de encaminhamento (*routers*) ao longo do percurso de um pacote na rede. Deste modo, reduzem-se os campos de informação do cabeçalho de base, fazendo que o seu processamento nos routers seja mais eficiente (Figura 1).

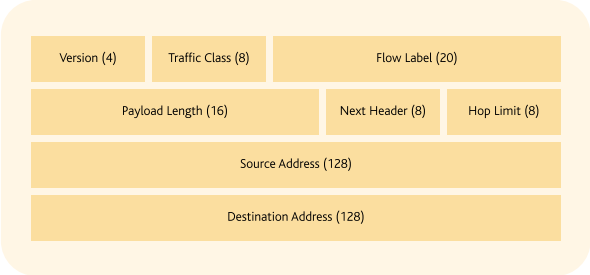


Figura 1 - Cabeçalho de base de um pacote IPv6

Além disso, os cabeçalhos de extensão trazem uma maior flexibilidade e permitem a introdução de novas opções no futuro.

A fragmentação dos pacotes IP, que no caso do IPv4 é permitida em qualquer ponto da rede. No IP6 apenas pode ser efectuada na origem, recorrendo para o efeito a um cabeçalho de extensão. Assim, o processo de encaminhamento é mais rápido pois evita que os routers desperdicem recursos nesta tarefa. O IPv6 incluí mecanismos que permitem a descoberta do MTU mínimo para um dado percurso de um pacote na rede, permitindo desta forma formatar o tamanho máximo permitido do pacote na origem.

Outra diferença significativa que melhora o desempenho do IPv6 na rede é a ausência de cálculo do *checksum* nos routers intermédios ao longo de um percurso de um pacote na rede. No IPv6, não existe nenhum campo no cabeçalho para o checksum a fim de verificar a integridade dos dados. No IPv4, em cada segmento, o *checksum* é calculado antes do pacote ser encaminhado. A decisão da sua eliminação baseia-se no facto de ser uma tarefa relativamente pesada e desnecessária, já que a camada inferior (ligação lógica) e a superior (protocolos de transporte), asseguram essa mesma integridade. Evita-se desta forma informação e a execução de tarefas redundantes.

Um outro aspecto importante em relação às diferenças entre IPv4 e IP6 é a existência de um campo adicional no cabeçalho IPv6 denominado *Flowlabel* (20 bits). Este campo poderá ser utilizado para efeitos de QoS, quer em termos de *IntServ* quer de *DiffServ* (ver secção 4), para uma classificação dos fluxos mais eficiente. A forma de utilização exacta deste campo ainda se encontra em discussão.

A segurança é outro aspecto que mereceu especial atenção do IETF aquando da definição do IPv6. Tendo-se tornado cada vez mais importante ter mecanismos de autenticação, integridade e confidencialidade dos dados, em particular na Internet, foi definido e desenvolvido um protocolo de segurança, o IPSec, capaz de funcionar conjuntamente com IPv4. No entanto, contrariamente ao que acontece com o IPv4, no IPv6, o suporte de IPSec é nativo ao próprio protocolo. A sua implementação é suportada por dois campos de extensão que foram definidos para esse efeito.

Finalmente, outra vantagem do IPv6 diz respeito às capacidades de auto-configuração. A configuração de endereços é um problema complexo em qualquer organização e a auto-configuração surge como um método eficaz de atribuição ou reconfiguração automática de endereços, entre outros aspectos.

Com as diferenças existentes entre ambas as versões do protocolo IP, que aqui foram apenas parcialmente referidas, é natural que estes não interfuncionem sem a adopção de mecanismos e práticas adequadas para a transição. Esta transição irá ser gradual e a coexistência das duas versões do IP extender-se-á por vários anos. Para esse fim, foram desenvolvidas técnicas, denominadas por mecanismos de transição, que garantem a coexistência dos dois protocolos e o interfuncionamento de

ambos. Estes mecanismos podem dividir-se em 3 grupos: *Dual Stack*, túneis e tradução.

O mecanismo *Dual Stack* consiste em introduzir o IPv6 na rede sem comprometer o funcionamento de toda a infra-estrutura IPv4 já existente. Dada a facilidade actual em introduzir novos protocolos em equipamentos terminais e de rede, pode ser mantido em paralelo o funcionamento do IPv4 e do IPv6. Assim, as aplicações antigas podem continuar a usar o IPv4 enquanto as novas aplicações podem fazer uso do IPv4 e do IPv6. Contudo, esta estratégia não permite a interoperabilidade entre os dois protocolos ao nível da rede, devendo cada comunicação extremo-a-extremo utilizar apenas uma das versões do protocolo. Quando uma aplicação que suporta os dois protocolos pretende comunicar com outra que suporta apenas o IPv4, a comunicação é estabelecida com o IPv4. Caso contrário, deverá utilizar o IPv6.

Para a interligação de redes ou terminais IPv6 sobre uma infra-estrutura IPv4 foram desenvolvidos mecanismos baseados em túneis. Este tipo de mecanismo consiste em transmitir um pacote IPv6 como se de facto se tratasse de dados de um pacote IPv4. Deste modo, os routers IPv4 processam o tráfego sem o conhecimento da existência do IPv6. Na recepção, o pacote IPv6 é recuperado e encaminhado para o destino final. Existem implementações de vários mecanismos baseados em túneis (Túneis Automáticos, *6to4*, *Tunnel Broker*, etc.), diferindo quase unicamente no modo e na facilidade de configuração.

A utilização dos mecanismos de tradução permite a comunicação entre um domínio de rede IPv6 com um domínio IPv4, e vice-versa. Um desses mecanismos é o NAT-PT (*Network Address Translation - Protocol Translation*). Este mecanismo é instalado na fronteira entre os dois domínios de rede. Os terminais conhecem apenas um protocolo: IPv6 ou IPv4. O NAT-PT faz tradução de endereços e de cabeçalhos IPv4 e IPv6. Um dos problemas associados a este mecanismo está relacionado com o facto de existirem aplicações que não são totalmente independentes da camada de rede (por exemplo, FTP e DNS). A solução para este problema é o uso de ALG (*Application Layer Gateway*) que, ao nível da aplicação, é responsável pela tradução dos campos necessários.

Presentemente, o protocolo IPv6 começa a ser adoptado, embora de uma forma muito lenta devido ao facto do IPv4 responder ainda às exigências actuais. Além disso, a migração para a nova versão é complexa e envolve investimentos avultados. No entanto, vários países, nomeadamente os asiáticos (onde a falta de espaço de endereçamento IPv4 se faz notar com mais veemência) estão a impulsionar activamente a introdução do IPv6 com incentivos financeiros. Também a Comunidade Europeia iniciou já um processo de apoio à introdução do IPv6, nomeadamente através do financiamento de inúmeros projectos de investigação relacionados com o IPv6. Do outro lado do Atlântico, também se iniciaram os esforços de migração. O Departamento de Defesa Norte Americano (DoD) impõe que qualquer equipamento adquirido após Outubro de 2003 tenha suporte de IPv6, e está previsto que em 2008 toda a sua rede seja inteiramente suportada pelo novo protocolo.

Mobilidade IP

Quando o IP foi definido, não foi considerada a possibilidade de os terminais mudarem a sua localização enquanto ligados a uma rede IP, i.e. assumiu-se que um terminal não mudaria de ponto de ligação à rede, sem que se tivesse de proceder à sua reconfiguração para o adequar à nova localização. Nas redes de telecomunicações tradicionais, o identificador do terminal contém informação que indica a região geográfica onde o terminal se encontra ligado. No caso das redes IP, o identificador do terminal (endereço IP) contêm informação relativa à rede na qual se encontra ligado (prefixo ou identificador de rede). Quando o terminal se move para uma outra rede, não existe forma de fazer com que esse terminal continue a ter conectividade com as restantes redes IP, a não ser que o endereço IP seja alterado, ajustando-se ao novo prefixo IP da rede para onde se moveu. No entanto, a mudança de endereço faz com que o terminal já não possa ser contactado por aqueles que sabiam da sua existência na rede original, já que ele não poderá responder pelo seu endereço antigo. Actuando desta forma, ao mudar o endereço, o terminal muda de identidade, desaparecendo a "identidade" antiga.

Estas são algumas das questões que se colocam quando se refere a Mobilidade IP de terminais. Por um lado, é necessário reconfigurar o endereço do terminal para que o tráfego de e para o terminal possa ser encaminhado. Para que isto aconteça é necessário que o terminal possua um endereço com o prefixo da rede à qual está ligado. Por outro lado, é cada vez mais importante que o terminal possua um identificador universal e fixo, de forma a poder ser contactado a qualquer momento e em qualquer lugar (tal como acontece com os terminais GSM que mesmo em *roaming* estão acessíveis).

Ainda que, numa primeira abordagem, se possa pensar que as mudanças de rede não são tradicionalmente comuns, a realidade actual mostra que a mobilidade dos terminais começa a ser significativa e com tendência para um claro aumento. São cada vez mais as soluções de acesso à Internet utilizando infra-estruturas *wireless*, tais como WLAN empresariais, Hot Spots públicos (PWLAN), redes GPRS e, num futuro próximo, redes de 3ª Geração, como o UMTS, que irão incrementar as necessidades de Mobilidade. O movimento de um terminal ao longo de um percurso, em que o ponto de acesso rádio (*Base Station*) não é o mesmo, correspondendo a diferentes pontos de acesso diferentes prefixos IP (domínios administrativos), poder-se-á assemelhar na prática, e ao nível da camada L3, a uma mudança de rede. Na situação de todos os pontos de acesso rádio pertencerem ao mesmo domínio administrativo poder-se-á recorrer a mecanismos de handover de nível 2. A Figura 2 exemplifica um possível cenário de mobilidade com redes de acesso heterogéneas, que consistirá num nível superior de complexidade.

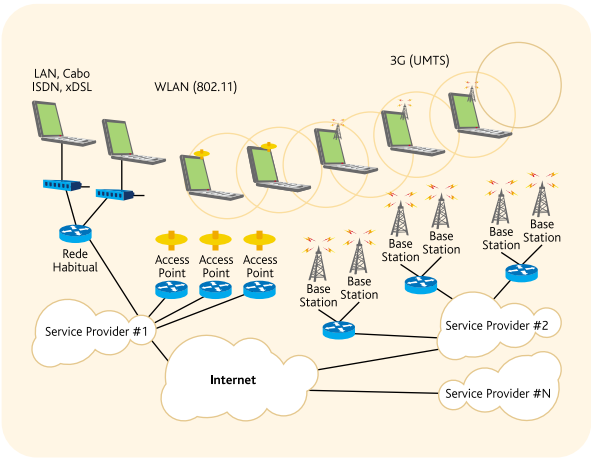


Figura 2 - Cenário de Mobilidade IP entre redes heterogéneas.

O conceito e os mecanismos desenvolvidos de Mobilidade IP vêem dar resposta a esta necessidade sendo a Mobilidade IPv6 (MIPv6 [6]) uma das mais importantes melhorias que a versão 6 do protocolo Internet traz relativamente à Mobilidade IPv4. A Mobilidade IP, permite que os terminais se movam entre diferentes redes - mesmo entre diversas tecnologias - mantendo a sua capacidade de contactar e ser contactado de forma transparente [5], de uma forma transparente para as camadas superiores (TCP e UDP).

De uma forma simples, o funcionamento da MIPv6 opera utilizando vários endereços IPv6 para atingir o seu objectivo. Um deles, a que normalmente se chama *Home address* (Ha), é o endereço através do qual o terminal é conhecido (normalmente designado por MN - *Mobile Node*), independentemente da sua localização. É este endereço que deverá estar presente nos servidores DNS). Este endereço tem o prefixo da rede onde o terminal se encontra habitualmente - a *Home Network* (HN). Os outros endereços são adquiridos dinamicamente com o prefixo de cada uma das redes visitadas - chamada *Foreign Network* (FN). Este endereço, conhecido como *Care-of Address* (CoA), é o que possibilita que o tráfego chegue fisicamente até ao terminal na sua nova localização. Assim, o terminal usa o Ha como identificador universal, enquanto o CoA adquirido em cada rede que visita permite que o tráfego seja encaminhado correctamente sobre a rede IP até ao terminal. Neste, são feitas as devidas alterações para que a informação que é entregue às camadas superiores seja a equivalente àquela que receberia se o terminal se encontrasse na sua *Home Network*.

Mas para que a MIPv6 possa funcionar correctamente é necessário que exista uma outra entidade neste processo - o *Home Agent* (HA). Este agente localiza-se na HN, e tem como função reencaminhar os pacotes destinados ao terminal móvel, para a sua localização corrente, usando para isso o CoA. Para isso, o HA tem que saber onde é que o MN se encontra, ou seja, tem que conhecer em cada momento a correspondência entre Ha e CoA. A esta correspondência chama-se *Binding* e é actualizada no HA sempre que o terminal móvel muda de rede.

Assim, a primeira coisa que o MN tem de fazer quando muda de rede será informar o seu HA desse facto. A partir daí, os pacotes destinados a ele, ser-lhe-ão redireccionados pelo HA e, numa fase imediatamente posterior, passará a estabelecer-se uma ligação directa entre o MN e o terminal que pretender contactar o MN ou for contactado por este. A este terminal que estabelece uma comunicação com o MN chama-se *Correspondent Node* (CN), podendo também este ser móvel ou não.

MIPv4 vs. MIPv6

As diferenças de funcionamento da Mobilidade IP para os duas versões do protocolo são bem evidentes e claramente favoráveis à MIPv6.

O primeiro problema da MIPv4 [4] reside no endereçamento. O IPv4 foi vítima do seu próprio sucesso e a escassez de endereçamento começa logo por dificultar a implantação da mobilidade a nível comercial, já que não é possível dotar todos os utilizadores de um endereço universal e único.

Em IPv4 existe uma entidade extra no processo de Mobilidade - o *Foreign Agent* (FA). Esta entidade é colocada nas redes visitadas com o objectivo de fazer com que os MN adquiram um endereço IPv4, assim como informação adicional que lhe permita contactar o seu HA. Em IPv6 isso não é necessário já que através dos mecanismos de auto-configuração os terminais adquirem um endereço (o CoA), capaz de ser utilizado globalmente. A utilização do FA torna-se um obstáculo bem real na hora de colocar MIPv4 nas redes dos ISP, já que eles não controlam todo processo, necessitando da colaboração dos administradores de outras redes - as redes visitadas.

Em IPv6 a Mobilidade é suportada pelo mecanismo simples e flexível dos cabeçalhos de extensão, o que não acontece com a MIPv4. Estes mecanismos são de grande ajuda não só para transportar informação adicional relativa à Mobilidade, como também para implementar mecanismos de segurança, os quais são suportados nativamente em IPv6 (IPSec).

Uma diferença significativa reside no caminho percorrido pelo tráfego entre o MN e o CN, também aqui com ajuda dos cabeçalhos de extensão. Enquanto que em IPv6 a partir do primeiro pacote, a comunicação é feita de forma directa entre os dois intervenientes na comunicação, em IPv4 o tráfego com origem no CN e com destino ao MN, tem que passar obrigatoriamente pelo HA (no sentido oposto é feito de forma directa). A Figura 3 mostra esquematicamente essa situação, a que se dá o nome de *Triangle Routing*, devido ao triângulo formado pelos caminhos percorridos.

Este fenómeno causa vários problemas. O primeiro e mais evidente é a ineficiência, já que o tráfego não utiliza o caminho mais curto entre a origem e o destino. Numa situação particular, o MN e o CN poderão estar na mesma rede, o HA numa rede longínqua e a comunicação passa obrigatoriamente por este. A tudo isto junta-se ainda ineficiência do HA e do MN pelo facto de terem de encapsular e descapsular, respectivamente, os dados.

Este modo de funcionamento faz também com que os caminhos (ou *paths*) sejam assimétricos, o que nunca é boa prática quer para a detecção de falhas na rede, quer para o funcionamento de algumas aplicações/protocolos, como por exemplo a sincronização horária através do protocolo NTP (*Network Time Protocol*).

Finalmente, um outro problema está relacionado com escalabilidade e tolerância a falhas, já que os HA tendem a ficar sobrecarregados, convertendo-se também nos únicos pontos de passagem de grandes quantidades de tráfego, pelo que uma falha destes colocará muitos utilizadores sem serviço.

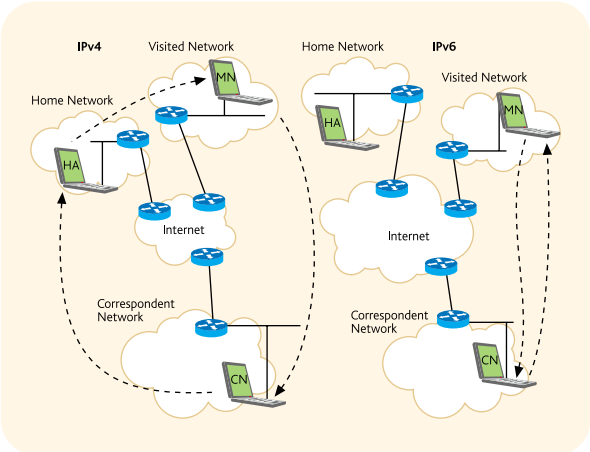


Figura 3 - Comparação de paths em MIPv4 vs. MIPv6.

Qualidade IP

O aumento da utilização das redes IP - Internet, intranet e extranets - tem sido acompanhado de um aumento do número

de diferentes serviços e aplicações utilizando infra-estruturas IP. Aplicações como VoIP (*Voice over IP*), streamings de áudio e vídeo, ou video-conferências, são alguns exemplos. Estas aplicações não tem o comportamento das aplicações IP tradicionais (normalmente transferencia de dados), apresentando requisitos especiais, normalmente denominados por requisitos de tempo real. Por esta razão nasceu a necessidade de oferecer diferentes níveis de serviço de rede, dando resposta às necessidades das distintas aplicações. Para tal, a rede tem de entender que algumas aplicações são mais importantes que outras, tendo por isso que receber um melhor tratamento por parte desta. No futuro próximo, em que Redes de Próxima Geração, utilizando o protocolo IPv6, deverão ser integradoras de diferentes serviços e aplicações, é extremamente importante que essa diferenciação exista.

Quando se fala em tratamento diferenciado, normalmente considera-se os valores de largura de banda que as aplicações necessitam para poderem ter um funcionamento correcto. No entanto, há outros parâmetros que também são importantes para as aplicações com requisitos de tempo real tais como o atraso, a variação deste (*jitter*) ou a taxa de perdas e erros.

A Internet actual foi concebida para oferecer o nível mais simples de Qualidade de Serviço (QoS): o *Best Effort* (ou "melhor esforço"). Nesta situação, a rede faz o melhor que pode para conseguir uma entrega fiável do maior volume de tráfego possível, mas sem efectuar qualquer diferenciação ou prioritarização entre fluxos. Não existem assim quaisquer garantias relativamente ao nível de serviço recebido. Uma vez que se pretende venham a ser suportadas aplicações que, ao contrário de http, ftp, mail, etc., não se adaptam aos recursos existentes na rede - aplicações não adaptativas - é necessário estabelecer garantias pelo que deverá existir algum mecanismo que permita controlar a QoS extremo-a-extremo.

À semelhança daquilo que acontece em IPv4, o IPv6 oferece essencialmente duas abordagens para que uma rede IP possa disponibilizar QoS extremo-a-extremo: *Integrated Services* [8] e os *Differentiated Services* [6][7].

Na abordagem IntServ, os fluxos são diferenciados através de um mecanismo de sinalização explícita. Quando uma aplicação necessita de determinados recursos da rede que consegue quantificar, constrói uma mensagem especificando esses valores e envia-os através da rede de forma a sinalizar não só o receptor, como também todos os nós de rede (routers) intervenientes no transporte da informação entre emissor e receptor (usando RSVP [10][11]). Desta forma, os nós poderão aceitar o novo fluxo e reservar os recursos especificados ou, se estes não estiverem disponíveis, rejeitar o fluxo.

Ainda que este seja um modelo que permite a garantia de recursos extremo-a-extremo, o seu problema é a falta de escalabilidade. Isto porque todos os nós têm de guardar informação relativa a cada fluxo individual, aplicar policiamento individualmente de forma a não aceitar trafego para além do estabelecido, proceder ao escalonamento de pacotes individualmente, entre outros, tornando-se impraticável, principalmente para os nós centrais das redes dos operadores.

A abordagem DiffServ tentou colmatar o problema da escalabilidade agrupando os fluxos num conjunto limitado e bem definido de Classes de Serviço (CoS) - este agrupamento é feito nos nós exteriores das redes (*edge*). Com estes mecanismos não é necessário armazenar informação sobre qual o tratamento a dar a cada fluxo, mas apenas a cada uma das classes de agregação. Para efectuar a sinalização da classe a que cada pacote pertence, é utilizado o campo DSCP (*DiffServ Code Point*) de 6 bits, contido no campo *Traffic Class* (TC) do pacote IPv6 (ver Figura 4), equivalente ao ToS (*Type of Service*) em IPv4. Todos os pacotes pertencentes a uma mesma classe são tratados de igual forma, i.e. recebem o mesmo *Per Hop Behaviour* (PHB) por parte dos diferentes nós [2][3].

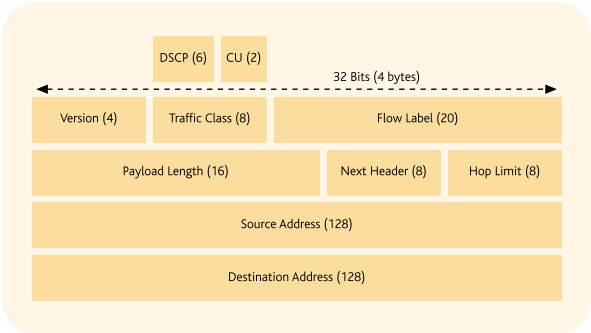


Figura 4 - Campos Traffic Class e DSCP no pacote IPv6.

A desvantagem deste modelo reside no facto de não estar orientado ao fluxo e, portanto, só por si, não garantir que cada aplicação recebe os recursos de que necessita. Associado a este mecanismo, deverão ser utilizados agentes de gestão e controlo das admissões (*Brokers*).

Uma outra abordagem que tem vindo a despertar algum interesse ultimamente, consiste na utilização dos dois modelos de forma integrada [9]. Do IntServ tira-se partido da sua capacidade de oferecer garantias extremo-a-extremo a fluxos individuais, enquanto do DiffServ se tira partido da sua escalabilidade no núcleo da rede. Na prática, este modelo propõe a utilização de IntServ nas redes de acesso (junto ao emissor e receptor) e DiffServ no núcleo das redes.

Na área da Qualidade de Serviço o IPv6 não traz nada que possa ser considerado inovador. Apenas existe um campo de 20 bits chamado *Flow Label*, que está ainda a ser definido em detalhe a sua utilização na obtenção de QoS. No entanto esta é uma questão que está ainda longe de reunir consensos dentro da comunidade IPv6.

Também alguns aspectos já mencionados atrás, como a não fragmentação dos pacotes nos nós intermédios, a ausência de cálculo do *Checksum*, a diminuição do tamanhos das tabelas de encaminhamento ou a simplificação do cabeçalho dos pacotes IPv6, contribuem para uma maior eficiência geral das redes.

Integração de Mobilidade e Qualidade em rede IPv6: desafios

Para além do rápido crescimento da Internet, também nas redes móveis se assistiu a um elevado crescimento do número de terminais e da área de cobertura dessas redes. Naturalmente nasceu a ideia de associar essas redes, combinando acesso Internet e mobilidade. Neste cenário deveria ser possível um terminal móvel IP mudar o seu ponto de ligação rádio à rede de uma forma transparente e sem degradar o nível dequalidade da ligação estabelecida. No entanto, congestão, elevadas taxas de erros e grandes variações nas características de tráfego (atraso, variação de atraso, banda disponível) representam um grande desafio neste tipo de redes. Além disso, a qualidade percebida pelos utilizadores tem um carácter fim a fim e depende forte-

mente das tecnologias de acesso utilizadas, sendo diversos os mecanismos para garantir a estabilidade da QoS recebida em cada uma delas. De igual forma, também existem mecanismos nativos em cada uma das tecnologias de acesso para solucionar a questão da mobilidade. Assim sendo, uma análise mais profunda e detalhada das questões da Qualidade e Mobilidade deve ser vertical indo mais além dos mecanismos do nível da rede IP, o que, no entanto, não se fará aqui.

A associação entre Mobilidade e Qualidade em redes IP, sendo o caso do IPv6 uma situação particular da mesma, faz depender a capacidade de movimentação do terminal sobre a rede IP da existência de recursos de rede na nova localização que garantam os níveis de qualidade previamente acordados. Adicionando a possibilidade de ambas as localizações poderem pertencer a domínios administrativos distintos, adiciona um nível adicional de complexidade ao problema, envolvendo questões de autenticação e autorização em cenários de *roaming*. Assim sendo, este tipo de cenários exige a estreita colaboração entre diversas entidades lógicas que garantam a funcionalidade do conjunto de uma forma coerente para o utilizador final.

Um cenário real de aplicação futura do tipo de associação descrito, ocorrerá com a evolução das redes móveis para a utilização generalizada do IPv6, independentemente do serviço, algo que se prevê ocorrerá em futuras releases do UMTS (chamadas de *All-IP*). Também atendendo à actual taxa de crescimento do número de locais públicos disponibilizando acesso LAN sem fios Wi-Fi (802.11) a serviços do tipo Internet, será de prever que também esta tecnologia de acesso adquira importância no acesso aos mais diversos serviços, utilizando o protocolo IP. Neste cenário é de prever o aparecimento de terminais e produtos comerciais que possibilitem o acesso a ambas as tecnologias, tendo sido já realizadas algumas demonstrações [1] que atestam o interesse que este tipo de aplicação está a suscitar. No entanto o suporte de Mobilidade IP neste tipo de cenário apresenta dificuldades acrescidas já que são necessários *handovers* inter-tecnologia. Desta forma o suporte à mobilidade não pode ser conseguido apenas ao nível físico, tendo de envolver o nível de rede (IP). A rápida expansão dos serviços de tempo real (áudio e vídeo) introduz requisitos muito estritos em relação ao desempenho da mobilidade, quer em termos de tempo total consumido, quer em termos de pacotes de informação perdidos.

Recentemente este tipo de cenário têm sido alvo de estudo por parte de grupos de investigadores europeus, de onde se destacam os resultados obtidos no projecto Moby Dick (ver artigo nesta revista), no qual a PT Inovação é membro efectivo. Neste projecto, utilizando o protocolo IPv6 como elemento central, demonstrou-se a capacidade de realizar *handovers* inter-tecnologia, garantindo os níveis de qualidade definidos num ambiente de operador. As tecnologias de acesso utilizadas são o TD-CDMA (nível físico do UMTS), o 802.11b (Wi-FI) e a Ethernet (802.3).

Conclusões

Neste artigo são apresentados diversas evoluções do protocolo IP, de mecanismos e outros protocolos relacionados. Estas evoluções permitem estabelecer a base para o início da utilização de redes de dados como redes integradoras de aplicações e serviços, naquilo a que se chama Redes de Próxima Geração. No entanto, apesar do significativo aumento da capacidade de processamento e transporte das actuais redes IP, aspectos como garantia explícita de qualidade, protocolos de negociação de níveis de serviço dinâmicos, descoberta e adaptação de serviços, distribuição de conteúdos e segurança ainda requerem maiores desenvolvimentos, integrados numa arquitectura de rede que permita o acesso ubíquo independente de hora, localização e terminal. No artigo

Em [12] é proposta uma arquitectura que pretende contribuir para a definição de uma rede com estas características.

Referências

[1] http://www.cellular-news.com/story/7585.shtml

[2] J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, Assured Forwarding PHB Group, Request for Comments: 2597,Junho, 1999.

[3] V. Jacobson, K. Nichols, K. Poduri,An Expedited Forwarding PHB, Request for Comments: 2598,Junho, 1999.

[4] C. Perkins,IP Mobility Support, Request for Comments: 1633, Outubro, 1996.

[5] D. Jonhson, Perkins C., J. Arko, Mobility Support in IPv6,Internet Draft: draft-ietf-mobileip-ipv6-24,30, Junho, 2003.

[6] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, An Architecture for Differentiated Services, Request for Comments: 2475, Dezembro, 1998.

[7] K. Nichols, S. Blake, F. Baker, D. Black, Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers, Request for Comments: 2474, Dezembro, 1998.

[8] R. Braden, D. Clark, S. Shenker, Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview, Request for Comments: 1633, Junho, 1994.

[9] Y. Bernet, P. Ford, R. Yavatkar, F. Baker, L. Zhang, M. Speer, R. Braden, B. Davie, J. Wroclawski, E. Felstaine, A Framework for Integrated Services Operation over Diffserv Networks, Request for Comments: 2998,

[10] J. Wroclawski, The Use of RSVP with IETF Integrated Services,Request for Comments: 2210,Setembro, 1997.

[11] B. Braden, L. Zhang,S. Berson, S. Herzog, S. Jamin,Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification,Request for Comments: 2205,Setembro, 1997.

[12] Victor Marques, Francisco Fontes, Jacinto Vieira, Carlos Parada, "Uma Arquitectura para Integração de Mobilidade e Qualidade em redes IPv6 de operadores".

Francisco M. M. Fontes

Licenciou-se em Engª Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Set/91) e obteve o seu PhD pela Universidade Politécnica de Madrid (Nov/00) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Set/91 iniciou a sua actividade profissional tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga, especialmente nas tecnologias ATM e IP. Actualmente os seus interesses situam-se nas áreas de Qualidade de Serviço em redes de pacotes multi-serviço e na sua evolução para a introdução de IPv6 e para cenários All-IP.

Victor Marques

Licenciatura e Mestrado em Eng.ª Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1994 e 1997 respectivamente. Está em fase de conclusão de um programa de Doutoramento na Universidade de Aveiro, sob o tema "Serviços Multimédia em Redes Heterogéneas". Desde 1994 a 2001 exerceu funções de investigador na Universidade de Aveiro e no Instituto de Telecomunicações. Ingressou na Portugal Telecom Inovação em 2001. Publicou vários artigos em conferências e revistas nacionais e internacionais e tem estado envolvido em projectos de investigação e desenvolvimento no âmbito dos programas e fóruns Europeus (RACE, ACTS, IST e EURESCOM) e da PT Inovação.

Luís Jacinto Vieira

Licenciou-se em Engenharia Electrotécnica, na área de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Coimbra, em 1989, e obteve o grau de Mestre em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, em 2001. Em 1989, começou a trabalhar no Centro de Estudos de Telecomunicações, presentemente PT Inovação. O seu trabalho desenvolveu-se na área do processamento de sinal digital e na concepção e desenvolvimento de software para sistemas de telecomunicações. A partir 1999, tem colaborado em projectos internacionais e em trabalhos de consultoria na área das redes IP, nomeadamente na adopção da nova versão deste protocolo (IPv6) em larga escala e na definição de estratégias de transição. Também, tem participado na concepção e implementação de sistemas de autenticação, autorização e tarifação de tráfego IP. Recentemente, começou a trabalhar na área de Serviços e Redes Móveis.

Carlos Parada

Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Informática em 2000 na Universidade do Minho, em Braga. No ano 2000, começou a trabalhar na Portugal Telecom Inovação. Desde então tem estado envolvido na área de redes IP, essencialmente em tecnologias de rede avançadas tais como Mobilidade IP, QoS, VPN ou MPLS, entre outras, assim como na nova geração de redes IP (IPv6), tendo participado em projectos europeus de I&D no âmbito do EURESCOM e IST, como o DISCMAN, IP-VPN, LONG ou Euro6IX, entre outros.

por **Victor Marques, Francisco Fontes, Jacinto Vieira, Carlos Parada**

Uma Arquitectura para Integração de Mobilidade e Qualidade em Redes IPv6 de Operadores

Mobile IP, QoS, IPv6, QoS Broker, AAA, WLAN, DiffServ.

Neste artigo é descrita uma arquitectura de rede de próxima geração desenvolvida por uma equipa de investigadores, integrando elementos da PT Inovação, que pretende demonstrar um conjunto de soluções técnicas precursoras do que serão as futuras redes heterogéneas onde mobilidade, qualidade de serviço e questões de autenticação serão requisitos fundamentais.

Introdução

O número de terminais móveis com acesso à Internet tem vindo a aumentar nos últimos anos. Existem cada vez mais produtos que oferecem serviços IP baseados na tecnologia GRPS e WLAN (802.11). A crescente portabilidade dos terminais e a frequente deslocação geográfica dos utilizadores fazem com que a mobilidade de terminal seja um requisito fundamental das redes IP. Um terminal móvel IP deve poder mudar o seu ponto de ligação à rede de uma forma transparente sem degradar o nível da qualidade da ligação estabelecida. No entanto, este tipo de rede representa um grande desafio devido aos eventuais problemas de congestão, de elevadas taxas de erros e de variações nas características de tráfego (atraso, variação de atraso ou banda disponível). A qualidade percebida pelos utilizadores tem características extremo-a-extremo e depende fortemente das tecnologias de acesso utilizadas. Neste contexto, a associação entre Mobilidade e Qualidade em redes IP faz depender a capacidade de movimentação do terminal sobre a rede da existência de recursos de rede na nova localização que garantam os níveis de qualidade previamente acordados. Além disso, pode existir um nível adicional de complexidade quando ambas as localizações pertencem a domínios administrativos diferentes. Neste caso, existem questões de autenticação e autorização em cenários de *roaming* que exige a estrita colaboração entre diversas entidades lógicas.

A evolução das redes móveis tende para o uso generalizado do IPv6 independentemente do serviço, e no caso particular do UMTS será mesmo obrigatório em futuras *releases* (All-IP). Por outro lado, a crescente utilização das redes WLAN, nomeadamente em locais públicos, faz com que esta tecnologia de acesso tenha um papel de relevo no acesso aos mais diversos serviços utilizando o IP. O aparecimento de terminais e produtos comerciais que possibilitam o acesso a ambas tecnologias começa a ser uma realidade, tendo sido já realizadas algumas demonstrações [1]. Contudo a implementação da Mobilidade IP neste cenário apresenta dificuldades acrescidas na medida em que são necessários *handovers* inter-tecnologia. Os serviços em tempo real impõe requisitos em relação ao desempenho da mobilidade, nomeadamente o tempo total consumido e os pacotes de informação perdidos.

A Mobilidade IP e a Qualidade de Serviço (QoS) em redes móveis heterogéneas tem sido alvo de estudo por grupos de investigadores europeus, de onde se destacam os resultados obtidos no projecto Moby Dick [2], no qual a PT Inovação é membro efectivo. Neste projecto, utilizando o protocolo IPv6 como elemento central, demonstrou-se a capacidade de realizar *handovers* inter-tecnologia, garantindo os níveis de qualidade definidos num ambiente de operador. As tecnologias de acesso utilizadas são o TD-CDMA (nível físico do UMTS), o 802.11b (Wi-Fi) e a Ethernet (802.3). Nas próximas secções será descrita a proposta de arquitectura de redes de próxima geração resultante do trabalho realizado no âmbito do projecto Moby Dick.

A Arquitectura Moby Dick

A arquitectura de rede Moby Dick é uma arquitectura "true-IP" (no sentido em que é utilizado apenas o protocolo IP ao nível da rede), com suporte de mobilidade, assegurando diferenciação de QoS por utilizador e serviço e com características de gestão suficientemente poderosas para permitir o desenvolvimento e criação de serviços avançados num ambiente de operador (ou seja, suportando também AAAC). Trata-se de uma arquitectura desenvolvida de modo a suportar três tecnologias de acesso distintas (Ethernet, WLAN e TD-CDMA) mas suficientemente flexível para suportar outras tecnologias uma vez que todo o controlo é feito ao nível do IP, abstraindo a tecnologia de suporte.

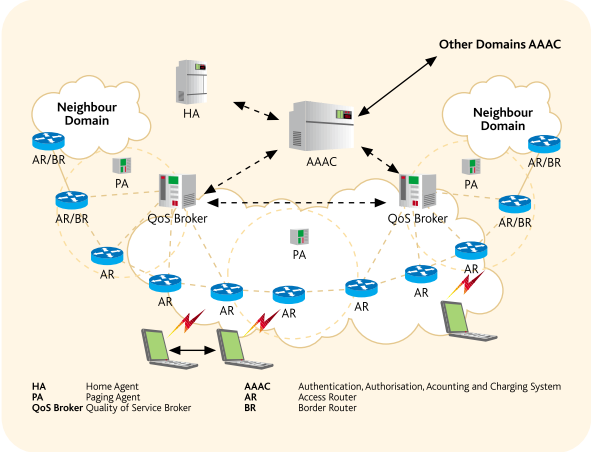


Figura 1 : Arquitectura Moby Dick

Esta arquitectura não derivou das visões tradicionais "All-IP" dos grupos industriais (tais como o 3GPP) uma vez que se situa mais além no futuro, mas é relativamente fácil a evolução dessas aproximações (que ainda se baseiam em protocolos de rede específicos ao nível do acesso rádio) de modo a convergirem na arquitectura aqui apresentada.

Cenário proposto

Os elementos que compõem esta arquitectura são os terminais móveis (os terminais dos utilizadores), os *routers* de acesso ou gateways (os pontos de acesso dos terminais móveis à rede), um sistema de AAAC por cada domínio de operador, um *Home Agent* (de modo a suportar mobilidade – IPv6), um ou mais QoS *Brokers* (por cada domínio de QoS – um domínio administrativo poderá ter vários domínios de QoS) e um ou mais agentes de *paging* por cada domínio.

De modo a permitir uma mobilidade transparente similar àquela que hoje em dia se pode experimentar nas redes de acesso celulares, esta arquitectura de rede baseia-se em IP móvel com *fast handover* (FHO) melhorado com características específicas de QoS e técnicas de transferência de contexto. Esta aproximação baseada em IP tem a vantagem de permitir mobilidade através de células de tecnologias de acesso distintas de uma forma completamente transparente para as aplicações.

A provisão de QoS resulta da aplicação de um modelo misto baseado em DiffServ com controlo de admissão (de serviços) realizado pelos QoS *Brokers* devido à necessidade de obter uma grande escalabilidade e uma carga de sinalização reduzida. Esta aproximação permite o suporte de QoS em redes de larga escala e simultaneamente permite a optimização da utilização dos recursos de acesso (normalmente mais escassos e mais dispendiosos, especialmente no caso de recursos radio). O suporte de funcionalidades de AAAC é baseado na arquitectura de AAA definida no IETF, enriquecida com mecanismos de tarifação de modo a ser aplicável num cenário de utilização comercial. A segurança no acesso é garantida através da utili-

zação de IPSec, devidamente modificado de modo a suportar mobilidade. A informação sensível respeitante a cada utilizador, cuja transferência entre *routers* de acesso é necessária em caso de mobilidade, é também transferida de um modo seguro. Adicionalmente, um novo conceito de *paging* IP foi integrado na arquitectura geral para permitir uma melhor gestão e optimização de sinalização na rede e de consumo de potência nos terminais móveis, cujas exigências de tamanho e consumo são cada vez mais importantes. O conceito de *paging* IP é, no seu modo de funcionamento, em tudo semelhante ao actualmente existente nas redes celulares GSM, sendo no entanto inovador em termos de tecnologia IP.

Suporte de Mobilidade

O suporte de mobilidade é obtido recorrendo ao uso de funções de MIP (Mobile IP) e FHO (Fast HandOver) capazes de permitir mobilidade através de várias redes e providenciar suporte de *paging* ao nível da rede.

Em termos de suporte de *paging* IP, não se pretendeu introduzir conceitos revolucionários, mas somente replicar nas redes de pacotes aquilo que é uma exigência das redes celulares.

Recorrendo à utilização de algumas características do MIP, nomeadamente à possibilidade de um terminal se poder registar no seu *Home Agent* com um endereço alternativo, é possível que um terminal entre num estado "adormecido" e que o agente de *paging* fique encarregue de reter (e enviar mais tarde) eventuais pacotes dirigidos ao terminal, enquanto decorre o processo "despertar". O processo de despertar é executado através do envio (por parte do agente de *paging*) de uma mensagem de broadcast dirigida ao terminal. Este detectará esse pedido e retornará ao estado "activo". Enquanto permanecer "inactivo", o terminal só notificará a rede da sua posição, quando abandonar uma área de *paging* e entrar noutra (uma vez que nessa área haverá um agente distinto).

Em termos de mobilidade é essencial que os *handovers* sejam executados o mais rápido possível, dado o tipo de serviços que se pretende suportar, isto é, interactivos e de tempo real.

O MIPv6 é usado como base para a gestão de mobilidade nesta rede. No entanto, a norma foi definida com vista a uma aplicação de gestão global de mobilidade em tudo semelhante ao *roaming* das actuais redes celulares, sem requisitos de suporte de mobilidade transparente e de serviços em tempo real. Para atingir estes objectivos é necessário adicionar algumas funcionalidades extra que permitem a transparência na mobilidade de modo a tornar imperceptível ao utilizador a mudança de rede de acesso.

Podemos dividir um *handover* em dois tipos distintos: *handover* de baixo nível (que poderá impor constrangimentos rígidos dependendo da tecnologia) e *handovers* de alto nível ou *handovers* IP. A técnica de FHO utilizada nesta arquitectura é independente da tecnologia de nível 2 (TD-CDMA, *wireless* LAN e Ethernet) e aplica o conceito de *make-before-brake* que consiste em preparar o *handover* de nível 3 através da ligação de nível 2 actual, antes da mudança de célula propriamente dita ser realizada. Desta forma garante-se que os recursos necessários estão já preparados naquela que será a nova célula e o atraso de *handover* será única e exclusivamente dependente da tecnologia de nível 2, ou seja, o *handover* de nível 3 e superiores não irá introduzir atrasos adicionais pois é preparado antes de a ligação com a célula antiga ser perdida. Assim, o atraso de *handover* é reduzido ao mínimo necessário para uma eventual reconfiguração ou mudança de interface de acesso. Durante a fase de preparação, o *router* de acesso actual é mantido informado acerca do *handover* pretendido pelo terminal e durante esta fase todos os pacotes dirigidos ao terminal são transmitidos também àquele que será o novo *router* de acesso (*bicasting*), de modo a que na altura da mudança efectiva as perdas de pacotes dirigidos ao terminal sejam mínimas ou mesmo inexistentes.

Suporte de Qualidade de Serviço

Para se obter o desejado suporte de QoS foi desenvolvida uma utilização inovadora de QoS *Brokers* (vulgarmente conhecidos por *Bandwidth* Brokers) fazendo controlo de admissão de serviços por utilizador, incorporando uma aproximação tradicional de DiffServ, com o núcleo correctamente dimensionado e configurado, de modo a gerir os recursos disponíveis de uma forma eficiente, mesmo em cenários com mobilidade.

Esta arquitectura baseia-se no princípio de que os serviços serão disponibilizados de acordo com um contrato prévio entre o cliente e o fornecedor. Os QoS *Brokers* estão encarregues de gerir e atribuir recursos, por utilizador e por serviço, na rede de acesso. O fundamento básico no suporte de QoS extremo-a-extremo baseia-se no facto de que a negociação de QoS será feita ao nível da aplicação. A negociação de QoS poderá ser feita, por exemplo, recorrendo a SIP. Se o utilizador não está autorizado a usar um serviço de rede específico (porque o seu SLA não o permite ou o seu crédito acabou, na situação de se tratar de um pré-pago) ou se a rede não tem recursos disponíveis nesse instante, o utilizador receberá informação e poderá actuar em concordância.

Em termos de QoS, o contrato estabelecido entre o utilizador e o fornecedor de serviço baseia-se nos seguintes pressupostos:

- Existe um perfil de QoS IP, que é um subconjunto do SLA, armazenado no sistema de AAAC.
- Não são suportadas características de QoS relativas a atrasos, pelo menos de uma forma estrita, uma vez que ainda não existe este suporte em redes IP.
- Não existe garantia determinística de parâmetros de QoS na rede. O fornecedor de serviço dimensionará e configurará a rede de modo apropriado, uma vez que este modelo não suporta reserva de recursos através de um caminho específico. Desta forma, os serviços são sinalizados através da utilização de um DSCP distinto por serviço, ou seja, a cada DSCP corresponde uma classe de serviço.
- O terminal pedirá diferentes serviços utilizando DSCPs diferentes para cada um – trata-se de sinalização implícita. Como alternativa, o fornecedor de serviço poderá fazer a marcação pelo utilizador, baseado, por exemplo, no tipo de aplicação (porto a ser utilizado, por exemplo).
- De modo a usufruir de um serviço, o terminal marcará os pacotes de acordo com o serviço pretendido e o primeiro elemento da rede do operador implementará políticas baseadas no SLS do utilizador.

Antes de um utilizador poder usufruir dos recursos de rede, ele deverá passar por um processo de autenticação (só utilizadores com contrato válido estão autorizados a permanecer na rede) e para cada serviço pretendido deverá ainda passar por um outro processo, o de autorização de serviço. Nesta fase é feito o

controlo de admissão de serviço que se baseia não só no perfil do utilizador, mas também num outro conjunto de factores dependentes do estado actual da rede. Se todos os requisitos forem cumpridos, isto é, se o utilizador tem um perfil válido para o tipo de serviço pretendido e se existem recursos suficientes na rede, o QoS Broker atribuirá os recursos correspondentes ao serviço em causa o que permitirá ao utilizador usufruir do serviço pretendido. Após este processo concluído, os recursos serão mantidos pela infra-estrutura de gestão enquanto o utilizador se move entre diversas redes de acesso – uma evolução futura, já em preparação, será permitir este movimento transparente, mesmo entre diferentes domínios administrativos.

Esta arquitectura de QoS não suporta a noção de QoS extremo-a-extremo por fluxo, semelhante à noção de IntServ, principalmente devido aos problemas de escalabilidade que daí podem resultar. Contudo, com uma configuração e gestão de recursos adequadas, esta arquitectura poderá resultar numa aproximação extremo-a-extremo suficientemente genérica para garantir os níveis de QoS necessários. Em termos de parâmetros de serviço, esta arquitectura será apenas limitada pelos constrangimentos associados à tecnologia de transporte (IP); portanto, características rígidas de parâmetros de tempo (atraso e variação de atraso) não são ainda suportados.

Esta arquitectura suporta a existência de vários domínios de QoS por cada domínio administrativo. Cada um dos domínios de QoS é administrado por um QoS Broker. Um QoS Broker é conceptualmente uma única entidade, mas que no entanto poderá ser constituído por várias unidades distintas actuando como uma só, gerindo e controlando os recursos associados ao seu domínio de QoS.

A gestão e controlo de recursos será feita de acordo com o modelo DiffServ, com diferentes PHBs (por Hop Behaviours), suportados através de provisão e controlo de acesso convenientes. Os diferentes conceitos do DiffServ foram usados para definir as diferentes classes de serviço disponíveis e todos os pacotes de serviços oferecidos aos utilizadores são baseados em combinações destas classes de serviço.

Existe um SLS definido estaticamente para cada classe de serviço entre os diferentes domínios de QoS.

Cada utilizador tem um perfil associado onde está guardada a informação relativa a esse utilizador, incluindo o SLA e informação de AAAC. Do ponto de vista da rede, apenas uma pequena fracção dessa informação é relevante, nomeadamente os serviços subscritos pelo utilizador e sua parametrização em termos de QoS. A essa fracção da informação chamamos *Network View of the User Profile* (NVUP). Na altura da autenticação, o NVUP é enviado pelo sistema de AAAC para o QoS Broker responsável pelo domínio de QoS onde o terminal se encontra no momento. Se o utilizador estiver num domínio que não o do fornecedor de serviço com que tem contrato, isto é, se o utilizador estiver em *roaming*, o sistema de AAAC externo onde o utilizador está, fará um pedido directamente ao sistema de AAAC do domínio de origem para que a informação relativa àquele utilizador lhe seja fornecida. Após a recepção dessa informação, tudo funciona como se o utilizador estivesse no seu domínio local.

A reserva de recursos nesta arquitectura de QoS é feita de acordo com o serviço e este é sinalizado pelo DSCP. Um determinado DSCP poderá sinalizar um serviço unidireccional ou bidireccional que poderá também ser simétrico ou assimétrico.

Poderia haver, contudo, uma limitação óbvia nesta arquitectura: a quantidade de DSCP está limitada pelo campo de 8 bits a ele destinado no pacote IPv6. Desta forma, o número de serviços distintos que poderiam ser disponibilizados seria também limitado e com relativamente pouca granularidade o que poderia levar a argumentar que não seria uma arquitectura suficientemente flexível para ser adoptada como modelo futuro. No entanto esta limitação é facilmente ultrapassada de duas formas distintas. Os pacotes IPv6 têm um campo chamado de *flow label* cuja aplicação não está ainda claramente definida, tendo sido prevista para questões de QoS. Utilizando este campo como campo adicional para identificação de serviços, podem definir-se muitos milhares de serviços distintos. Adicionalmente, e para que a granularidade seja máxima, existe um DSCP específico, cujo objectivo é despoletar uma reserva de recursos a pedido. O processo de obtenção de recursos utilizando este DSCP será mais demorado e dada a flexibilidade disponibilizada, este será um serviço mais dispendioso que apenas alguns utilizadores estarão dispostos a subscrever.

Gestão e controlo de QoS: QoS *Brokers*

O QoS Broker é a entidade chave em toda a gestão e controlo de recursos nesta arquitectura de QoS. Esta entidade é a responsável pela atribuição e libertação de recursos a cada um dos utilizadores/serviços. A libertação de recursos é feita após uma expiração do tempo de não utilização do serviço pelo utilizador ou poderá também ser feita de forma explicita pelo utilizador. O utilizador terá que ser autenticado para aceder à rede antes que o QoS Broker possa dar permissões de acesso aos recursos. Neste sentido, a primeira entidade com que o utilizador dialoga é o sistema de AAAC. Após uma correcta autenticação, o QoS Broker receberá do sistema de AAAC a NVUP relativa ao utilizador em causa.

O QoS Broker tem informação acerca de todas as ligações e todos os elementos de rede do seu domínio de competência. Este domínio é lhe conferido de acordo com as políticas de administração da rede. É ainda responsabilidade do QoS Broker a distribuição dos recursos pelas diferentes classes de serviço. O QoS Broker faz a gestão de recursos baseado na informação de alocação e libertação de recursos, assim como de informação recolhida da rede em tempo real. Desta forma, o QoS Broker mantém uma base de dados com informação do estado da rede e das reservas efectuadas. Um novo utilizador/serviço será admitido baseado no seu perfil e no estado real da rede, em especial nos recursos existentes da classe de serviço que está a ser requisitada.

O tipo de SLA que cada utilizador possui pode também ser um factor determinante para decidir se esse utilizador pode ou não entrar numa célula que, em princípio, não tem recursos suficientes para acolher os seus serviços activos. Isto é, um utilizador com uma prioridade mais elevada pode forçar o QoS Broker a degradar (ou em casos extremos rejeitar) os serviços de outros utilizadores com menos prioridade que já estejam nessa célula. Este tipo de controlo e gestão detalhada é possível apenas devido à natureza de gestão centralizada imposta pelo QoS Broker. De notar que os QoS *Brokers* podem também fazer a administração dos recursos, por agregado, no core das redes. Desta forma, e havendo uma coordenação centralizada num ambiente com vários QoS *Brokers* distribuídos (cada um gerindo um pequena parte da rede), é possível, dentro de cada domínio administrativo, garantir a QoS de cada fluxo.

Interacções com Mobilidade IP

QoS em ambientes móveis é um aspecto crítico endereçado nesta arquitectura. Para lidar com esta problemática e minimizar os problemas, foram utilizadas técnicas inovadoras envolvendo *Fast Handovers* e transferência de contexto.

O QoS Broker é também a entidade que, do ponto de vista da QoS, é responsável por manter informação sobre a localização do terminal e assegurar a existência de recursos nas células para onde ele se move. Isto é conseguido recorrendo a técnicas de mudança de contexto rápidas, no instante em que o terminal manifesta a intenção de mudar de célula.

Esta arquitectura não está, neste momento, preparada para permitir a renegociação de parâmetros de QoS durante uma sessão, mas é uma funcionalidade que será facilmente introduzida, dada a flexibilidade da arquitectura. É aliás, um tópico de investigação futura que está já a ser trabalhado. Esta funcionalidade terá aplicação, por exemplo, durante um *handover* em que se verifique não existirem recursos para suportar todos os serviços activos. Nessa situação uma de três coisas poderá acontecer: (i) o utilizador é informado do facto e decide terminar o *handover* e tentar outra célula, (ii) a sessão é terminada ou (iii) a prioridade do utilizador é superior à de alguns dos utilizadores já presentes na célula, e estes vêem o seu serviço degradado para acolher o novo terminal.

Adicionalmente, quando existem várias células para onde o terminal se pode mover, o custo dos recursos das diferentes tecnologias poderá ser um factor de decisão, isto é, caso o terminal se possa mover quer para uma célula de TD-CDMA ou para uma célula de *Wireless* LAN, em princípio os recursos da célula de *Wireless* LAN são menos dispendiosos e o terminal fará o *handover* para essa célula. Ou seja, o terminal poderá iniciar um *handover* quer por degradação da ligação existente, quer por motivos económicos, pelo que, a célula destino poderá ser escolhida dependendo da disponibilidade de recursos e do custo associado.

Do ponto de vista do operador, a célula de menor custo para o utilizador é também a que apresenta menos custos para o operador e onde a rentabilidade é maior. Assim, também para o operador há interesse em manter os utilizadores em células mais "baratas".

Interacções com o sistema de AAAC

O sistema de gestão e controlo de QoS (QoS Broker) e o sistema de AAAC estão intimamente ligados e mantêm bastantes interacções. O sistema de AAAC armazena a informação acerca do SLA do utilizador e é o responsável pelo envio da informação de QoS relevante, a NVUP, para o sistema de QoS para que este possa agir em concordância com ela e fornecer recursos ao utilizador de acordo com o que o utilizador paga.

O sistema de AAAC não tem a noção do que é QoS nem do que são serviços IP. Estas funções são exclusivas do sistema de QoS.

Em termos de topologia de rede, a primeira entidade que é contactada pelo terminal móvel é sempre o *router* de acesso que realizará funções específicas relacionadas com o sistema de AAAC, como sendo a autenticação, e funções específicas de QoS, como sendo a autorização de serviço e alocação de recursos, através do QoS Broker.

Do ponto de vista do sistema de AAAC, a informação relativa a QoS que ele armazena, é tratada exactamente da mesma forma que toda a outra informação.

Suporte de AAAC

A arquitectura do sistema de AAAC é baseada na arquitectura de AAA do IETF, enriquecida com auditoria, medição e taxação, e optimizada para um ambiente IPv6. O facto desta arquitectura pretender ser utilizada num ambiente heterogéneo de mobilidade com provisão de QoS, foi considerado no seu desenvolvimento de modo a ter características que permitam novas funcionalidades assim como uma optimização do desempenho de todo o sistema.

A função de auditoria permite ainda a existência de novas funcionalidades do sistema de AAAC, nomeadamente por permitir a avaliação de amostras de registos de AAAC gerados pelo próprio sistema de AAAC e por outras entidades. Neste contexto, um repositório de políticas (policies) foi considerado como podendo ser parte integrante de um sistema de AAAC *policy-based*.

O sistema de AAAC suporta múltiplas interfaces. Um atendedor de AAAC lida com a interface para o terminal móvel: toda a comunicação é feita usando o URP (*User Registration Protocol*). Um módulo ASM (*Application Specific Module*) é utilizado para as comunicações com o QoS Broker. A vantagem de desenvolver um ASM consiste na flexibilidade adicional que se ganha: uma grande variedade de equipamento de serviço poder ser coberta facilmente com um método uniforme do ponto de vista do sistema de AAAC. A comunicação entre o sistema de AAAC e o módulo ASM é realizada recorrendo ao protocolo DIAMETER de AAAC. A comunicação entre o módulo ASM e o equipamento de serviço pode ser feita por protocolos específicos do equipamento em causa (neste caso concreto por COPS ou URP).

Nesta arquitectura há uma clara distinção entre os serviços oferecidos ao utilizador/cliente, tais como os serviços de rede com QoS, e os serviços necessários para a operação do sistema de AAAC, tais como a taxação. Assim, os primeiros são geralmente acedidos e fornecidos através do ASM e extensões do protocolo de AAAC, enquanto que os últimos requerem uma comunicação directa com o sistema de AAAC, utilizando ligações dedicadas se tal for necessário.

Os vários sistemas de AAAC comunicam entre si utilizando como base o protocolo DIAMETER, devidamente enriquecido com extensões adequadas.

Medição

Dentro do grupo *Real-Time Flow Measurement* (RTFM) de IETF, foi criado um subgrupo de trabalho dedicado à medição. Uma ferramenta de medição disponível de uso público, o NeTraMet é vulgarmente utilizada para monitorização e medição de rede. O principal componente desta implementação de referência é o medidor de tráfego (agente NetTraMet) que captura informação a partir dos cabeçalhos dos pacotes IP, segundo filtros e regras previamente configurados, e associa esta informação aos diferentes fluxos IP. A definição dos fluxos IP é bastante flexível e é feita de acordo com as necessidades do administrador da rede. No caso da arquitectura IPv6 apresentada, o medidor (melhorado de modo a suportar IPv6) é configurado de acordo com a descrição dos serviços subscritos pelos utilizadores e comunicados ao QoS Broker que assim obtém informação permanente sobre o nível de utilização da rede.

Um leitor/gestor de medição comunica com o medidor de tráfego utilizando SNMP. Nesta arquitectura, o leitor de medição armazena numa base de dados de medição *standard*

toda a informação recolhida. Através de uma interface específica, esta informação é disponibilizada ao cliente de AAAC localizado no *router* de acesso. Este, por seu turno, reenvia esta informação para a parte do sistema dedicada à taxação. Esta informação é também enviada ao QoS Broker que a usa para determinar o estado da rede.

Cenários chave de integração de Mobilidade, QoS e AAAC

Para efeitos de validação desta arquitectura, existem três fases de operação e controlo que podem ser facilmente identificáveis e justificáveis como sendo as mais importantes:

- registo – nesta arquitectura, um utilizador, por via do seu terminal móvel, apenas poderá usufruir dos recursos de rede após uma identificação correcta e válida, à semelhança das redes celulares;
- autorização – o utilizador tem de estar autorizado antes de poder usar um serviço com determinadas características de rede que conste do seu perfil (serviços que não estejam incluídos não podem ser utilizados)
- *handover* – o utilizador necessita que os recursos que lhe estão atribuidos num *router* de acesso lhe sejam transferidos para o *router* de acesso para onde ele se irá mover.

Registo

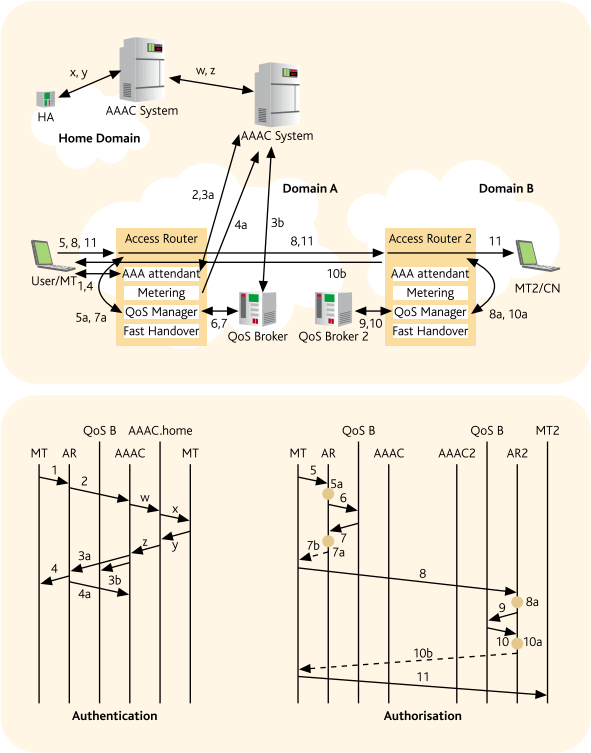


Figura 2: Registo e Autorização

A fase de registo, apresentada na Figura 2, é iniciada após o terminal móvel obter um CoA através de auto-configuração statless. No entanto, a obtenção de um endereço não é só por si o suficiente para permitir ao utilizador o acesso aos recursos de rede. Nesta fase, antes de o utilizador se autenticar, apenas poderá utilizar o seu terminal para a realização de chamadas de emergência (o equivalente a uma chamada para o número 112). Para aceder a qualquer outro serviço de rede, o utilizador terá de apresentar uma autenticação válida junto do *router* de acesso que, mais uma vez é em tudo idêntico ao processo realizado nas actuais redes celulares.

Autorização / Início de sessão

O processo de autorização, também apresentado na Figura 2, é desencadeado pelo terminal móvel, enviando um pacote marcado com o DSCP referente ao serviço pretendido (por exemplo, um serviço de voz, prioritário, a 64kbps). Este pacote poderá ser um pacote já com informação que o terminal pretende transmitir, ou em alternativa, poderá também ser um pacote destinado apenas a fazer a activação do serviço e isto poderá ser configurado no terminal. O *router* de acesso intercepta este pacote e compara-o com a lista de serviços que o terminal em causa já tem activos. Caso se trate de um serviço previamente autorizado, o pacote é encaminhado sem demoras. Caso seja um novo serviço a que o utilizador pretenda ter acesso, o *router* de acesso, irá consultar o QoS Broker sobre como proceder com todos os pacotes semelhantes. Para tal, o agente de QoS no *router* de acesso, envia um pedido COPS ao QoS Broker. O QoS Broker analisa o pedido e de acordo com o perfil do utilizador e com os recursos disponíveis, nega ou autoriza o serviço. Caso a sessão seja autorizada, o gestor de QoS no *router* de acesso configura uma política de acordo com o serviço em causa e todos os pacotes subsequentes, dentro do perfil do serviço, poderão passar para o core da rede, isto é, são autorizados. Na rede de destino dos pacotes, o QoS Broker responsável por ela, configura também o *router* de acesso para que os pacotes sejam correctamente entregues ao destinatário.

Handover com suporte de QoS

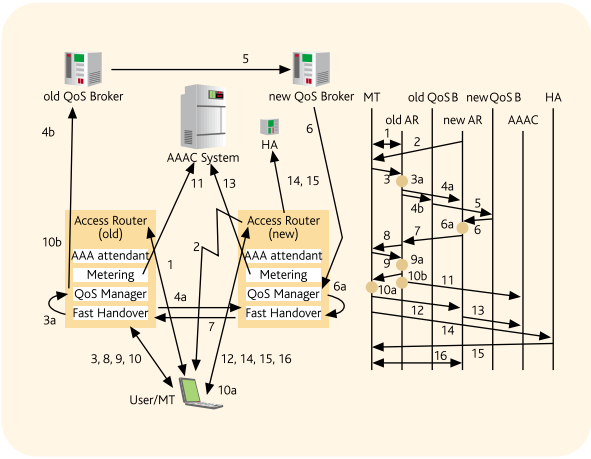


Figura 3: *Handover* com Qualidade de Serviço

Uma das situações mais difíceis de lidar em redes IP com mobilidade é assegurar um nível constante de QoS. Nesta arquitectura, a mobilidade é suportada através do uso de técnicas de *Fast Handover* em combinação com a troca de mensagens entre os QoS *Brokers* durante o *handover*, conforme o mostrado na Figura 3. Quando o terminal móvel, durante o seu movimento, começa a perder sinal de ligação para o *router* de acesso onde está ligado (*router* "antigo"), inicia o procedimento de *handover* para um outro *router* (*router* "novo") do qual recebe um sinal de beacon contendo o prefixo de rede do *router* "novo". Utilizando o prefixo de rede recebido, o terminal constrói um CoA e inicia o procedimento de *handover*, enviando um pedido de *handover* IP para o *router* "novo", utilizando a ligação existente, através do *router* "antigo". Haverá uma troca

de mensagens entre o *router* actual, o *router* "novo" e os QoS *Brokers* responsáveis por ambos os *routers* de modo a que os recursos que o terminal está a usar no *router* actual sejam disponibilizados de antemão no *router* "novo". Só após este processo concluído, negociado pela ligação existente, é que se dará o *handover* para a nova célula. Garante-se assim a tão desejada QoS.

Validação da arquitectura e protocolos

Esta arquitectura e todos os seus elementos constituintes foram desenvolvidos e sujeitos a vários testes de validação e conformidade. A implementação real desta arquitectura foi realizada baseada em implementações para Linux dos diversos componentes, tendo sido desenvolvido hardware específico para o suporte de TD-CDMA. Há parâmetros de desempenho bastante importantes que determinam de forma explícita a percepção dos utilizadores: o atraso de registo, tempo de autorização de serviço e, o mais importante de todos, o atraso de *handover*. Este último parâmetro terá que ser bastante reduzido de modo a que a mobilidade seja transparente para o utilizador. Foram feitas algumas medidas de desempenho e facilmente de conclui que apesar da natureza experimental dos elementos desenvolvidos, os resultados obtidos são suficientemente bons para permitir o uso desta arquitectura para o suporte de serviços multimédia em redes de próxima geração

A tabela seguinte apresenta os resultados experimentais mais relevantes:

	Registo	Autorização	Handover
Atraso	10 milisegundos	7 milisegundos	55 milisegundos

Conclusões

Em cenários como o aqui descrito, os mecanismos de Mobilidade IP limitam-se a garantir a atribuição de um endereço IP ao terminal móvel em cada um dos domínios administrativos utilizados por este e a garantir conectividade de e para o nó móvel relativamente a outros terminais na Internet.

A ênfase coloca-se nos aspectos de QoS e AAAC, essenciais para a provisão do serviço e garantia de SLA estabelecidos.

Tendo sido desenvolvida com sucesso uma arquitectura, aqui descrita, que demostra como estes distintos aspectos se podem integrar e complementar, um longo caminho ainda existe a percorrer até podermos ter uma aplicação comercial. No entanto, o caminho é claro e os resultados obtidos, sob plataformas experimentais e não optimizadas permitiram concluir que o objectivo pode ser atingido.

Apesar do significativo aumento da capacidade de processamento e transporte das actuais redes IP, aspectos como garantia explícita de qualidade, protocolos de negociação de níveis de serviço dinâmicos, descoberta e adaptação de serviços, distribuição de conteúdos e segurança ainda requerem maiores desenvolvimentos.

No entanto, é indiscutível a importância crescente do protocolo IP e em particular para o IPv6 que, contribui significativamente na disponibilidade, eficiência e funcionalidade das modernas redes IP, integradoras de redes e serviços.

Referências

[1] http://www.cellular-news.com/story/7585.shtml
[2] http://www.ist-mobydick.org

Victor Marques

Obteve a Licenciatura e Mestrado em Eng.ª Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1994 e 1997 respectivamente. Está em fase de conclusão de um programa de Doutoramento na Universidade de Aveiro, sob o tema "Serviços Multimédia em Redes Heterogéneas". Desde 1994 a 2001 exerceu funções de investigador na Universidade de Aveiro e no Instituto de Telecomunicações. Ingressou na Portugal Telecom Inovação em 2001. Publicou vários artigos em conferências e revistas nacionais e internacionais e tem estado envolvido em projectos de investigação e desenvolvimento no âmbito dos programas e fóruns Europeus (RACE, ACTS, IST e EURESCOM) e da PT Inovação.

Francisco M. M. Fontes

Licenciou-se em Engª Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Set/91) e obteve o seu PhD pela Universidade Politécnica de Madrid (Nov/00) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Set/91 iniciou a sua actividade profissional tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga, especialmente nas tecnologias ATM e IP. Actualmente os seus interesses situam-se nas áreas de Qualidade de Serviço em redes de pacotes multi-serviço e na sua evolução para a introdução de IPv6 e para cenários All-IP.

Luís Jacinto Vieira

Licenciou-se em Engenharia Electrotécnica, na área de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Coimbra, em 1989, e obteve o grau de Mestre em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, em 2001. Em 1989, começou a trabalhar no Centro de Estudo de Telecomunicações, presentemente, a PT Inovação. O seu trabalho desenvolveu-se na área do processamento de sinal digital e na concepção e desenvolvimento de software para sistemas de telecomunicações. A partir 1999, tem colaborado em projectos internacionais e em trabalhos de consultoria na área das redes IP, nomeadamente, na adopção da nova versão deste protocolo (IPv6) em larga escala e na definição de estratégias de transição. Também, tem participado na concepção e implementação de sistemas de autenticação, autorização e tarifação de tráfego IP. Recentemente, começou a trabalhar no departamento de Serviços e Redes Móveis.

Carlos Parada

Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Informática em 2000 na Universidade do Minho, em Braga. No ano 2000, começou a trabalhar na Portugal Telecom Inovação, Desde então tem estado envolvido na área de redes IP, essencialmente em tecnologias de rede avançadas tais como, a Mobilidade IP, QoS, VPNs ou MPLS, entre outras, assim na nova geração de redes IP (IPv6), tendo participado em projectos europeus de I&D no âmbito do EURESCOM e IST, como o DISCMAN, IP-VPN, LONG, ou Euro6IX, entre outros.

por **Hélder Alves**

Qualidade de Serviço em Redes Móveis vs Aplicação ArQos

Qualidade de Serviços, ArQoS.

Para um operador de rede móvel é fundamental aferir o nível de desempenho da sua rede, através do conhecimento de um conjunto de indicadores da qualidade de serviço (QoS) correlacionáveis com cada um dos serviços disponibilizados pelo mesmo. Como principal objectivo, deverá este ter em mente um conjunto de processos que permitam:
Efectuar manutenção preventiva, que conduza a uma antecipação no processo de prevenção de situações potencialmente originadoras de reclamações, má imagem e/ ou de fuga de clientes para a concorrência. Salvaguardar o cumprimento dos objectivos de SLA que estiveram na base da concessão da(s) licença(s) de operação por parte do Estado, aqui personalizado pela entidade reguladora competente.
Ensaiar qual o impacte inerente à disponibilização de novos serviços para os respectivos clientes, bem como no seguimento de alterações sobre os actuais cenários, por exemplo, na sequência de alterações nas componentes de software e/ ou hardware que constituem o core da rede do operador.
Neste contexto, a QoS poderá ser analisada quer nas interfaces de acesso por rádio (telemóvel – BTS); quer no core de interligação (BTS – extremo da interface com a rede destino/ acesso ao destino); quer End-to-end. Sendo fundamental salvaguardar a QoS aos diversos níveis, pois só assim se terá uma garantia de qualidade global, existirá certamente muito interesse em aferir os parâmetros de QoS numa situação similar à que é realmente perceptível pelos Clientes no momento em que fazem uso dos serviços disponíveis, nomeadamente a QoS medida extremo-a-extremo. Além de tudo, esta metodologia permite a avaliação do nível de desempenho em situações de interoperabilidade com outros operadores de rede, nomeadamente através da colocação de sondas de prova nos extremos das ligações em causa. Por cada tecnologia usada em redes móveis (1G, 2G e 2,5G), apresentam-se ainda dois diferentes contextos para aferição da QoS: Parâmetros e Serviços, em função do tipo de chamada em análise (Voz, Dados ou IP). São exemplos para as chamadas de voz o tempo de estabelecimento, ruído de fundo e distorção total, a nível dos parâmetros de voz, e reencaminhamentos, CW e 3PTY, a nível dos serviços de voz.
Dentro deste contexto, e suportado já sobre algum background nesta área, comprovado pelos sistemas SCP-RDIS/ SCP-Analógico, a PT Inovação identificou e decidiu aproveitar uma curta janela de oportunidade para criar um sistema de recolha e análise de indicadores da QoS em redes móveis (end-to-end), capaz de produzir relatórios de QoS, delineado de forma modular e flexível, compatível com futuras evoluções à medida do crescente tecnológico, bem como de novos serviços emergentes.

Métricas de QoS em redes móveis

No serviço de voz, a análise da QoS end-to-end deverá ter em conta que uma qualquer ligação entre dois terminais móveis, será provavelmente suportada sobre diferentes topologias de interligação, onde se podem juntar processos de comutação de circuitos com processos de comutação de pacotes, cada qual com características muito peculiares. Desta forma, os processos tradicionais para aferição da qualidade do serviço em voz sobre circuitos comutados (ver recomendação ITU-T – G.712, aplicável à ISDN/ PSTN, onde se fixam limiares para o ruído de fundo, medidas de nível, distorção total, etc.) devem ser aqui estendidos para metodologias mais abrangentes, em que a partir de métricas similares se parte para um processo correlacional entre as mesmas, obtendo-se valores de "percepção subjectiva" numa escala MOS (Mean Opinion Score), calculados de acordo com a norma ETR250 do ETSI. No contexto actual, esta metodologia especifica um dos possíveis processos para análise do serviço de voz sobre os diferentes tipos de rede, sendo na mesma aplicável às redes tradicionais (ISDN/ PSTN), onde os valores aí verificados servem normalmente como referência para o topo desta escala. A figura que se segue ilustra este processo:

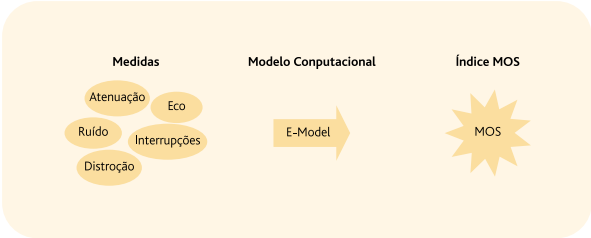


Fig. 1 – Cálculo do Índice MOS (fonte: ANACOM)

A partir deste modelo correlacional, vão obter-se valores que devem ser classificados segundo a escala MOS, podendo estas 5 classes de qualidade ser usadas como limiares objectivo.

MOS	Qualidade
5	Excelente
4	Boa
3	Aceitável
2	Pobre
1	Má

Fig. 2 – Escala MOS

Ao nível do IP, existem abordagens similares quanto à mesma temática, onde a partir de métricas base (packet delay, jitter, loss, bandwidth, etc.) se partem para metodologias correlacionais para, em função do tipo de serviço, se definirem limiares apropriados para cada uma das classes de serviço em causa:

Real Time	Interactive
	Non-interactive
Non Real Time	Interactive
	Non-interactive

Fig. 3 – Classes de serviço

Á semelhança do serviço de voz, também se podem usar critérios MOS para classificação do nível da QoS nas redes IP. Contudo, e apesar das virtudes deste tipo de análise correlacional, poderá ser sempre útil ter acesso aos valores parcelares inerentes a cada uma das métricas constituintes.

Nível dos serviços disponibilizados

Para além das métricas referidas no ponto anterior, a avaliação funcional dos serviços disponibilizados pelo operador, aqui referida como nível dos serviços, constitui-se também como uma componente crucial no processo de aferição do nível de satisfação dos Clientes, cumprimento de SLA, estado da rede após operações de upgrade e serviços de manutenção, dado que providencia indicadores directos sobre a forma como um Cliente anónimo poderá experimentar cada um dos serviços em causa. São exemplos:

- Disponibilidade da rede (sinal rádio/ congestionamento)
- Tempo de estabelecimento das ligações, incluindo o tempo de autenticação, no caso do IP
- Taxa de sucesso no estabelecimento das ligações
- Taxa das ligações não concluídas de forma normal
- Reencaminhamentos (CFU, CFB, CFNR) – programação e testes de aferição funcional
- Conferência (3PTY) – programação e testes de aferição funcional
- Chamada em espera (CW) – atendimento e testes de aferição funcional
- Serviço de Voice Mail – Consulta do serviço, navegação pelos menus, testes de aferição funcional (implica envio de sinalização DTMF e reconhecimento de padrões de voz)
- Consulta de saldos de pré-pagos (implica envio de sinalização DTMF e reconhecimento de padrões de voz)
- SMS (tempo de envio e taxa de sucesso/ disponibilidade da rede)
- Envio de FAX
- Tempo de acesso WAP
- Tempo de acesso http
- Tempo de upload/ download em ftp
- outros..

Contrariamente ao ponto 1, onde a norma ETR250 do ETSI prevê um enquadramento para as métricas obtidas, aqui os critérios de avaliação de sucesso ou insucesso poderão ser balizados por entidades reguladoras ou eventuais SLA, ficando os restantes indicadores de nível de serviço ao critério do operador de rede.

Testes automáticos e o sistema ArQoS

A abordagem referida nos pontos anteriores tem certamente muito interesse para o negócio dos operadores de redes móveis, mas não traz só por si grande valor acrescentado, caso não esteja associada a um conjunto de processos automáticos destinados à recolha e análise dos indicadores da QoS em causa. Para além de possibilitar a implementação de um conjunto de testes à medida das necessidades e especificidade de cada operador, deverá também permitir a configuração de limiares para notificação automática de alarmes ou alertas, nas situações em que tal seja considerado relevante, bem como ter a possibilidade de gerar relatórios de desempenho em vários formatos.

A solução ArQoS surge precisamente como um sistema adequado a este tipo de funcionalidades automáticas, para medição do desempenho em redes móveis, construída sobre uma arquitectura de nova geração , que permite aferir a performance das redes através da recolha e análise de um conjunto de indicadores da QoS, mapeados em parâmetros objectivos quer da rede, quer dos serviços.

Suporta tecnologias rádio de primeira geração (analógica), de segunda geração (digital) e das tecnologias intermédias a caminho dos sistemas de terceira geração, vulgarmente designadas por 2,5G (digital com transmissão em modo pacote), suportando ainda, quando disponíveis, módulos de 3ª geração (UMTS). Adicionalmente, dispõe ainda de conectores internos para colocação de expansor PSTN, permitindo neste caso a realização de testes de interoperabilidade móvel-fixo (rede analógica)

Por outro lado, dispõe de um sistema GPS auxiliar, capaz de fornecer informação quanto às posições de medida, bem como à data/ hora UTC. Por exemplo, nas medidas de atraso entre 2 pontos, é fundamental existir uma referência bastante precisa entre os mesmos, por forma a que os resultados tenham a precisão desejada.

O sistema efectua deste modo medidas de qualidade sobre o serviço de voz e sobre o serviço de dados, em modo circuito ou em modo pacote, fornecendo indicadores de desempenho tanto ao nível da rede como do serviço.

Após um período de utilização regular desta ferramenta, é possível ter um diagnóstico da rede, identificar pontos de estrangulamento, assim como planear a melhor estratégia de crescimento.

No âmbito tecnológico, o ArQoS é actualmente compatível com as tecnologias AMPS, CDMA-ONE, CDMA2000-1xRTT, TDMA, GSM, GPRS e PSTN, permitindo testes de interoperabilidade entre as mesmas. No entanto, a arquitectura de hardware aqui desenvolvida dispõe já de mecanismos auxiliares que tornam opcionalmente disponíveis um vasto número de tecnologias de acesso ao serviço IP, tais como UMTS, ISDN, Ethernet, ADSL, Cable Modem, etc.

Fig. 4 – Probe ArQoS

Descrição

O sistema ArQoS é constituído por um Terminal de Gestão e por diversas probes, fixas ou móveis, distribuídas estrategicamente pela área de cobertura da rede.

As probes fixas poderão ser instaladas num local com acesso IP à rede corporativa (interface Ethernet), enquanto que as móveis poderão ser transportadas ao longo da área de cobertura da rede, sendo acedidas via rádio.

Entre o Terminal de Gestão e as probes móveis existirá sempre uma ou mais probes-gateway, em função do número de probes móveis. Esta gateway funciona como elemento de interligação IP via rádio (dados 2G) entre as probes remotas e o Terminal de Gestão.

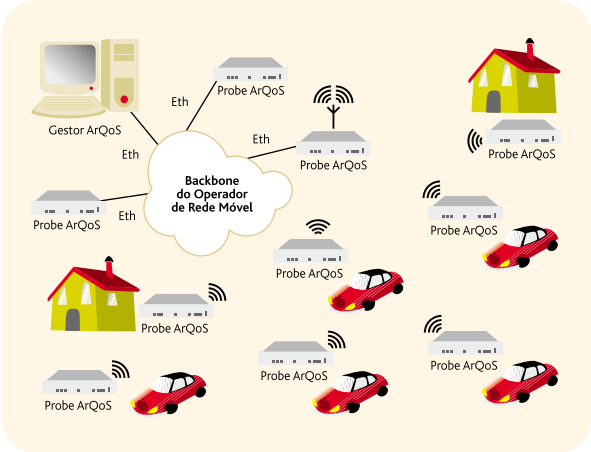


Fig. 5 - Arquitectura lógica do sistema ArQoS

O Terminal de Gestão ArQoS é a plataforma onde são realizadas todas as operações de configuração das probes, criadas as macros que irão ser incluídas nos testes, agendados os testes a efectuar, analisados os respectivos resultados e produzidos (ou exportados) os respectivos relatórios.

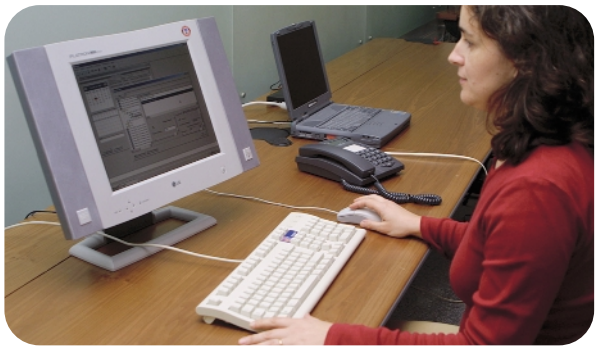


Fig. 6 – Aplicação Gestor ArQoS

É ainda a partir deste sistema que é efectuada a interligação com o sistema ALTAIA, solução PTIN para integração de componentes de gestão do desempenho da rede, serviços, QoS de Clientes, Service Level Agreements, entre outros, bem como com o sistema Proteus, que é também um sistema PTIN para colecta, análise e reporting no âmbito da análise de registos CDR oriundos dos diversos componentes que constituem a rede do operador móvel.

No âmbito técnico, as Probes ArQoS são construídas sobre uma arquitectura de processamento do tipo PC de última geração (INTEL Pentium), sendo a aplicação de probing executada sobre LINUX. A instalação poderá ser efectuada em bastidores de 19" ou, alternativamente, com recurso a kits para montagem vertical, como será o caso mais genérico das probes móveis.

Fig. 7 – Probe móvel instalada numa viatura

Para além da base de processamento, uma probe ArQoS é constituída por três módulos rádio, por um módulo GPS, por um DSP para processamento de sinais de voz e por um par de fichas piggyback internas, para expansor PSTN. Cada módulo rádio poderá ser substituído por qualquer outro de tecnologia alternativa (AMPS/ CDMA-ONE/ CDMA2000-1xRTT, TDMA, GSM/GPRS), sendo possível a coexistência das várias tecnologias numa mesma probe.

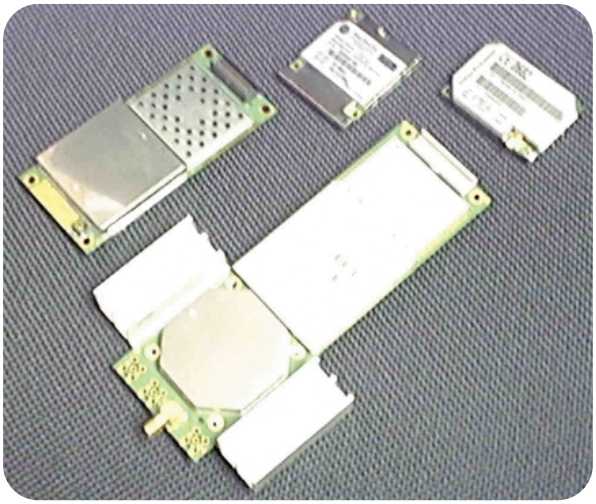


Fig. 8 – Módulos GSM, CDMA e TDMA

Indicadores de QoS no ArQoS (Versão 1)

Os indicadores específicos disponibilizados pelo sistema ArQoS subdividem-se essencialmente em parâmetros e serviços, em função do tipo de ligação em análise (Voz, Dados e IP). Por outro lado, os indicadores genéricos incluem parâmetros aplicáveis a todo o tipo de ligações:

Parâmetros genéricos

- Disponibilidade da rede (sinal rádio/ congestionamento)
- Tempo de estabelecimento das ligações (e de autenticação, no caso do IP)
- Taxa de sucesso no estabelecimento das ligações
- Taxa das ligações não concluídas de forma normal

Parâmetros específicos

Ligação de VOZ

- Distorção total
- Ruído de fundo
- Medidas de nível
- Processamento de padrões de voz

Ligação de Dados

- Round trip delay
- Largura de banda
- Taxa de erros

Ligação IP

- Delay
- Jitter
- Packet Loss
- RoundTrip delay
- Tempo de saída de dormant

Serviços específicos

Ligação de VOZ

- Reencaminhamentos
- 3PTY
- CW

Ligação de Dados

- SMS
- FAX

Ligação IP

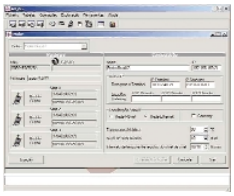
- http
- ftp
- WAP 2,5G

A aplicação de gestão ArQoS

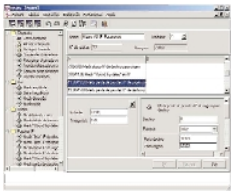
O Terminal de Gestão é suportado numa aplicação que corre sobre Windows 2000 e que faz uso duma base de dados SQL, sendo aqui são efectuadas as seguintes operações:

- Configuração de probes e módulos
- Definição de macros
- Construção de testes
- Agendamento e programação de testes
- Recolha e pré-processamento de resultados
- Elaboração de relatórios de desempenho
- Exportação de resultados para o MS-EXCEL
- Interface com o ALTAIA
- Interface com o Proteus

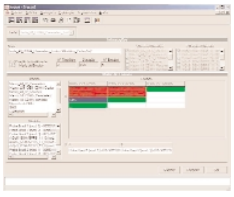
As vantagens do ArQoS



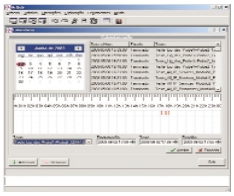
Sistema flexível, capaz de satisfazer os requisitos de recolha e análise de indicadores de QoS dos diversos tipos de redes móveis, bem como de interoperabilidade com outras redes



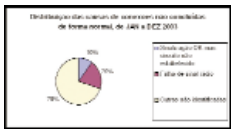
Interfaces muito intuitivos (user friendly), que facilmente permitem a operação de todo o sistema, prevendo a possibilidade de selecção "on the fly" do idioma dos menus do gestor



Modularidade na construção de MACROS a partir de uma vasta pool de tarefas, permitindo infinitas combinações de testes, em função da especificidade de cada caso



Compatível com o desenvolvimento de novas tarefas ad-hoc (novo software por parte da PTIN), em função das particularidades de cada caso

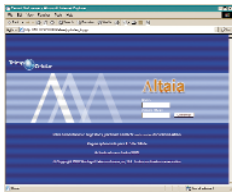


Elaboração automática de relatórios, com apresentações gráficas e, alternativamente, exportação para MS EXCEL

Mobilidade (probes móveis, instaláveis em automóveis, camiões, comboios, etc.)

Download remoto do software e hardware (FPGA) das probes

Interligação com o Proteus (colecta, análise e reporting, no âmbito da análise de registos CDR oriundos dos diversos compentes da rede do operador móvel)



Interligação com o Altaia (gestão do desempenho da rede, serviços, QoS de Clientes, Service Level Agreements, entre outros)

Conclusões

Para o ser humano, as redes móveis serão muito provavelmente o cerne das telecomunicações num futuro não muito remoto. Estará tudo acessível no pequeno terminal que cada qual possui no bolso (telefone, agenda, Internet, email, TV, jogos, etc.), e em que a globalidade das comunicações sobre a nova geração do IP (V6) possibilitará o acesso quer a serviços de banda larga quer de banda estreita, à medida do tipo de necessidades de cada cliente. A situação actual é contudo ainda diferente, sendo no entanto fundamental tomar as decisões mais correctas, quer numa perspectiva de fidelização dos actuais Clientes (manutenção dos níveis da QoS na rede), quer numa permanente busca de inovação tecnológica, (redução de custos de exploração e diferenciação perante a concorrência).

Em todo esta dinâmica torna-se necessária a existência de um feedback permanente sobre o estado actual em cada momento, aparecendo o sistema ArQoS como um investimento com elevado potencial de retorno, através dos benefícios inerentes à sua utilização.

Referências

[1] ETSI:ETR250 – "Speech communication quality from mouth to ear for 3,1 kHz handset telephony across networks"

[2] ITU-R:G.107 – "The E-model, a computational model for use in transmission planning"

[3] ITU-T:Y1541 – "Internet Protocol Communications Service – IP Performance and Availability Objectives and Allocations"

[4] 3GPP: TS 23107 – "Quality of Service (QoS) concept and architecture"

[5] ITU-TP 862 – Perceptual evaluation of speech quality (PES6)

Links relacionados

Internet Engineering Task Force (IETF)
http://www.ietf.org
International Mobile Telecommunications
http://www.itu.int/imt
IMT-2000
http://www.imt-2000.org/portal/index.asp
3GPP
http://www.3gpp.org
3GPP2
http://www.3gpp2.org
Telecommunications Industry Association
http://www.tiaonline.org
WAP Forum
http://www.wapforum.org
ETSI
http://www.etsi.org

Hélder Alves

Licenciatura em Eng. Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro (1990), trabalha na PT Inovação desde 1990, é actualmente responsável pela Unidade Funcional de Gestão Local e Qualidade de Serviço. Tem a cargo os projectos ArQoS (recolha e análise de indicadores da QoS em redes móveis) e OMG_SIRAC (desenvolvimento de terminais Web e agentes SNMP, no contexto da gestão do portfolio de sistemas PTIN – soluções NetB@nd). Tem uma vasta experiencia de liderança de projectos na área do desenvolvimento de sistemas, soluções de suporte à qualidade de serviço da rede, terminais RDIS, entre outros: EUROCHIP; QUASINODO; SCP-RDIS; NTTab e MUXRDIS.

Colaboradores do projecto ArQoS

Alberto Rocha, António Cardoso, António Gamelas, António Maio, Augusta Manuela, Celso Covelo, Filipe Tavares, João Oliveira, José Pedro Matos, Juliana Morais, Luís Tavares, Marco Santos, Miguel Mesquita, Oscar Leite, Nuno Silva, Roger Salgado, Victor Abreu.

por **Luís Rocha, Cristiano Pereira, Luís Azevedo**

Segurança em Redes Wireless

Segurança, Wireless LAN, Wi-FI, IEEE 802.11, Redes Corporativas, SSID, WEP, IPSec, IEEE802.1x, EAP, EAP-TLS, LEAP, PEAP, TKIP, WPA, AES, IEEE802.11i

Os problemas de segurança e as vulnerabilidades das redes sem fios são um tema actual que tem sido extensamente documentado. Apesar disso, estes problemas continuam a surgir devido à desinformação ou formação inadequada de quem procede à instalação deste tipo de estruturas. Existe ainda a tendência de considerar o Access Point Wireless apenas como um hub, no qual nos ligamos à LAN Wired. Encontra-se disponível uma gama de medidas para maximizar a segurança deste segmento, naturalmente mais vulnerável, das redes locais: desde a abordagem mais simples e sem custos até às mais paranóicas e caras. Cabe ao administrador de rede, mediante o cenário em particular, avaliar o risco e o valor dos recursos a proteger.

Este documento aborda os aspectos de segurança em ambientes Wireless LAN, concretamente redes IEEE802.11b. Começa por uma introdução aos conceitos básicos de uma rede 802.11b seguida de um conjunto de boas práticas mais elementares.

Descreve as vulnerabilidades conhecidas e testadas em laboratório ao nível dos métodos de autenticação, confidencialidade e integridade das mensagens, essencialmente garantidos pelo uso do Wired Equivalent Privacy (WEP) e pelo uso do Service Set ID (SSID). Enumera as tecnologias actualmente usadas para minimizar ou eliminar essas vulnerabilidades, caso do uso dos protocolos IEEE802.1X e EAP no processo de autenticação e do TKIP para o processo de confidencialidade. São ainda abordadas as tecnologias futuras, actualmente em desenvolvimento, para a componente de segurança das WLAN, como é o caso do IEEE802.11i e WPA2.

Introdução

A tecnologia Wireless LAN data de meados de 1980 quando a organização FCC (Federal Communications Commission) (http://www.fcc.gov/) tornou pública parte do espectro de rádio frequência. Durante os anos oitenta e início dos anos noventa, o crescimento desta tecnologia foi relativamente lento. No entanto, actualmente, a tecnologia Wireless está a conhecer um crescimento considerável. O motivo chave para este crescimento é o aumento da largura de banda proporcionada pela norma IEEE 802.11. A versão do Standard IEEE 802.11b, introduzida em 1999, permite larguras de banda até aos 11Mbps, o que a torna bastante mais rápida em comparação com a versão original, (velocidade máxima de 2Mbps), aprovada em 1997.

A procura crescente das WLAN deveu-se também ao crescimento da venda de equipamentos de computação móveis como computadores portáteis e Personal Digital Assistants (PDA), assim como a redução de custos nos equipamentos WLAN e a procura pelo acesso à Internet anytime-anywhere. Novos standards, caso do IEEE802.11g já aprovado, permitem cinco vezes mais largura de banda que o IEEE802.11b, deixando antever um crescimento ainda maior.

Tipicamente, as aplicações deste tipo de tecnologias de rede incluem o acesso à Internet e a disponibilização de aplicações de âmbito empresarial, funcionando como uma extensão sem fios das redes corporativas.

Mais recentemente, as WLAN passaram a fazer parte do cenário doméstico, fornecendo uma forma de ligação ao modem da rede CATV ou ao modem ADSL a partir de qualquer parte da casa. Mais ainda, esta tecnologia tem vindo a ser disponibilizada em áreas de acesso público como aeroportos, centros de convenções e hotéis. Infelizmente, como os protocolos foram principalmente pensados e desenhados para fornecer o acesso, não tanto para garantir segurança, a implementação de WLAN permite o surgimento de riscos e vulnerabilidades bem conhecidos na rede, essencialmente graças a processos de autenticação e confidencialidade inadequados.

Nos próximos capítulos deste artigo serão abordadas as ameaças e vulnerabilidades comuns de segurança, e inerentes às tecnologias WLAN actualmente adoptadas, contrapondo com a apresentação das tecnologias recentes e futuras de segurança Wireless.

Conceitos WLAN e WEP

Basicamente, uma Wireless LAN IEEE802.11 consiste num grupo de estações localizadas numa área geográfica limitada, onde é possível a comunicação rádio com uma estação base.

Existem duas formas de funcionamento nas WLAN: as redes ad-hoc e as redes infrastructure. A forma mais comum é a rede infrastructure. As primeiras são usadas ocasionalmente por grupos de utilizadores em áreas sem AP (access point) permitindo a comunicação directa entre si (Figura 1).

Uma WLAN do tipo infrastructure é composta por uma ou mais BSS (BSS – Basic Service Set) e cada BSS é constituída por um AP e um conjunto de estações cliente. Os AP estão tipicamente interligados por um Backbone (DS – Distribution System) permitindo a comunicação com outros AP e BSS assim como com outras redes wired (Figura 2).

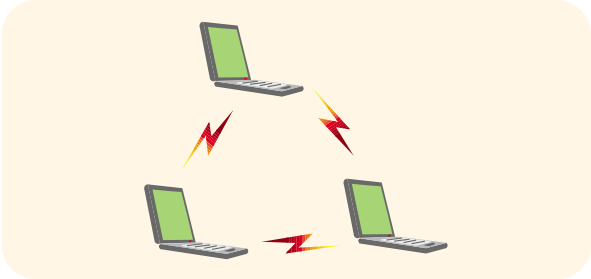


Figura 1 - Rede WLAN em modo ad-hoc

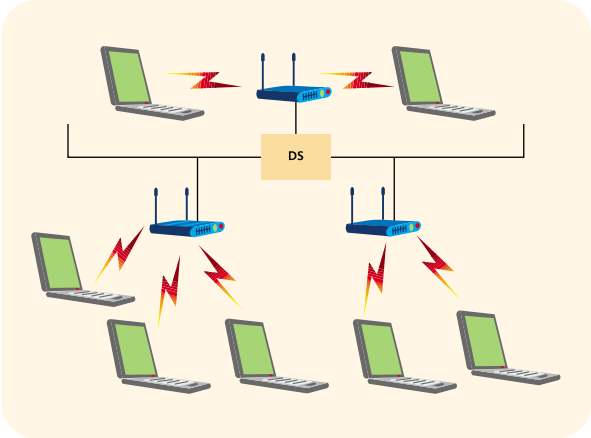


Figura 2 - Rede WLAN em modo infrastructure

Serviços Lógicos

Previamente ao envio de uma mensagem por parte de uma estação, através de um ponto de acesso, um conjunto de pré-requisitos devem ser cumpridos. Designadamente, autenticação e associação da estação ao ponto de acesso através dos serviços lógicos de autenticação, e associação respectivamente.

A informação fornecida pelo serviço de associação contêm o mapeamento de todas as estações que estão associadas a um determinado ponto de acesso. Uma estação não pode estar em determinado instante associada a mais do que um ponto de acesso. O serviço de associação é sempre invocado por uma estação que pretende associar-se a um ponto de acesso ao qual está autenticada.

O serviço de autenticação é utilizado por todas as estações para apresentarem a sua identidade perante as restantes estações (móveis ou pontos de acesso) com as quais vão manter comunicação, independentemente da rede operar em modo ad-hoc ou em modo infrastructure.

Serviços de Segurança

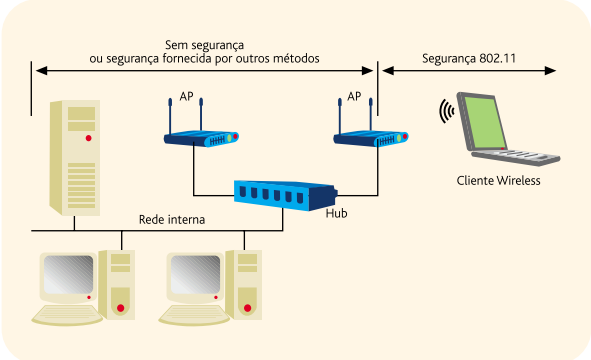


Figura 3 - Segurança numa rede 802.11b

Os mecanismos de segurança intrínsecos às normas WLAN são fornecidos essencialmente para protecção de dados, ao nível da ligação e durante a transmissão entre clientes e pontos de acesso. Ou seja, não é fornecida uma protecção ponto a ponto entre clientes, apenas a componente Wireless da ligação é contemplada, conforme ilustrado na Figura 3.

Os serviços de segurança base definidos na norma IEEE 802.11b para implementação numa rede Wireless são: Autenticação, Confidencialidade e Integridade.

Outros serviços de segurança tais como, não repúdio e autorização não são implementados.

Autenticação

São definidos dois métodos de validação da estação que pretende autenticar-se com um ponto de acesso conhecidos como, Shared-Key Authentication e Open System Authentication. Este dois métodos de autenticação distinguem-se respectivamente pela utilização ou não de chaves criptográficas.

Actualmente existem além destes, outros dois métodos de autenticação que, apesar de não serem definidos pela norma IEEE 802.11, são implementados pela maioria dos fabricantes de dispositivos Wireless. Esses mecanismos são conhecidos como, autenticação por endereço MAC (Media Access Control), baseados em MAC ACL (Listas de Controlo de Acesso de endereços MAC) e autenticação por SSID (Service Set Identifier).

Neste último existem duas aproximações possíveis de identificação do utilizador, ambas baseadas em mecanismos de verificação da identidade do cliente. A estação Wireless que pretende aceder à rede responde com o SSID da rede. Estes dois mecanismos são conhecidos como mecanismos de autenticação Open System e Closed Systems. Estes métodos são apresentados na Figura 4.

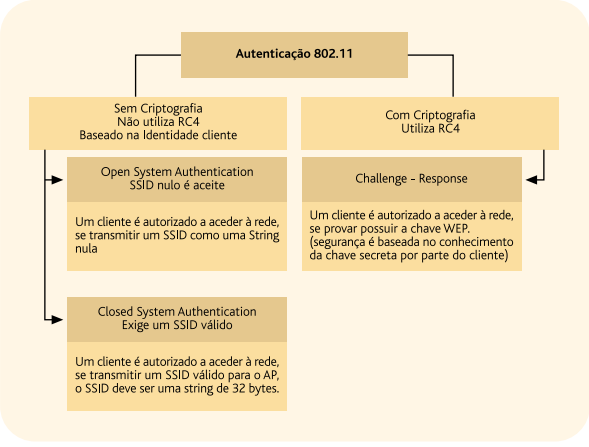


Figura 4 – Métodos de autenticação definidas na norma 802.11b

Com o mecanismo Open System, o cliente é autenticado se este simplesmente responder com um SSID nulo. Quanto ao Closed System, o cliente deve responder com o identificador da rede correspondente, SSID composto por uma sequência de 0 a 32-byte.

Quanto ao método que recorre a criptografia, é baseado na troca de chaves para efectuar a autenticação. É um método bastante simples baseado apenas num esquema de pergunta - resposta, onde o cliente que pretende autenticar-se deve, a pedido do AP, responder com a chave secreta (WEP Key) , partilhada com o ponto de acesso. A Figura 5 ilustra a troca de mensagens entre o cliente e o AP durante a fase de autenticação.

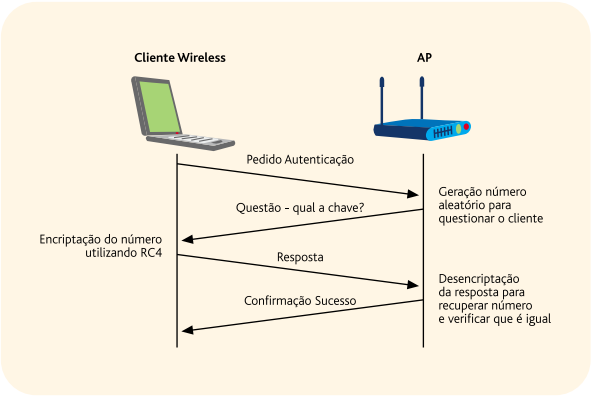


Figura 5 - Autenticação por troca de chaves

Confidencialidade

A norma especifica um algoritmo que pretende fornecer confidencialidade, designado Wired Equivalent Privacy (WEP).

Em termos de confidencialidade o WEP utiliza o algoritmo de chave simétrica RC4, um cifrador de stream com chave de tamanho variável de 40 ou 104 bits. Para uma chave WEP de tamanho 104 bits, por exemplo, com um IV (Initialization Vector) de 24 bits, obtém-se uma chave RC4 de 128 bits.

O Initialization Vector é utilizado para assegurar que os pacotes de dados subsequentes são encriptados com Key Streams (chaves RC4) diferentes, mesmo que seja utilizada uma chave secreta idêntica. O campo do IV tem comprimento 24 bits colocado no início do cabeçalho do pacote de dados. O IV não é cifrado durante a transmissão (Figura 6).

Figura 6 – Initialization Vector

O mecanismo de privacidade é ilustrado conceptualmente na Figura 7.

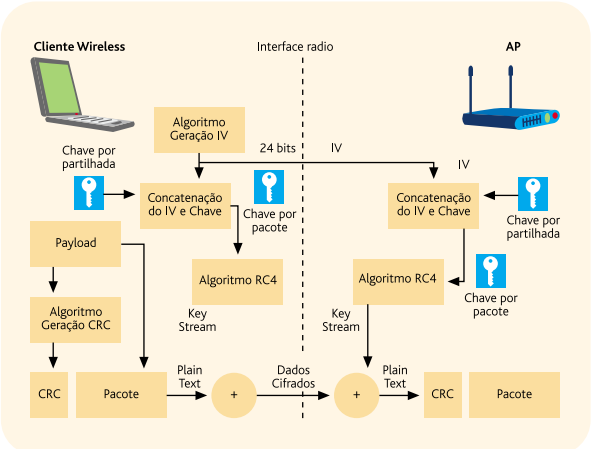


Figura 7 – Privacidade WEP utilizando algoritmo RC4

Integridade

A norma 802.11 especifica um meio de obter integridade da mensagem transmitida entre o cliente e o ponto de acesso. Este

mecanismo de segurança foi desenhado por forma a rejeitar qualquer mensagem alterada durante a fase de transmissão e baseia-se num simples algoritmo de detecção de erros (Cyclic Redundancy Check) tal como ilustrado na Figura 7, um CRC, é processado para cada payload antes de este ser transmitido.

Vulnerabilidades

Service Set ID (SSID)

A utilização do Service Set ID (SSID) é na realidade um mecanismo de segurança fraco, já que um ponto de acesso transmite o SSID, incorporado no frame (Beacon Frame) que o cliente utiliza para se associar a um AP, várias vezes por segundo. Um atacante pode identificar facilmente um SSID através de ferramentas de análise, como por exemplo: AirMagnet [5], Netstumbler [6], AiroPeek [7] ou Kismet [8].

Apesar de ser possível desactivar a transmissão do SSID no Beacon Frame (colocando o SSID a zero ou eliminando o seu conteúdo), isto não invalida a possibilidade de um atacante obter o SSID. Basta que exista uma estação de trabalho autenticada, na rede da qual se pretende obter o identificador SSID. Assim, o atacante apenas tem que enviar um frame "Broadcast Deauthentication", com o endereço de destino da estação ou o endereço de Broadcast do AP, obrigando desta forma à "desautenticação" da estação associada a esse, em seguida a estação irá efectuar um novo pedido de associação enviando o SSID no frame de Association Request que é facilmente capturado por Sniffing.

LAB: em laboratório, com a utilização das ferramentas Kismet e Airjack, foi possível obter o SSID com o envio de frames "Broadcast Deauthentication".

Além da possibilidade de Sniffing, muitos administradores tornam a tarefa ainda mais fácil aos atacantes, utilizando o SSID atribuído por defeito pelo fabricante, os quais são bem conhecidos, como por exemplo:

- "tsunami" – Cisco
- "101" – 3com
- "RoamAbout Default Network Name" – Lucent
- "Compaq" – Compaq
- "linksys" – Linksys

Autenticação por endereço MAC

A configuração de um AP para fornecer o serviço de autenticação a uma estação apesar de ser uma medida de segurança fornecida pelos principais fabricantes de dispositivos wireless, não deve ser considerada como fiável dada a possibilidade que um atacante tem em forjar o endereço MAC de uma placa Wireless legitima.

LAB: o recurso às ferramentas Kismet e Airjack permitiu testar em laboratório as falhas presentes neste mecanismo.

Autenticação com Criptografia RC4

Este método de autenticação é uma técnica rudimentar de criptografia, que da forma como é utilizado no IEEE802.11b, não fornece autenticação mutua. Isto é o cliente não autentica o ponto de acesso o que não dá garantias que o cliente está a comunicar com um AP legitimo. Este tipo de esquema, à muito que é conhecido como vulnerável, podendo ser alvo de inúmeros tipos de ataque, incluindo ataques "man-in-the-midle".

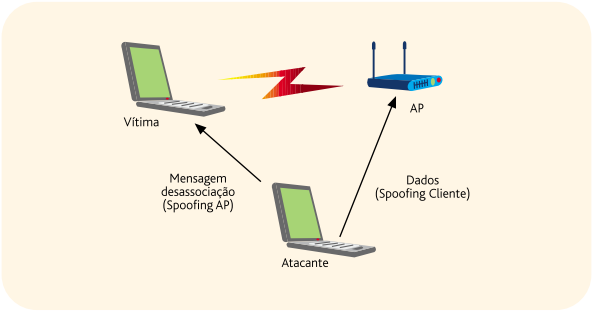


Figura 8 – Ataque Man-in-the Middle

LAB: em laboratório, utilizando a ferramenta Airjack foi possível demonstrar a possibilidade do ataque "man-in-the-midle", bastando para tal termos a informação do MAC Address do AP e do cliente alvo. Essa informação foi previamente obtida recorrendo, por exemplo, ao Kismet.

Confidencialidade

Foi referenciado na secção Conceitos WLAN e WEP que a chave WEP utilizada para cifrar as mensagens pode ser definida como uma chave de 40 bits ou de 124 bits. Estudos demonstram que chaves de tamanho superior a 80-bits tornam os ataques de força bruta praticamente impossíveis. No entanto ataques recentes, demonstraram que o mecanismo adoptado pelo WEP para fornecer privacidade é, infelizmente, vulnerável independentemente do tamanho da chave [2] [3].

O facto de uma em cada 256 chaves RC4 serem chaves "Fracas", [4], tornam a análise criptográfica dos dados encriptados mais fácil. Uma vez que o Vector Inicialização é parte integrante da chave encriptação RC4 – O facto de se conhecer 24-bits de todos os pacotes que transportam a chave (Packet Key), se combinado com uma chave RC4 fraca, permite um ataque analítico, capaz de recuperar a chave, após interceptar e analisar uma determinada quantidade de tráfego. Um grupo de investigadores, Fluher, Mantin e Shamir descobriram um ataque contra o algoritmo de atribuição de chaves do RC4, utilizado no WEP. Este artigo demonstra como reconstruir uma chave WEP secreta, analisando um número suficiente de pacotes encriptados WEP. [2].

A problemática da repetição, ou colisão de IV, devido ao seu tamanho (apenas 24 bits), descrita em [3], é outra vulnerabilidade detectada no mecanismo de confidencialidade e que justifica a afirmação do parágrafo anterior.

Implementações práticas do ataque descrito em [2], foram utilizadas para quebrar a chave WEP através da captura de tráfego. Existem actualmente ferramentas disponíveis na Internet que permitem levar a cabo este tipo de ataques, de destacar as mais conhecidas, Airsnort [8] e WEPCrack [9].

LAB: recorrendo às ferramentas Kismet (para captura de tráfego) e Airsnort (para quebra das chaves WEP) foi possível em laboratório quebrar chaves WEP de 40 e 104 bits com os seguintes resultados:

	WEP-40 bits	WEP-128 bits
Pacotes Capturados	14 326 985	15 328 037
Pacotes Interessantes	9232-Kismet*	4182-Kismet*
Weak IV's	1247-Airsnort	1969-Airsnort
Tempo máximo*	5 horas	7,9 horas

* A diferença temporal entre o primeiro e o último pacote capturado, não significa que o último IV fraco necessário para quebrar a chave WEP seja na realidade o último pacote capturado.

Integridade

A integridade dos pacotes transmitidos é obtida através do algoritmo CRC-32. Este tipo de algoritmo não é suficiente para assegurar que um atacante não consiga alterar uma mensagem. Este algoritmo foi desenvolvido com a intenção de detectar erros na transmissão de pacotes. Não sendo um mecanismo de integridade baseado em criptografia, naturalmente possui vulnerabilidades que não permitem a sua utilização com eficácia em mecanismos de detecção de integridade.[3]

À semelhança do mecanismo de privacidade, também o mecanismo de integridade implementado pelo 802.11 é vulnerável a certo tipo de ataques, independentemente do tamanho da chave.

Ataques DoS

Ataques do tipo Denial of Service, também são ameaças nas redes Wireless, onde o tráfego legítimo pode não alcançar os clientes ou o ponto de acesso devido a tráfego ilegítimo. Um atacante que disponha de equipamento e das ferramentas necessárias pode facilmente inundar a frequência de operação, corrompendo o sinal até que a rede deixe de funcionar, esta técnica é conhecida como Jamming. Este tipo de problema pode surgir do exterior da área de funcionamento do ponto de acesso ou, inadvertidamente, de outros dispositivos 802.11 instalados em outras áreas de trabalho.

LAB: outro tipo de ataque de DoS parte da utilização de "Deauthentication frames". Recorrendo à ferramenta Airjack foi possível efectuar ataques de DoS baseados neste tipo de frames. O atacante faz-se passar pelo AP por meio de MAC spoofing e envia "Deauthentication frames" direccionados a um cliente alvo ou a todos os clientes associados a um determinado AP.

Na realidade nenhum dos mecanismos de segurança definidos na norma IEEE 802.11 é capaz de fornecer os serviços de segurança para o qual foram projectados. Qualquer um dos três mecanismos são bastante vulneráveis a ataques por parte de um utilizador malicioso. A demonstração prática em laboratório de diversos ataques aos mecanismos de segurança Wireless são apresentados em [10].

Soluções e tecnologias

Redes Privadas Virtuais IPSec

A implementação e desenvolvimento de soluções baseadas em redes privadas virtuais (VPN) têm vindo a aumentar nos últimos anos, particularmente as VPN IPSec. O aperfeiçoamento e uniformização das suas características de segurança associadas à redução de custos de implementação vem incrementar a sua utilização. Se devidamente configuradas, as VPN podem ser uma ajuda valiosa na segurança Wireless.

O IPSec é uma suite de protocolos, que asseguram segurança nas comunicações em redes IP. Garante confidencialidade, integridade e autenticidade dos dados em redes. Este protocolo tem aplicação prática em redes Wireless, basta para tal implementar uma VPN IPSec.

Existem várias alternativas para o componente de finalização dos túneis da VPN, de destacar: terminação do túnel no ponto de acesso (AP com funcionalidades de VPN Gateway), numa Firewall que inclui internamente um VPN Gateway, ou então no caso de redes de grande dimensão WLAN Access Concentrator que são VPN Gateways específicos para WLANS.

Uma implementação genérica de protecção de acesso a redes "cabladas" a partir de redes Wireless, recorrendo a VPN IPSec é representada na Figura 9.

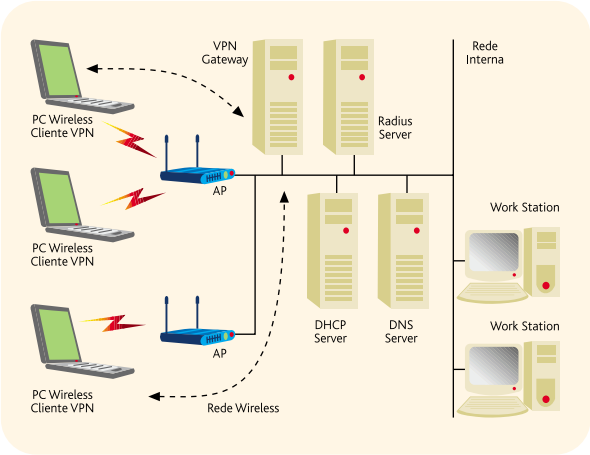


Figura 9 - VPN IPSec em Redes 802.11

As principais ameaças que este tipo de solução combate são: (i) Wireless Sniffing – Uma vez que o tráfego dos clientes Wireless é encriptado, garante a confidencialidade da informação contida nas mensagens; (ii) Ataques Man-in-the-Middle - Uma vez mais estas ameaças são atenuadas com o recurso à encriptação do tráfego Wireless; (iii) Acesso não autorizado à rede interna – O recurso a um servidor AAA para autenticação dos utilizadores e o recurso a certificados digitais para autenticação dos dispositivos, permitem diminuir estas ameaças; (iv) IP Spoofing para a rede interna – mesmo que um atacante consiga realizar IP Spoofing ao tráfego da rede Wireless, apenas pacotes IPSec autenticados conseguem aceder à rede interna.

IEEE 802.1x

Com a necessidade de colmatar as vulnerabilidades presentes nos mecanismos de autenticação definidos na norma, e tendo como base para a implementação do controlo de acesso a redes Wireless o protocolo IEEE 802.1X "Port-Based Network Authentication" [11], o grupo IEEE 802.11i (grupo do IEEE para desenvolvimento das questões de segurança WLAM) acrescentou a este algumas funcionalidades especificas. Estas funcionalidades incluem a gestão de chaves e autenticação baseada no utilizador, ao contrário do protocolo WEP que apenas implementa autenticação baseada no dispositivo Wireless.

A estrutura da arquitectura proporcionada pelo protocolo IEEE 802.1X assenta na utilização de vários métodos de autenticação como certificados digitais, cartões inteligentes ou one-time passwords.

O Protocolo IEEE 802.1X por si só não é uma solução. Este define uma infra-estrutura baseada no protocolo de autenticação EAP (Extensible Authentication Protocol) [12].

Dada a sua característica de extensibilidade têm vindo a ser desenvolvidos um conjunto de métodos de autenticação que operam sobre este, nomeadamente LEAP (Lightweight Extensible Authentication Protocol), EAP –TLS (Extensible Authentication Protocol Transport Layer Security), o método híbrido de autenticação PEAP (Protected EAP), entre outros.

A Figura 10 reflecte a tradução dos diversos níveis protocolares do modelo EAP, num diagrama de blocos representativo de diversos protocolos suportados em cada um desses níveis.

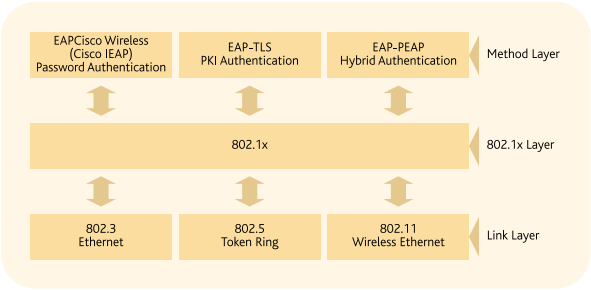


Figura 10 – Layers 802.1X

A arquitectura baseada em IEEE802.1X define as seguintes entidades: Supplicant (Estação), Authenticator (AP) e Authentication Server (Servidor Autenticação). Estas entidades são fundamentais para uma execução completa do processo de autenticação.

Genericamente um dado dispositivo Wireless é capaz de assumir um ou mais destes papeis; por exemplo, o Authenticator e o Authentication Server podem estar associados ao mesmo dispositivo, permitindo que este efectue a função de autenticação sem a necessidade de comunicar com um servidor de autenticação externo.

Actualmente em implementações de redes IEEE 802.11 que recorrem a este mecanismo tal não é possível, uma vez que os pontos de acesso não possuem funcionalidades de servidor de autenticação. O recurso a um servidor de autenticação externo por parte do ponto de acesso é o único cenário possível em redes IEEE 802.11 que recorrem ao protocolo IEEE 802.1X para efectuarem a autenticação das estações.

Ao contrário do comportamento tradicional de outros mecanismos de autenticação como por exemplo listas de endereços MAC, o AP encaminha os pedidos de acesso ou autenticação para um Servidor de Autenticação externo (ex.: RADIUS). Se o pedido de acesso for aceite, uma chave única, por estação e sessão, é fornecida ao cliente Wireless, para proporcionar confidencialidade dos dados dessa sessão. Esta é uma solução mais eficaz que a utilização de chaves WEP estáticas.

Uma abordagem das propostas efectuadas e já implementadas em vários produtos é feita de seguida, são abordados três métodos de autenticação baseados neste conceito e implementados em laboratório.

LEAP – Lightweight Extensible Authentication Protocol

Este é um protocolo de rede EAP desenvolvido pela Cisco System, baseado na estrutura de autenticação 802.1x. O processo de autenticação é ilustrado na Figura 11.

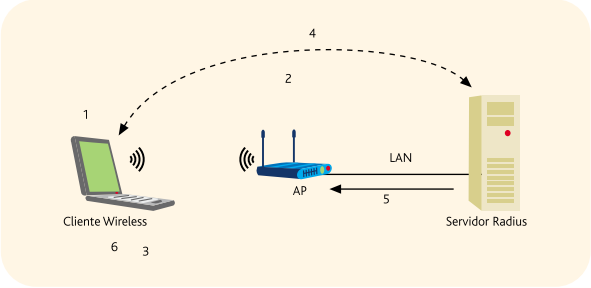


Figura 112 – Processo autenticação LEAP

A sequência de eventos é a seguinte:

1 O cliente Wireless associa-se a um ponto de acesso.
2 O ponto de acesso bloqueia todos os pedidos de acesso por parte do cliente até que este efectue o login na rede.
3 O cliente fornece o seu Username e Password.
4 Recorrendo aos protocolos IEEE802.1X e EAP, o cliente Wireless e o servidor RADIUS executam autenticação mutua através do ponto de acesso por challenge.
5 A Autenticação mutua foi executada com sucesso, então o servidor RADIUS e o cliente determinam uma chave WEP, diferente para cada um dos clientes. O servidor envia essa chave através da rede "cablada".
6 O ponto de acesso encripta a chave de Broadcast com a chave de sessão e envia-a para o cliente. O cliente e o ponto de acesso activam o protocolo WEP e utilizam as chaves de sessão e de Broadcast para todas as comunicações realizadas durante essa sessão. Ambas as chaves são alteradas em intervalos de tempo pré - definidos e configurados no servidor RADIUS.

O protocolo LEAP fornece dois benefícios imediatos em relação ao WEP. O primeiro prende-se com a questão da autenticação mutua, este esquema elimina ataques do tipo "Man-in-the-Middle". A segunda vantagem é a capacidade de gestão e distribuição centralizada de chaves implementada por este protocolo.

EAP-TLS – Extensible Authentication Protocol Transport Layer Security

Um dos métodos de autenticação suportado pelo protocolo EAP é o método EAP-TLS [RFC 2716], baseado no protocolo TLS [RFC 2246] foi desenvolvido pela Microsoft. Ao contrário de outros métodos que apenas autenticam o cliente num servidor, como por exemplo o EAP-MD5, este método suporta autenticação mútua. Apesar de algumas implementações possuírem pequenas falhas de segurança o estudo deste protocolo ainda não revelou falhas significativas relacionadas com o protocolo.[13]

Como alternativa a uma autenticação do tipo username/password, o EAP-TLS fornece um método bastante poderoso de autenticação mutua baseado em certificados digitais, PKI –Public Key Infrastructure. Tal facto exige que, quer o cliente Wireless, quer o servidor autenticação possuam um certificado, como prova da sua identidade.

O processo de autenticação EAP-TLS é ilustrado na Figura 12.

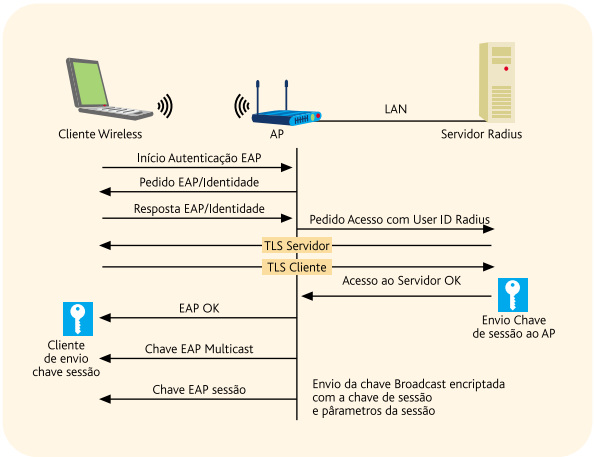


Figura 12 – Processo Autenticação EAP-TLS.

PEAP – Protected EAP

O PEAP, é um mecanismo de autenticação híbrido desenvolvido pela Cisco, Microsoft e RSA Security.

Ao contrário do método EAP-TLS, em que a presença de uma infra-estrutura de chave pública (PKI) para gestão de certificados digitais dos clientes, Supplicants e do Authentication Server é um requisito, o PEAP permite a autenticação das estações clientes recorrendo a outros métodos de autenticação não mútua e que não exigem a utilização de certificados digitais, como por exemplo EAP-GTC, EAP-OTP ou ainda o método EAP MD5 para autenticação baseada em Passwords.

A utilização de certificados digitais é apenas obrigatória na autenticação do AS, uma vez que esta é baseada em EAP-TLS. Esta característica é uma mais valia para cenários de aplicação Wireless, em que a implementação e gestão de certificados digitais, nas estações clientes, se torna uma tarefa complexa.

O método PEAP compreende duas fases distintas: (i) Na primeira fase ou fase 1, é negociada uma sessão TLS, onde o Authentication Server se autentica perante o Supplicant e opcionalmente este último autentica-se com o AS. A restante troca de mensagens é então cifrada com a chave negociada previamente; (ii) A fase 2 ocorre assumindo que a sessão TLS foi estabelecida, e o Supplicant não foi autenticado perante o AS. Nesta fase procede-se a troca de mensagens EAP de modo a autenticar o Supplicant. Garantindo assim autenticação mutua.

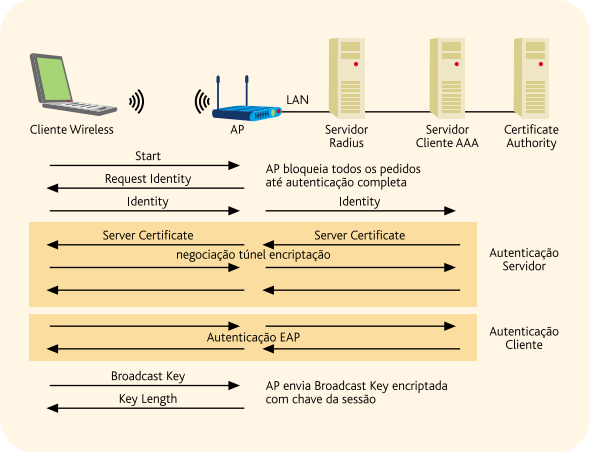


Figura 133- Autenticação PEAP

Este protocolo encontra-se em franca expansão, mas apesar de já existirem implementações práticas que empregam este método de autenticação em redes IEEE 802.11, a sua aprovação como RFC por parte do IETF ainda não ocorreu, encontrando-se neste momento em fase de desenvolvimento.

TKIP – Temporal Key Integrity Protocol

Este protocolo surge com uma contribuição da CISCO para o IEEE 802.11i (protocolo em desenvolvimento específico para as questões de segurança Wireless LAN), como resposta às necessidade de implementar algumas melhorias de segurança nos dispositivos existentes. Nomeadamente ao nível das vulnerabilidades detectadas no mecanismo de integridade CRC32, vulnerabilidades no mecanismo de confidencialidade descritas em [2] e [3] eliminando assim a possibilidade de ataques com ferramentas que as exploram, como é o caso do Airsnort e WEPCrack.

Estas melhorias podem ser implementadas no hardware já existente através de "Patches" disponíveis praticamente para todos os equipamentos nos finais de 2002. Este protocolo não é mais do que um conjunto de algoritmos, que envolvem o WEP, para alcançar o máximo de segurança possível dado os problemas e falhas de desenvolvimento já detectados.

Para alcançar um nível de segurança aceitável sem que ocorram grandes constrangimentos de desenvolvimento, o TKIP assume a utilização do protocolo WEP acrescentando alguns algoritmos que o modificam, nomeadamente: (i) Um código de integridade de mensagens, MIC- Message Integrity Code designado Michael, que protege contra alteração de mensagens; (ii) Um novo esquema para evitar ataques de repetição, recorrendo a um contador de sequência de pacotes transmitidos designado por TKIP Sequence Counter, TSC, deste modo um dispositivo receptor descarta todos os pacotes recebidos fora de ordem. O TKIP codifica um TSC como um vector de inicialização WEP e um IV estendido, de modo a enviar o seu valor do emissor para o receptor; (iii) Uma nova função criptográfica de mistura de chaves, de modo a descorrelacionar os vectores de inicialização das chaves fracas o que previne diversos ataques à chave WEP. Esta função combina uma chave designada Temporal Key, o Transmit Address, TA e o TSC para gerar a "semente", Seed WEP.

A função de mistura de chaves permite criar uma chave de encriptação por pacote transmitido representada por um vector de inicialização WEP e uma chave base. Eliminando assim ataques à chave WEP devido a chaves fracas.

Este protocolo, não constitui um protocolo de segurança ideal. O TKIP MIC é fraco necessitando de contra medidas para ser suficientemente seguro, por forma a evitar pacotes forjados. A função de mistura de chaves, acrescenta um aumento de processamento desnecessário se o protocolo WEP utiliza-se outro algoritmo criptográfico que não o RC4, tem no entanto a vantagem de poder ser utilizado no hardware já existente.

WPA – Wi-Fi Protected Access

A organização Wi-Fi Alliance (www.weca.net) anunciou em finais do mês de Outubro de 2002 uma solução de segurança para redes 802.11 que recorre a novos mecanismos de autenticação, confidencialidade e integridade designada por Wi-Fi Protected Access (WPA).

Em termos do mecanismo de autenticação o WPA implementa IEEE802.1X e EAP. Em conjunto estas implementações fornecem uma estrutura forte em termos de autenticação.

Para melhorar a confidencialidade e integridade dos dados, o WPA utiliza o protocolo TKIP referido anteriormente neste documento.

A arquitectura do WPA, permite a utilização destes novos mecanismos de segurança nos produtos existentes actualmente no mercado, passando apenas por uma actualização de software e firmware, ao contrário da arquitectura RSNA (Robust Security Network Association) definido na futura norma IEEE 802.11i que implica a completa substituição do hardware actualmente existente no mercado. A certificação WPA iniciou-se em 29/4/2003 e prolonga-se até 31/8/2003. A partir desta data é mandatório a certificação WPA.

Neste momento a Wi-FI Alliance pensa já no WPA2. Este, para além da encriptação e integridade TKIP, autenticação baseada em IEEE802.1X/EAP e tecnologia PSK (funcionalidades estas provenientes do WPA) disponibilizará um novo esquema de encriptação, o Advanced Encryption Standard (AES), caminhando deste modo para a certificação de compatibilidade dos novos dispositivos com a futura norma IEEE 802.11i.

AES – Advanced Encryption Standard

Devido às limitações na arquitectura de hardware do 802.11 a alteração ou substituição do algoritmo criptográfico RC4, exige a substituição de todo o hardware existente.

E uma vez que o TKIP é um protocolo desenvolvido apenas como uma solução intermédia, uma solução permanente está a ser desenvolvida pelo TGi IEEE 802.11i. A solução passa pela utilização do algoritmo de encriptação AES (Advanced Encryption Standard) (http://csrc.nist.gov/encryption/aes/), num novo modo designado por counter mode cipher-block chaining mode (CCM).

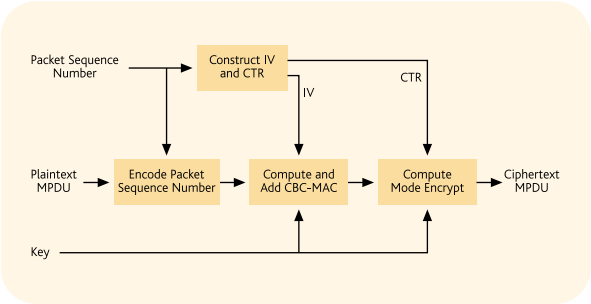


Figura 14 - CCM

A Figura14 ilustra o uso do CCM para um fragmento de um pacote WLAN (MPDU). Assim como no TKIP, o CCM usa um IV de 48bits, assegurando que o tempo de vida de uma chave AES é maior que qualquer possível associação. Desta forma a gestão de chaves é confinada ao início da associação e ignorada durante a o seu tempo de vida. O CCM usa o IV de 48bits como um número de sequência, evitando os ataques de repetição como no caso do TKIP.

O AES tem diferenças significativas em relação ao algoritmo RC4 utilizado pelo WEP e TKIP. O AES evita a necessidade de chaves por pacote, como tal o CCM não tem nenhum esquema de derivação de chaves. O CCM usa a mesma chave AES para garantia de confidencialidade e protecção da integridade de todos os pacotes numa associação. O cumprimento do CCM MIC é ajustável entre 2 a 16 octetos, sendo de 8 no caso desta implementação o que o torna significativamente mais forte que o Michael usado no TKIP.

O CCM fornece protecção da integridade em todo o MSDU e confidencialidade de todo o MSDU, como no caso do TKIP.

IEEE802.11i

Como já foi mencionado anteriormente no organismo de normalização IEEE encontra-se formado por um Work Group para desenvolvimento de um protocolo de segurança para a norma IEEE802.11 que será designada por IEEE802.11i. Esse grupo é também designado por TGi. Está prevista a aceitação desta norma no início de 2004, a revisão do documento descritivo da norma encontra-se à data na versão 6.0.

A norma IEEE 802.11i pretende definir duas classes de mecanismos de segurança: (i) Pre-RSNA – que implementam os mecanismos de segurança WEP, de modo a proporcionar compatibilidade com os dispositivos existentes e (ii) – RSNA que além de implementar os mecanismos actualmente definidos no WPA, TKIP, IEEE 802.1x e EAP implementará também mecanismos de privacidade recorrendo ao algoritmo de encriptação AES.

Os dispositivos Wireless que apenas suportem esta última classe de mecanismos de segurança não serão compatíveis com os actuais dispositivos existentes no mercado.

Para obter mais informações acerca do progresso deste trabalho consultar http://www.ieee802.org/11/ .

Para além do referenciado anteriormente encontram-se em desenvolvimento as seguintes áreas de segurança: segurança nas redes ad-hoc; segurança no roaming;

Conclusões

À medida que as vulnerabilidades aos mecanismos de segurança foram sendo identificadas, novos mecanismos de segurança foram estudados e desenvolvidos. Nomeadamente, soluções de segurança desenvolvidas pelos fabricantes, caso do LEAP e do PEAP baseados nos protocolos IEEE 802.1x e EAP, o TKIP, contribuição da Cisco para a futura norma IEEE 802.11i mas entretanto implementado.

Com o objectivo de permitir a interoperabilidade entre os diferentes fabricantes, foi criada a Wi-Fi Alliance, constituída pelos diversos fabricantes de equipamentos soluções Wireless LAN. Esta entidade permite a certificação dos equipamentos submetidos, segundo a solução de segurança WPA, que como já foi referido, usa as diferentes soluções e protocolos desenvolvidos pelos fabricantes.

Paralelamente, no âmbito do IEEE uma nova norma foi sendo elaborada, a IEEE 802.11i. Pela utilização do algoritmo AES, a norma proporcionará integridade e confidencialidade aos novos dispositivos e o 802.1x será um mecanismo robusto e eficaz de autenticação, permitindo a uma rede Wireless a autenticação de utilizadores e não apenas de dispositivos.

No entanto, a norma IEEE 802.11i não é utilizável nos actuais equipamentos de rede Wireless LAN. Assim, a organização Wi-Fi Alliance continuará a apresentar o WPA, como solução para as actuais soluções de segurança. Sendo que, quando a norma IEEE 802.11i estiver concretizada, seja aplicada apenas aos novos equipamentos.

Referências

[1] Chris Kozup – "Welcome to the Wireless Enterprise" – Packet Magazine Volume 14, N°2 – Cisco Systems
[2] Scott Fluhrer, Itsik Mantin, Adi Shamir – "Weakness in the Key Scheduling Algorithm of RC4". 2001
[3] Nikita Borisov, Ian Goldberg, David Wagner – " Intercepting Mobile Communications: the insecurity of 802.11" 2001
[4] A. Roos, "A Class of Weak Keys in the RC4 Stream Cipher", September 22, 1995
[4] AirMagnet (http://www.airmagnet.com/)
[5] Netstumbler, (http://www.netstumbler.com/)
[6] AiroPeek (http://www.wildpackets.com/products/airopeek)
[7] Kismet (http://www.kismetwireless.net)
[8] Airsnort (http://airsnort.shmoo.com/)
[9] WEPCrack (http://sourceforge.net/projects/wepcrack/)
[10] Segurança RPG "Work Package 2 – Laboratório de Segurança" PT Inovação 2002.
[11] IEEE. Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Protocol for Port Based Access Control. IEEE 802.1x - 2001.
[12] RFC 2284
[13] Matthew Gast "A Technical Comparison of TTLS and PEAP" Oct. 17, 2001

Luís Rocha

Licenciado em Eng. Electrotécnica, pela Universidade de Coimbra. Actualmente a desempenhar funções no departamento de Serviços de Rede Inteligente da PT Inovação, na área de Redes e Protocolos. Em 1997, após terminar o estágio Horizonte97, ingressou nos quadros do grupo PT, na Direcção Geral de Negócios Empresariais, departamento de Consultoria. Em 1999 ingressou nos quadros da PT Prime, na direcção de Consultoria e Engenharia de Cliente, tendo com funções a especificação e implementação de soluções de redes de dados para os grandes clientes do grupo PT. Em 2002 ingressou nos quadros da PT Inovação para o departamento de Tecnologias da Sociedade da Informação, mais especificamente na área de Segurança de Redes e Serviços, tendo efectuado consultoria IP para a PT Prime e desenvolvido projectos de segurança no âmbito do CI2002 e CI2003, e implementação de soluções ISP para os clientes da PT Inovação.

Cristiano Pereira

Desde 2002 bolseiro de investigação cientifica no Instituto de Telecomunicações de Aveiro no grupo de redes de comunicação e multimédia. Aluno de Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro desde 2001. Actualmente a desenvolver a dissertação de Mestrado sob o tema "Comunicações Seguras em Redes TCP/IP", com incidência nas questões relacionadas com a segurança em redes de comunicação Wireless. Interesses na área de arquitectura de redes de comunicação de próxima geração com destaque para os aspectos de segurança.

Luís Azevedo

Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2001 e Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho em 1995. Actualmente, responsável da unidade Redes e Protocolos na área de negócios Serviços de Rede Inteligente da PT Inovação. Em 1996, após terminar o estágio Horizonte, ingressou nos quadros do grupo PT, na Direcção de Investigação e Desenvolvimento / Centro de Estudos de Telecomunicações (DID/CET), no departamento de Serviços e Aplicações IP. Em 1999 integrou a unidade de Serviços e Redes IP (PT Inovação), onde iniciou o seu percurso na área de segurança IP. Em 2002 assumiu a responsabilidade da unidade de Segurança de Serviços e Redes IP da área de negócios Tecnologias da Sociedade da Informação.

por **Pedro L. P. Carvalho, Rui Pedro Calé Gaspar, Luís C. V. A. Azevedo, Jorge Pinto**

Serviços de Dados Móveis: Aumentando o Retorno por Utilizador

NGIN, NGIN-Pack, CDMA2000, 1xRTT, GPRS, UMTS, Wi-Fi.

Parecem não subsistir hoje dúvidas de que a médio prazo apenas existem duas vias de crescimento significativo para os operadores de serviços móveis de telecomunicações: o investimento em países nos quais a penetração dos serviços de telefonia (fixa e móvel) é inexpressiva ou a introdução de um conjunto de serviços diferenciadores nos mercados mais desenvolvidos e próximos da saturação, em termos de serviços de voz. A tão esperada introdução das redes chamadas "3G" irá reforçar ainda mais esta tendência: o sucesso dos serviços baseados em redes 3G terá certamente por base a diferenciação face aos actuais serviços ditos "2G". Ciente desta realidade, a PT Inovação tem vindo a desenvolver, em parceria com as Empresas do grupo PT, soluções avançadas de controlo e tarifação em tempo real para serviços móveis e fixos avançados, com especial ênfase nos serviços de dados e conteúdos, sendo exemplo disso as soluções NGIN-Pack (VIVO – Brasil), NGIN-Pack Wi-FI (PT Comunicações) e mais recentemente a solução IN-3G (TMN). Neste artigo estabelece-se o enquadramento para o crescimento dos serviços avançados de dados e descrevem-se brevemente as soluções da PT Inovação nesta área.

Introdução e Enquadramento

Parecem não subsistir hoje dúvidas de que a médio prazo apenas existem duas vias de crescimento significativo para os operadores de serviços móveis: o investimento em países nos quais a penetração dos serviços de telefonia (fixa e móvel) é inexpressiva ou a introdução de um conjunto de serviços diferenciadores, capazes de aumentar o consumo médio mensal por utilizador, nos mercados mais desenvolvidos e próximos da saturação, quer em termos de número de terminais quer de utilização dos serviços de telefonia e SMS.

Parece também ser consensual que esses serviços diferenciadores serão baseados no transporte de dados (ou pacotes) e na oferta de conteúdos exclusivos aos Clientes. De facto, já na publicação "GSM Daily" de 19 Fevereiro/2003 (por altura do 3GSM World Congress) podia ler-se:

"... do SMS ao Premium SMS, dos Ring Tones aos Logos Animados, as áreas de crescimento significativo na indústria dos serviços Móveis (celulares), ao longo dos últimos 24 meses, estiveram sempre associadas a conteúdos e serviços inovadores"

Enquanto que o "Financial Times" (caderno FT-IT Review) de 17 Fevereiro/2003 afirmava:

"...à medida que os operadores forem lançando novos serviços 3G, os vencedores serão aqueles que forem capazes de "seduzir" os clientes com a combinação adequada de tarifas competitivas, serviços inovadores e oferta de conteúdos exclusivos "

Estas afirmações, como muitas outras semelhantes diariamente publicadas na imprensa da especialidade, traduzem dois aspectos de uma mesma realidade: por um lado, a facturação por utilizador dos serviços móveis de voz nos mercados avançados atingiu já um valor próximo do limite máximo expectável, restando o recurso a novos serviços de transporte de dados e venda de conteúdos para aumentar o retorno médio por utilizador, enquanto que, por outro lado, os serviços "diferentes", sofisticados e associados a conteúdos exclusivos são hoje vistos como factores determinantes para imagem de um operador móvel, estando directamente associados à sua capacidade de conquistar novos clientes e de reter os existentes. Este segundo aspecto terá certamente um peso muito maior, à medida que os operadores forem finalmente introduzindo os tão esperados serviços ditos "de terceira geração". Afinal de contas, quem compraria um "telemóvel 3G" só para telefonar e mandar SMS?

O operador móvel com vontade de liderar tem hoje pela frente o desafio de introduzir rapidamente "pacotes de serviços" combinando a tradicional "voz comutada" com uma grande variedade de serviços de dados e conteúdos associados. Quase podemos afirmar que o operador perfeito será aquele que conseguir a "diversidade infinita de serviços e conteúdos, em infinitas combinações", lançados ao ritmo e tarifas exactos que o mercado exigir, mantendo uma presença harmoniosa em cada uma das redes de acesso que explora ou através das quais oferece os seus serviços. Este deverá, em nossa opinião, ser um dos paradigmas orientadores dos operadores "com futuro".

No entanto, a maior parte dos operadores móveis actuais "com história" não estão de todo preparados para esta nova abordagem ao mercado, pois durante muitos anos "o serviço" foi quase exclusivamente a voz, apenas abalado recentemente pelo sucesso do SMS. Ora, os serviços de voz, embora complexos em termos de tecnologia de rede que os suporta, são razoavelmente simples em termos de aprovisionamento e tarifação/facturação. Geralmente, as tarifas de um serviço de voz dependem apenas da origem e destino da chamada, da hora do dia, da duração da chamada e do plano tarifário comprado pelo Cliente. Por outro lado, a divergência constante entre o tratamento do "cliente pré-pago" e "cliente pós-pago" levou à criação de dois paradigmas distintos: o mundo do pré-pago, geralmente baseado na tecnologia de Rede Inteligente (IN, com controlo em tempo real) e o mundo do pós-pago, geralmente baseado nas tecnologias de "billing" e mediação, baseado em pós-processamento da informação vinda da rede. Os primeiros serviços de dados introduzidos pelos operadores seguiram também estes dois paradigmas distintos, como se pode ver na figura 1.

Planos de Serviços Comerciais			
	Serviços Comutação Circuitos	Serviços Comutação Pacotes	Serviços de Conteúdos & Transacções
Pré-Pago	Voz Wap	WAP 2,5G/3G WIA - Internet Access - PS	Brew Logos Ringtones
Pós-Pago	Voz WIA - Internet Access (CS)	WAP 2,5G/3G WIA VPN	Java Apps Conteúdos Premium

Figura 1 – Matriz Serviços/Sistemas

No entanto, como não existia o equivalente ao IN para os serviços de dados, e de modo a tentar reduzir os custos de introdução de novos serviços, o caminho seguido é geralmente o de introduzir os serviços de dados em regime de pós-pago, sendo os clientes de planos pré-pago tarifados por mecanismos "de pós-pago", ou seja, em pós-processamento sendo os serviços e conteúdos debitados da conta do Cliente passados alguns minutos, aumentando grandemente os riscos de perda de facturação

Mais recentemente, uma nova tecnologia veio obrigar os actores existentes a repensar as suas estratégias para o serviços de dados móveis: de facto, temos vindo a assistir nos últimos meses a uma rápida proliferação de serviços de acesso à Internet baseados nas tecnologias Wireless LAN ("Wi-FI"). Estes serviços, pela simplicidade legal associada à sua introdução, baixo investimento e elevado desempenho de transmissão, vêm claramente complementar as tecnologias ditas 3G, como o UMTS e o CDMA2000, ou mesmo ocupar o terreno deixado desocupado pelos atrasos sucessivos desta tecnologia. Os Clientes deverão agora passar a ter a possibilidade de utilizar as suas "contas de Cliente" em diferentes redes de acesso, com características muito distintas, esperando poder aceder a serviços semelhantes em cada uma das redes. Este novo dado vem complicar ainda mais o número de combinações possíveis na matriz dos serviços dos operadores.

Hoje sabemos que a introdução rápida de planos de serviços comerciais, englobando vários tipos de serviços básicos e conteúdos associados, implica uma enorme flexibilidade nos sistemas de informação e de controlo de rede do operador, algo que tradicionalmente não existia no passado. Para ser capaz de o fazer, o operador deverá primeiro resolver um conjunto de questões de fundo, algumas das quais poderão implicar alterações profundas nas suas redes e Sistemas de Informação, nomeadamente:

Sistemas de Controlo, Tarifação e Optimização da Rede de Dados

A arquitectura de Rede Inteligente (IN – Intelligent Network) veio, há já alguns anos, resolver o problema da rápida introdução de novos serviços de voz, sem que para isso se tornasse necessário efectuar alterações ao nível da rede. Algo de

semelhante será necessário para suportar os serviços de dados, de modo a que, por uma lado, a introdução de um novo serviço não implique uma reconfiguração geral da rede "core" de dados nem a introdução de novos equipamentos na mesma, e por outro lado se simplifiquem os mecanismos de geração de eventos para tarifação em tempo real, com pré autorização dos serviços em função do seu preço e do crédito disponível, reduzindo assim ao mínimo os riscos de perda de receita.

Existem hoje diversos sistemas capazes de desempenhar estas funções em redes baseadas nos protocolos IP, por inspecção dos pacotes circulantes nas sessões dos utilizadores, permitindo o controlo e tarifação com pré-aviso ("advice of charge") aos níveis 3 e 4 do modelo OSI ou mesmo até ao nível 7 (aplicação) do modelo OSI. Estes sistemas, em conjunto com a plataforma adequada de controlo de serviços, formam aquilo a que poderíamos chamar o equivalente dos SSP/SCP da tecnologia IN.

Também ao nível da rede, os operadores virão certamente a introduzir uma grande variedade de sistemas de optimização de transporte e conteúdos, nomeadamente os "proxy" multi-protocolo, os tradutores de conteúdos (língua escrita, formatos de áudio e imagens, etc), os sistemas de compressão de dados e caches de conteúdos. Todos estes sistemas terão impacto sobre o modo como se controlam e tarifam os serviços de dados.

Controlo das Plataformas de Serviços de Valor Acrescentado (SVA)

A introdução de novos serviços e conteúdos de dados está geralmente associada à introdução de uma plataforma especializada na rede de serviços do operador, onde residirão as aplicações e conteúdos que materializam o novo serviço. Exemplos dessas plataformas seriam as plataformas de MMS, Email e carregamento de aplicações Java. No entanto, essas plataformas necessitam de conhecer a informação relevante de Cliente e de efectuar o débito sobre a conta do Cliente, de preferência em tempo real e após um pedido de autorização ao Cliente. As plataformas de serviços de dados deverão ser capazes de interagir com as plataformas de SVA em tempo real, minimizando assim os problemas de fugas de retorno em serviços e conteúdos. Para esse efeito existem já hoje alguns interfaces normalizados de gestão de saldo, tais como o interface "OSA Charging SCF".

Sistemas de Aprovisionamento

Os serviços de dados e conteúdos são já hoje extremamente diversificados, pelo que os modernos sistemas de aprovisionamento e gestão de Clientes e Serviços deverão ter um nível de flexibilidade que não ponha em causa a flexibilidade já hoje possível ao nível da rede e das plataformas de serviços.

Sistemas de Billing

Também os sistemas de billing, tradicionalmente pouco flexíveis, deverão ser capazes de acomodar rapidamente novos formatos de informação de utilização de serviços, geralmente codificada em XML (por exemplo os IPDR), correspondente a uma enorme variedade de serviços. Deverão também ser capazes de gerar facturas tradicionais (papel) e páginas de portal de Cliente, para consulta "online" via Internet.

Dada a necessidade de pré-tarifar e controlar em tempo real todos os serviços, os sistemas de billing, que geralmente efectuavam também as funções de tarifação (rating) dos serviços básicos, poderão ver estas últimas funções largamente reduzidas, pois esta serão certamente concentradas nas plataformas de controlo de serviços.

Os ponto acima descritos enquadram-se no conceito de "Real Time Business Control" ou simplesmente "Real Time Control" (RTC), no qual se defendem os seguintes princípios básicos:

- Pré-tarifação e pré-autorização de todos os serviços (voz ou dados);
- Reserva antecipada de saldo para transações envolvendo carregamento de conteúdos para os terminais. Débito imediato do saldo reservado, se a transação for bem sucedida;
- Controlo de crédito, mesmo para contas pós-pagas;
- Informação de utilização e valorização dos serviços disponível "ao minuto"

A PT Inovação tem defendido desde sempre o conceito de "Real Time Control", e em vindo a aplicá-lo desde há alguns anos nas suas plataformas de rede inteligente tradicional (NGIN) e mais recentemente nas suas soluções de dados para redes CDMA/1xRTT, GPRS/UMTS e Wi-FI, as quais descrevemos brevemente abaixo.

Descrição da Soluções da PT Inovação

Solução CDMA/1xRTT (VIVO, S. Paulo e Paraná/Santa Catarina)

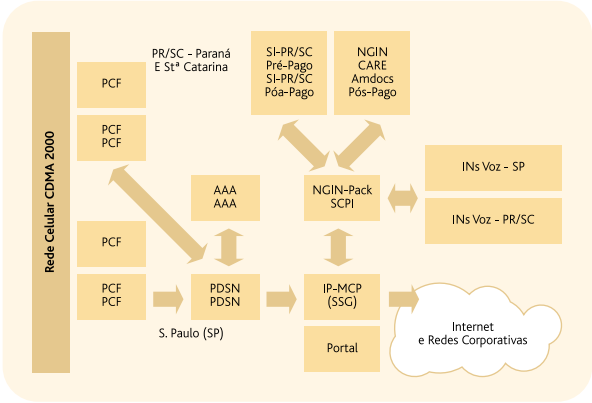


Figura 2 – Solução NGIN-Pack – VIVO (Brasil)

A Plataforma NGIN-Pack, a solução de controlo de rede e tarifação de serviços de dados actualmente em produção no estado de S. Paulo e brevemente também Paraná e Santa Catarina, é uma da primeiras a nível mundial com características de tempo real, em redes CDMA/1xRTT, estando para além disso integrada com as plataforma IN de voz (solução NGIN) da PT Inovação existentes nestes estados Brasileiros, o que permite a gestão partilhada de um único saldo para todos os serviços de um utilizador.

Na figura abaixo podemos ver um esquema simplificado da solução NGIN-Pack da VIVO. Neste, o SCPi (plataforma de controlo de serviços de dados em Tempo Real) e o IP-MCP desempenham as funções centrais de controlo e tarifação do serviços de dados.

Solução GPRS/UMTS (TMN)

Mais recentemente, a PT Inovação ganhou um contrato para fornecimento de uma plataforma de controlo de serviços em tempo real para redes 2,5G e 3G para a TMN. Esta plataforma permitirá controlar simultaneamente serviços de voz tradicionais (modo IN), serviços de dados baseados nos protocolos IP, por inspecção de pacotes aos níveis 3 a 7 do modelo

OSI, e ainda plataformas de SVA, através de um interface "OSA Charging". Na figura abaixo podemos ver um esquema simplificado da solução da TMN, onde é evidenciado o controlo de rede e serviços por INAP, e CAP (1, 2, 3) e da rede de dados (IP) através do componente IP-MCP (IP Measure and Control Point).

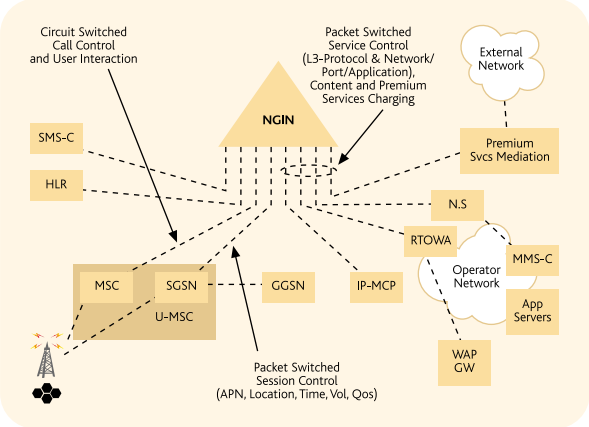


Figura 3 – Solução IN-3G TMN (Portugal)

Solução Wi-FI

Em 2003, a PT Inovação ganhou um concurso para fornecimento de uma solução de controlo de serviços em redes Wireless LAN (geralmente designadas por Wi-Fi). Essa solução, hoje já em produção, foi designada por NGIN-Pack Wi-Fi. Embora as redes de dados Wi-Fi sejam tecnologicamente distintas das redes celulares móveis, os mecanismos e plataformas de controlo de serviços são bastante semelhantes aos utilizados nas primeiras, pelo que a solução NGIN-Pack Wi-Fi reutiliza componentes fundamentais das outras soluções de dados da PT Inovação. O esquema geral da solução é apresentado abaixo.

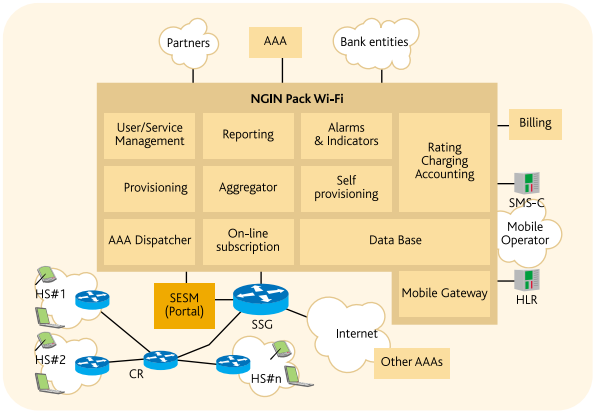


Figura 4 – Solução NGIN-Pack Wi-Fi – PT Comunicações (Portugal)

Conclusões

A PT Inovação dispõe já hoje de um conjunto bastante abrangente de soluções dedicadas ao controlo de negócio em tempo real (RTBC), cobrindo que as áreas mais tradicionais dos serviços de voz e SMS, quer as mais recentes áreas dos serviços de dados em CDMA/1xRTT, Wi-FI e GPRS/UMTS. As sinergias decorrentes da exploração de serviços mistos como GPRS/Wi-FI ou 1xRTT/Wi-FI, de um modo transparente para o utilizador final serão certamente um dos próximo desafios nesta área, juntamente com o controlo e tarifação "real time" das plataformas de serviços de valor acrescentado e conteúdos pagos.

Em conjunto como os nossos Clientes esperamos vir a melhorar constantemente as soluções que lhes permitam estar sempre um passo à frente na oferta da "... combinação adequada de tarifas competitivas, serviços inovadores e conteúdos exclusivos..."

Referências

Pedro Luís Pires de Carvalho

Licenciado e Mestre em Engª Electrónica e Telecomunicações. Ingressou no Centro de Estudos de Telecomunicações em 1989. Desde então, foi responsável pelo Laboratório Multimédia (Área Desenvolvimento de Serviços e Aplicações), mais tarde pelo grupo de Serviços IP (Área Multimédia e Serviços IP) e pelo Grupo de Serviços de dados NGIN da PT Inovação. Actualmente é responsável pelo grupo de Serviços 3G na Direcção SRI (Serviço de Rede Inteligente) da PT Inovação.

Rui Pedro Calé Gaspar

Licenciatura e Mestrado pela Universidade de Aveiro. Iniciou a actividade profissional em 1989 no CET na equipa de desenvolvimento da ELD – o comutador telefónico local. Mais tarde juntou-se ao grupo "Multimédia e Serviços IP" tendo desenvolvido diversos projectos, sempre na área dos serviços e aplicações sobre protcolos IP. Desde Julho de 2002 faz parte do grupo de Serviços de Rede Inteligente, Plataformas de Dados, sendo o responsável pelo projecto da plataforma de Tarifação de Dados da VIVO (SP e PR/SC), o NGIN-Pack.

Luís Azevedo

Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2001 e Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho em 1995. Actualmente, responsável da unidade Redes e Protocolos na área de negócios Serviços de Rede Inteligente da PT Inovação. Em 1996, após terminar o estágio Horizonte, ingressou nos quadros do grupo PT, na Direcção de Investigação e Desenvolvimento / Centro de Estudos de Telecomunicações (DID/CET), no departamento de Serviços e Aplicações IP. Em 1999 integrou a unidade de Serviços e Redes IP (PT Inovação), onde iniciou o seu percurso na área de segurança IP. Em 2002 assumiu a responsabilidade da unidade de Segurança de Serviços e Redes IP da área de negócios Tecnologias da Sociedade da Informação.

Jorge Pinto

Licenciado em Engenharia Electrotécnica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, Entre 1989 e 1994 trabalhou com o INESC. no desenvolvimento e especificação de sistemas de arquivo e distribuição de imagem médica (Picture Archiving and Communication Systems – PACS, e Nuclear Medical Imaging Systems - NMIS). Entre 1994 e 1999, pertenceu aos quadros do INESCTEL, onde foi responsável pelo desenvolvimento e gestão de projectos nas áreas de Tele-trabalho, integração de serviços em Centros de Atendimento, sistemas de resposta interactiva de voz (IVR's), integração de nós de serviços com a Rede Inteligente e participou em vários projectos Eurescom. Desde 1999, integra a Portugal Telecom Inovação, trabalhando na área de Redes Inteligentes. Exerce desde Março de 2003 a função de Director da área de negócios de Serviços de Rede Inteligente.

por **Helder Biscaia, Filipe Martins, Célio Abreu, João Pias**

Fraude em telecomunicações e sistemas de detecção de fraude

Fraude, FMS, Centaur

Recentes estudos permitem estimar que, a nível mundial, as perdas resultantes de fraude em telecomunicações são entre 30 a 40 mil milhões de Euros. É relativamente fácil concluir que as actividades fraudulentas, na área das telecomunicações, são um problema de dimensão mundial com graves impactos no rendimento das operadoras. Este artigo tem como principais objectivos divulgar alguns tipos de fraude que se podem actualmente encontrar nas redes, outras que poderão vir a surgir e que tipo de ferramentas podem ajudar na diminuição destes estragos. É também no âmbito deste relatório que é apresentado o Centaur, uma outra ferramenta de combate à fraude desenvolvida pela PT Inovação e assente sobre anos de experiência na elaboração de soluções para a área de telecomunicações.

Introdução

Actividades fraudulentas, na área das telecomunicações, são um problema de dimensão mundial com graves impactos no rendimento das operadoras. A deterioração da imagem pública de uma operadora alvo de actividades fraudulentas é inevitável o que implica um enorme risco à sustentação e promoção dos seus negócios [1].

Em Março de 2003 a organização Communications Fraud Control Association (CFCA)[3] estimou que globalmente os prejuízos associados a fraude sejam na ordem dos 30 a 35 mil milhões de Euros. É também de realçar que 80% das operadoras revelaram que o volume de fraude está a aumentar ano após ano.

Este primeiro artigo dedicado ao tema de fraude, de extrema importância para todas as operadoras de telecomunicações, visa relatar de uma forma sucinta a situação actual, descrever alguns tipos de fraude mais comuns que tem sido cometidos e os que se prevêem venham a surgir. Está também no âmbito deste artigo apresentar algum do trabalho realizado nesta área pela PT Inovação. Futuros artigos irão abordar os fundamentos da detecção de fraude e as formas como têm sido ou serão aplicados no processo global de detecção de fraude.

Actualidade

O intento de estabelecer chamadas gratuitas mas conseguidas de uma forma ilegal verificou-se desde os primórdios das telecomunicações e mais concretamente desde a introdução das centrais automáticas. Inicialmente este tipo de delito era feito por meros curiosos e outros indivíduos tecnicamente dotados e com algum conhecimento das redes de telecomunicações. Rapidamente se concluiu que estas brincadeiras poderiam tornar-se lucrativas o que deu origem à fraude de grande escala e a um enorme problema que tem vindo a atormentar as operadoras das redes de telecomunicações.

Um recente inquérito[4] realizado pela CFCA a operadoras de 26 países permitiu concluir que a nível mundial as perdas resultantes de fraude em telecomunicações está estimada entre 30 a 40 mil milhões de Euros. Estes valores correspondem a um aumento de cerca de 200% relativamente às ultimas estimativas publicadas pela mesma organização. Assim, pode-se concluir que mesmo com os recentes avanços na área de sinalização e controlo de chamadas a fraude continua a aumentar como se pode verificar pelas citações que seguem.

"Os resultados deste inquérito confirmam que a fraude nas telecomunicações é um crime mais lucrativo do que se julgava inicialmente e está em expansão" explica Clemmie A. Scott, Presidente da CFCA.

"Um ponto de relevo é que a fraude não está em declínio como foi relatado por algumas fontes ao longo dos últimos anos." Patsy Kilmartin, Consultor de Fraude em Telecomunicações.

Existem entre 20 a 30 tipos diferentes de fraude identificados pelos inquiridos na pesquisa. No entanto, esta pesquisa também revelou que os 3 tipos principais de fraude são:

- Fraude de Subscrição
- Fraudes em PBX / CPE
- Cartões Pré-pagos

Alguns tipos de fraude são apresentados na secção "Alguns Tipos de Fraude" mas é importante realçar que neste inquérito a fraude de subscrição foi o tipo mais frequente e normalmente correspondeu a fraude mais grave já que é habitualmente tipo de fraude a servir de base para a maioria dos outros tipos.

Alguns tipos de fraude

Fraude em PBX e CPE

Este tipo de fraude consiste na alteração ou acesso ilegal a centrais privadas (PBX) ou a equipamento localizado na área do cliente (CPE) com o intuito de estabelecer chamadas telefónicas gratuitas. Ao "entrar" nas centrais privadas permite que o fraudster obtenha sinal de marcação para o exterior o que implica que a chamada será tarifada ao proprietário ou cliente da central em causa.

Fraude de Subscrição

A utilização de documentos de identificação falsos permite aos fraudsters a contratação de serviços de telefonia que nunca serão pagos. Maior parte das fraudes conhecidas tem como ponto de partida esta fraude. A partir do momento em que o serviço fica disponível, é feita uma quantidade maciça de chamadas por um período curto findo ao qual o "subscritor" desaparece. Na maioria destes casos, o serviço contratado é cancelado após alguns dias de actividade mas é o suficiente para arrecadar grandes prejuízos.

Revenda de Chamadas

Geralmente, a revenda de chamadas tem como base outro tipo de fraude como a de subscrição ou de PBX. Neste caso, as chamadas telefónicas são "vendidas" a preços inferiores aos praticados pelas operadoras legitimas. É habitual este tipo de fraude verificar-se junto a grandes concentrações de imigrantes.

Serviços de Valor Acrescentado

Neste tipo de serviço, a operadora reparte o valor da chamada com o prestador de serviço. A geração de trafego ilegal que tenha como destino final este serviço obriga a operadora a pagar, à prestadora de serviços, um volume maior de chamadas estabelecidas, que no entanto nunca serão pagas à operadora.

Serviços Pré-Pago

Os serviços pré-pagos também estão sujeitos a fraude principalmente os que estão implementados sobre as redes GSM ou cabinas de telefone publicas. No primeiro caso os fraudsters usam técnicas que aumentam o saldo disponível ou inibem a sua actualização. Os casos que relacionados com as cabinas telefónicas envolvem a alteração física do cartão pré-pago ou a substituição deste por outro dispositivo como um computador portátil.

"Clip-on"

Este tipo de fraude é conseguido sempre que um fraudster liga, fisicamente, um terminal a uma linha pertencente a um cliente legitimo. É habitual que "clip-on" ocorra principalmente em prédios residenciais, blocos de escritórios ou zonas comerciais.

Abuso da Sinalização

O abuso ou alteração da sinalização utilizada para o estabelecimento e controlo de chamadas também constitui outro tipo de fraude. Recorrendo às famosas caixas (ie. black box, blue box) a sinalização é alterada de forma a impedir a tarifação da chamada em curso. Convém salientar que no passado este tipo de fraude tornou-se num problema grave para as operadoras mas ficou relativamente obsoleto com a introdução das novas redes de telecomunicações.

Cartões

Cartões de crédito ou cartões de chamadas roubados

podem ser usados em conjunto com o respectivo PIN para estabelecer chamadas fraudulentas. Um método muito conhecido de obter o PIN de um determinado cartão é através de uma técnica chamada Shoulder Surfing. Assim, as operadoras que não façam uma rigorosa validação dos dados antes de proceder ao estabelecimento destas chamadas dificilmente recuperarão o valor da chamada.

Clonagem

O processo de clonagem necessita obrigatoriamente do número de identificação do terminal móvel que se pretende clonar. Estes números podem ser obtidos por vários métodos, como por exemplo; a 'escuta' na rede de controlo e de acesso da operadora ou a divulgação destes mesmos números por pessoal interno á empresa de telecomunicações. Após obtenção de um número de identificação, um outro terminal pode ser ilegalmente programado com o mesmo número.

Fraude Interna

Fraude interna é um tipo de fraude de difícil detecção e ocorre sempre que existe um grupo ou indivíduo, com acesso a dados internos da operadora assiste os fraudsters a obterem informação confidencial. São varias as situações que pertencem à categoria de fraude interna, onde se destacam: a distribuição ilegal de números de identificação de equipamento terminal e a criação de clientes fictícios, utilizados para estabelecimento de chamadas ilegais que nunca serão cobradas.

O uso e abuso de linhas temporárias, teste ou de emergência também pode resultar num valor elevado de perdas que se pode atribuir a fraude interna.

Prever o Futuro

Naturalmente que nas redes de próxima geração continuará a haver fraude. Actualmente, o objectivo de um fraudster é o de gerar tráfego para destinos caros, tais como números internacionais ou serviços de valor acrescentado. As chamadas podem ser de longa duração ou em número elevado, sendo no entanto o valor de fraude determinado em função directa com o volume de tráfego.

No 3G, não será assim. No contexto de serviços de banda larga, novos negócios serão baseados numa combinação de volume de dados com qualidade de serviço. Caso os micro pagamentos vierem a tornar-se numa realidade, a fraude envolverá muitas pequenas transações o que será muito difícil de destinguir de transacções legitimas. Isto significa que a maior parte dos métodos que se encontram actualmente por trás dos sistemas e processos de detecção de fraude tornam-se redundantes no 3G, e será necessário desenvolver novas soluções.

Um recente artigo na Journal of Economic Crime Management[2] refere que alguns dos expectáveis tipos de fraude nas redes de próxima geração são:

Fraude de Subscrição

Continuará a existir a Fraude de Subscrição que será um tipo de fraude igual á que já se verifica actualmente (ver "Alguns Tipos de Fraude").

Fraude de Cartão de Crédito em M-Commerce

Compra de artigos e serviços na internet ou de sites geridos pelos próprios operadores continuará nas redes de próxima geração, com os cartões de crédito a serem provavelmente uma opção de pagamento. Fraude de cartão de crédito (roubo, perca ou fraude de transação recusada do cartão) é muito comum nos serviços existentes e será expectável a sua manutenção nos serviços de 3G.

Fraude Micro pagamento

No caso dos micro pagamentos virem a tornar-se numa realidade e possivelmente usando fraude de subscrição como primeira técnica, os fraudsters terão como expectativa a compra de artigos utilizando micro pagamentos, carregamento da conta do telefone 3G, e depois pagamentos por defeito, possivelmente revendendo esses artigos por dinheiro.

Fraude Serviços de valor acrescentado

Este tipo de fraude já é um problema dos dias que correm (ver "Alguns Tipos de Fraude"), com alguns operadores das linhas de valor acrescentado (ex. linhas eróticas) organizarem chamadas fraudulentas para os seus próprios números com o objectivo de inflacionar o tráfego de entrada e aumentar as suas receitas. Sobre 3G, haverá novas formas de negócios neste aspecto, com streaming video e áudio, assim como download e visualização de imagens sem qualquer tipo de pagamento. Claramente, o mesmo tipo de fraude que já existe actualmente será expandido para afectar esses novos serviços.

Copyright e revenda

Como a musica e o vídeo serão naturalmente produtos importantes que integrarão o portfolio do 3G, pode-se esperar ataques sofisticados nestes produtos, designadamente na cópia ilegal e revenda dos mesmos, da mesma forma que a pirataria de VHS e DVD ocorre actualmente. Será provavelmente um objectivo natural para o crime organizado.

Sistemas de Detecção de Fraude

Os sistemas de gestão do fraude, mais conhecidos por FMS (Fraud Management System), identificam situações fraudulentas ou duvidosas a partir da analise de uma grande quantidade de registos de chamadas (CDR) em conjunto com outros dados de cliente. As regras de filtragem, que determinam os resultados obtidos, são cuidadosamente pré configuradas e permanecem praticamente estáticas durante a operação de um FMS (Figura 1). Assim, um sistema de gestão de fraude somente detectará os tipos de fraude que obedeçam aos critérios configurados deixando que outros tipos de fraude passem despercebidos.

O processo lógico, usado por peritos para identificar, avaliar e compreender cada situação fraudulenta é bastante complexa e depende de diversos factores como; experiência, interpretação e intuição. Em conjunto, todos estes factores têm um grande peso na avaliação e consequente decisão final para cada caso. A fim de reduzir a incerteza, inevitavelmente introduzida pelo chamado 'factor humano', os analistas desta área devem ter uma formação adequada que lhes permita uma abordagem bem delineada e consistente na analise de cada caso de fraude [1].

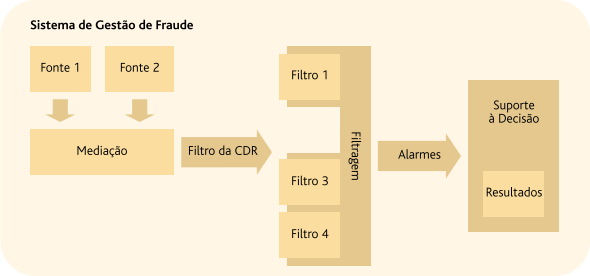


Figura 1. Análise 'simplificada' de CDRs

O mercado dos sistemas de gestão de fraude é muito apetecível e a oferta a este nível é relativamente alargada. Em seguida apresentamos os principais sistemas: Sheriff (BT/Azure), FraudX (GTE TSI), Fraud Office (Ericsson), Megs (Ascom), Compaq FMS (Compaq/HP), Ranger (Sybex Systems), acceSS7 (Agilent Technologies), FraudBuster (Lightbridge), Sleuth (Amdocs), Ectel (Ectel) e o mais recente sistema de gestão do fraude do mercado, o Centaur, desenvolvido pela PT Inovação.

Centaur

Este sistema de gestão de fraude é, fundamentalmente, um sistema de suporte à decisão especificamente desenhado para combater fraude.

O principal factor de distinção entre o Centaur e os restantes FMSs comerciais é a utilização de uma arquitectura de duas passagens para a detecção dos CDRs suspeitos. Com a introdução da segunda passagem, surgem outros factores de distinção:

- Utilização de técnicas inteligentes para melhorar os resultados da detecção;
- Os modelos criados com recurso a técnicas inteligentes são sujeitos a avaliações de desempenho regulares e eventualmente substituídos automaticamente;
- Os resultados finais são provenientes de uma votação dos resultados oriundos de diferentes modelos.

O Centaur pode dividir-se nos seguintes componentes:

- Módulos de carregamento de dados;
- Filtros de primeira passagem;
- Filtros de segunda passagem (modelos inteligentes);
- Módulo de treino evolutivo;
- Módulo de votação;
- Interfaces de navegação (1ª e 2ª passagem);
- Interfaces de configuração e visualização de métricas;
- motor de invocação de filtros;
- Base de dados.

O Centaur veio revolucionar o mercado dos sistemas de gestão de fraude pelas suas características de navegação e exploração de alarmes e CDRs e por assentar em tecnologias comprovadamente fiáveis.

Conclusões

Este artigo apresentou a dimensão e o impacto negativo a que as operadoras estão sujeitas quando são alvos de actividades fraudulentas. Convém relembrar que os recentes inquéritos revelam que esta área está em expansão e que o volume de prejuizo é preocupante.

Para as operadoras, os sistemas de detecção de fraude devem fazer parte integral do plano inicial de revenue assurance e não introduzidos como uma simples reacção a um problema grave e quase sempre inevitável. Actualmente, existem vários FMS disponíveis no mercado, cada um com as suas virtudes e limitações. Infelizmente, a escolha, integração, configuração e manutenção de um sistema destes pode ser um processo bastante complexo. Por melhor que seja um sistema de detecção de fraude, não existe nenhum que atinja os desejados 100% de eficácia.

Por fim, é importante estar atento ao facto que a fraude em telecomunicações, devido aos lucros fáceis e rápidos, tornou-se muito atractiva para o crime organizado. Este simples facto leva a que seja uma área em constante evolução tanto da parte de quem a comete como da parte que quem a tenta evitar. Qualquer operadora que seriamente tente evitar eficazmente os prejuízos causados pela fraude terá obrigatoriamente de estar munida de boas ferramentas de detecção e de uma equipa de especialistas para acompanhar estas evoluções.

Referências

[1] Biscaia, Helder. "P1007 - Aplicação de Técnicas Inteligentes ao processo de detecção de Fraude" Contracto Inovação 2001

[2] Johnson, Mark. Revenue Assurance, Fraud & Security in 3G. Journal of Economic Crime Management Fall 2002, Volume 1, Issue 2

[3] Communications Fraud Control Association. http://www.cfca.org

[4] "World wide telecom fraud survey", Communications Fraud Control Association, March 2003.

Helder Ferreira Biscaia

A sua actividade na área de gestão e prevenção de fraude em telecomunicações teve início em 1999 num projecto Eurescom. Neste projecto, foi responsável pelo grupo de desenvolvimento e aplicação de técnicas inteligentes à detecção de fraude. Em 2001 deu início à especificação e desenvolvimento do Centaur, um sistema de gestão de fraude elaborado, na sua totalidade, pela PT Inovação. Actualmente, está a desempenhar funções na área de serviços de redes móveis.

Filipe Alexandre da Siva Martins

Obteve a Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Informática. Desenvolveu na PT Inovação nas áreas de "Aplicação de técnicas inteligentes para detecção de fraude em telecomunicações" e "Desenvolvimento de aplicações genéricas para Data-Warehousing". Actualmente trabalha na TELBIT – empresa da rede de Inovação.

Célio Abreu

Licenciatura em Matemática pela Universidade de Aveiro. Colaboração e participação em 1999-2000 na área de gestão e prevenção de fraude em telecomunicações num projecto Eurescom . Participação na elaboração e especificação de software de um sistema informático integrado de controlo e apoio à gestão de Listas para meios de comunicação. Actualmente, desempenha funções na área de integração de sistemas e serviços mais concretamente em sistemas de suporte á decisão , participando no desenvolvimento de soluções de Business Intelligence e personalização .

João Pias

Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho e Pós-graduado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. Larga experiência na especificação, desenho e controle de sistemas de suporte à decisão, nomeadamente no processamento maciço de Call Detail Records, Transaction Data Records e na construção de Data Marts de Cliente. Hoje é responsável pelo grupo de Sistemas de Suporte a Decisão da PT Inovação..

por **Marcelino Pousa, Rui Sá**

Rede de Acesso, que evolução?

Rede de acesso, CATV, Arquitecturas, Cobre, Fibra, SDH, RPR, Ethernet.

As análises de evolução do mercado de telecomunicações indicam a existência de uma procura crescente de serviços de banda larga. Mas as actuais redes de acesso (rede fixa e rede de CATV) apresentam limitações para responder a esta procura. A rede fixa necessita um grande investimento para alterar a sua filosofia de circuitos, feita para o serviço telefónico, para uma rede de pacotes como estrutura de suporte aos serviços do futuro. A rede de CATV é uma rede de elevadíssimo potencial para oferta de serviços distributivos (TV), mas necessita de um grande investimento para reduzir o seu grau de partilha, como forma de facilitar a oferta de serviços interactivos.

Apesar destes condicionamentos ambas as soluções têm um elevado potencial de desenvolvimento, suportado em tecnologia já normalizada ou em fase de normalização, o que as colocará como duas plataformas concorrentes na oferta do pacote de serviços, de voz, dados, vídeo. Ao fazer uma descrição paralela do desenvolvimento das redes fixa e de CATV pretendemos mostrar que não será, por falta de soluções tecnológicas, que o mercado de serviços de banda larga não se desenvolve.

Introdução

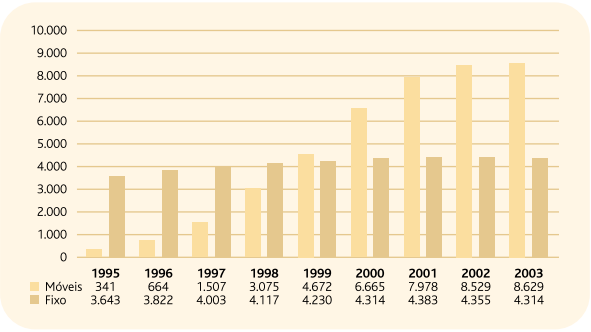
Neste artigo pretende-se apresentar uma descrição de evolução das redes de acesso, tendo em consideração a envolvente de mercado e o seu actual estágio de desenvolvimento. Trata-se de uma artigo que se espera compreensível para quem trabalha no negócio das telecomunicações, mesmo não sendo engenheiro. Faremos uma abordagem simples, mas rigorosa, das possíveis evoluções das redes no sentido de as dotar de condições para a oferta de serviços de banda larga.

Como suporte à tese do aumento da procura de serviços de banda larga, será descrito o comportamento da penetração dos diversos serviços existentes, bem como se perspectiva a evolução dos serviços de banda larga. Faremos então uma descrição comparativa das possíveis evoluções das plataformas de rede fixa e de CATV no seu posicionamento para a oferta de serviços de banda larga.

Serviços e Mercado

As estatísticas sobre os serviços de telecomunicações dos últimos anos indicam algumas tendências que, muito provavelmente, se vão acentuar:

- Diminuição de acessos e volume de tráfego sobre rede telefónica fixa, Figura 1;
- Incremento dos terminais e volume de tráfego das redes móveis;
- Crescimento dos acessos à Internet, sobretudo dos acessos de banda larga, quer suportados na rede fixa (ADSL) quer sobre a redes de distribuição de televisão por cabo, Tabela 1.



Fonte: www.anacom.pt em 4 de Outubro de 2003

Os acessos de banda larga estão a ser utilizados exclusivamente para acesso à Internet, o que está longe de corresponder ao seu potencial, quando comparado com a diversidade e sofisticação expectáveis para os serviços que podem ser fornecidos sobres estes acessos.

Clientes com Acesso Internet	1998	1999	2000	2001	2002	2003 1ºT	2003 2ºT
Nº Total de Clientes	172.698	645.146	2.110.828	3.459.640	5.165.057	5.739.659	6.157.566
Acesso dial up			2.083.613	3.360.324	4.902.294	5.426.986	5.779.763
Acesso dedicado			2.061	2.709	3.272	3.263	3.168
Acesso ADSL				2.886	52.005	76.315	112.296
Acesso modem por cabo		297	25.154	93.721	207.486	233.095	262.339

NOTA: Pode verificar-se alguma sobre-estimação do número de clientes de acesso dial-up, na medida em que é de prever que existam situações em que um utilizador recorra a mais de um ISP.

Tabela 1 - Número de Clientes com Acesso Internet

Embora o passo dado pela RDIS na direcção da integração de serviços tenha sido significativo – tornou possível no mesmo acesso serviços de voz e dados – o nível de integração que é anunciado para as redes de pacotes de banda larga será numa escala superior. Estas redes poderão transportar sinais de voz, dados e vídeo com um elevado grau de eficiência, possibilitando uma diversidade de serviços que utilizem simultaneamente a largura de banda disponível e a flexibilidade das arquitecturas de redes baseadas em pacotes, sobretudo em IP.

Infra-estrutura

Para reflectir sobre a rede de acesso, é importante recuar no tempo de forma a justificar a existência das infra-estruturas actuais. Foram identificadas três fases para o desenvolvimento da rede:

- **Fase 0** – Redes e serviços organizados verticalmente: cada rede está preparada para fornecimento de serviços específicos (rede telefónica com o serviço de voz, rede X25 para o serviço de dados, Megabit para as linhas alugadas e CATV com a distribuição de televisão). As várias redes complementam-se para a oferta de toda a gama de serviços;
- **Fase 1** – Surge com o despontar da Internet e dos serviços IP, bem como da necessidade de acesso às redes de pacotes por clientes até agora ligados à rede telefónica. Aparecem as soluções para acesso à redes de pacotes (Internet) nas várias redes, sem uma visão integrada e continuando as redes, para além do acesso à Internet, a fornecer serviços complementares. Mantêm a infra-estrutura e serviços da PSTN, mas vão sendo introduzidos, em sobreposição, acessos de banda larga, para responder a novos clientes e à procura de novos serviços. Na CATV surge a bidireccionalidade para suportar a oferta de acesso à Internet;
- **Fase 2** – As várias soluções de redes acesso irão permitir aceder aos mesmos serviços, numa verdadeira concorrência ao nível das soluções de acesso que as tornam complementares como soluções de acesso ao mesmo serviço. Iremos ter a infra-estrutura de suporte ao negócio organizada por três camadas: aplicações, controlo que gere os recursos de rede e o transporte onde se insere o acesso. Passamos da estrutura vertical da fase 0 para uma estrutura horizontal, baseada nas funções de suporte ao negócio.

Vamos portanto iniciar a descrição pela fase de 0, ponto de arranque das diferentes redes, passando à fase 1, onde podemos considerar que se encontra actualmente a rede. Por último, iremos perspectivar a fase 2, ou seja, dar uma visão do futuro das diferentes redes de acesso.

Fase 0

Rede Fixa de telecomunicações

A actual infra-estrutura de telecomunicações da rede fixa foi desenvolvida durante os últimos 50 anos com o objectivo de suportar o serviço de telefonia. Assim, criou-se uma estrutura hierárquica de comutação que assegura o encaminhamento das chamadas telefónicas entre os clientes que pretendem comunicar. Nesta estrutura, a rede de acesso é o segmento que interliga o comutador local ao telefone do cliente, normalmente constituído por um par de cobre que está rigidamente ligado ao nosso telefone fixo.

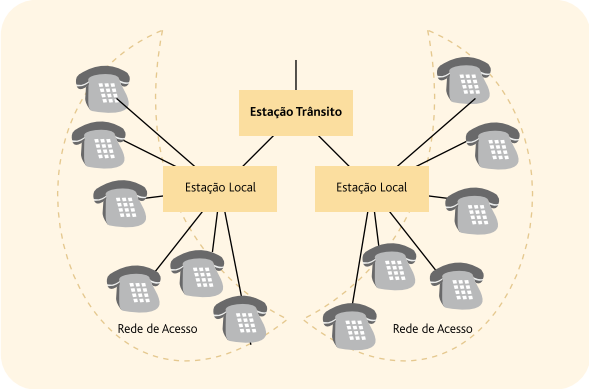


Figura 2 – Arquitectura geral da rede telefónica

Trata-se portanto de uma rede em estrela em que os recursos são partilhados no comutador através do seu factor de concentração, nº de canais de entrada/nº de canais de saída simultâneos.

Esta estrutura é altamente eficaz, mas de facto pouco eficiente, pois os recursos da rede de acesso têm uma taxa de ocupação muito baixa (tempo de utilização do telefone/24 horas). No entanto, a arquitectura em estrela, tem como vantagem principal garantir um canal (um par de fios de cobre, que como veremos permite o transporte de outros serviços para além da voz) dedicado para cada cliente.

Para a transmissão de dados foram instaladas infra-estruturas paralelas, como a rede de circuitos alugados que não necessita de comutadores, uma vez que os circuitos são permanentes e portanto estabelecidos previamente, por gestão, nos cross-connects, os pontos de flexibilidade da rede. Surgiram igualmente as redes X.25 e Frame Relay que se desenvolveram sobre as mesmas infra-estruturas físicas e de transmissão da rede telefónica, mas com recurso a comutadores específicos.

Para além do acesso por cobre existe também o acesso rádio, que têm tido algumas dificuldades de desenvolvimento generalizado, sendo utilizado em situações especificas, quando não existe rede de cobre e se pretende oferta rápida de um serviço, ou em situações em que a orografia da região dificulte o traçado de cabos. As redes rádio são na sua maioria do tipo celular com um elemento base e terminais remotos de acesso. A estação base liga-se a uma estação de comutação por transmissão de débito superior, 2 ou 8 Mbit/s

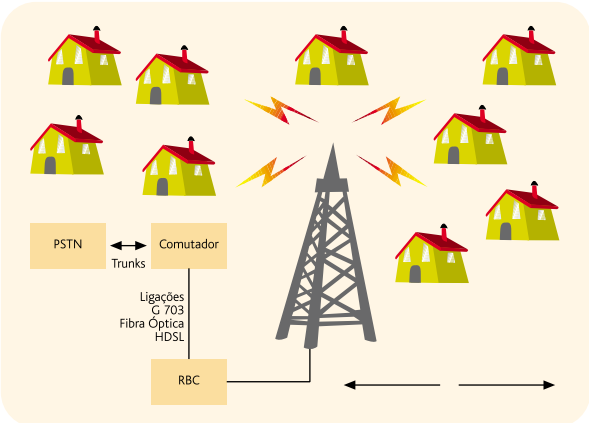


Figura 3 – Arquitectura genérica de uma rede rádio

Cabem nesta classe as redes de acesso local FWA. Como iremos ver na fase 1 aparecem tecnologias rádio para a oferta de serviços de banda larga, mas serão sempre vistas como um complemento à rede fixa.

Por estarmos preocupados com o suporte de serviços de banda larga, não é nossa intenção abordar aqui o acesso móvel GSM, pelo que não iremos considerar esta tecnologia como solução de acesso para o efeito deste artigo.

Rede de CATV

Em Portugal a rede de CATV, é muito recente ~15 anos. Trata-se de uma rede que teve como objectivo a distribuição de canais de televisão compatíveis com os actuais equipamentos de TV existentes em nossas casas.

É uma rede que suporta os canais de TV num formato analógico, na banda de TV normalmente utilizada pela distribuição terrestre. Para a tornar atraente aos olhos dos clientes, a rede tem que transportar um número significativamente maior de canais (40-50) que os disponíveis na emissão terrestre (4).

Trata-se de uma rede que transporta os sinais utilizando modulação em amplitude dos sinais de TV, recorrendo a um conjunto de frequências (portadoras) espaçadas de 8 Mhz, numa banda que pode ir dos 85MHz aos 850Mhz ou 1 Ghz, o que origina um potencial de capacidade de transporte de ~ 100 canais (se utilizarmos codificação digital para o transporte a rede pode aumentar a sua capacidade até alguns Gbit/s, 400 a 500 canais TV), tem ainda uma banda 5Mhz aos 65 Mhz para implementação de um canal de retorno.

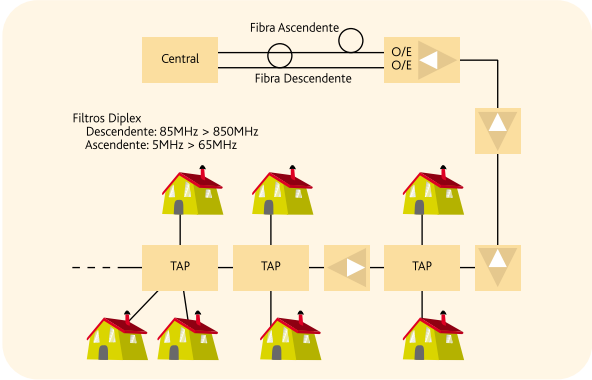


Figura 4 – Estrutura da rede CATV (fonte DEI/IAT2)

O carácter distributivo dos serviços levou ao desenho de redes com uma arquitectura em árvore, ramificada a partir da cabeça da rede, centro dos serviços, o que significa que os recursos são partilhados, ou seja, o conjunto de serviços chega a todos os terminais da rede independentemente da permissão de acesso ou não (os canais de acesso condicionado são transportados codificados, da mesma forma que os de acesso livre sendo abertos na set top box instalada em casa do cliente).

O elevado grau de partilha da rede, factor de sucesso para a distribuição de TV, torna-se a principal limitação para a oferta de serviços interactivos.

Síntese da fase 0

Do ponto de vista do negócio da voz a PT está em monopólio, o fenómeno Internet ainda não se faz sentir e a rede de fixa suporta todos os serviços de telecomunicações (telefonia, RDIS e dados). No campo da distribuição de TV dá-se a abertura do mercado e a PT inicia o investimento na rede para oferecer o serviço de televisão. A tecnologia rádio é quase inexistente, com poucas excepções de aplicações rurais de sistemas rádio para oferta de serviço de voz e é explorada pelo operador nacional, com aplicações urbanas de sistemas ponto a ponto, utilizados para o transporte de dados.

Pode-se dizer-se que não há concorrência entre redes, cada rede suporta um serviço especifico, as redes telefónica e de CATV são, nesta fase, redes complementares.

Com a liberalização do mercado dá-se o aparecimento de novos operadores que concorrem nos mesmos segmentos e com os mesmos serviços, independentemente da tecnologia de acesso escolhida. A evolução tecnológica começa a permitir que um operador de rede fixa ofereça serviços multimédia, e um operador de CATV ofereça serviços interactivos nas suas redes, incluindo voz. Passamos assim para uma nova fase de evolução das redes.

Fase 1

Vamos considerar a fase 1 como sendo a fase de modernização da rede de acesso até aos dias de hoje.

Rede fixa

A actual rede de acesso evoluiu, acompanhando o movimento de digitalização a que se assiste em todos os domínios do processamento e transporte da informação. De facto, por essa via, a transmissão, associada à evolução da óptica, tornou-se uma opção económica quando comparada com a comutação, o que deu origem a que fosse preferível estender a rede em vez de aumentar o nº de comutadores, esta extensão da rede de acesso do tradicional par de cobre do telefone ao comutador, que a limitava fisicamente, para uma rede com nós activos (equipamento de multiplexagem) que agregam vários acessos (30, 60, 120..) numa ligação de fibra óptica com débitos de 2, 8, 34 ou 155 Mbit/s entre o multiplexer e a estação, veio dar uma nova dimensão à rede de acesso que nos obriga a estudar novas arquitecturas e tecnologias que a tornem eficiente na oferta de um pacote variado de serviços.

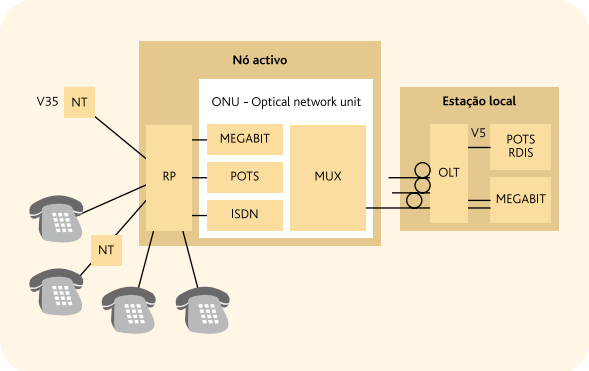


Figura 5 – Evolução da rede fixa.

Com esta evolução instalou-se a primeira fibra óptica na rede de acesso, passando os operadores a dispor de uma infra-estrutura com capacidade de oferta de circuitos de alto débito aos clientes, apesar de ainda não haver uma grande pressão de novos serviços.

Estas soluções permitem uma oferta eficiente do serviço telefónico através das interfaces V5.1 e V5.2 que permitem uma interligação directa aos comutadores digitais, ao mesmo tempo que suportam circuitos alugados que são desviados na estação antes do comutador para a rede de circuitos alugados (MEGABIT).

Este movimento moderniza a infra-estrutura física, pela instalação de fibra óptica e redução do comprimento das linhas de cobre de ligação ao cliente (potencial aumento da capacidade de transmissão) e estende a área da rede de acesso, que deixa de estar limitada a 4-5 Km. Com a fibra pode-se cobrir distâncias de largos quilómetros embora as actuais normas de sistemas ópticos de acesso limitem essas distâncias a ~ 20 km.

Nesta fase a tecnologia utilizada, PDH ou SDH mantém uma estrutura de circuitos, em que o par de cobre (canal com capacidade para transportar voz) é virtualizado por um canal de 64 Kbit/s atribuído a cada cliente no caso de utilização de interface V5.1. É possível uma atribuição dinâmica no caso da utilização de interfaces V5.2. Desta forma modernizou-se a rede mantendo-se a oferta do serviço de voz, maior fonte de receita dos operadores no momento.

Com o aumento de nós de rede (multiplexers) ligados a uma estação, e com o aumento do volume de tráfego suportado por essas infra-estruturas justificou-se a instalação de uma estrutura em anel baseada em tecnologia SDH (Synchronous Digital Hierarchy), tecnologia largamente utilizada na rede Core pelas suas características: capacidade elevada de transmissão e mecanismos de protecção.

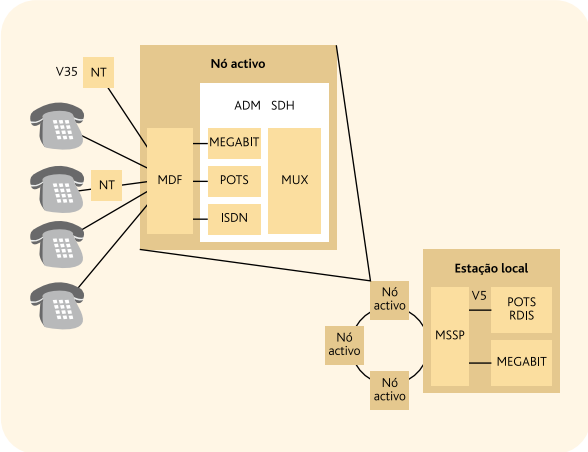


Figura 6 – Rede de acesso suportada em SDH

Desta forma garantiu-se uma maior fiabilidade da rede que permitiu a sua utilização com elevado grau de confiança para a oferta de serviços a grandes clientes ou suportar o tráfego de outros operadores, nomeadamente a ligação às estações de base das redes móveis (BTS no caso das redes GSM). Mas, tal como anteriormente, mantemos uma tecnologia de circuitos, desenhada para o transporte do serviço telefónico ou de linhas alugadas. O facto de se aumentar consideravelmente a capacidade de transmissão não significa que tenhamos a tecnologia mais eficiente para a oferta de serviços de banda larga.

Poderá dizer-se que até este ponto, se considerou a evolução da rede numa perspectiva da oferta de serviço telefónico. Como já se disse, a Internet veio alterar esta situação. O seu desenvolvimento deu-se com o suporte da rede telefónica, através dos modems analógicos com débitos até 56 kbit/s, que funcionam sobre o canal de voz e vêm hoje em qualquer PC, ou sobre RDIS para débitos até 128 Kbit/s. Para suportar este serviço não se tornou necessário alterar a rede, houve somente de ter em atenção que o comportamento das ligações à Internet difere em muito do comportamento de uma chamada telefónica (uma duração que atingir algumas horas e horário de utilização que, no caso dos clientes residenciais se situará fora das horas de trabalho), o que obrigou a olhar para o dimensionamento das estações e para uma cuidada escolha da colocação dos pontos de presença da Internet (POP).

Verificou-se que para este novo serviço a velocidade permitida pelos modems não satisfazia os mais exigentes, até porque já existia oferta mais rápida, nomeadamente nas redes de CATV. Era, portanto, essencial encontrar soluções para a oferta de maiores débitos sobre a rede de cobre. Aparece assim o ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), uma tecnologia desenhada para o transporte de pacotes suportada em ATM (Asynchronous Transfer Mode), que permite a oferta de débitos até 8 Mbit/s sobre o par de cobre e é instalada no mesmo par da linha telefónica, mantendo os dois serviços em simultâneo. Recorrendo a esta tecnologia com o equipamento de agregação e multiplexagem (DSLAM) instalado junto ao comutador digital na estação, inicia-se a oferta de serviços com débito superior a 128 Kbit/s, tipicamente 512 Kbit/s, podendo ir até 8 Mbit/s, embora, por limitações de transmissão das linhas de cobre, não se atinjam clientes distantes da estação. Este facto é um ponto crítico pois actualmente não existem serviços que necessitem de débitos tão elevados.

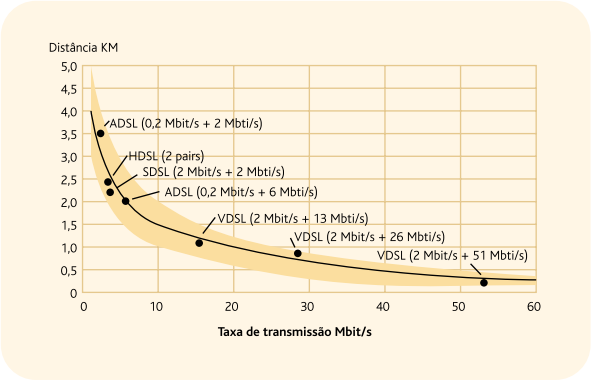


Figura 7 – Relação distância taxa de transmissão para as tecnologias de banda larga sobre cobre.

Como se verifica pelo gráfico, se um operador quiser explorar todas as potencialidades da tecnologia ADSL para oferta de novos serviços (TV, Voz, Internet) terá de aproximar os equipamentos de multiplexagem de serviço da casa dos seus clientes, para reduzir o comprimento do par de cobre.

Dado que não é económico aumentar o nº de estações, a solução é a utilização da transmissão já instalada, para criar uma rede de pacotes em sobreposição à actual rede telefónica. Aqui está a grande vantagem da instalação de fibra óptica e nós activos na rede, atrás apresentada, que agora, podem ser actualizados com DSLAM para a oferta do acesso á Internet a um maior débito.

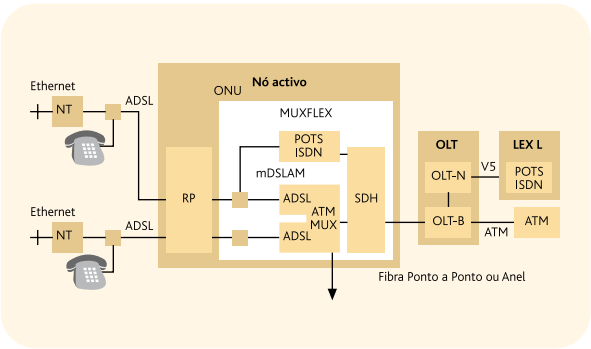


Figura 8 – Arquitectura para a oferta de serviços sobre ADSL

Esta arquitectura permite a oferta de serviços de banda larga, suportados em tecnologias de cobre como o ADSL, ADSL+ e futuramente VDSL. No entanto, a eficiência do transporte é limitada pelo facto de ser uma solução com duas tecnologias:

- SDH desenhado para o transporte de serviços TDM, em que cada cliente tem atribuída uma banda fixa que não é igual ao débitos normalmente oferecidos ao clientes pelas soluções de dados. É portanto pouco eficiente para o transporte de serviços de débito variável, e
- ATM que sendo uma tecnologia de células, adapta-se ao transporte de serviços IP, embora com uma aumento do cabeçalho de controlo.

Estas condicionantes fazem desta solução uma solução pouco eficiente e como se trata duma solução tecnológica heterogénea acrescem dificuldades na gestão da rede e dos serviços, agravando por este meio os custos de exploração da rede.

Rede CATV

Na fase 1 vamos considerar a evolução da rede de CATV no sentido da oferta de serviços interactivos. Como foi dito atrás a rede foi desenhada para a oferta de serviços distributivos. Assim se explica que uma só entrada de rede (head-end) pudesse servir a área de Lisboa: uma rede com uma taxa de partilha do head-end (estação de serviços de TV) de 1:1000.000.

A oportunidade de oferta de serviços interactivos, nomeadamente Internet, através de cable modems, obrigou à instalação de um canal de retorno, que fizesse chegar a informação até à estação (head-end) Figura 9. A arquitectura em árvore conseguida através da divisão passiva da infra-estrutura óptica, dificulta o transporte destes sinais, o que obrigou à primeira utilização na rede portuguesa da tecnologia WDM (Wavelength Division Multiplexing, uma tecnologia óptica avançada que permite o transporte de diversos sinais ópticos sobre a mesma fibra em simultâneo, desde que cada um utilize um comprimento de onda distinto). Este desenvolvimento associado à instalação de equipamento de suporte à comunicações interactivas baseado na norma DOCSIS, permite a oferta de um canal descendente de cerca de 30 Mbit/s e cerca de 10 Mbit/s no sentido ascendente, transformando a rede de CATV numa verdadeira rede de telecomunicações (oferta de serviços interactivos).

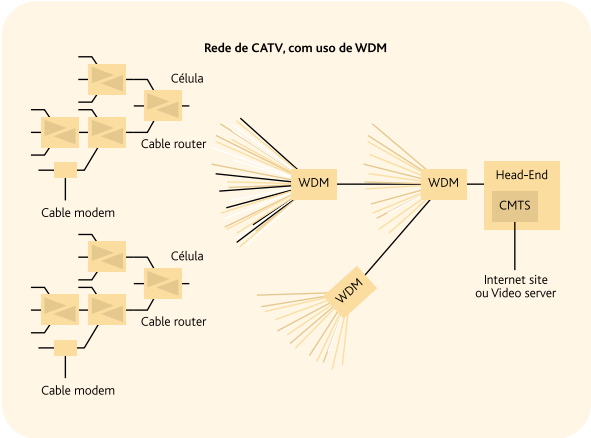


Figura 9 - Arquitectura da rede de CATV com WDM no canal de retorno.

Esta rede permite uma boa resposta a serviços IP com um elevado grau de assimetria, (acesso à Internet) mas continua a apresentar limitações quer ao nível da oferta de banda (oferta de Fast Ethernet, 100 Mbit/s), quer ao nível da interactividade, devido ao elevado grau de partilha para o qual foi concebida.

No entanto, como veremos adiante a evolução do DOCSIS e um bom dimensionamento da rede irá permitir a redução do grau de partilha da rede para os serviços interactivos poderá tornar estas redes muito competitivas para a oferta de um pacote de serviços incluindo voz, TV e Internet.

Síntese da fase 1

Pelo que foi dito, nesta fase verifica-se uma evolução das infra-estruturas de rede fixa e de CATV de forma a poderem responder à procura de Internet rápida que actualmente se verifica. Apesar desta evolução, a rede fixa continua na sua essência a ser uma rede de circuitos, que tenta acomodar os serviços de pacotes o melhor possível e a custos o mais reduzido possível. A utilização de equipamentos activos na rede permitiu a instalação de fibra e armários de exterior para acomodar o equipamento de rede e será por certo uma mais valia para posteriores evoluções da rede.

Assiste-se também ao aparecimento da tecnologia IEEE802.11, vulgar Wi-FI que poderá ser um bom complemento ao acesso à Internet pela rede fixa.

Do lado da rede de CATV assistiu-se à instalação da bidirectionalidade na rede, mas também ao esgotar da capacidade de interacção da rede, nas zonas de maior procura como Lisboa, obrigando a redimensionar a rede reduzindo-lhe o grau de partilha tal como irá ser apresentado na fase 2.

Fase 2

Nesta fase iremos perspectivar a possível evolução das redes, para dar resposta de forma eficaz e eficiente ao conjunto de serviços (Voz vídeo, Internet) atrás apresentados, ao que tudo indica, poderão contribuir para compensar as actuais perdas verificadas no serviço de voz e aumentar a receita média por cliente.

Em nosso ver, no futuro a rede fixa e a rede de CATV irão concorrer como duas plataformas para a oferta do mesmo pacote de serviços de banda larga: voz, vídeo e dados. Do ponto de vista dos serviços, tudo aponta para a sua convergência para um protocolo único, ou seja, o protocolo IP.

A actual situação do mercado, com uma concorrência forte entre operadores, fará com que estes procurem a todo o custo desenvolver políticas que façam descer o CAPEX e o OPEX, sem perder competitividade ao nível da oferta dos serviços.

Ao nível das infra-estruturas iremos por certo rentabilizar ao máximo o investimento já realizado, fazendo os investimentos estritamente necessários ao suporte da procura de mercado.

Não se espera portanto mudanças radicais de tecnologia, antes sim, serão efectuados desenvolvimentos/actualizações que melhorem o desempenho, dos sistemas instalados, até ao limite onde o crescimento do OPEX implique a sua substituição por outra tecnologia.

Rede Fixa de Telecomunicações

A rede de telecomunicações atrás descrita está ajustada ao suporte do serviço telefónico, se bem que a instalação de fibra tenha criado uma rede de núcleo moderna e de grande capacidade, e que se tenha começado a expandir a rede de acesso e a rede metropolitana para fora dos seus limites tradicionais, criando um potencial de transporte que extravasa as necessidades do serviço telefónico. A utilização do SDH na rede e a existência de DSLAM de pequena capacidade como o DSLAM garantem o lançamento do ADSL em locais distantes da estação. Neste caso a provisão do serviço tem que gerir um conjunto heterogéneo de tecnologias (SDH, ATM), que se vão adaptando de forma a transportar os serviços IP. Esta adaptação implica a utilização de uma sobrecarga protocolar que contribui para uma utilização menos eficiente dos recursos, figura 10.

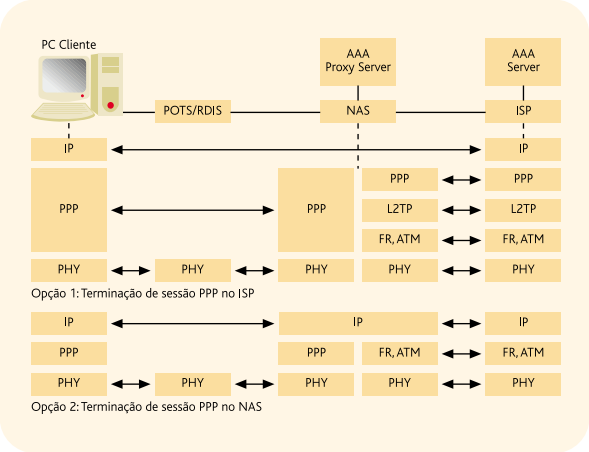


Figura 10 - Acesso ao ISP via NAS

A tecnologia Ethernet, nascida no mundo dos dados e desenvolvida para a utilização em redes locais, ganhou um novo fôlego com a normalização da GbEthernet e a sua configuração ponto a ponto, resolvendo a questão das limitações de distância entre nós de rede que se coloca às LAN.

Embora muito discutida a sua maturidade, a Ethernet é uma tecnologia que se está a impor passo a passo e é uma séria candidata a tecnologia de base para o transporte dos serviços IP na rede. É uma tecnologia utilizada nas redes de cliente e pode simplificar a rede minimizando a utilização de tecnologias, simplificando a operação e aprovisionamento dos serviços, contribuindo desta forma para a redução do OPEX. O mesmo se poderia dizer sobre a redução do CAPEX se não houvesse uma infra-estrutura já instalada que é necessário amortizar.

Nesse sentido e enquanto não se desenvolve uma rede adaptada ao transporte de serviços IP, onde a Ethernet é actualmente a candidata, é necessário fazer a transição da situação actual até esse alvo ainda distante.

Partindo da tecnologia SDH actualmente instalada, pode efectuar-se o transporte da Ethernet através de mapeamentos das interfaces Ethernet nos VC do SDH com capacidade para o seu transporte. Como a Ethernet tem débitos de 10 Mbit/s, 100Mbit/s e 1 Gbit/s, e o SDH tem VC de 2 Mbit/s, 51 Mbit/s e 140 Mbit/s, 2.5 Gbit/s, existe aqui um enorme desperdício de banda, que nesta adaptação é de 79% para os 10 Mbit/s, 43% nos Fast Ethernet e 58% na GbEthernet.

Para colmatar esta falha, o ITU-T já desenvolveu normalização que permite uma melhor utilização da capacidade de transporte do SDH, sem ter de perder a sua capacidade de transporte TDM: normas GFP e LCAS, G.7041 e G.7042. Com estas normas actualmente já aplicadas nas novas famílias de equipamentos (inclusive na PT Inovação, ver artigo nesta revista), espera-se poder reduzir o custo de transporte por bit na rede de acesso e assim contribuir para o desenvolvimento do mercado dos serviços de banda larga.

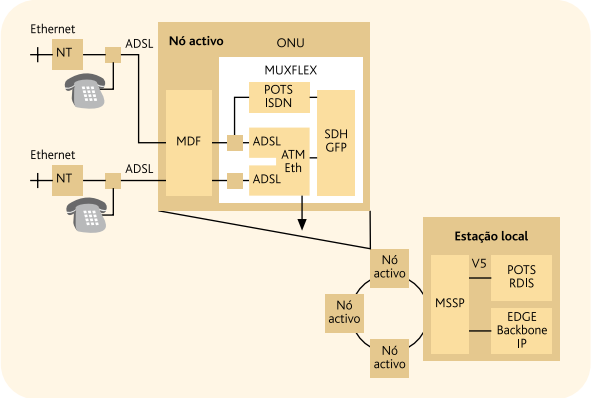


Figura 11 – Evolução da rede

Esta soluções apresentam interfaces Ethernet do lado do cliente e do lado da rede (interface com o SDH), embora mantenham o ATM entre o nó agregador e os terminais ADSL, ou seja optimizam a transmissão no anel, através de um transporte mais eficiente da Ethernet.

Se é um facto que o ADSL dificilmente deixe de ser suportado ao nível 2 pela tecnologia ATM, pelo nº de terminais e DSLAM já instalados, é de prever que novas tecnologias como o ADSL+ e o VDSL possam vir a ter um nível 2 Ethernet, o que retiraria definitivamente o ATM da rede de acesso.

Neste campo a evolução necessária passa pelo aparecimento de nós multisserviço com multi-interface, ADSL, SDSL, VDSL, de configuração automática em função do terminal que se lhe apresente na rede e as características de transmissão do meio.

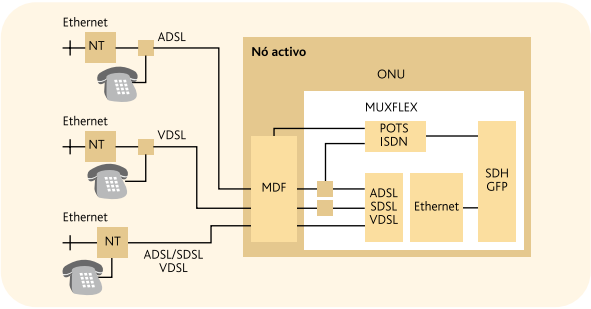


Figura 12 – Nó activo multi-tecnologia

Uma vez resolvida a questão dos nós de agregação e sua passagem para tecnologia Ethernet, será de esperar uma evolução na tecnologia de transporte no mesmo sentido (rede metropolitana) de forma a simplificar a operação e provisão de serviços.

A tendência aponta para a introdução de anéis Ethernet, tecnologia RPR, normalmente vista como uma Ethernet distribuída, tirando partido da sua adaptação às infra-estruturas de anel já instaladas. Sendo uma tecnologia nativa Ethernet, optimiza o transporte de serviços IP, e garante esquemas de protecção próximos dos da tecnologia SDH. A prazo mais alargado será de esperar uma evolução das redes metropolitanas para redes em malha, enquanto que a ligação a casa do cliente se mantêm em estrela, seguindo o modelo da arquitectura de referência do ITU-T. Por certo nesta fase irá aumentar o número de ligações em fibra na secção de ligação a casa do cliente, realizando o sonho da rede de acesso com fibra até casa (FTTH).

Teremos portanto uma rede baseada em tecnologia Ethernet em que o nó agregador de tráfego, com capacidade de routing nível 3, facilitando a gestão e controlo da qualidade de serviço prestado pela rede.

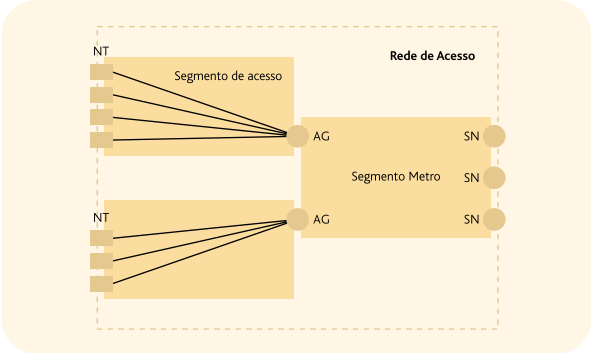


Figura 13 – Arquitectura de referência

Tal como foi referenciado na fase 1, nesta fase deveremos assistir ao desenvolvimento das tecnologias WLAN (Wi-FI) aumentando a potencialidade do mercado de serviços de banda larga, embora, em nosso entender, ele deva ser visto pelos operadores de rede fixa como um complemento de acesso à tecnologia xDSL e óptica (segmento de acesso, Ethernet). Estas tecnologias terão também um papel importante no mercado das redes domésticas onde se reconhece uma manifesta insuficiência das actuais instalações domésticas para suportar serviços de banda larga.

Assim, nesta fase espera-se o desenvolvimento de uma infra-estrutura que potencie a oferta de serviços de banda larga, baseados em IP. Tem como requisitos que seja facilmente gerida, tenha mecanismos que permitam ao cliente alterar o perfil do seu serviço em função da aplicação, das necessidades de momento e da sua disponibilidade para pagar uma certa qualidade de serviço (Ou seja ter serviços on demand à distancia de um click de um rato de computador), seja escalável, em função da necessidade de largura de banda e número de clientes ligados.

Rede de CATV

Tal como foi descrito atrás, os operadores de CATV irão posicionar-se para a oferta global de serviços de telecomunicações, assim a primeira medida rumo a esta estratégia passa por aumentar a capacidade das suas redes para o transporte de serviços interactivos.

Este aumento de capacidade é conseguida fundamentalmente à custa da diminuição da taxa de partilha do meio, o que obriga a deslocar os equipamentos CMTS para pontos mais próximos dos clientes ou seja mais próximo da célula, ou primeiro divisor passivo da rede óptica. Este movimento é possível através do desenvolvimento da tecnologia GFP, ou RPR para o transporte da Ethernet, tecnologia base de suporte ao DOCSIS.

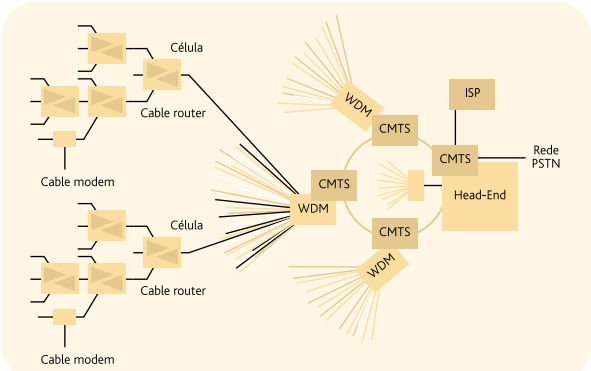


Figura 14 – Rede CATV com expansão da capacidade para o transporte de serviços interactivos

Com esta evolução a rede de CATV aproxima-se da estrutura de uma rede fixa de telecomunicações no que diz respeito aos serviços interactivos. Mantendo a estrutura em árvore com elevado nº de clientes por ramo para os serviços distributivos, obtém-se assim uma rede que junta o melhor dos mundos nos serviços distributivos TV e uma solução capaz nos serviços interactivos. Nesse sentido, os últimos desenvolvimentos da norma DOCSIS permitem a criação de uma canal simétrico de 30 Mbit/s sobre uma portadora de CATV.

Conclusões

A evolução do mercado de telecomunicações descrita no artigo, irá colocar uma grande pressão sobre operadores de telecomunicações, no sentido que estes encontrem outras fontes de receita para além da voz, que parece cada vez mais vir a tornar-se uma commodity. É portanto fundamental adaptar a rede aos requisitos dos potenciais novos serviços (Voz, Vídeo e TV), diminuindo a complexidade de operação e gestão da rede, reduzindo o custo de provisão dos serviços, possibilitando a oferta de serviço a custos mais atraentes para os clientes.

Considerando esta estratégia, ambas as redes atrás apresentadas têm um percurso pela frente até conseguirem o desiderato de infra-estrutura adaptada ao transporte de serviços IP:

- a rede fixa irá mudar a sua estrutura de rede de circuitos, para uma rede de pacotes, através da evolução dos seus elementos SDH e ATM para uma tecnologia mais simples como por exemplo a Ethernet. Irá incrementar-se a instalação de fibra na rede de acesso, quer para poder oferecer serviços Ethernet nativos, quer como forma de diminuir a distância entre o nó agregador e a casa do cliente, diminuindo dessa forma o comprimento do par de cobre, potenciando a oferta de maior largura de banda.
- a rede de CATV que já baseia o suporte de serviços interactivos uma estrutura de pacotes (DOCSIS), necessita de diminuir a taxa de partilha da rede através do investimento em elementos agregadores CMTS, mais próximos dos clientes.

Por cima destas infra-estruturas irão desenvolver-se sistemas de gestão de rede e serviços que controlem em tempo real o acesso aos recursos de rede para a oferta dos serviços desejados pelos clientes. Resumindo, teremos duas infra-estruturas posicionadas para a oferta de serviços de banda larga, existindo desde já no mercado soluções tecnológicas, que lhes darão o potencial necessário a esse objectivo.

Uma vez desenvolvida, a rede fixa torna-se uma infra-estrutura mais poderosa que a rede de CATV, o acesso dedicado garante uma boa resposta às necessidades de banda e técnicas como o multicast permitirão a oferta de serviços distributivos como a TV. A rede de CATV tem uma grande capacidade para a oferta de serviços TV, mas algumas limitações na oferta de serviços interactivos, impostas pela estrutura partilhada desta rede, mas como atrás foi referido, poderão ser ultrapassados por soluções que já se encontram disponíveis no mercado.

Finalmente poderemos dizer que não é, por certo, pela falta de soluções tecnológicas, que o mercado de serviços de banda larga não se desenvolverá.

Referências

[1] A Step-by-Step Migration Scenario from PSTN to NGN – Technical Paper www.ALCATEL.com

[2] FAN- Future Access Networks - Deliverable 1 – EURESCOM

[3] DOCSIS

[4] ADSL

José Marcelino Pousa

Licenciou-se em Física Aplicada à Óptica e Electrónica pela Universidade do Porto em 1984, e obteve o grau de Mestre em Organização e sistemas de informação pela Universidade de Évora em 2002. Como Colaborador do CET e posteriormente da PT Inovação desenvolveu os seus interesses profissionais por áreas como as comunicações ópticas, as redes de acesso e mais recentemente pela gestão do conhecimento. Trabalhou em vários projectos internos e Internacionais do RACE, ACTS, IST e EURESCOM onde liderou o projecto FAN – Future Access Networks.

Rui Sá

Licenciatura em Engenharia Electrotécnica pela Universidade do Porto e mestrado em Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Iniciou a actividade profissional na área da Rede de Acesso nos ex-CTT e desempenhou, posteriormente, funções na homologação de equipamentos terminais. Nos últimos anos exerce a sua actividade no Departamento de Formação como formador e, sobretudo, na concepção e desenvolvimento de cursos, área pela qual é responsável na PT Inovação.

por **António Cardoso, Paulo Gonçalves, Manuel Fernandes, Pedro Mendes, António Gamelas, Victor Marques**

Serviços e Tecnologia de Banda Larga na Rede de Acesso

Rede de acesso, ADSL, SDSL, ATM, IP.

O crescimento exponencial da procura do serviço Internet de alto débito, bem como da procura de novos serviços de telecomunicações, tais como a distribuição de vídeo (VoD) ou de TV, ou o ensino à distância em video-conferência, têm forçado os operadores a adoptarem novas tecnologias e novas arquitecturas na rede de acesso, baseadas na tecnologia xDSL. Numa primeira fase, o principal objectivo dos operadores é o da oferta de um serviço de acesso à Internet em alta velocidade, com preocupações de qualidade de serviço, exigindo desta forma a procura de novos equipamentos, sistemas e soluções, de forma a garantir o cumprimento dos requisitos exigidos pelos actuais e pelos futuros serviços. Este objectivo é possível com a introdução de sistemas que usam tecnologias ATM/IP, suportadas em xDSL, os quais passam pela reutilização dos cabos de cobre existentes numa topologia de rede em estrela, com ligações ponto a ponto entre um elemento multiplexador DSLAM e modems xDSL instalados em casa dos clientes. O tráfego é transportado em ligações semi-permanentes do tipo ATM, usando as categorias de serviço ATM adequadas para o serviço Internet, e que englobam mecanismos de gestão e controlo de tráfego.

Introdução

A PT Inovação possui uma grande tradição no desenvolvimento de sistemas de transmissão e multiplexagem suportados em cobre, sendo de destacar as linhas HDB3 e DSL nas suas componentes IDSL, HDSL, ADSL, e SHDSL, as quais têm sido as linhas de produtos com maior implantação na rede.

Ao longo dos tempos, a história destes sistemas tem estado directamente relacionada com a evolução das tecnologias de transmissão associadas.

Os diagramas apresentados em seguida descrevem as sucessivas etapas associadas à evolução destas tecnolo-gias, bem como dos sistemas da PT Inovação que lhes serviram de suporte:

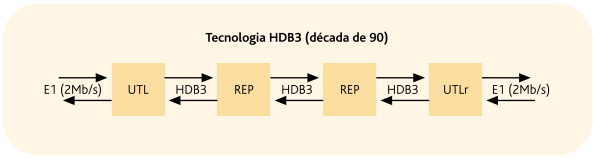


Figura 1 – Tecnologia HDB3

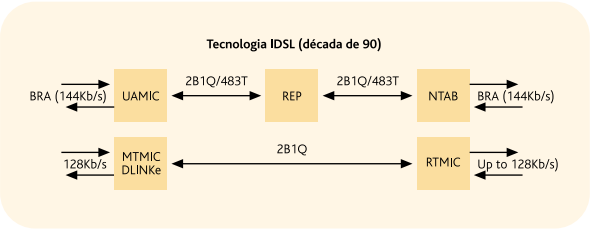


Figura 2 – Tecnologia IDSL

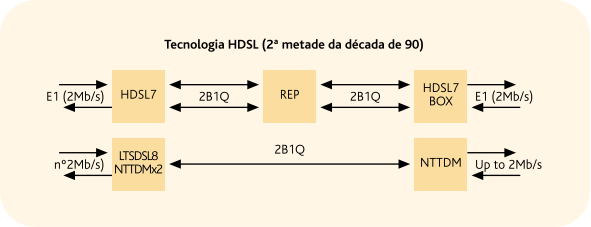


Figura 3 – Tecnologia HDSL

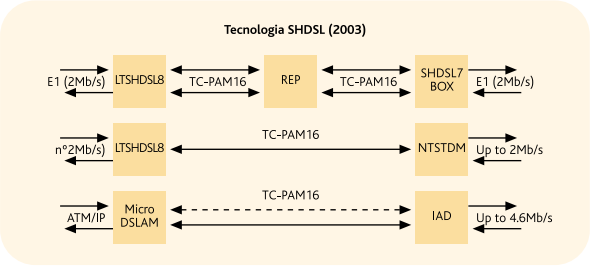


Figura 4 – Tecnologia SHDSL

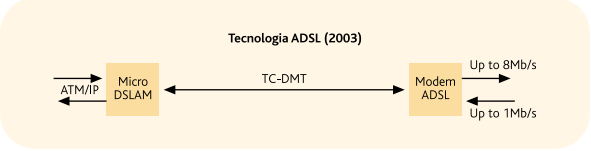


Figura 5 – Tecnologia ADSL

No decorrer dos próximos capítulos, far-se-à a descrição detalhada das tecnologias envolvidas, nomeadamente em termos de xDSL, ATM e IP nas soluções de acesso de larga.

Seguir-se-à a apresentação duma solução desenvolvida pela PT Inovação que é descrita , empormenor noutro artigo desta revista.

O artigo termina com a indicação dos diversos eventos que têm servido para a demonstração da aplicação da solução, bem como da apresentação das linhas de orientação que deverão ser seguidas num futuro próximo, no sentido de a inserir no contexto das Redes de Próxima Geração.

Tecnologias envolvidas

xDSL

As tecnologias DSL destinam-se à rede de cobre originalmente instalada para suportar comunicações analógicas de voz, isto é, larguras de banda de 300Hz a 3.4KHz. Com a introdução destas tecnologias é possível oferecer também serviços de banda larga. Os grandes avanços nesta área devem-se aos actuais processadores digitais de sinal em conjunto com novos algoritmos e técnicas de codificação. Nos últimos 20 anos, estes itens permitiram aumentar em cerca de 300 vezes a largura de banda utilizável no cobre, desde o ISDN até ao VDSL.

A maior parte das normas DSL definem a forma como deve ser transportada a informação entre dois pontos, apresentando também modelos de linha e modelos de ruído, os quais são especificados de forma a cobrirem a maior parte possível das condições que os sistemas virão a encontrar na rede real de cobre. O facto de cada vez mais se recorrer a este tipo de tecnologia tem lançado outro desafio que se prende com a actual impossibilidade de se fazer uma actualização a 100% da rede de cobre para a tecnologia DSL. Este desafio obriga a que cada vez mais se olhe não só para o que é possível transmitir sobre este meio, mas também para as larguras de banda e potências de sinal utilizadas. A mais valia das normas DSL é, à partida, saber-se quais os requisitos mínimos que podem ser exigidos dum sistema, bem como a interoperabilidade entre sistemas de diferentes fabricantes.

Far-se-à nesta altura do artigo uma descrição detalhada das várias tecnologias DSL, começando pela tecnologia ISDN-BA, a qual é utilizada nos acessos básicos RDIS, e que surgiu nos primórdios dos anos 80, tendo tido como objectivo principal a digitalização da rede de cobre. Adicionalmente, aproveitou-se também para associar ao serviço tradicional de voz um conjunto de serviços suplementares, bem como para tornar mais eficiente a comunicação de dados. A tecnologia ISDN-BA entrega dois canais de 64Kbps, designados por B1 e B2 e um canal de 16Kbps designado por D, usado principalmente para troca de sinalização. Como características adicionais, este tipo de tecnologia apresenta um débito de transmissão fixo e simétrico (160 Kbit/s), utiliza a técnica de cancelamento de eco para separação dos sentidos, e modulação 2B1Q.

Apresenta-se de seguida a densidade espectral desta tecnologia:

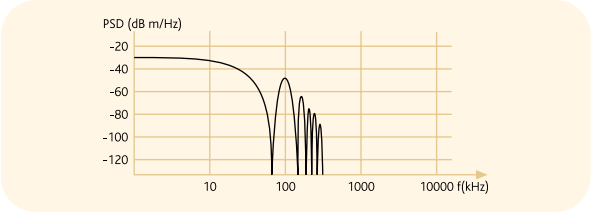


Figura 6 – Densidade espectral IDSL

HDSL

A tecnologia HDSL foi, por sua vez, desenvolvida na tentativa de aumentar a capacidade de transporte do ISDN. Utiliza também

as técnicas de cancelamento de eco e permite agrupar, no máximo, um conjunto de 3 pares de cobre de forma a obter maiores alcances sem necessidade de repetidores. O débito útil transportado é 2Mbps sem que haja perda de qualidade de serviço.

De igual modo, apresenta-se de seguida a densidade espectral desta tecnologia:

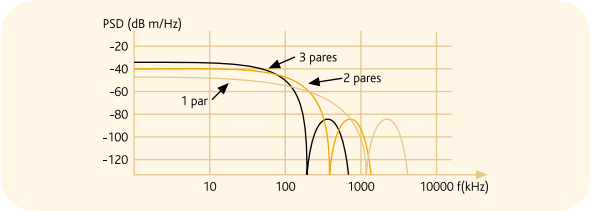


Figura 7 – Densidade espectral HDSL

ADSL

Relativamente ao ADSL, é de referir que se trata de uma tecnologia que começou a ser desenvolvida em meados dos anos 90, tendo sido inicialmente concebida para distribuição de video on demand, e reaproveitada nos dias de hoje para facultar o acesso de banda larga à Internet. A sua principal característica é o transporte assimétrico e ajustável de elevados débitos binários, com possibilidade de atingir 32 a 1024 Kbit/s no sentido upstream, e 32 a 8064 Kbit/s no sentido downstream.

Esta tecnologia pode coexistir com o serviço tradicional de voz, quer na vertente analógica (POTS), quer na vertente digital (ISDN), uma vez que utiliza frequências distintas. Embora o ADSL também garanta uma boa qualidade de serviço, introduz atrasos que podem ser limitativos para algumas aplicações (~20ms), ficando esta questão a dever-se à existência de códigos de correcção de erros. Outra característica relevante prende-se com a utilização de modulação DMT.

Em termos de densidade espectral para POTS, tem-se:

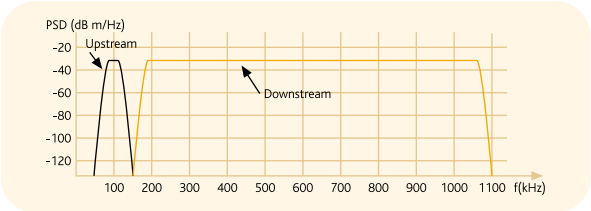


Figura 8 – Densidade espectral ADSLoPOTS

Para a vertente ISDN, tem-se:

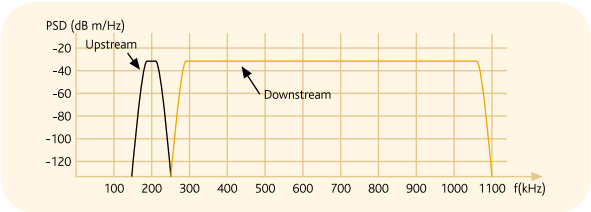


Figura 9 – Densidade espectral ADSLoISDN

A tecnologia ADSL2 aparece como etapa subsequente, assegurando um maior alcance espacial, uma maior informação útil por portadora e uma maior capacidade de transporte (12 Mbits). Por outro lado, e através da utilização de algoritmos específicos, obtém-se uma melhor gestão de consumo e potência de sinal, conseguindo-se cortar até 60% o consumo do interface de linha, o qual representa cerca de 30% do consumo total. Adicionalmente, e utilizando a técnica SPM, i.e., Statistical Power Management, consegue-se reduzir o consumo até 50% nos períodos de ausência de tráfego.

Para efeitos de garantir um maior débito de transmissão (24 Mbits), bem como um alcance em termos espaciais ainda maiores, mas mantendo a interoperabilidade com os modems ADSL (CPE) embora à custa da duplicação do número de portadoras no sentido downstream, surgiu a tecnologia ADSL2+, a qual já se encontra englobada nos produtos da PT Inovação, e cuja densidade espectral se representa de seguida, em termos comparativos com as tecnologias ADSL e ADSL2:

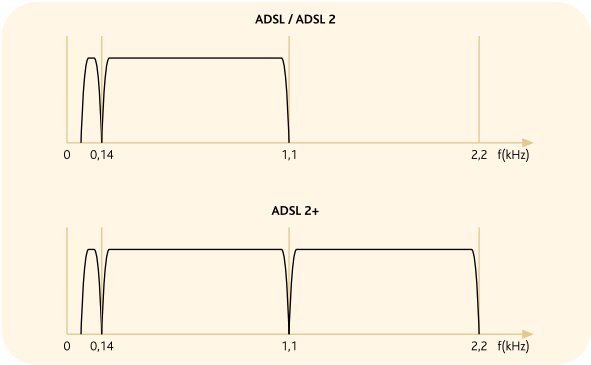


Figura 10 – Comparação das densidades espectrais ADSL/ADSL2, e ADSL2+

SHDSL

A tecnologia SHDSL surge, por outro lado, como uma evolução da tecnologia HDSL, apresentando como principais características um débito de transmissão, desta vez, simétrico ajustável de 192kbit/s a 4,6 Mbit/s, a utilização de cancelamento de eco para separação dos sentidos, modo de transmissão em 2 pares para efeitos de duplicação de débito ou melhoria de alcance, a possibilidade de uso de repetidores, i.e., funcionalidade de power-back-off, e utilização de modulação 16-PAM ou 32-PAM.

Em termos de densidade espectral, tem-se:

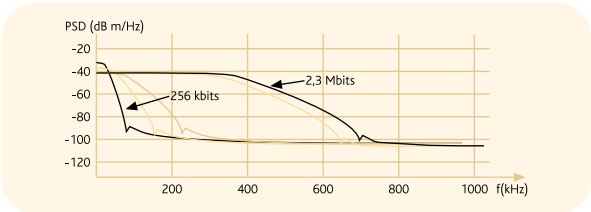


Figura 11 – Densidade espectral SHDSL

VDSL

Por último, a tecnologia VDSL constitui, em parte, uma evolução da tecnologia ADSL, principalmente se for avaliada sob a perspectiva da possibilidade de transporte assimétrico, bem como pela utilização de modulação DMT. Por outro lado, e à semelhança da tecnologia SHDSL, recorre também à funcionalidade de power-back-off.

No entanto, esta tecnologia é mais conhecida pela sua elevada capacidade de transporte em termos de débitos binários, a qual se pode situar em torno dos 50Mbps no sentido downstream, e 26 Mbps no sentido upstream. A flexibilidade a nível de transmissão é concretizada através do uso de duas bandas upstream e de duas bandas downstream, as quais possibilitam transportes em configuração simétrica e assimétrica consoante o serviço desejado. Esta técnica é conhecida por FDD, i.e., frequency division duplexing.

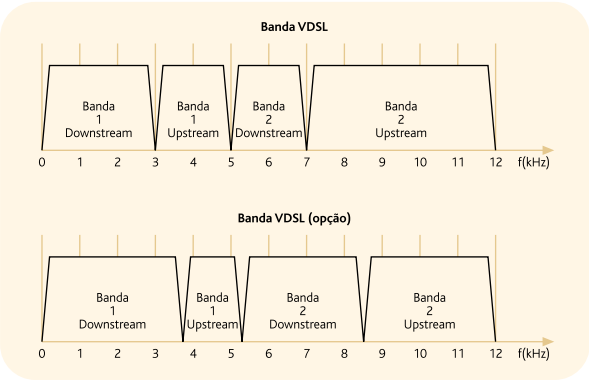


Figura 12– Densidade espectral do VDSL

Resumo

Em jeito de balanço, apresentar-se-à de seguida uma perspectiva global de algumas das características das diversas tecnologias DSL, primeiro em termos de largura de banda, e seguidamente em termos de débito binário e de alcance espacial:

xDSL	Largura de Banda
ISDN-BA 2B1Q	10Hz - 50KHz
ADSLoPOTS	25KHz - 1.1MHz
ADSLoISDN	138KHz - 1.1MHz
HDSL 2B1Q 2p.	0.1KHz - 300KHz
SHDSL TC-PAN	0.1KHz - 300KHz
VDSL	138KHz - 12MHz

Tabela 1 – Tecnologias DSL

Como foi acima referido, a figura seguinte representa uma comparação das tecnologias DSL, agora em termos de débito binário e de alcance espacial:

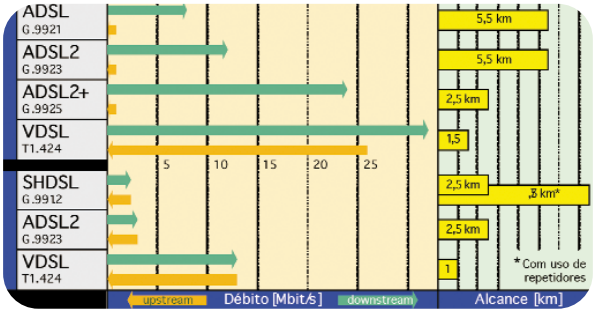


Figura 13 – Débito binário e alcance especial das tecnologias DSL

Por último, o diagrama de rede da figura seguinte ilustra um cenário que engloba a utilização de todas as tecnologias DSL.

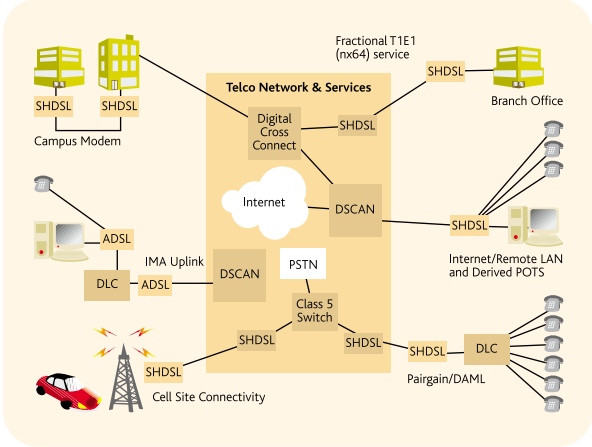


Figura 14 – Cenário global de utilização de tecnologias DSL

ATM

A tecnologia ATM (Asynchronous Transfer Mode) teve os seus primeiros desenvolvimentos nos anos 80 e 90 na rede ISDN de banda larga. Esta tecnologia introduziu um novo conceito no mundo das telecomunicações, com a divisão em pequenos pacotes de comprimento fixo, designados por células, cada qual podendo ser usado, de forma independente dos restantes, para transportar a informação correspondente a uma ligação específica.

Um dos requisitos para o planeamento de uma rede de telecomunicações por parte de um operador, passa pela garantia que uma determinada tecnologia apresenta no sentido de suportar vários serviços, quer no presente, quer no futuro. A tecnologia ATM oferece precisamente este tipo de garantia e, embora o objectivo mais premente do operador seja o serviço Internet de banda larga, outros serviços surgirão. Nessa altura, a tecnologia deve suportar, sem modificações, a evolução de forma natural. Por outro lado, a tecnologia ATM tem todos os mecanismos necessários para o suporte muti-serviços com QoS, os quais, ao serem usados em conjunto com a tecnologia xDSL, permitem a oferta deste e de outros serviços de telecomunicações na rede de acesso, havendo no entanto que assegurar a existência destes mecanismos nos sistemas que forem escolhidos, bem como o seu correcto funcionamento.

Baseado na tecnologia de pacotes, o ATM assenta num modelo de camadas, com primitivas de comunicação entre si, definidas no modelo de referência B-ISDN: a camada física, com diferentes tipos de interface, E1, E3, STM1, IMA; a camada ATM que suporta as ligações ATM, gestão e controlo de tráfego; a camada de adaptação que permite o suporte de diferentes serviços em ATM; e uma interface para as camadas superiores (p. ex. suportada no Multiprotocol Encapsulation over AAL5 definido na RFC 1483).

Adicionalmente, outra das principais características da tecnologia ATM é o suporte de diferentes classes de serviço que podem ser usadas neste tipo de ligações: a classe UBR e UBR+ para serviços de dados, nomeadamente para acesso à Internet; a classe CBR para garantia de um débito constante; e a classe VBR rt e nrt para serviços multimédia, vídeo e voz. Todas estas classes encontram-se perfeitamente caracterizadas em termos de largura de banda e QoS pelos parâmetros de tráfego aplicados.

No entanto, a aplicação destas classes de serviço só faz sentido se houver mecanismos de gestão de tráfego nos equipamentos ATM que garantam que os parâmetros são respeitados ao longo da ligação extremo a extremo. Estes mecanismos, normalmente implementados em hardware, encontram-se associados à existência de diferentes queues de buffers para diferentes tipos de tráfego, ao policiamento para controlo dos parâmetros de tráfego contratados, à utilização de shaping para controlo do débito ou da taxa de transmissão de células, e, nos serviços de pacotes, à oferta dos mecanismos EPD/PPD para optimização da utilização da rede ATM no transporte de pacotes.

Como os equipamentos são baseados numa tecnologia de comutação e gestão de buffers, os algoritmos devem ser os mais adequados para que a rede funcione de forma eficiente.

Para efeitos de exemplo de dimensionamento de buffers para as ligações VC de uma dada classe de serviço, são indicados de seguida os critérios adoptados num dos equipamentos da solução PT Inovação S. A., de forma a garantir a qualidade de serviço pretendida:

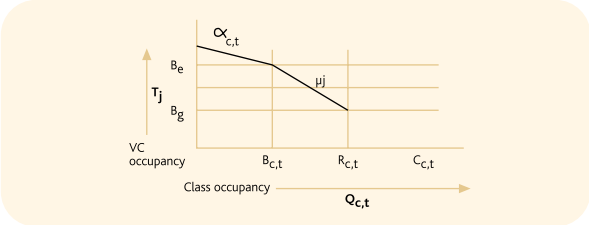


Figura 15 - Threshold dinâmico na utilização de buffers

IP

O crescimento espantoso da Internet tornou, ou tem a tendência de vir a tornar, a tecnologia IP numa clara vencedora na oferta de serviços heterogéneos nas redes de telecomunicações. Embora dificilmente se possa considerar o TCP/IP como uma invenção recente, foi apenas no decorrer dos últimos anos que esta tecnologia foi devidamente apreciada, especialmente quando associada a serviços e aplicações de dados e multimédia.

Na figura seguinte encontram-se precisamente indicados vários serviços e aplicações que podem via a ser concretizados nas futuras redes de telecomunicações, as quais deverão apresentar um core baseado em IP.

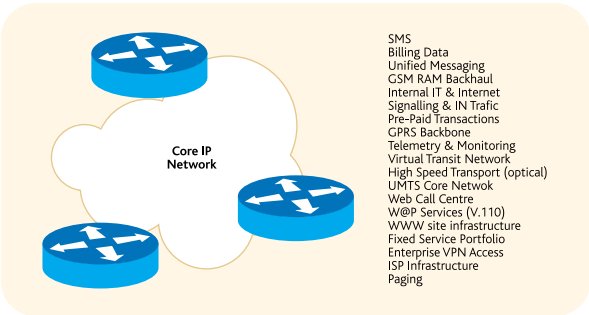


Figura 16 – Futura rede IP multiserviço

Este tipo de serviços tem um carácter muito aperiódico e assimétrico, caracterizado por rajadas de tráfego, o que os torna mais propícios para serem transportados sobre uma rede baseada em comutação de pacotes. A comutação por pacotes é realizada sobre as tecnologias ATM ou IP, por terem um melhor desempenho do que as redes baseadas em comutação de circuitos, as quais foram optimizadas no passado para a oferta do serviço de voz. Prevê-se que, mesmo o serviço de voz que serve de suporte em termos de receitas às redes tradicionais, passe a ser fornecido sobre a infra-estrutura de comutação de pacotes. A tendência é portanto para a integração de serviços nas redes de comutação e transporte em pacotes, embora seja de esperar a coexistência de ambos os tipos de redes numa fase inicial que poderá ser relativamente longa.

No sentido de acompanhar esta evolução, os produtos PT Inovação estão a ser dotados de características que lhes permitem encarar estas tendências de uma forma natural.

Por exemplo, embora se espere que o transporte nos uplinks dos DSLAMs continue a ser suportado pela tecnologia ATM durante mais alguns anos, observa-se já uma tendência para a sua coexistência com uplinks baseados em IP sobre Fast Ethernet e/ou Gigabit Ethernet. Desta forma, e acompanhando estas tendências, o μDSLAM32 da PT Inovação englobará brevemente funcionalidades de uplink em IP sobre Fast Ethernet, que incluirá, entre outras, funcionalidades de multicast IP para as diversas portas DSL. Esta solução é descrita noutro artigo desta revista.

Para além disso, o facto dos equipamentos da PT Inovação serem baseados no sistema operativo Linux, permite também a rápida introdução de inúmeras funcionalidades IP suportadas por este sistema operativo.

A solução DSLAMi da PTIN

A solução DSLAMi é suportada nos sistemas autónomos μDSLAM32, MABeL32 e IAD, que permitem disponibilizar serviços de banda larga a clientes residenciais ou empresariais, usando tecnologia ATM ou IP sobre xDSL, de uma forma eficiente. O facto de serem baseados na tecnologia ATM implementada de acordo com as normas e princípios definidos pelos organismos ITU-T e ATM forum garante a sua interoperabilidade com outros equipamentos.

A figura seguinte apresenta a arquitectura de referência da solução.

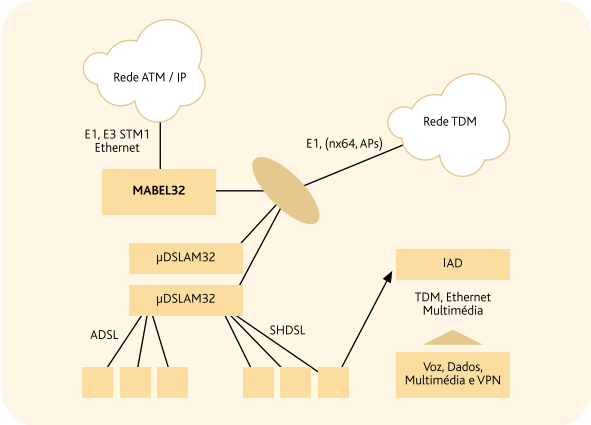


Figura 17 - Arquitectura de referência

Aplicações da solução DSLAMi

A solução DSLAMi pode ser utilizada em qualquer rede de telecomunicações, sendo de realçar sob este ponto de vista, a enorme procura que está a ter o μDSLAM32. No entanto, todos eles, a curto ou a médio prazo, de forma isolada, ou em conjunto, podem vir a ser utilizados noutros cenários que envolvam serviços de natureza um pouco mais futurista, como é o caso de alguns demonstradores abaixo identificados. Pelo menos para alguns deles, a inclusão dos equipamentos, com a consequente participação da PT Inovação S. A. já se encontra agendada.

No que se segue, far-se-à uma breve referência a dois tipos de demonstradores em que a solução DSLAMi, irá ser incluída, sendo apenas abordados os cenários e os objectivos que se pretendem atingir em termos de serviços.

Subsequentemente, será feita uma abordagem um pouco mais detalhada acerca das actividades a decorrer na PT Inovação, ou que poderão vir a ser contempladas num futuro próximo, relacionadas com a implementação de novos produtos susceptíveis de se inserirem nos cenários das Redes de Próxima Geração.

Demonstradores Triple Play e xDSL

Os demonstradores triple play e xDSL, concretizados até ao momento dentro do âmbito do projecto NetB@and, têm como objectivo patentear que a reutilização das infra-estruturas de cobre existentes é viável em termos de oferta dos serviços abaixo indicados.

Além de outros serviços IP de banda larga, o cenário conceptual proporciona a distribuição simultânea de um máximo de 5 canais de vídeo por cliente. Os serviços de vídeo são, como se sabe, os que requerem maior largura de banda, sejam os de distribuição de TV, sejam os de streaming (p.ex. VoD). Através das técnicas de compressão actualmente utilizadas, é necessária uma largura de banda de cerca de 1Mbps para cada canal de vídeo com boa qualidade.

Na figura seguinte encontra-se representado o cenário conceptual que tem vindo a servir de base à montagem deste tipo de demostrador, onde se pode observar que são usados os equipamentos µDSLAM32 e Mabel32 para o interfuncionamento com a rede IP.

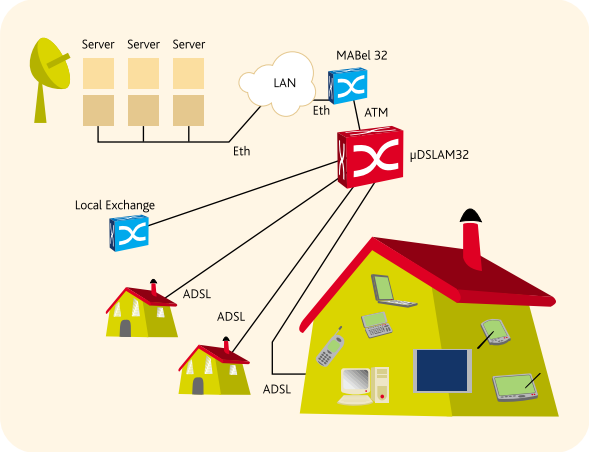


Figura 18 - Demonstrador triple play

Em termos de realizações, a solução DSLAMi tem vindo a ser divulgada durante a ocorrência de diversos eventos, tais como:

- Forum Luso-Espanhol "Inovação em Telecomunicações"
- Forum para a Sociedade da Informação
- Forum Telecom (http://www.ptinovacao.pt/noticias/2003/out dslami@forumpt.htm)
- Conferência sobre Áreas Metropolitanas e Comunidades Intermunicipais (http://www.ptinovacao.pt/noticias/2003/out adsli @evora.htm)

Demonstrador IST@Home

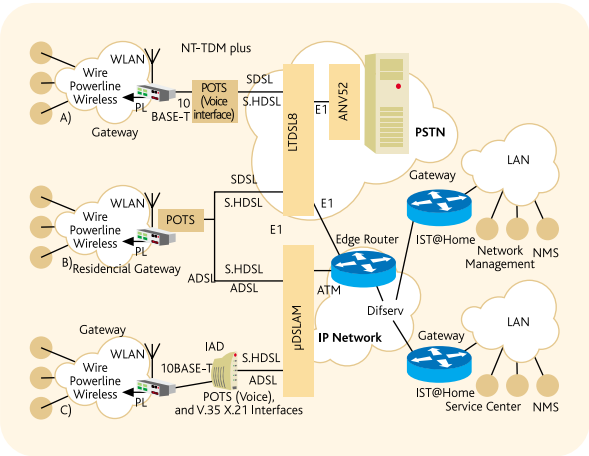


Figura 19 – Demonstrador do projecto IST@Home

Um outro exemplo de utilização destes produtos é o da rede piloto do projecto europeu IST@Home.

Na figura seguinte encontra-se ilustrado o cenário sobre o qual este projecto pretende demonstrar as funcionalidades geralmente associadas e projectadas para as redes domésticas. Também nele pode ser observada a utilização dos equipamentos µDSLAM32 e Mabel32 para o interfuncionamento com a rede IP, bem como o equipamento V5.2, não descrito no presente artigo, para efeitos de interface com a rede comutada para o serviço de voz.

Demonstrador para as fases da RPG

O acrónimo RPG significa Redes de Próxima Geração, e pretende ilustrar uma visão de médio/longo prazo para as redes de telecomunicações. A arquitectura funcional destas RPG é considerada geralmente mais como uma arquitectura alvo ideal a atingir, do que como uma visão precisa das redes do futuro. Tem o papel de servir de arquitectura de referência à evolução das redes, não tendo por isso que ser necessariamente atingida.

Introdução de plataformas IMAP

No sentido de promover a evolução da componente de acesso da rede da PT Comunicações, tornando-a mais simples, mais flexível e com menores custos, o plano estratégico aponta para a introdução de Integrated Multi Access Platforms, usualmente designadas por plataformas IMAP, em que um único equipamento tem capacidade de oferecer simultaneamente vários tipos de serviços duma forma rápida e a custos reduzidos.

É precisamente a flexibilidade inerente às plataformas IMAP que permitirá uma evolução/integração suave das actuais infra-estruturas de acesso para o modelo conceptual definido para a nova arquitectura RPG.

Arquitectura conceptual da solução IMAP

Identificada a necessidade duma plataforma comum, que possibilite o acesso a múltiplos tipos de equipamentos terminais, e que actue como um nó mullti-serviço, serviços estes que podem encontrar-se suportados em múltiplas tecnologias e possibilitar o acesso a múltiplas redes distintas, o conceito associado a uma plataforma IMAP pode representar-se esquematicamente de acordo com a figura seguinte:

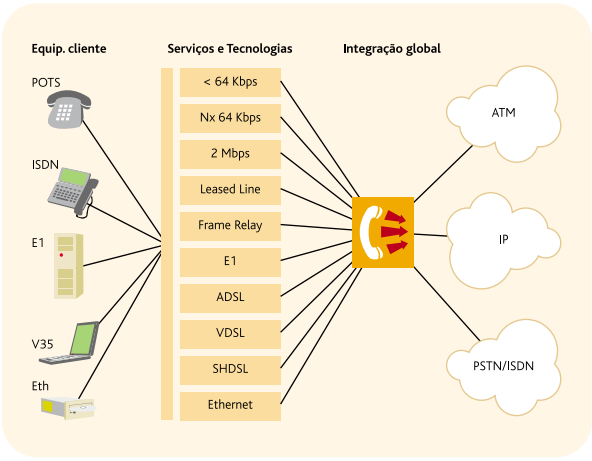


Figura 20 – Conceito de IMAP

Faseamento previsto

Tal como ficou subentendido no último parágrafo, tendo presente o facto de que estas plataformas irão sendo enriquecidas com novas funcionalidades/capacidades à medida que forem necessárias para suportar a evolução da rede, perspec-

tivam-se duas fases para a sua introdução/adaptação, encontrando-se representado nas figuras seguintes o modelo de rede e o respectivo papel das plataformas IMAP nessa arquitectura faseada.

Numa primeira fase, as IMAP deverão apresentar dois tipos de interfaces para a rede core, i.e., um para a PSTN em V5.2, a fim de contemplar os serviços POTS e ISDN, e outro para o backbone ATM, a fim de contemplar os serviços de dados, incluindo VoDSL, de acordo com o seguinte cenário.

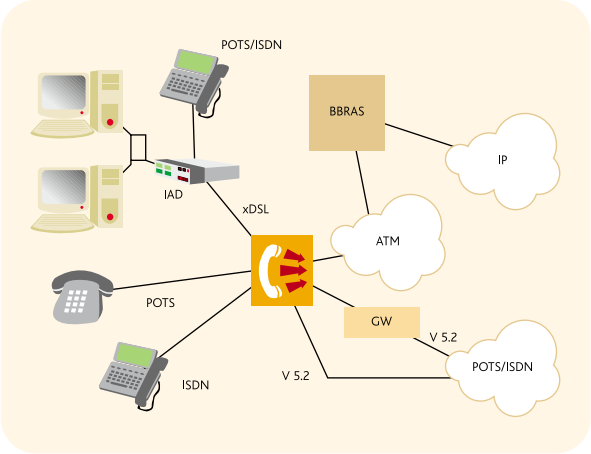


Figura 21 - Cenário previsto para a fase I da RPG

Numa segunda fase, estas plataformas deverão ser controladas por SoftSwitch e incluir a funcionalidade de VoIP.

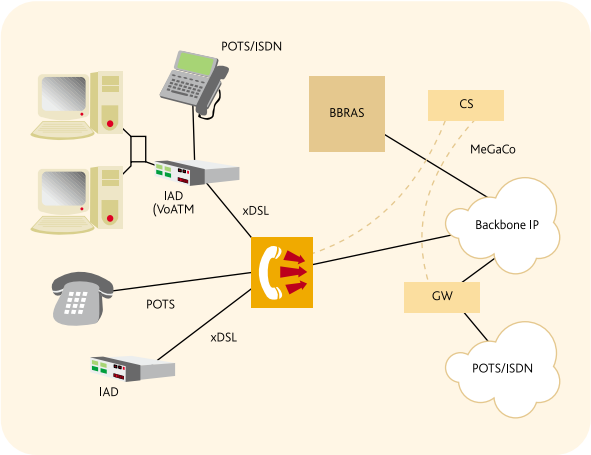


Figura 22 - Cenário previsto para a fase II da RPG

Soluções PTIN para as fases da RPG

Dentro deste contexto, a PT Inovação S. A. tem em vias de desenvolvimento terminal soluções para os demonstradores de ambas as fases da RPG.

Estas soluções baseiam-se num novo conceito, internamente designado por MSAP, correspondente a Multi Service Access Platform, e que mais não é do que um produto constituído pela interligação entre os três equipamentos atrás descritos, µDSLAM32, MABel32 e IAD, os quais, consoante a fase, ou o demonstrador, da RPG em que deverão ser inseridos, apresentam diferentes funcionalidades.

Nem estas funcionalidades, nem as possibilidades de interligação, nem as hipóteses de transporte de informação referente aos serviços de voz e de dados entre equipamentos na rede de acesso, i.e., directamente sobre ATM, ou IP/ATM, serão objecto de exposição no presente artigo, podendo no entanto ser consultadas no documento "Relatório da Pesquisa sobre Media Gateways".

Dentro deste contexto, as soluções propostas para cada uma das fases da RPG são indicadas nas duas figuras seguintes.

Para efeitos ilustrativos apenas, assumir-se-á que o transporte da informação é feito directamente sobre ATM.

É de referir ainda que, para a primeira fase, os equipamentos C2V52 e PV52 não são, de igual modo, descritos no presente artigo, uma vez que este se centra sobre as tecnologias xDSL e ATM, enquanto que esses equipamentos, associados ao acesso às redes PSTN e ISDN, se encontram envolvidos com outro tipo de tecnologias próprias das redes comutadas.

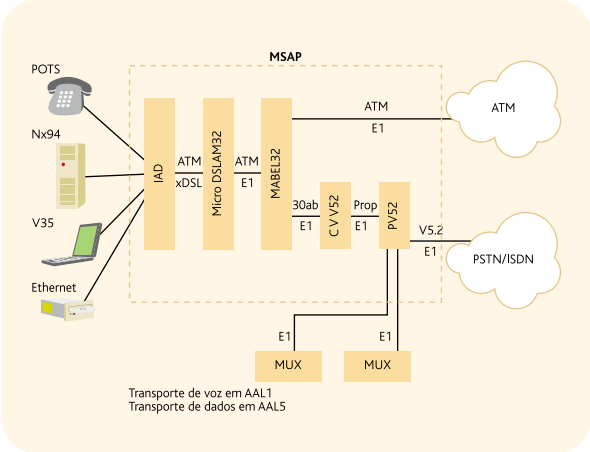


Figura 23 – Solução PTIN para a fase I da RPG

Relativamente à fase II, a solução proposta é a seguinte:

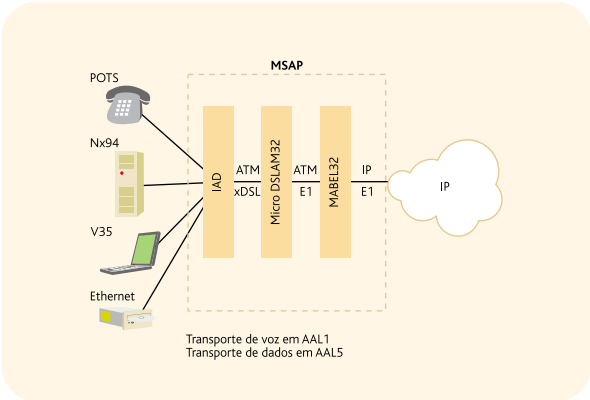


Figura 24 – Solução PTIN para a fase II da RPG

Conclusões

Face à existência inequívoca do driver associado à oferta do acesso à Internet a velocidades cada vez mais elevadas, no sentido de satisfazer exigências cada vez mais prementes por parte dos clientes, oferta essa que os operadores pretendem ver concretizada através do máximo reaproveitamento da infra-estrutura actual de forma a minorar o investimento, bem como à tendência para a integração de serviços de voz e de dados na rede de acesso. Podemos concluir que as tecnologias xDSL têm um futuro interessante pela frente, sendo importante deter conhecimentos que nos permitam responder às inevitáveis solicitações. Sob essa perspectiva, nesse campo pode afirmar-se sem qualquer espécie de dúvida que a PT Inovação se encontra bem preparada o fazer.

Referências

Links Relacionados

Internet Engineering Task Force (IETF)
http://www.ietf.org/
ATM Forum
http://www.atmforum.org/
DSL Forum
http://www.dslforum.org/

Documentos Relacionados

"Relatório da Pesquisa sobre Media Gateways", PT Inovação S. A., V2.1, Fevereiro de 2003
"Bases do Plano 2003-2005", PT Comunicações, DGRD/DEI, 2002

António Cardoso

Curso Técnico-Profissional de Electrónica. Ligado desde 1989 ao desenvolvimento de soluções tecnológicas de telecomunicações para a rede de acesso. Participação no desenvolvimento de hardware de vários sistemas tais como: MUXA96, -SERTO, HDSL7, NTTDM, SIDRA e µDSLAM32. Actualmente é um dos responsáveis pela linha de desenvolvimento de novas soluções xDSL.

Paulo Gonçalves

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro (1993), tem o Bacharelato no curso de Engenharia Electrónica e Telecomunicações, ramo de Sistemas Digitais, pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (1989). Entre 1993-1994 Deu aulas na U.A nas cadeiras "Introdução à Informática " e "Programação, Estruturas de Dados e Algoritmos, iniciou a sua actividade no CET em 1995, na área de "Desenvolvimento de Sistemas de Transmissão. Actulamente trabalha na PTIn na área de "Sistemas e Infraestruras de Rede" em que a função principal é o desenvolvimento de sistemas basedos em tecnologia xDSL.

Manuel dos Santos Fernandes

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro (1990). Ingressou no CET 1990 no departamento de desenvolvimento de produtos de comutação. Onde trabalhou no desenvolvimentos de hardware, área de processadores da família Intel, e software no projecto ELD e SICOM. Desde 2000 é responsável pela área de desenvolvimento de sistema ATM/IP no departamento de desenvolvimento de sistemas e infraestruturas na PT Inovação. Além da sua participação em projectos Nacionais, trabalhou em projectos Comunitários e do EURESCOM.

Pedro Miguel de Andrade Quental Mendes

Licenciatura em Engenharia Electrotécnica de correntes fracas pela Universidade Eduardo Mondlane e Mestrado com distinção em Telecomunicações e Engenharia de Computadores pela Universidade de Surrey, em Inglaterra. Participou no desenvolvimento de vários módulos de equipamentos de redes, nomeadamente, com tecnologia ATM como um módulo multiserviço de acesso à rede ATM, placas de emulação de circuitos em ATM baseadas em componentes programáveis e um cross-connect ATM (Mabel).

António José Leite Gamelas

Licenciado em Engenharia Electrónica de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, 1984. Iniciou a sua actividade profissional no CET, actual PT Inovação em 1984, onde tem desenvolvido trabalho na área dos protocolos de sinalização, e transporte de dados , do X3, X28 e X25, sinalização RDIS, RDIS de Banda larga. Nesse domínio participou em projectos nacionais como a norma Portuguesa para o RDIS entre outros, e projectos internacionais como o PO-NETWORK, primeiro demonstrador de RDIS em Portugal, sendo também editor de normas RDIS no ETSI. Ultimamente desenvolveu trabalho no âmbito das redes móveis e protocolos de sinalização para redes de próxima geração.

Victor Marques

Licenciatura e Mestrado em Eng.ª Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1994 e 1997 respectivamente. Está em fase de conclusão de um programa de Doutoramento na Universidade de Aveiro, sob o tema "Serviços Multimédia em Redes Heterogéneas". Desde 1994 a 2001 exerceu funções de investigador na Universidade de Aveiro e no Instituto de Telecomunicações. Ingressou na Portugal Telecom Inovação em 2001. Publicou vários artigos em conferências e revistas nacionais e internacionais e tem estado envolvido em projectos de investigação e desenvolvimento no âmbito dos programas e fóruns Europeus (RACE, ACTS, IST e EURESCOM) e da PT Inovação.

por **António Cardoso, Paulo Gonçalves, Manuel Fernandes, Pedro Mendes, António Gamelas, Victor Marques**

Solução DSLAMi da PT Inovação

Para responder à necessidade de soluções de acesso de banda larga, a PT Inovação S. A. desenvolveu uma solução DSLAMi simples, compacta e flexível, que utiliza os pares de cobre convencionais para transportar serviços multimédia e de dados de alta velocidade, em conjunto com os tradicionais serviços associados a acessos analógicos e RDIS. Para além do tráfego assimétrico suportado nas interfaces ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), normalmente utilizadas em clientes residenciais, a solução comporta adicionalmente tráfego simétrico de banda larga suportado em interfaces SHDSL, normalmente usado em serviços empresariais, tais como E1/AP (acessos primários), nx64K (V35), VPN, etc.

Introdução

A solução DSLAMi foi desenvolvida na PT Inovação, seguindo uma linha de equipamentos e produtos já longa. No artigo anterior foi apresentado o seu enquadramento, suporte tecnológico, bem como as aplicações em que já foi ou poderá vir a ser inserido. Neste artigo irá ser feita uma descrição pormenorizada.

A solução DSLAMi da PTIN

A solução DSLAMi é suportada nos sistemas autónomos µDSLAM32, MABeL32 e IAD, que permitem disponibilizar serviços de banda larga a clientes residenciais ou empresariais, usando tecnologia ATM ou IP sobre xDSL, de uma forma eficiente.

Trata-se de uma solução escalável, com incrementos de 31 linhas, podendo a unidade µDSLAM32 ser utilizada de forma isolada, em cascata ou agregado ao MABeL32, o qual, para além das funções de agregador, permite ainda configurações com protecção.

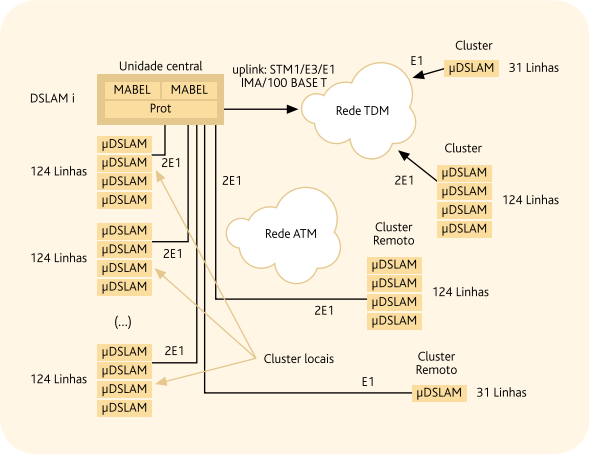


Figura 1 – Configuração isolada, em cascata, ou agregada

Os clusters configuráveis podem ser local ou remotamente interligados até um total de 16 clusters de 124 linhas a cada unidade agregadora. Os clusters de µDSLAM e os próprios µDSLAM também podem ser ligados directamente à rede ATM, havendo a possibilidade de o uplink ser concretizado em STM-1, E3, E1 IMA, ou Ethernet 100BaseT.

Estas diferentes topologias dependem não só do número de linhas a disponibilizar, mas também da optimização pretendida relativamente aos recursos de rede, de forma a garantir a melhor solução técnica.

Os elementos constituintes da solução DSLAMi encontram-se descritos nas secções subsequentes.

µDSLAM32

O equipamento µDSLAM32 foi desenvolvido tendo em conta a necessidade de garantir um elevado grau de integração e de interligação com a rede ATM, permitindo dispor de uma forma rápida e simples de acessos à Internet em banda larga. Na sua concepção, foi tida em consideração a necessidade de instalação em armários de exterior, pelo que foi escolhida, como interface de uplink, a interface E1_ATM ou a interface IMA, a qual agrupa várias interfaces E1. A possibilidade de ser equipado com interfaces SHDSL permite fornecer serviços para clientes com requisitos de largura de banda simétrica, nos quais geralmente se incluem os clientes empresariais.

O sistema possui, para além da sua funcionalidade principal, a possibilidade de monitoria do desempenho do próprio equipamento, bem como da qualidade do transporte. Esta funcionalidade adicional permite a rápida detecção de falhas, ou mesmo a sua previsão, contribuindo desta forma para acelerar a reposição do serviço dentro dos prazos convenientes, tendo em vista a obtenção de um elevado grau de disponibilidade do equipamento.

Em termos de cobertura, e tal como anteriormente referido, o µDSLAM32 encontra-se também preparado para ser interligado em cascata, garantindo desta forma o tratamento de um maior número de clientes. Esta topologia de rede admite até 124 portos xDSL por site, em que geralmente é utilizado um µDSLAM master e três slaves.

Breve descrição do HardWare

Este equipamento suporta até 16 interfaces E1, normalmente para interligação com a rede core em grupos IMA, ou em ligações ATM independentes, e 31 interfaces xDSL com filtros incluídos. A figura seguinte descreve a arquitectura de referência dos vários módulos do sistema em termos lógicos.

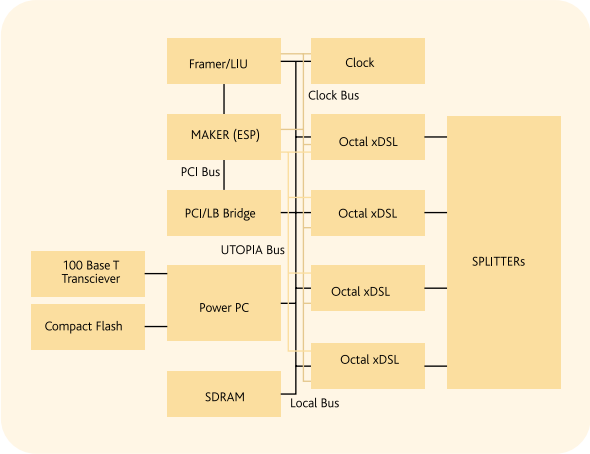


Figura 2 – Arquitectura de referência

Em termos de implementação de hardware, o sistema é constituído por duas unidades de circuito impresso sobrepostas, encontrando-se representada, na figura seguinte, a distribuição dos vários módulos.

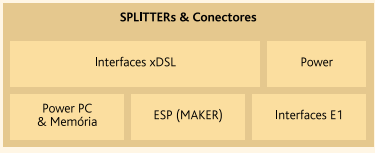


Figura 3 – Distribuição de módulos de HardWare

Em termos espaciais, o equipamento encontra-se acondicionado numa caixa metálica com 1U de altura, sendo possível a sua instalação em estruturas de 19". O acesso às interfaces xDSL, E1 e de banda estreita (POTS/RDIS), é feito pela parte posterior do equipamento, assim como a alimentação do sistema. A figuras seguintes ilustram o aspecto exterior do equipamento.

Figura 4 – Vista exterior do µDSLAM32

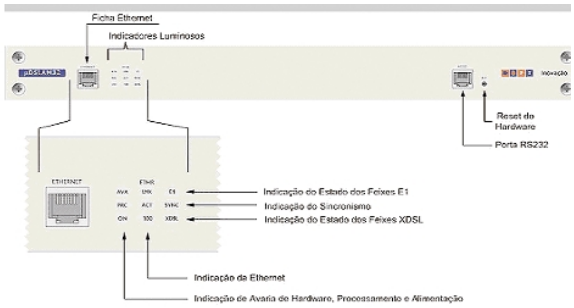


Figura 5 – Vista do painel frontal do µDSLAM32

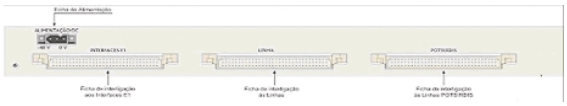


Figura 6 – Vista do painel posterior do µDSLAM32

Funcionalidades ATM

As funcionalidades ATM são suportadas pelo componente ESP, nomeadamente em termos de:

- circuitos virtuais permanentes;
- serviço de emulação de circuitos CES UDT/SDT;
- categorias de serviço CBR, VBR e UBR;
- shaping e policiamento sobre qualquer circuito virtual;
- mecanismos de controlo de congestão EPD E PPD;
- protocolos AAL1 para emulação de circuitos e AAL5 para transporte de dados.

As características de controlo e gestão de tráfego, shaping e policiamento, garantem a qualidade de serviço individual em cada ligação ATM.

Configurações do sistema

O µDSLAM32 incorpora interfaces do tipo xDSL e E1/IMA, bem como funcionalidades de comutação e regulação de tráfego ATM. A tabela 1 apresenta algumas das configurações possíveis.

	ADSL POTS	ADSL ISDN	SHDSL	ATM interface
µDSLAM 32 ADSL POTS	31			4, 8, 12 or 16 E1 (up to 8 IMA groups)
µDSLAM 32 ADSL ISDN		31		4, 8, 12 or 16 E1 (up to 8 IMA groups)
µDSLAM 32 SHDSL			31	4, 8, 12 or 16 E1 (up to 8 IMA groups)
µDSLAM 32 16/8/8	15	8	8	4, 8, 12 or 16 E1 (up to 8 IMA groups)
µDSLAM 32 23/8	23	8		4, 8, 12 or 16 E1 (up to 8 IMA groups)

Tabela 1 - Configurações do µDSLAM

Características das interfaces

Em termos funcionais, a interface ADSL apresenta as características abaixo indicadas:

- débito máximo de 8Mb/s no sentido descendente, e de 1Mb/s no sentido ascendente;
- configuração para funcionamento em G.DMT ou ANSI T1.413;
- permissão da limitação da largura de banda no acesso em múltiplos de 32Kbps,
- operação em modo fast ou interleved,
- indicadores de qualidade da ligação (p. ex., margem SNR).

O µDSLAM32 incorpora os filtros de separação de serviço para ADSLoPOTS e/ou ADSLoISDN.

Por outro lado, a interface SHDSL apresenta as seguintes características funcionais:

- configuração, em termos de largura de banda no acesso, em múltiplos de 64Kbps, de 192kbps a 2304Kbps,
- possibilidade de uso de 4 fios na ligação, o que permite ligações com débitos até 4,6Mb/s nos dois sentidos,
- permissão da utilização de repetidores,
- indicadores de qualidade da ligação (p. ex., margem SNR).

As interfaces xDSL encontram-se sumariamente descritas nas tabelas abaixo representadas:

xDSL (1) a xDSL (31)	Código de linha	TC-DMT
	Débito máximo UpStrm/DnStrm	8Mbps/1Mbps
	Modos de funcionamento	G.DMT, G. LITE, ANSI T1.413
	Conforme as recomendações	ITU-T G.992.1 anexo A ITU-T G.992.1 anexo B

Tabela 2 - Características das interfaces ADSL

xDSL (1) a xDSL (31)	Código de linha	TC-PAM 16
	Débito	192Kb/s a 2.3 Mb/s
	Conforme as recomendações	G.991.2

Tabela 3 - Características das interfaces SHDSL

Por sua vez, a tabela seguinte contem as características das interfaces E1, utilizadas para o lado da rede core.

E1 (1) a E1 (16)	Código de linha	HDB3
	Débito	2 Mbit/s
	Impedancia	120 ohm
	Conforme as recomendações	ITU G.703, G.704, G.706, G.821, G.823
	Capacidade de regeneração	11 db
	Modos de funcionamento	Não Estruturado / PCM31 / PCM31C / PCM30 / PCM30C
	Tipos de teste	Local/Remoto

Tabela 4 - Características das interfaces E1

Gestão Web TI

O µDSLAM32 poderá ser operado localmente bastando para tal utilizar o browser Internet Explorer 6.0 com ligação à porta 100BaseT do equipamento.

O operador deve executar o Browser IE6 no PC local. Deverá, em seguida escrever o respectivo endereço, ao que o equipamento deverá responder com a janela representada na figura seguinte, esperando então pelo fornecimento da configuração pretendida.

Figura 7 - Janela de Configuração do Sistema

Esta janela apresenta na parte superior uma réplica dos indicadores luminosos de estado do equipamento, os quais são periodicamente actualizados.

Do lado esquerdo, em baixo, aparece uma árvore de navegação, que permite ao utilizador percorrer todas janelas da aplicação.

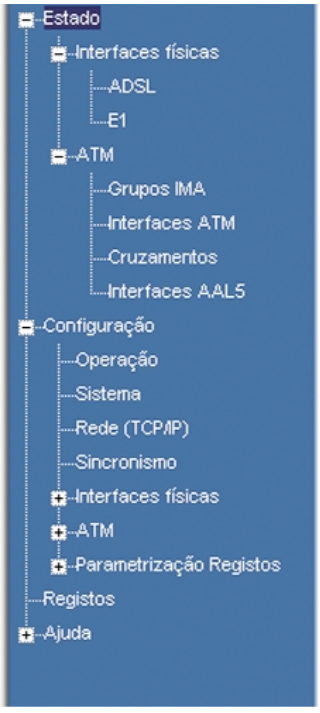


Figura 8 –Árvore de navegação

Deste modo, e tal como pode ser constatado no diagrama, o utilizador poderá ter acesso a três tipos de funções:

- consulta do estado dos diversos tipos de interfaces suportadas,
- configuração do equipamento em termos de operação, sistema, rede, sincronismo, interfaces xDSL e E1, interfaces ATM, descritores de tráfego, cruzamentos ATM, interface AAL5, e parametrização de registos para o ADSL,
- visualização de registos de eventos, alarmes e desempenho do equipamento.

Novas funcionalidades: Unicast e Multicast IP

O µDSLAM32 incluirá nas suas versões futuras o suporte das funcionalidades unicast e multicast IP entre a porta Fast Ethernet (uplink) e as diversas portas DSL.

O suporte de unicast estará disponível a muito curto prazo, enquanto que o suporte de multicast deverá ser faseado, havendo um aumento gradual da capacidade de processamento de fluxos em cada uma das fases.

Descrevem-se de seguida as estratégias seguidas em cada uma delas.

Unicast IP

A primeira barreira para o suporte de serviços IP entre a interface Fast Ethernet e as interfaces ADSL é a própria conectividade IP entre elas. Torna-se então necessário, garantir que cada interface ADSL é mapeada numa interface IP dentro do µDSLAM32.

A figura seguinte esquematiza os principais componentes da implementação da conectividade IP entre as portas ADSL e a porta Fast Ethernet do µDSLAM32.

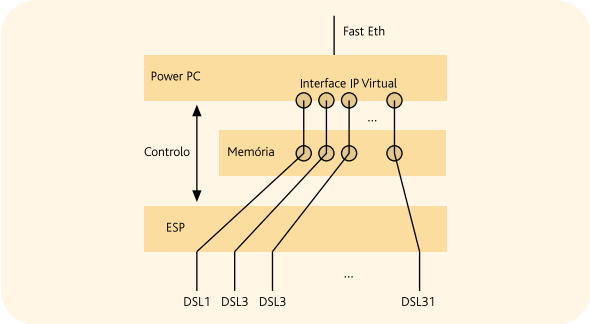


Figura 9 – Unicast IP

Em cada ligação ADSL existe um VCC que transportará pacotes IP e que terminará no módulo Edge Stream Processor (ESP). Neste módulo é feito o desencapsulamento do ATM AAL5, sendo de novo assemblados os pacotes IP que em princípio poderão vir segmentados em várias células ATM. Após a correcta extracção do pacote IP, este é depositado numa zona de memória partilhada, acessível quer pelo ESP, quer a partir do sistema operativo (SO) Linux do µDSLAM32. Os pacotes IP provenientes de cada VCC das ligações ADSL terão uma zona de memória distinta onde operam. Ao nível do SO, são criadas interfaces IP virtuais, apontando, cada uma delas, para a zona de memória dedicada a cada linha ADSL. A identificação da zona de memória utilizada para cada interface virtual, e a sua correlação com a linha ADSL física, é feita ao nível da interface de controlo entre o ESP e o controlador do µDSLAM32.

Assim, sempre que exista um pacote IP proveniente de uma qualquer linha ADSL, este é depositado na sua zona de memória reservada e a partir daí será tratado ao nível da interface IP virtual, como um outro pacote IP qualquer, proveniente de uma interface física real. No sentido oposto, também os pacotes gerados noutras interfaces IP e com destino a uma linha ADSL, são depositados na zona de memória correspondente a essa

interface, sendo o módulo ESP subsequentemente notificado para fazer a segmentação e encapsulamento em ATM AAL5, seguido do posterior envio na linha ADSL correcta.

Desta forma, é garantida a conectividade IP entre todas as interfaces físicas DSL e Fast Ethernet, deixando a cargo do sistema operativo e da política do gestor, a aplicação de regras de controlo. Todas as funcionalidades IP incluídas no sistema operativo Linux estarão assim disponíveis.

IP Multicast - Primeira Fase

Atendendo a que o suporte de unicast é conseguido conforme o descrito na secção anterior, o suporte de multicast IP, numa primeira fase, será feito recorrendo inteiramente às facilidades disponíveis no SO Linux. Quando um cliente envia um pedido de IGMP "join" a determinado grupo multicast, a sua interface virtual será associada a esse grupo e, a partir desse instante, o fluxo multicast proveniente da interface Fast Ethernet, passará a ser enviado para o cliente, através da sua interface IP virtual. O comando IGMP leave será suportado da mesma forma. A vantagem desta solução reside na relativa simplicidade de implementação, uma vez que o SO Linux detém o suporte necessário ao multicast e ao seu encaminhamento. Como desvantagem, pode ser indicada a carga exigida ao PPC, o qual deve executar tantas cópias de pacotes IP quantas as linhas de cliente registadas em cada grupo multicast, i.e., obriga à colocação dos pacotes na interface IP virtual de cada cliente. Este facto implica ainda ao nível do ESP, a leitura de tantas posições de memória quantos os clientes registados em cada fluxo, para que possa colocar os pacotes IP nos VCC correspondentes.

IP Multicast - Segunda Fase

Numa segunda fase, o suporte de multicast IP passa pela introdução de um conceito de interface multicast ao nível do SO. Por cada fluxo multicast proveniente da interface Fast Ethernet, será criada uma interface IP multicast virtual, também mapeada numa zona de memória partilhada. A figura seguinte ilustra este aspecto.

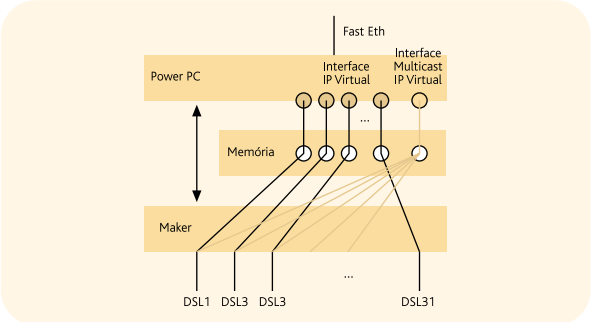


Figura 10 – Multicast IP – 2ª fase

Sempre que ocorra uma indicação de IGMP join de um cliente através da sua interface IP virtual, esse pedido será interceptado, e será feita uma associação da linha ADSL correspondente a uma interface virtual multicast. Assim, independentemente do número de clientes que estejam registados em cada grupo multicast, ao nível do SO haverá apenas uma interface associada. No nível de controlo, o ESP terá um mapa que associa cada interface virtual multicast às linhas ADSL a ela associadas. Assim, cada pacote de um fluxo multicast, proveniente da interface Fast Ethernet, será depositado na zona de memória correspondente à interface multicast correspondente a esse fluxo, e o ESP irá ler esse pacote, e irá colocá-lo em todas as linhas de cliente associadas a esse grupo. Evita-se desta forma o excesso de processamento do PPC, e evita-se que o ESP tenha a necessidade de ir ler várias posições de memória, como era o caso da solução apresentada na secção anterior. Esta solução deverá encontrar-se brevemente disponibilizada no µDSLAM32.

IP Multicast - Terceira Fase

Numa fase posterior, e antevendo à migração dos uplinks para tecnologia Fast Ethernet ou Gigabit Ethernet, o actual módulo ESP será substituído por um que suporte interfaces DSL e IP de raiz, e que internamente faça o encapsulamento e desencapsulamento dos pacotes IP em células ATM AAL5. Também serão feitas alterações ao nível do processador do µDSLAM32, de modo a permitir um desempenho superior, em termos de quantidade de tráfego.

É de salientar que a introdução destas novas funcionalidades em nada comprometem as actualmente existentes, bem como a sua continuidade, uma vez que todo este processo recorre à utilização de VCCs distintos para o tráfego multicast.

Por outro lado, será natural que este produto evolua para uma versão cujo uplink seja apenas Fast Ethernet ou Gigabit Ethernet, reduzindo deste modo o seu custo de produção.

MABeL32

O equipamento MABeL32 concretiza as funções de agregador de equipamentos µDSLAM32, para o acesso à rede core. Deste modo, recebe informação proveniente do acesso, via µDSLAM32, em interfaces E1, e efectua a sua comutação para interfaces de vários tipos, como será descrito em seguida,permitindo o acesso à rede ATM ou a uma rede IP.

Breve descrição do HardWare

A figura seguinte ilustra a arquitectura de referência do MABeL32.

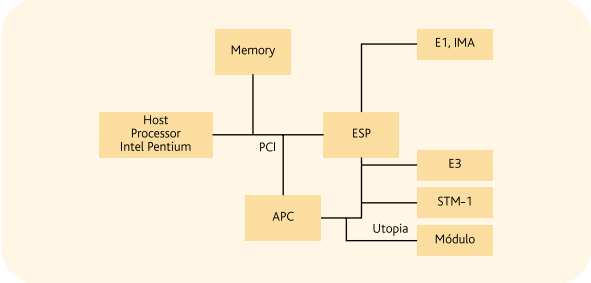


Figura 11 - Arquitectura de referência do MABeL32

As funcionalidades ATM do equipamento, abaixo descritas com maior detalhe, são suportadas por dois componentes integrados: o ESP Edge Stream Processor e o APC ATM Port Controller.

As interfaces E1, IMA, E3 E STM1 encontram-se interligadas a estes dois componentes via bus TDM, para as interfaces E1, ou bus UTOPIA, para as interfaces E3, STM-1 e módulo adicional.

Finalmente, o controlo e gestão de todo o sistema é garantida por um processador embebido Intel Pentium.

Relativamente ao processo de acondicionamento mecânico, o equipamento deve ser inserido numa caixa de 19" com 1U de altura, requerendo uma caixa auxiliar de 3U para as suas 32 interfaces E1 multifuncionais.

Na figura seguinte encontram-se representadas as vistas frontais e posterior do equipamento.

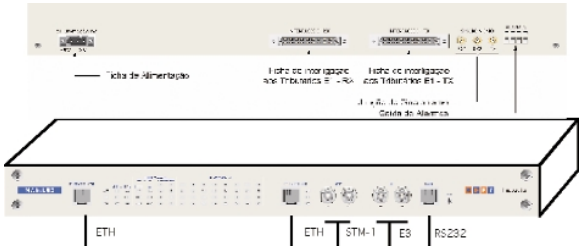


Figura 12 - Vistas do equipamento MABeL32

Funcionalidades ATM

Em termos operacionais, e tal como acontecia com o µDSLAM32, e como acabou de ser referido, as funcionalidades ATM são asseguradas pelos componentes ESP e APC.

O ESP providencia os protocolos AAL1 de emulação de circuitos, HDLC e AAL5 de transporte de dados, suportando assim o interfuncionamento ATM/IP. Nas ligações de dados são assegurados os mecanismos de EPD/PPD para incrementar a sua eficiência. Além disso, o ESP suporta interfaces ATM sobre E1, incluindo grupos IMA até 16 interfaces.

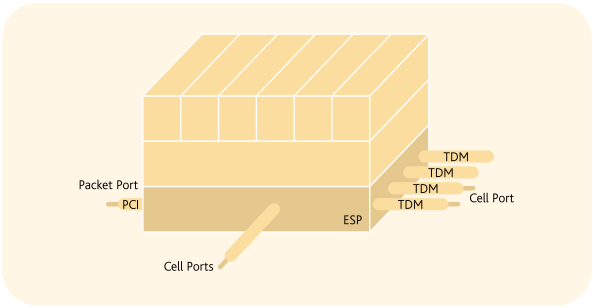


Figura 13 - Utilização do ESP no MABeL32

O APC é o coração do equipamento onde as operações de comutação ATM são executadas, encontrando-se aqui presentes todos os mecanismos de garantia de qualidade de serviço, de acordo com as normas TM4.1 do ATM Forum. Para além do nível da ligação (VC) é também suportado o nível da conduta (VP), permitindo operações de policiamento e formatação (shaping) em ambos.

Por último, é de referir que o equipamento MABeL32 inclui uma vasta quantidade de memória de armazenamento temporário, para aumentar a eficiência das ligações de dados.

Interfaces disponíveis

Este equipamento apresenta um conjunto de 32 interfaces E1 multifuncionais, bem como uma interface do tipo E3 ATM, uma interface do tipo STM1 ATM e duas interfaces do tipo Fast Ethernet. Opcionalmente, o equipamento poderá fornecer outras interfaces, através da utilização de um módulo adicional.

As interfaces E1 podem ser usadas no modo circuito, no modo pacote sobre o protocolo HDLC, ou em modo ATM, agrupadas ou não em grupos IMA. A informação proveniente deste tipo de interface poderá ser comutada para a rede ATM usando emulação de circuitos, quando se operar no modo circuito, poderá ser comutada para outra interface ATM qualquer, quando se operar no modo ATM, ou terminar no equipamento em caso de operação no modo HDLC.

Relativamente às interfaces do tipo E3 e STM1, são interfaces ATM que se encontram sempre envolvidas em comutações do mesmo tipo, de interface para interface, ou terminando no próprio equipamento.

Finalmente, as interfaces Ethernet podem ser usadas, quer para efeitos de gestão do equipamento, quer para efeitos de interface à rede IP de acesso à Internet.

IAD

A oferta de uma solução de rede integradora dos serviços de voz e dados usando a tecnologia xDSL e baseada em pacotes para SOHO e PMEs esteve na base da concepção do equipamento IAD, o qual permitirá optimizar a operacionalização da rede e oferecer novos serviços de um modo flexível.

Com efeito, e devido à sua flexibilidade, o equipamento IAD pode ser aplicado em diferentes soluções de rede, envolvendo diferentes destinatários, p. ex., utilizadores domésticos, pequenas empresas e escritórios.

A figura abaixo representada, ilustra precisamente um cenário em que, inserido num pequeno escritório, o IAD permite o acesso integrado para serviços de voz, acesso à Internet e outros serviços de dados.

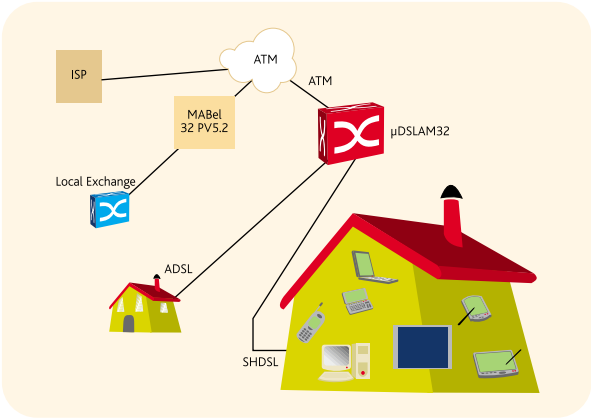


Figura 14 - Utilização do IAD num pequeno escritório

Tal como referido ao longo do presente artigo, com base nas tecnologias de pacotes IP ou ATM, é possível partilhar na rede de acesso a largura de banda disponível no meio físico por diferentes serviços, através da utilização de mecanismos de controlo de tráfego, os quais permitem deste modo a oferta de serviços com a qualidade exigida.

Breve descrição do HardWare

As duas figuras seguintes ilustram as vistas frontal e posterior do equipamento:

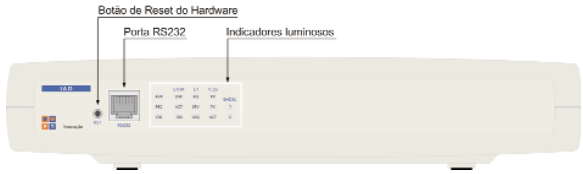


Figura 15 - Vista do painel frontal do IAD

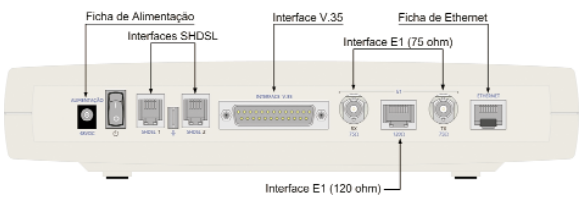


Figura 16 - Vista do painel posterior do IAD

Funcionalidades ATM

O equipamento IAD utiliza a tecnologia SHDSL sendo o transporte feito sobre ATM, o qual permite débitos de cerca de 4 Mbps, quando suportado em dois pares de cobre, ou de 2 Mbps, quando utiliza apenas um par de cobre.

Adicionalmente, e embora seja utilizada com um carácter integrador de serviços, este tipo de tecnologia de transporte permite ao equipamento a criação de Virtual Channels distintos para cada serviço comercial definido como objectivo em termos de oferta:

- um caminho virtual para acesso à Internet usando o protocolo de adaptação de AAL5,
- um caminho virtual para o serviço de linhas alugadas, usando o protocolo AAL1, e
- um caminho virtual para o serviço de voz, usando AAL1.

Em termos de serviços ATM, são providencidos os serviços abaixo enumerados:

- circuitos virtuais permanentes (PVC)
- CES SDT com ou sem suporte de sinalização CAS

Outras funcionalidades

Para além das funcionalidades associadas à tecnologia ATM, o equipamento IAD permite também outro tipo de funcionalidades, nomeadamente as relacionadas com dados, voz e gestão. Para os dados, suporta:

- Bridge Ethernet, usando o encapsulamento RFC1483/AAL5
- ligações HDLC para a rede ATM usando AAL5
- frame relay
- interfuncionamento Frame Relay ATM
- routing RIP v.1 e RIP.v2.

Para a voz:

- PCM Voz (G.711)
- PVC de voz através da classe de serviço VBR com o protocolo AAL2
- DTMF - transparente às tonalidades enviadas pelos terminais
- compressão da voz de acordo com as rec. G.726, G.723.1, G.723.1A, G.729A, G.729B
- supressão de silêncios
- tunneling de CAS, DSS1 e QSIG
- cancelamento de ecos G.168.

Para a gestão:

- protocolo SNMPv2 e V3
- fluxos F4 e F5
- configuração local ou remota CLI/Telnet.

Interfaces disponíveis

Em termos de interfaces para os serviços comerciais acima referidos são utilizadas, respectivamente, uma interface fast ethernet para efeitos de acesso à Internet, uma interface V.35 para o serviço de linhas alugadas, e uma interface E1 G.703 e duas interfaces POTS para o serviço de voz.

Conclusões

Com estes produtos, a PT Inovação S. A. oferece sistemas ADSL flexíveis e escaláveis na área das tecnologias xDSL e ATM, potenciando soluções de rede evolutivas que garantem a oferta de serviços de banda larga com a qualidade de serviço exigida.

Face à existência inequívoca do driver associado à oferta do acesso à Internet a velocidades cada vez mais elevadas, no sentido de satisfazer exigências cada vez mais prementes por parte dos clientes, oferta essa que os operadores pretendem ver concretizada através do máximo reaproveitamento da infra-estrutura actual de forma a minorar o investimento, bem como à tendência para a integração de serviços de voz e de dados na rede de acesso, pode afirmar-se sem qualquer espécie de dúvida que a PT Inovação se encontra bem preparada para responder às solicitações que se avizinham.

Referências

Links Relacionados

Internet Engineering Task Force (IETF)
http://www.ietf.org/
ATM Forum
http://www.atmforum.org/
DSL Forum
http://www.dslforum.org/

Documentos Relacionados

"Relatório da Pesquisa sobre Media Gateways", PT Inovação S. A., V2.1, Fevereiro de 2003
"Bases do Plano 2003-2005", PT Comunicações, DGRD/DEI, 2002

António Cardoso

Curso Técnico-Profissional de Electrónica. Ligado desde 1989 ao desenvolvimento de soluções tecnológicas de telecomunicações para a rede de acesso. Participação no desenvolvimento de hardware de vários sistemas tais como: MUXA96, -SERTO, HDSL7, NTTDM, SIDRA e µDSLAM32. Actualmente é um dos responsáveis pela linha de desenvolvimento de novas soluções xDSL.

Paulo Gonçalves

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro (1993), tem o Bacharelato no curso de Engenharia Electrónica e Telecomunicações, ramo de Sistemas Digitais, pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (1989). Entre 1993-1994 Deu aulas na U.A nas cadeiras "Introdução à Informática " e "Programação, Estruturas de Dados e Algoritmos, iniciou a sua actividade no CET em 1995, na área de "Desenvolvimento de Sistemas de Transmissão. Actulamente trabalha na PTIn na área de "Sistemas e Infraestruras de Rede" em que a função principal é o desenvolvimento de sistemas basedos em tecnologia xDSL.

Manuel dos Santos Fernandes

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro (1990). Ingressou no CET 1990 no departamento de desenvolvimento de produtos de comutação. Onde trabalhou no desenvolvimentos de hardware, área de processadores da família Intel, e software no projecto ELD e SICOM. Desde 2000 é responsável pela área de desenvolvimento de sistema ATM/IP no departamento de desenvolvimento de sistemas e infraestruturas na PT Inovação. Além da sua participação em projectos Nacionais, trabalhou em projectos Comunitários e do EURESCOM.

Pedro Miguel de Andrade Quental Mendes

Licenciatura em Engenharia Electrotécnica de correntes fracas pela Universidade Eduardo Mondlane e Mestrado com distinção em Telecomunicações e Engenharia de Computadores pela Universidade de Surrey, em Inglaterra. Participou no desenvolvimento de vários módulos de equipamentos de redes, nomeadamente, com tecnologia ATM como um módulo multiserviço de acesso à rede ATM, placas de emulação de circuitos em ATM baseadas em componentes programáveis e um cross-connect ATM (Mabel).

António José Leite Gamelas

Licenciado em Engenharia Electrónica de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, 1984. Iniciou a sua actividade profissional no CET, actual PT Inovação em 1984, onde tem desenvolvido trabalho na área dos protocolos de sinalização, e transporte de dados , do X3, X28 e X25, sinalização RDIS, RDIS de Banda larga. Nesse domínio participou em projectos nacionais como a norma Portuguesa para o RDIS entre outros, e projectos internacionais como o PO-NETWORK, primeiro demonstrador de RDIS em Portugal, sendo também editor de normas RDIS no ETSI. Ultimamente desenvolveu trabalho no âmbito das redes móveis e protocolos de sinalização para redes de próxima geração.

Victor Marques

Licenciatura e Mestrado em Eng.ª Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1994 e 1997 respectivamente. Está em fase de conclusão de um programa de Doutoramento na Universidade de Aveiro, sob o tema "Serviços Multimédia em Redes Heterogéneas". Desde 1994 a 2001 exerceu funções de investigador na Universidade de Aveiro e no Instituto de Telecomunicações. Ingressou na Portugal Telecom Inovação em 2001. Publicou vários artigos em conferências e revistas nacionais e internacionais e tem estado envolvido em projectos de investigação e desenvolvimento no âmbito dos programas e fóruns Europeus (RACE, ACTS, IST e EURESCOM) e da PT Inovação.

por **Paulo Mão-Cheia, Celso Lemos, Joaquim Serra**

SDH na Rede de Acesso: uma solução de transporte óptico com provisão multi-serviço

SDH, GFP, Concatenação Virtual, Ethernet, VCAT, MPLS

O fenómeno Internet veio alterar por completo o modelo de desenvolvimento e planeamento das infra-estruturas de telecomunicações que até então se baseavam na rede telefónica PSTN e em redes de dados, normalmente utilizadas por clientes empresariais, desenvolvimento vertical da rede: uma rede por serviço.

A alteração dos padrões de trafego, ligações Internet com tempos de utilização longos, colocam em causa a infra-estrutura centrada em comutadores de circuitos desenhados para funcionar com chamadas telefónicas que obedecem a padrões de trafego completamente diferentes (ligações de curta duração).

Para responder às questões atrás expostas surge o conceito de Rede de Próxima Geração (RPG). Trata-se de uma rede centrada nos dados, respondendo portanto ao aumento deste padrão de tráfego, promete unificar as diferentes infra-estruturas de suporte ao serviço e é flexível no que diz respeito aos modelos de negócio a desenvolver.

O Synchronous Digital Hierarchy apesar de ter sido inicialmente pensado, desenvolvido, e instalado para o transporte de voz, é hoje a tecnologia utilizada de facto no transporte integrado de voz, dados e vídeo.

Os recentes avanços tecnológicos e normativos permitem ajustar e escalar as actuais redes de SDH ao mundo centralizado de dados mantendo contudo as receitas provenientes do tráfego de voz.

Neste documento abordaremos a solução que a PT Inovação se encontra a desenvolver para fazer face a este desafio.

Introdução

O Synchronous Digital Hierarchy - SDH apesar de ter sido inicialmente pensado, desenvolvido, e instalado para o transporte de voz, é hoje a tecnologia utilizada de facto no transporte integrado de voz, dados e vídeo.

Contudo, as redes actualmente instaladas têm algumas dificuldades, relacionadas com o factor de escala dos equipamentos instalados, em comportar o acréscimo de largura de banda colocado pelo crescimento das redes de dados. Para além disso, a expansão do número de nós de rede torna cada vez mais difícil provisionar o serviço e gerir a rede. Apesar de terem surgido algumas tecnologias alternativas de transporte, baseadas em pacotes, torna-se claro que estas têm que se adaptar à tecnologia actualmente instalada por forma a serem eficientes sob o ponto de vista de custo.

Será possível aos operadores ajustar e escalar as suas redes de SDH ao mundo centralizado de dados mantendo contudo as receitas provenientes do tráfego de voz através de um conjunto de avanços tecnológicos. Um destes avanços prende-se com novas tecnologias de comutação que permitem atingir capacidades da ordem das centenas de gigabits por segundo sem alterar, de forma significativa, a sua arquitectura de rede. Outro avanço prende-se com o desenvolvimento de algoritmos simplificados de provisionamento para o crescente número de serviços multicast e regras mais fléxiveis para a atribuição de portos. Finalmente, o desenvolvimento de tecnologias para o transporte de Ethernet sobre as redes existentes, suportado por um conjunto de normas recentes que permitem o mapeamento eficaz (GFP), a concatenação virtual (VCAT) e ajuste dinâmico de banda(LCAS), alargando a capacidade de transporte de dados do SDH.

Tecnologias de Suporte

Synchronous Digital Hierarchy - SDH

A linha de produtos SDH da PT Inovação é suportada normativamente pelas recomendações relevantes, e actualizadas, do ITU-T para o transporte em Synchronous Digital Hierarchy [1]. Destas realçam-se as recomendações G.707, G.781, G.783, G.813, G.841 e G.842 para o mapeamento, sincronismo e protecção de rede.

O processamento dos dados é efectuado em circuitos integrados de lógica programável integralmente delineados e desenvolvidos na PT Inovação.

Este facto permitiu desenvolver equipamentos mais adaptáveis à realidade nacional: dimensões matriciais escaláveis, dimensões físicas de equipamento incorporáveis em armários de exterior e número e tipo de interfaces flexíveis.

Ethernet over SDH[2]

O método mais eficiente de transportar dados, sobre as redes de transporte actualmente existentes, consiste em efectuar o mapeamento dos dados (pacotes Ethernet) em Virtual Containers do SDH utilizando o mecanismo Generic Framing Procedure (GFP [3]) e concatená-los virtualmente até se obter a banda pretendida (LCAS [4]).

Na Figura 1 ilustra-se o processo de mapeamento da trama Ethernet sobre a área de Payload do GFP-F estruturado. Este tipo de mapeamento é mais eficaz para a adaptação entre os dados e o meio de transporte do que técnicas anteriormente utilizadas suportadas sobre HDLC como é o caso do Packets over Sonet/SDH (POS).

Figura 1 - Mapeamento GFP-F

Existem dois tipos de mapeamento GFP: GFP-F e GFP-T

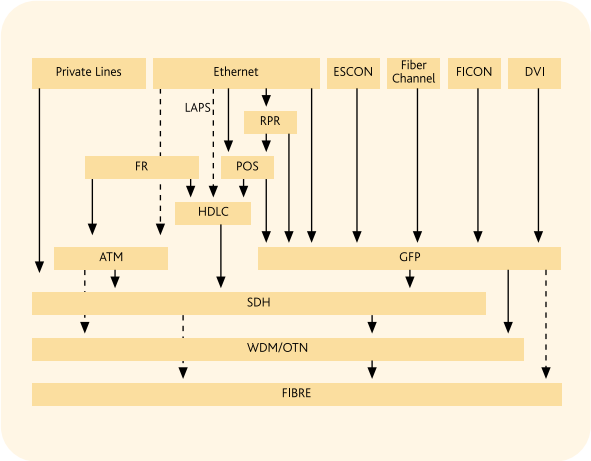


Figura 2- Posicionamento protocolar do GFP

No caso do GFP Estruturado (GFP-F), as tramas Ethernet são armazenadas localmente, de forma a poder eliminar-se os tempos de inactividade entre rajadas de pacotes, e apenas os pacotes de dados são enviados para a rede de transporte. Este método tem contudo a desvantagem de introduzir algum atraso nos dados.

O GFP transparente (GFP-T) opera sobre os caracteres Ethernet que chegam transcodificando-os para tramas GFP de comprimento fixo. Este método é suportado por hardware simples, introduz atrasos mínimos nos dados transmitidos mas não elimina os espaços vazios entre pacotes (Inter Packet Gap -IPG).

Contudo para mapear os dados, sobre os contentores virtuais (VC) do SDH, de forma eficiente, é preciso assegurar um mecanismo que permita agrupar o número e tipo de VC ao ritmo de transmissão pretendido, Tabela 1.

Este mecanismo designado como Concatenação Virtual é descrito pela recomendação G.707 do ITU-T e é ilustrado nas figuras seguintes.

Serviço	Dados Bit Rate	Concatenação Contígua	Eficiência	Concatenação Virtual	Eficiência
Ethernet	10 Mb/s	VC-3	21%	VC-12-5v	92%
ATM	25 Mb/s	VC-3	50%	VC-12-12v	98%
Fast Ethernet	100 Mb/s	VC-4	67%	VC-3-2v	100%
GbE	1000 Mb/s	VC-4-16c	42&	VC-4-7v	95%

Tabela 1 - Comparação de Eficiência de mapeamento

Os bytes provenientes do interface Ethernet, são repartidos pelos VC que formam o grupo de concatenação virtual.

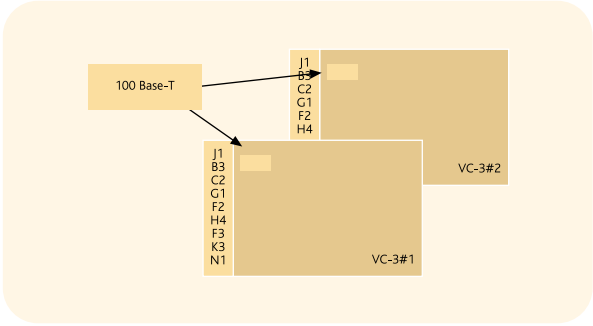


Figura 3- Mapeamento GFP e Concatenação Virtual sobre VC-3

Os Contentores Virtuais são então enviados em simultâneo para a rede de transporte podendo contudo percorrer percursos distintos, até chegar ao destino, o que origina desfasamento entre os dois VC.

Para se recompor o interface Ethernet torna-se então necessário realinhar os VC, e eliminar o atraso entre eles através de armazenamento em memória.

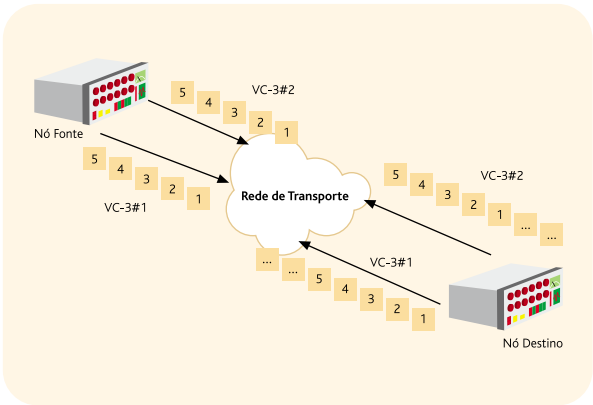


Figura 4 - Concatenação Virtual

Verifica-se que existe um compromisso entre o atraso que os sinais sofrem, o atraso diferencial suportável entre VC do mesmo grupo VCAT e a dimensão do grupo VCAT. Este mecanismo apenas obriga a que os equipamentos terminais possuam funcionalidade VCAT reutilizando-se integralmente a rede de transporte existente.

Existe um mecanismo designado Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS) que permite ajustar dinamicamente a largura de banda aos requisitos pretendidos. Este ajuste pode ser efectuado devido à falha de um link, por necessidade de incrementar a banda utilizada, e processa-se de forma que não interrompe o tráfego.

Evolução

Apresentamos de seguida as diferentes perspectivas de alguns dos organismos mais activos na normalização de serviços Ethernet.

Metro Ethernet Forum – MEF[5]

Este fórum defende os seguintes pressupostos para a utilização do Ethernet como tecnologia de transporte:

- Facilidade de utilização
- Eficácia do custeio
- Flexibilidade

O serviço Ethernet – Modelo de referência

O modelo básico para a disponibilização de serviços Ethernet é apresentado na Figura 5. O serviço é fornecido pelo operador da Metro Ethernet Network (MEN). O equipamento de cliente (CE) interliga-se à rede através do User Network Interface (UNI) utilizando um interface standard de 10Mb/s, 100Mb/s, 1Gb/s ou 10Gb/s.

Estes serviços podem ser suportados por várias tecnologias de transporte tais como o SDH, DWDM, MPLS, GFP, etc. Contudo o interface de cliente (UNI) é sempre Ethernet.

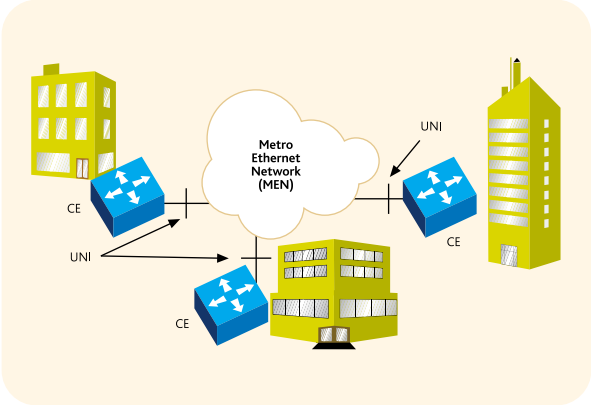


Figura 5 - Modelo básico do MEF

Ethernet Virtual Connection

O Ethernet Virtual Connection (EVC) define-se como a associação de dois ou mais interfaces de cliente Ethernet (UNI).

Tem como função:

- Interligar dois mais UNI permitindo a transferência de tramas Ethernet entre eles;
- Prevenir a transferência de dados entre EVC diferentes, ou seja disponibilizar funcionalidades de segurança e privacidade idênticas às da rede Frame Relay e da rede ATM (PVC).

Estas características permitem implementar redes de camada 2 tais como a linha privada (EPL) ou linha virtual privada (VPN).

O MEF tem definidos os seguintes tipos de EVC:

- Ponto a Ponto
- Multiponto-Multiponto

A estruturação dos serviços Ethernet do MEF representa-se na figura seguinte.

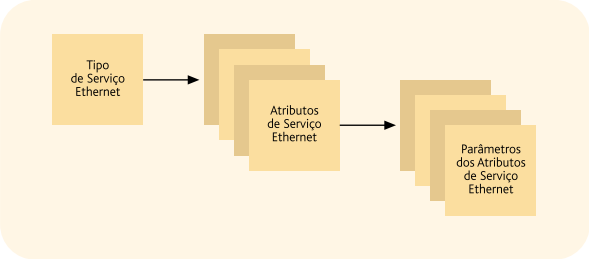


Figura 6 - Organização dos serviços Ethernet

Tipos de serviço

Podemos ter os serviços Ethernet Line (E-Line) Service, Figura 7, e Ethernet LAN (E-LAN) Service, F1gura 8.

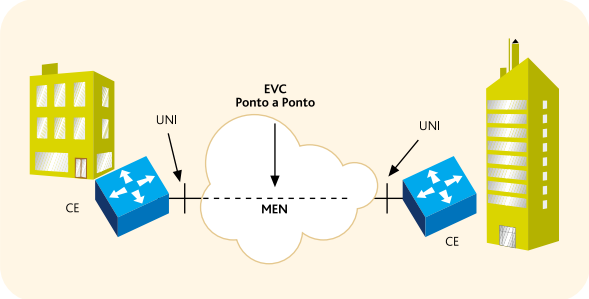


Figura 7- E-Line para aplicação ponto-a-ponto

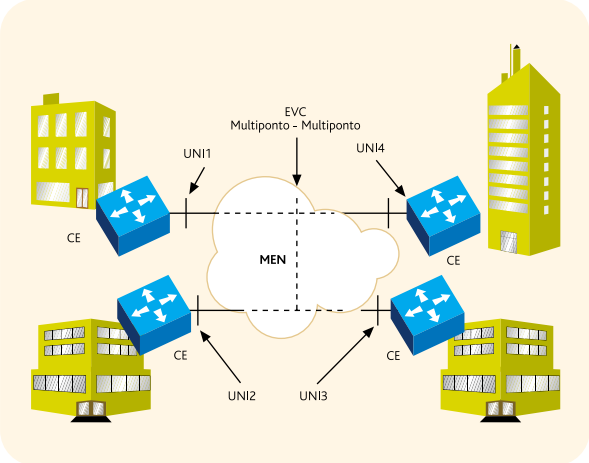


Figura 8 - E-LAN para aplicação multiponto

Para especificar um serviço de forma completa é necessário definir, para além do tipo de serviço, os atributos de serviço do UNI e do EVC.

Os atributos de serviço definem as capacidades do tipo de serviço, e podem ser agrupados nas seguintes categorias:

- Ethernet Physical Interface – Exemplo: 10BaseT, 100BaseT e 1000BaseSX; Velocidade; Modo (half/full duplex).
- Parâmetros de tráfego – São utilizados para caracterizar o limite de transmissão que pode atravessar o UNI ou o EVC.

Utilizam-se perfis de largura de banda de forma a simplificar a implementação e gestão do serviço. Estes perfis são caracterizados pelos seguintes parâmetros de tráfego:

- Committed Information Rate (CIR)
- Committed Burst Size (CBS)
- Peak Information Rate (PIR)
- Peak Burst Size (PBS)

Parâmetros de desempenho

Os parâmetros que caracterizam o desempenho são:

- Frame Delay
- Frame Jitter
- Frame Loss
- Classe de serviço - Ex. Porto físico, CE-VLAN CoS (802.1p), DiffServ / IP TOS
- Service Frame Delivery - Parâmetro crítico para serviços de tempo real (voz).
- Suporte de VLAN Tag - O suporte do Tag de VLAN disponibiliza um conjunto importante de capacidades de entrega de tramas e de desempenho.
- Multiplexagem de Serviço - O atributo de serviço Service Multiplexing é utilizado para suportar múltiplos EVC no UNI.
- Bundling - O atributo de serviço Bundling permite um UNI suportar múltiplos EVC. Esta funcionalidade é importante pois permite que um interface físico suporte várias ligações (EVC).
- Filtros de segurança - Servem para implementar filtragem adicional de tramas Ethernet para acréscimo de segurança ou para gestão de tráfego. Depende de acordo entre o Service Provider e o cliente.

ITU-T [6]

A disponibilização do serviço, em redes Ethernet públicas, de dados/Ethernet é estruturada num conjunto de novas recomendações com as interdependências que se ilustram na figura seguinte.

Do ponto de vista dos serviços o ITU-T remete para o MEF.

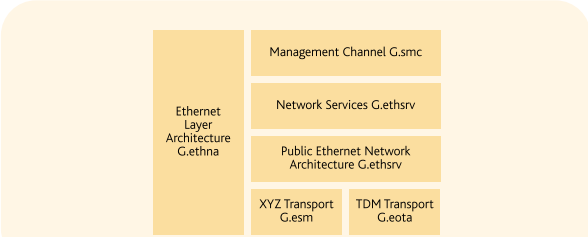


Figura 9 - Estrutura das recomendações de Ethernet

A estrutura básica da rede de Ethernet é composta pelas camadas:

- Ethernet MAC layer network (connectionless)
- Ethernet PHY layer network (connection-oriented)

G.ethna - Ethernet Layer Network Architecture [7]

Esta recomendação descreve a arquitectura funcional da rede Ethernet pública. A funcionalidade de rede pública de Ethernet é descrita do ponto de vista de rede, considerando uma rede estruturada em camadas, informação característica de cliente, associações servidor/cliente, topologias de rede, e funcionalidades de camada de rede que disponibilizam transmissão do sinal Ethernet, multiplexagem, roteamento, monitoria de performance e sobrevivência de rede.

O suporte da primeira versão desta recomendação são as especificações Ethernet IEEE 802.1D, 802.1Q e 802.3.

G.eota - Ethernet over Transport Architecture [8]

Esta recomendação descreve a arquitectura funcional das redes de transporte que suportam serviços Ethernet.

Os tipos de serviço descritos nesta recomendação incluem os descritos na G.ethsrv.

Existem os seguintes tipos de serviços Ethernet:

- Ethernet Private Line EPL – 3 tipos
- Ethernet Virtual Private Line EVPL
- Ethernet Private LAN EPLan
- Ethernet Virtual Private LAN EVPlan

A primeira versão desta recomendação especifica a arquitectura EoT para serviços sobre linhas Ethernet privadas ponto a ponto.

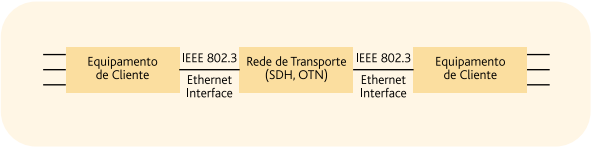


Figura 10 – Interligação dois interfaces físicos ethernet através da rede pública de transporte

Ethernet Private Line (EPL) do tipo 1

Uma linha privada ethernet (EPL) disponibiliza uma conexão através da rede de transporte para um fluxo tramas MAC marcadas (TAG) ou não.

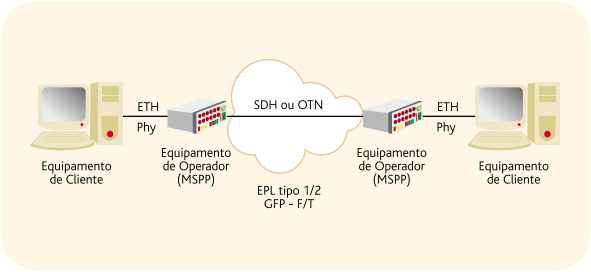


Figura 11 – Ethernet Private Line

Este tipo de EPL tem as seguintes vantagens:

- Apenas existe EoS nos extremos
- Aspecto de QoS são minimizados
- Clientes com canal privado de layer 1
- Permite evolução gradual para as novas redes
- Separação do ritmo de interface do ritmo de serviço

Ethernet Private Line (EPL) do tipo 2

Versão idêntica à EPL de tipo 1 mas cujo transporte é efectuado com baixo tempo de latência. Aplica-se a interfaces de 1Gb/s e 10Gb/s e processam-se caracteres em vez de tramas MAC (GFP-T).

Ethernet Private Line (EPL) do tipo 3

Distingue-se das EPL do tipo 1 e 2 pelo facto de se destinar a aplicações ponto-multiponto através do processamento das TAG de VLAN atribuídos pelo cliente.

Tem como desvantagem o facto de poderem ocorrer configurações de cliente incorrectas na rede.

Ethernet Virtual Private Line- EVPL

Uma linha virtual EPL (EVPL) caracteriza-se por utilizar o transporte sobre a rede pública de forma partilhada. Assim em vez de estabelecermos ligações independentes para clientes distintos, como se ilustra na parte superior da Figura 12, a EVPL permite utilizar a largura de banda disponível de forma partilhada. Consegue-se desta forma ter multiplexagem estatística desde que o Committed Information Rate (CIR) seja inferior ao Peak Information Rate (PIR), ou seja consegue-se um aumento da eficiência da utilização da largura de banda disponível.

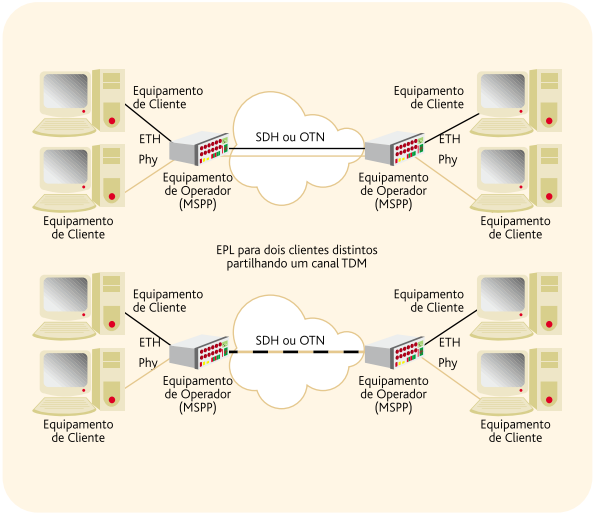


Figura 12- Ethernet Virtual Private Line vs EPL

Apesar de existirem vantagens neste acréscimo de eficiência, existem alguns problemas que terão de ser resolvidos:

- Como implementar o esquema de tags que permita a identificação e a separação lógica dos diferentes fluxos de dados de cliente.
- A largura de banda é definida em termos de pico (PIR) ou termos médios (CIR) permitindo que esta incremente em rajadas até atingir o valor de PIR.
- Quando se utiliza a multiplexagem estatística qual o mecanismo que se deve utilizar para efectuar o descarte de pacotes em períodos de congestão.
- Como garantir que em situações de falha a informação de um cliente não é disponibilizada a outro.

Ethernet Private LAN - (EPLAN)

Uma EPLAN disponibiliza conectividade do tipo LAN entre múltiplos locais através de canais dedicados. Várias configurações são possíveis sendo contudo a topologia da rede de transporte transparente para o cliente.

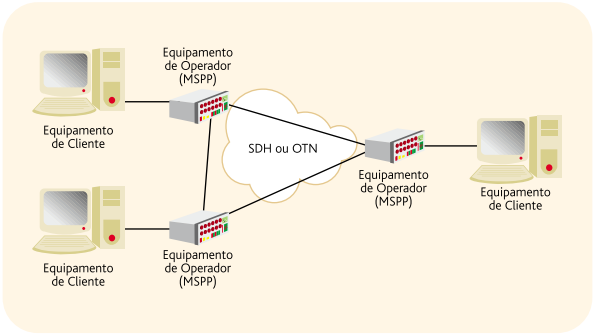


Figura 13 – Exemplo de Ethernet Private Lan

Apresenta-se na Figura 13 uma configuração de rede na qual as funcionalidades de switching são implementadas nos extremos da rede, enquanto na Figura 14 as funcionalidades de switching são disponibilizadas de forma centralizada.

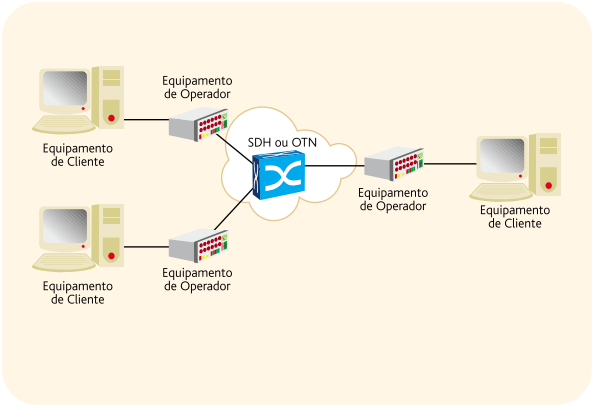


Figura 14 EPLAN - Switching Centralizado

Salienta-se que as funcionalidades de switching são implementadas na camada 2.

Existem vários problemas a resolver na G.eota:

- Como especificam, os clientes e operadores, os requisitos de largura de banda;
- Qual a quantidade de armazenamento que o operador deve suportar de forma a comportar congestionamento e, qual é a regra de descarte que se utiliza;
- Em que camada se implementa a protecção: 1 – protecção automática do SDH ou camada 2.

Ethernet Virtual Private Lan- EVPLan

A EVPLAN é uma combinação de EVPL e EPLAN. A largura de banda do canal é partilhada entre os diferentes clientes, tal como é ilustrado na Figura 12, assim como existem switches e routers na rede de transporte. A partilha de largura de banda dos canais de transmissão pode permitir uma utilização muito eficaz dos recursos. Contudo, não evita que a gestão desta arquitectura de rede seja muito complexa.

A G.eota terá que solucionar os problemas já descritos na EVPL e EPLAN e disponibilizar mecanismos de marcação (tag) para diferenciar os vários clientes e os seus diferentes fluxos de dados com um espaço de endereçamento adequadamente grande. Um exemplo são os insuficientes 4k de endereçamento de VLAN tags, a sua exclusiva aplicabilidade a Ethernet que tornam este mecanismo inadequado às EVPLAN.

G.esm - Ethernet Service Multiplexing over Transport Network Architecture [9].

Define a arquitectura que suporta a multiplexagem de serviços Ethernet sobre as redes de transporte.

O serviço de multiplexagem Ethernet sobre redes de transporte pretende atingir escalabilidade e eficiência dentro das redes de transporte. As considerações para o critério de multiplexagem são:

- Suporte para serviços P2P e MP2MP;
- Utilização dos recursos de transporte;
- Implementação, complexidade de operações e custos;
- Privacidade através da separação do fluxo de dados de cliente

G.ethsrv: Ethernet Service Characteristics [10]

Esta recomendação define um conjunto de características de serviço Ethernet que são suportadas pelo modelo de arquitectura de camada comum definida na recomendação G.ethna. O ITU-T assume que o focos do seu trabalho normativo são os aspectos de fornecedor de serviço ou do operador de rede, pelo que o objectivo desta recomendação é o de associar serviços de cliente Ethernet ao ponto de vista de rede. Complementa a definição do MEF que apresenta o ponto de vista de cliente.

Na primeira versão da recomendação apenas serão tratados os detalhes dos serviços disponibilizados em ligações ponto-a-ponto sobre Ethernet Private Line.

MEF	ITU-T SG 15 G.ethsrv
E-Line	EPL (Type 1)
	EPL (Type 2)
	EVPL
E-LAN	EPLAN
	EVPLAN

Tabela 2 – Comparação entre serviços Ethernet MEF e ITU-T

G.smc : Service Management Channel

Esta recomendação define uma arquitectura comum de suporte a gestão dos serviços de linha privada Ethernet. Define a gestão do serviço de dados de extremo a extremo da rede de transporte, incluindo os formatos e o protocolo necessários à implementação das tarefas de gestão.

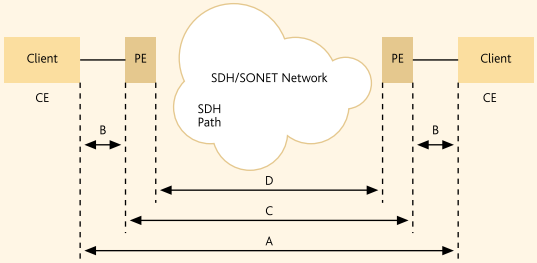


Figura 15 – Áreas de gestão - Data Network Management (G.smc)

RPR – Resilient Packet Ring

A tecnologia RPR é um novo MAC que está a ser normalizado pelo grupo de trabalho IEEE 802.17. É um protocolo de controlo de acesso sobre um meio partilhado de transporte (anel) com características de qualidade de transporte (carrier class). O RPR transforma uma cadeia de ligações ponto a ponto entre nós num verdadeiro meio partilhado que permite a multiplexagem estatística eficaz de tráfego composto por rajadas, a reutilização espacial de forma a maximizar a utilização da largura de banda disponível. Suporta múltiplas classes de serviço, assim como a disponibilização weighted fairness da largura disponível de forma verdadeiramente dinâmica de acordo com a utilização instantânea de todos os utilizadores no anel.

É independente da camada física podendo ser transportado tanto sobre Ethernet ou sobre SDH. Em SDH pode ser transpor-

tado em modo GFP ou HDLC/POS e todas as velocidades desde STM-1 a STM-64 podem ser suportadas.

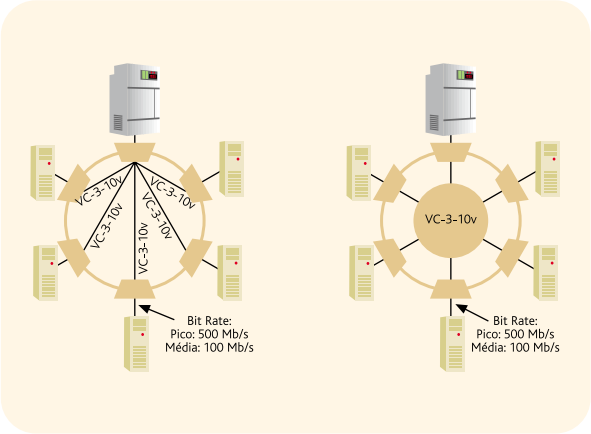


Figura 16- Comparação das vantagens da utilização da LB partilhada

Pode ainda utilizar a concatenação virtual de forma a adaptar a largura de banda do meio partilhado à informação que se pretende transportar de forma a maximizar a eficácia do transporte.

MPLS – Multi Protocol Label Switching[11]

O MPLS é o plano de controlo comum nativo para a camada de serviços. Permite a provisão extremo a extremo através de protocolos de sinalização normalizados tais como o RSVP-TE [12] (Resource Reservation Protocol – Traffic Engineering), segmentação entre utilizadores, e capacidade de engenharia de tráfego para redes de fornecedores de serviços.

O esquema de sinalização Martini do IETF define o encapsulamento[13] e sinalização[14] para serviços Ethernet ponto a ponto sobre MPLS (L2oMPLS). O grupo ppvpn do IETF está a definir um esquema hierárquico de encapsulamento para VPN de camada 2 (Hierarchical Virtual Private LAN Service) baseado no draft Martini. O grupo pwe3 está a definir um esquema de encapsulamento, também baseado no draft Martini, para transportar SONET e TDM sobre MPLS[15].

Apesar do MPLS fazer parte das redes IP há vários anos, apenas uma fracção das receitas provém deste tipo de redes. Assim o serviço de dados é hoje disponibilizado, fundamentalmente, sobre redes de transporte SDH. Meios partilhados como o RPR, vocacionados para o transporte de dados sobre SDH, permitem utilizar o esquema Martini pelo IETF para implementação de serviços ponto a ponto ou VPLS sobre as redes existentes de SDH de forma transparente.

O valor acrescentado desta utilização é a provisão automática extremo a extremo, capacidade de engenharia de tráfego e separação entre utilizadores.

Serviços VPN de camada 2

Os Serviços Virtual Private Network (VPN) de camada 2 são estabelecidos por um ou mais túneis ponto a ponto que transportam tráfego arbitrário de camada 2 sobre uma rede core com capacidade MPLS. Os túneis implementam um percurso directo sobre a rede core que funcionam como alternativa aos circuitos alugados. O transporte oferecido pode ser ATM, Frame Relay ou Ethernet.

Virtual Private LAN Service (VPLS)

Virtual Private LAN Service (VPLS) é uma classe de VPN que permite a conexão, do tipo bridged, de múltiplos locais num único domínio sobre uma rede gerida IP/MPLS. Todos os locais do cliente duma instancia VPLS parecem estar na mesma LAN, independentemente do local onde se encontram.

Disponibilizam-se desta forma serviços de camada 2, ou seja trafego Ethernet, de forma transparente sem haver necessidade de interacção do protocolo IP entre o equipamento de cliente e o equipamento de transporte. Assim, do ponto de vista de cliente, a rede do operador comporta-se como se apenas tivesse um conjunto de switches Ethernet.

Ethernet de camada 2 in the First Mile (EFM) - IEEE 802.3ah

Este grupo tem como objectivo expandir a utilização de Ethernet, através da criação de normas, para além do alcance da LAN. Um alvo particular deste standard são os serviços sobre DSL actualmente suportados por ATM.

Descreve-se de seguida as principais actividades dentro deste grupo normativo:

- Ligações ponto a ponto sobre cobre
  Curto alcance: Até 10Mb/s em 750 metros (VDSL: DMT ou QAM em aberto)
  Longo alcance: Até 2Mb/s em 2700 metros (SHDSL)
- Ligações ponto-a-ponto em fibra
  Objectivo inicial: 1 Gb/s em uma ou duas fibras.
  Adicionado: Provisão para 100 Mbit/s de forma a possibilitar a utilização de switches mais económicos.
- Ligações ponto-multiponto em fibra
  Estas ligações são suportadas sobre redes ethernet ópticas passivas. Apesar de não ser um objectivo inicial foi imposto por um grupo de fabricantes PON. A principal resistência adveio da tecnologia time division multiple access (TDMA) utilizada no sentido ascendente que não é considerada Ethernet.
- Operação, Manutenção e Gestão (OAM)
  Esta camada permite monitorar a taxa de erros remota e executar tarefas de manutenção remota.
  Actualmente, esta tecnologia não possui funcionalidades OAM pelo que se estão a incorporar de forma a poder ser considerada como alternativa pelos operadores.

Recorda-se que a implementação de sinalização conduz a novos serviços baseados na auto-negociação e na provisão da capacidade do cliente ou seja largura de banda a pedido.

Estado das actividades Normativas [16]

As actuais actividades normativas são uma boa indicação de quantas organizações e companhias identificam a Ethernet WAN como o próximo passo tanto para Ethernet como para transporte público (Operadores de transporte). As principais actividades estão listadas na Tabela 3.

Organismo	Actividades	Estado
	IEEE	
802.3ae	10Gbit Ethernet, com inclusão de um interface físico (WAN PHY) para simplificar a interligação a redes SDH ou OTN G.709.	Aprovado
802.17	Resilient Packet Rings: Definição de rede em estrutura de anel para aplicações de Acesso e Metro.	A decorrer
802.1ah (EFM)	Ethernet in the First Mile: Trabalho inclui aspectos OAM para links Ethernet, em particular ligações de acesso.	A decorrer
	ITU-T	
G.eota	Ethernet over Transport Network Architecture: Pretende definir os requisitos da rede de transporte transportando Ethernet	Aprovação agendada para Out. 2003. Inclui EPL. EVPL e EVPLAN deverão surgir em Out de 2004.
G.ethna	Ethernet layer Network Architecture: Tradução do material do IEEE 802 para terminologia de rede e modelos do ITU-T.	Aprovação agendada para Out. 2003
G.ethsrv	Ethernet over transport: Caracteristicas do serviço de Ethernet	Aprovação agendada para Out. 2003
G.esm	Ethernet over transport: Ethernet Service Multiplexing - Descrição dos protocolos necessários à implementação da EVPL e EVPLAN	Aprovação agendada para 2004
G.smc	Service Managment Channel: Linha Privada	Aprovação agendada para 2004
G.uni	Ethernet User Network Interface: Caracterização dos interfaces necessários para interligação à rede de transporte.	Aprovação agendada para Maio de 2004
G.nni	Ethernet over transport Network Node Interface: Caracterização dos aspectos necessários à interligação entre Nes que efectuam transporte de Ethernet.	Aprovação agendada para Maio de 2004
Q2	Estudo dos aspectos de OAM relacionados com o Acesso.	A decorrer
Q3	Estudo dos aspectos end-to-end e edge-to-edge de OAM do Ethernet.	A decorrer
	Metropolitan Ethernet Forum	
MEF	MEF está a estudar os vários aspectos de MANs em Ethernet, incluindo a definição de serviço e OAM.	A decorrer
	The Internet Engineering Task Force	
PWE3 WG	A definir o transporte de Ethernet sobre IP/MPLS utilizando o draft Martini.	A decorrer
PPVPN WG	A definir o serviço EVPLAN utilizando IP ou MPLS.	A decorrer

Tabela 3 - Actividades Normativas

Envolvente económica

Muitos grupos analistas prevêem um aumento do investimento nas tecnologias metro Ethernet, actualmente estimado em 14 mil milhões de USD em serviços Ethernet (Gartner Group) e 4.4 mil milhões de USD receitas com equipamentos (Infonetics Research) em 2005.

A abordagem da PT Inovação

A PT Inovação tem desenvolvido ao longo dos últimos anos equipamentos de tecnologia SDH destinados ao acesso. Pretende introduzir através na nova geração de equipamentos soluções interoperacionais com a tecnologia da rede core, e adaptadas aos conceitos de SDH de nova geração.

A solução SDH actualmente em desenvolvimento na PTIN é composta por três equipamentos. (Figura 17)

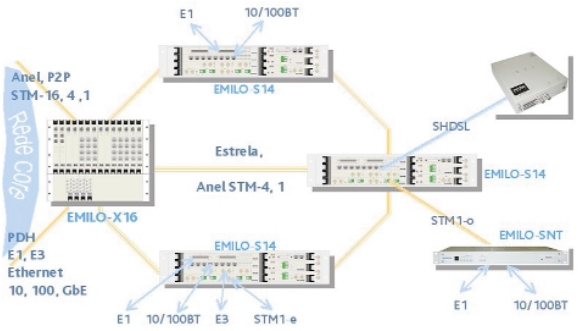


Figura 17– Arquitectura de Referência dos EMILOs-NG

Equipamento – Aplicação:
- EMILO-X16 - Master /Acess Node
- EMILO-S14 – Acess Node / CPE
- EMILO-SNT - CPE

As principais variantes entre os EMILO-NG são:
- Capacidade matricial
- Quantidade de interfaces
- Modularidade
- Protecção de Rede
- Protecção de Hardware

O facto dos blocos fundamentais da solução terem sido implementados em lógica programável, integralmente delineada e desenvolvida na PTIN, permitiu o desenvolvimento de solução adaptada aos requisitos do transporte no acesso.

EMILO-X16

O EMILO-X16 é um cross-connect modular de elevada capacidade matricial podendo comutar até 40Gb/s, de forma não bloqueante, com granularidade low order (LO: VC-12(2Mb/s).

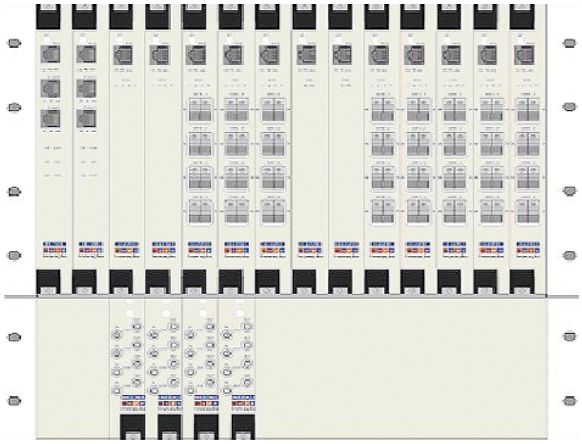


Figura 18 – Aspecto do EMILO-X16

Destina-se a efectuar o ordenamento do tráfego convencional e dados em redes móveis, ou na rede de acesso. Enquadra-se dentro da categoria de equipamentos do tipo Multi-Service Switching Platform (MSSP) de acordo com os conceitos do SDH de Nova geração.

A sua estrutura modular permite o crescimento do equipamento de acordo com as necessidades.

EMILO-S14

O EMILO-S14 é um equipamento modular, que pode assumir as seguintes configurações:
- Terminal Multiplexer STM-1/STM-4
- Add-Drop Multiplexer STM-1/STM-4
- Cross-Connect

Enquadra-se dentro da categoria de equipamentos do tipo Multi-Service Provisioning Platform (MSPP) de acordo com os conceitos do SDH de Nova geração.

Existem duas variantes do EMILO-S14:

Figura 19 - EMILO-S14

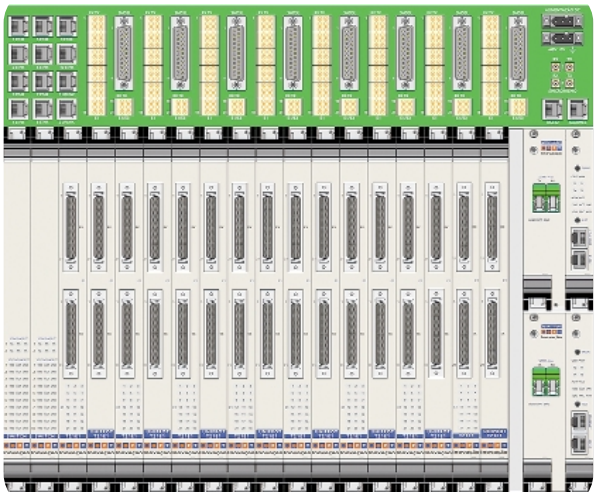


Figura 20 -EMILO-S14-Expandido

A versão modular box destina-se a ser utilizada nas instalações do cliente (CPE) ou em Armários de Exterior onde são precisos alguns interfaces e o espaço é severamente limitado.

O EMILO-S14-Expandido destina-se ao Access Node, por disponibilizar elevado número de portos E1 ou SHDSL. Ambas as versões disponibilizam interfaces STM-4, STM-1, E3, E1, SHDSL e Ethernet.

Ambas as variantes disponibilizam protecção de hardware dos elementos comuns, matriz e bloco de sincronismo, mas apenas a versão S14-Expandido disponibiliza protecção, do tipo 1:N, dos interfaces PDH e DSL.

EMILO-SNT

O EMILO-SNT é um equipamento do tipo MSPP com portos predefinidos, que pode assumir as seguintes configurações:

- Terminal Multiplexer STM-1
- Add-Drop Multiplexer STM-1

Tem como principal objectivo oferecer o maior número de funcionalidades ao mais baixo custo.

Figura 21 - EMILO-SNT

Este equipamento disponibiliza portos PDH E1/E3 e Ethernet. Destina-se fundamentalmente à terminação de rede. A configuração ADM1 com 16 portos E1 e 4 Ethernet já conseguiu ser seleccionada e será brevemente colocada ao serviço fora do grupo PT.

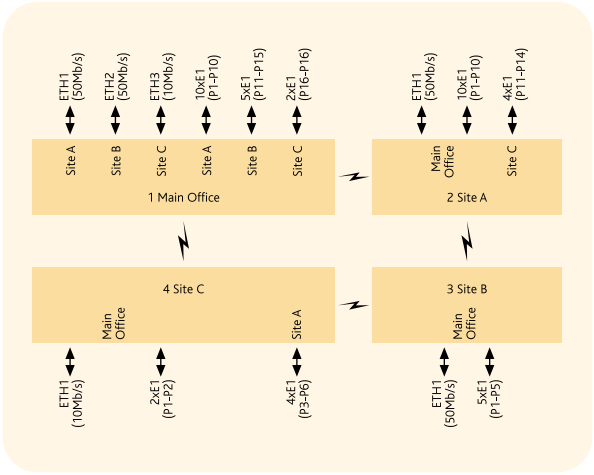


Figura 21 - Rede a implementar suportada em EMILO-SNT

Operação e Manutenção

Existem dois ambientes para gerir os EMILO-NG:

- Terminal Inteligente – Craft Terminal para configurações locais.
- SEQUIRA - Sistema de Gestão com gestão de elemento de rede, rede e provisão de circuito extremo a extremo.

Modo local: Terminal WeB [17]

Destina-se a ser utilizado na fase de instalação do equipamento permitindo efectuar todas as operações relevantes tais como:

- Controlo de acesso - Disponibiliza controlo de acessos de forma a bloquear a alteração de configurações a utilizadores não autorizados.
- Medidas Paramétricas

Figura 22 - Monitoria paramétrica do interface óptico

- Configurações
- Monitoria de estado - A monitoria das falhas permite aferir o correcto funcionamento da rede instalada.

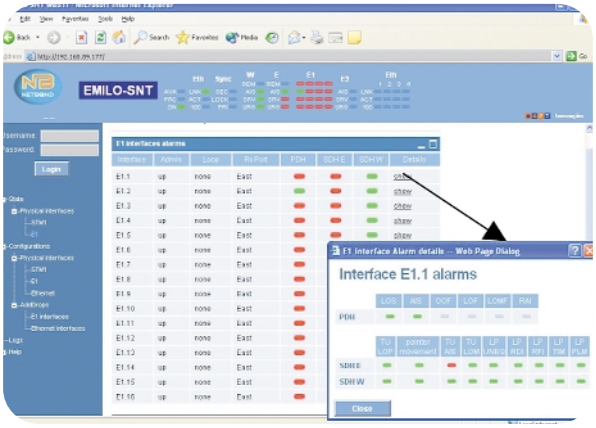


Figura 23 - Janela de status PDH

Ambiente de Gestão: SEQUIRA[18]

O SEQUIRA é o Sistema de Gestão de Rede, focalizado na gestão de equipamento de rede e soluções de rede NetB@nd , desenvolvidas pela PT Inovação da qual fazem parte os equipamentos desenvolvidos no âmbito do SDH na Rede de Acesso.

É composto por dois pacotes de software. O core do sistema é o Assure Pack. Este pacote de software, é sempre necessário, implementa funções de gestão de elemento de rede e de rede. Pacotes adicionais designados Provision Packs estão disponíveis para gestão de percurso extremo a extremo (n*64k, percurso TDM, percurso SDH, etc) e são opcionais.

Evolução da solução

Tentaremos acompanhar a evolução dos standards no que toca à implementação de E-LINE assim como E-LAN tentando estabelecer/continuar parcerias com fabricantes de CI/SW e de equipamentos de teste, à semelhança das actualmente estabelecidas com a Transwitch e Agilent, de forma a termos uma solução funcional e economicamente competitiva que pode ser disponibilizada em tempo oportuno, i.e. antes de o mercado se encontrar saturado.

As ligações à Universidade/IT estão hoje a ser utilizadas, no âmbito do projecto SIRAC/POE, para estudar a implementação de RPR sobre a solução EMILO-NG.

Conclusões

O domínio do Ethernet como tecnologia de LAN é hoje evidente pelo que se torna lógico também utilizar serviços WAN, através da rede pública de transporte, em Ethernet. A enorme actividade existente no domínio dos standards indica que esta conclusão é partilhada por operadores e fabricantes que identificam uma fonte potencial de receitas na interligação Ethernet WAN. A alternativa à implantação, massiva de redes de overlay, é a reutilização da actual rede SDH para o transporte de dados.

A Concatenação Virtual, com realce para a concatenação de baixa ordem (Low Order - LO) e o método de encapsulamento GFP são tecnologias essenciais para a utilização eficiente da rede core SDH.

Os EMILO-NG tem como objectivo constituir uma solução flexível, fiável, e económica para o transporte de informação no âmbito das redes de transporte SDH de Nova Geração.

Referências

[1] Recomendações G.707, G.709, G.774.x, G.781, G.783, G.784, G.803, G.805, G.806, G.813, G.823, G.825, G.828, G.841, G.842, G.957, G.958 e G.959 e M.2101 do ITU-T
[2] Data Over SONET/SDH (DoS) Equipment - Architectures & Test Challenges. – Agilent Technologies - Jan 2003
[3] Recomendação G.7041 do ITU-T
[4] Recomendação G.7042 do ITU-T
[5] Metro Ethernet Services – A Technical Overview - Metro Ethernet Forum
[6] Emerging Standards & Applications For Transport of Data Services - Alan McGuire BTexact / Ghani Abbas Marconi
[7] Recomendação G.ethna version 0.2.1 – ITU-T
[8] Recomendação G.eota version 0.1 – ITU-T
[9] Recomendação G.esm version 0.0 – ITU-T
[10] RecomendaçãoG.ethsrv version 0.3 – ITU-T
[11] MPLS: Ready for Revenues / Report on SUPERdemo Interop Event
[12] RFC 3209
[13] Draft-ietf-pwe3-ethernet-encap-02 e draft-Martini-12circuit-encap-mpls-04.txt
[14] Draft-ietf-pwe3-control-protocol-02Draft-ietf-pwe3-sonet-01
[15] Draft-ietf-pwe3-sonet-01
[16] Ethernet Transport Services – The Current State of the Art - Steve Gorshe – PMC-Sierra
[17] Trabalho desenvolvido no âmbito do projecto OMG-SIRAC
[18] Trabalho desenvolvido no âmbito do projecto Sequira

Links Relacionados
ITU-T – Grupo de trabalho 15 http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/index.asp
Ethernet Metro Forum
http://www.metroethernetforum.org/
Multiservice Switching Forum (MSF)
http://www.msforum.org/
IEEE 802.3ah
Ethernet in the First Mile Task Force
http://grouper.ieee.org/groups/802/3/efm/index.html
IEEE 802.17
Resilient Packet Ring Working
http://grouper.ieee.org/groups/802/17/
MPLS Forum
http://www.mplsforum.org/
Internet Engineering Task Force (IETF)
http://www.ietf.org

Paulo Mão-Cheia

Paulo Jorge da Costa Mão Cheia possui a licenciatura Engª Eléctronica e Telecomunicações.pela Universidade de Aveiro. Efectuou um estágio de metrologia por micro-ondas no Max-Plank Institut Für Plasmaphysik da R.F.A. Integrou o CET em 1991 para o grupo de Transmissão/Comunicações Ópticas onde colaborou com o desenvolvimento de vários equipamentos para transmissão óptica. Tem sido formador em áreas de CATV e Fibras Ópticas. Actualmente é responsável pela Unidade de

Transmissão e Multiplexagem do grupo de Sistemas e Infraestruuras de Rede (SIR).

Celso Ribeiro Braguês de Lemos

Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro (1995) obteve o grau de Mestre Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro 1997. Trabalha na PT Inovação na área da transmissão em redes SDH. De Janeiro de 1997 a Novembro de 1997 fez investigação na Universidade de Aveiro no âmbito da dissertação de mestrado. Publicação de alguns documentos sobre a área de projecto de redes.

Joaquim Serra

nasceu a 04-12-1971 no concelho de Águeda. Possui o 11º ano de escolaridade e o curso técnico-profissional de electrónica da escola secundária nº 1 de Aveiro. Iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação em 1990 no departamento de Transmissão. Tem desenvolvido trabalhos em diversas àreas: hardware, firmware, software e micro-electronica em sistemas PDH e SDH. É hoje responsávelpela unidade funcional de micro-electronica e CAD

Siglas e Acrónimos

3G	3rd Generation
3PTY	Three Party Service
AAAC	Authentication, Authorization, Accounting and Charging
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AES	Advanced Encryption Standard
AF	Assured Forwarding
ALG	Application Layer Gateway
ARPU	Average Revenue Per User
ASM	Application Specific Module
ASR	Automatic Speech Recognition
ATM	Asynchronous transfer Mode
BSS	Basic Service Set
BTS	Base Transciever Station
CAPEX	Capital Expenditure
CBS	Columbia Broadcasting System
CBS	Committed Burst Size
CC/PP	Composite Capabilities / Preference Profiles
CCU	Caixa de Correio Unificada
CDMA	Code Division Multiple Access
CDR	Call Detail Record
CFB	Call Forwarding Busy
CFCA	Communications Fraud Control Association
CFNR	Call Forwarding No Reply
CFU	Call Forwarding Unconditional
CIDR	Classless Inter-Domain Routing
CIR	Committed Information Rate
CLP	Call Processing language
CN	Correspondent Node
CoA	Care-of Address
COPS	Common Open Policy Service
CoS	Class of Service
CU	Currently Unused.
CW	Call Waiting
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DiffServ	Differentiated Services
DM	Dialogue Manager
DNS	Domain Name System
DOCSIS	Data-Over-Cable Systems Interface Specification
DoD	Call Waiting
DoS	Denial of Service
DS	Distribution System
DSCP	DiffServ Code Point
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DTMF	Dual Tone Multi Frequency
DVB	Digital Video Broadcasting
EAP-TLS	Extensible Authentication Protocol transport Layer Security
E-CGI	Enhanced Cell Global Identity
EF	Expedited Forwarding
E-OTD	Enhanced Observed Time Difference
EPG	Electronic Program Guide
ESP	Edge Stream Processor
EVPL	Ethernet Virtual private Line
FA	Foreign Agent
FASIL	Projecto europeu IST "Flexible and Adaptive Multi-modal Spoken Interface Language"
FCC	Federal Communications Commission
FHO	Fast Handover
FMS	Fraud Management System
FN	Foreign Network
FTP	File Transfer Protocol
G.eota	Ethernet Over Transport Architecture
G.ethna	Ethernet Layer Network Architecture
GFP	Generic framing Procedure
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System Mobile
GUI	Graphical User Interface
Ha	Home address
HA	Home Agent
HDLC	High-Level Data Link Control
HN	Home Network
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol Secure sockets
IAD	Integrated Access Device
IETF	Internet Engineering Task Force
IIOP	Internet Inter-ORB Protocol
IM	Instant Messaging
IMA	Inverse Multiplexing over ATM
IN	Intellident Network
IntServ	Integrated Services
IP	Internet Protocol
IPDR	IP Detail Record
IP-MCP	IP Message Control Point
IPSec	IP Secure
IPTEL	IP Telephony
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
ISP	Internet Service Provider

ITU-T	International Telecommunications Union – Telecommunications
iTV	Interactive Television
IVR	Interactive Voice Response
L2	Layer 2 (link layer)
LA	Large Account
LAN	Local Area Network
LBS	Location Based Services
LEAP	Lightweight Extensible Authentication Protocol
LIF	Location Interoperability Forum
LMU	Location Measurement Unit
MAC	Media Access Control
MHP	Multimedia Home Platform
MIP	Mobile IP
MIPv4	Mobile IP Version 4
MIVA	Projecto EURESCOM P502 "Multilingual voice-activated services"
MMS	Multimedia Messaging Service
MN	Mobile Node
MOS	Mean Opinion Score
MUST	Projecto EURESCOM P1104 "Multimodal and multilingual services for small mobile terminals"
MVC	Model View Controller
NAT	Network Address Translation
NAT-PT	Network Address Translation – Protocol Translation
NLP	Natural Language Processing
NLU	Natural Language Understanding
NTP	Network Time Protocol
NVUP	Network View of the User Profile
OPEX	Operational Expenditure
OSA	Open
PAT	Port Address Translation
PBS	Peak Burst Size
PDA	Personal Digital Assistant
PHB	Per Hop Behaviour
PIN	Personal Identification Number)
PIR	Peak Information Rate
PSTN	Public Switched Telephone Network
PVR	Personal Video Recorder
PWLAN	Public Wireless LAN
QoS	Quality of Service
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Server/Service
RFID	Radio Frequency Identification Device
RMI	Remote Method Invocation
RSNA	Robust Securyti Network Association
RTC	Real Time Control
RTFM	Real-Time Flow Measurement
SCIM	Service capability interaction manager
SDSL	Single-Pair Digital Subscriber Line
SI	Sociedade da Informação
SIMPLE	SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions
SIP	Session Initiation Protocol
SIPPING	Session Initiation Proposal Investigation
SLA	Service Level Agreement
SLS	Service Level Specification
SLU	Spoken Language Understanding
SMPP	Short Message Peer-to-Peer (protocol)
SMS	Short Message Service
SOAP	Simple Object Access Protocol (XML protocol)
SS7	Signalling System #7
SSID	Service Set Identifier
SSL	Secure Socket Layer
STB	Set-Top Box
SV	Speaker Verification
SVA	Serviços de Valor Acrescentado
TCP	Transmission Control Protocol
TD-CDMA	Time Division - Code Division Multiple Access
TKIP	Temporal Key Integrity Protocol
TTS	Text-To-Speech
UAProf	User Agent Profile
UCP	Universal Computer Protocol
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications Service
URP	User Registration Protocol
VBI	Vertical Blanking Interval
VDSL	Very-high speed Digital Subscriber Line
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
VXML	VoiceXML - Voice Extensible Markup Language
WAN	Wide Area Network
WAP	Wireless Application Protocol
WDM	Wavelengeth Division Multiplexing
Wi-Fi	Wireless Fidelity (IEEE 802.11b wireless networking)
WLAN	Wireless LAN
WPA	Wi-Fi Protected Access
XML	Extensible Markup Language