

Resum

Les comunicacions mòbils, en el sentit estricte, són tan antigues com les radiocomunicacions. De tota manera, per a la introducció massiva de les comunicacions mòbils actuals ha calgut més d'un segle d'avenços en la telecomunicació i la consolidació de noves àrees, com ara la microelectrònica i la informàtica. En aquest moment, coincidint amb l'entrada del nou mil·lenni, les comunicacions mòbils estan a punt de fer realitat un dels somnis més antics de la humanitat: la capacitat de comunicar-nos no només des de qualsevol lloc (mobilitat), sinó també de qualsevol manera (multimèdia). Això serà possible amb la introducció de la tercera generació (3G) de comunicacions mòbils.

En aquesta presentació, descriurem breument el camí que han seguit les comunicacions mòbils fins ara i, en acabat, ens centrarem en els reptes que la 3G haurà d'enfrontar en relació amb la implementació tecnològica i la prestació de serveis. En aquest sentit, tractem amb temes clau que encara no s'han resolt des del punt de vista tecnològic, com ara la transició des de la segona generació, com ara el GSM, i la interacció entre les comunicacions mòbils i Internet. A més, subratllarem la percepció, àmpliament acceptada, que la 3G implicarà de manera molt significativa altres agents econòmics que són diferents dels operadors de telecomunicacions actuals en la prestació de serveis.

1. Introducció

Les comunicacions mòbils són, sens dubte, una de les tecnologies més remarcables que han aparegut en els últims deu o vint anys i són només comparables amb l'explosió d'Internet. També són un paradigma clàssic de la innovació o l'art, que consisteixen en la transformació del coneixement i la ciència en productes del mercat i en riquesa. Han tingut un gran impacte en l'equilibri del mercat entre totes les forces que hi han intervingut perquè

l'han traslladat a nous estats d'equilibri, incloent-hi l'increment en la productivitat de tots els sectors induïts o indirectes. En el període 1995-1998, a Espanya, la producció efectiva de comunicacions mòbils va arribar als $4 \cdot 10^9$ euros i aquesta activitat ha produït increments de productivitat per valor de $4.2 \cdot 10^9$ en altres sectors. A més a més, hauríem de considerar el creixement d'uns vuit mil llocs de treball l'any 1998 i la feina indirecta que va generar i que va ser deu vegades superior.

Les comunicacions mòbils no són només una qüestió econòmica, sinó que també comporten una millora en la qualitat de vida. La mobilitat és un dels atributs específics dels humans, per tant, la capacitat de les persones de comunicar-se des de qualsevol lloc, i, a més, en qualsevol moment, està a punt de permetre per primera vegada de superar les barreres naturals de la distància i del temps.

Les comunicacions mòbils, en el sentit estricte, són tan antigues com les telecomunicacions. De fet, va ser la capacitat d'establir enllaços de comunicació amb els vaixells, allà on fossin, allò que va portar Marconi a desenvolupar el primer sistema de telecomunicacions fa cent anys. Malgrat tot, per a la introducció massiva de comunicacions mòbils que veiem actualment ha calgut gairebé un segle d'avenços en les telecomunicacions i la consolidació de noves àrees, com ara la microelectrònica i la informàtica. Una de les fites més remarcables en el progrés de les comunicacions mòbils va ser probablement la introducció del concepte cel·lular per part dels investigadors dels Bell Laboratories a final dels anys seixanta. Això va fer possible superar les limitacions naturals de l'espectre electromagnètic. El concepte cel·lular consisteix a dividir tota l'àrea de cobertura en una gran quantitat de cel·les, que van repetint les mateixes freqüències moltes vegades en cel·les separades convenientment segons un esquema determinat i utilitzant mecanismes transparents d'usuari per tal de fer arribar les comunicacions a usuaris més enllà dels límits de la cel·la. D'aquesta manera, es poden fer arribar les comunicacions mòbils a milions d'usuaris sense exhaurir l'espectre.

La primera generació de comunicacions mòbils (1G) va aparèixer a Suècia el 1981. La 1G, també anomenada *generació anàloga*, fa servir principis de la freqüència modulada (FM) i encara s'utilitza. La segona generació (2G) de les comunicacions mòbils, que va incorporar mecanismes de transmissió digital, va ser la que va fer créixer les comunicacions mòbils fins a l'estat actual. Segurament va ser el sistema europeu GSM, conjuntament amb el nou ambient de liberalització, que va generar una competició real, la raó principal per al gran increment que ha experimentat aquest mercat fins ara.

Mentre que la 2G se centra sobretot en la parla, amb algunes extensions de dades, la tercera generació (3G) està a punt d'aparèixer acompanyada d'algunes de les característiques de les bandes amples, com ara els protocols multimèdia i Internet. Està previst que aparegui la primera versió l'any 2002 i es considera que l'impacte superarà l'auge actual de les comunicacions mòbils.

2. Tendències del GSM

El GSM va ser dissenyat per superar les limitacions de la 1G pel que fa als mecanismes de transmissió anàlegs. En resum, els sistemes de 1G han permès que el GSM pugui:

- Incrementar l'eficiència espectral.
- Esdevenir confidencial.
- Transmetre dades.
- Permetre la itinerància entre diversos països.

Com a resultat d'aquestes millores tècniques, el compromís dels monopolis dels operadors de telecomunicacions (que existien en aquell moment) d'introduir el GSM i altres factors com ara la liberalització del mercat, les economies d'escala, l'aparició d'òrgans reguladors, la maduresa tecnològica, etc., el sistema GSM és ara present en cent trenta-tres països i l'utilitzen més de dos-cents milions de persones.

El GSM és, de fet, un sistema centrat en la veu. Només un u per cent dels usuaris fa ús actualment de les prestacions per a dades. Una de les raons és que quan el GSM va aparèixer a finals dels anys noranta, Internet era gairebé exclusivament d'ús acadèmic, sense una penetració de mercat significativa. Altres causes que expliquen la baixa penetració dels serveis de dades en el mercat de manera massiva són la falta de plataformes mòbils adequades, la manca d'aplicacions fàcils d'utilitzar, uns índex de transmissió massa baixos i un cost elevat. A més, la veu ha estat la prioritat en la demanda del mercat i les dades, senzillament, han aparegut més tard. Tanmateix, al tombant de mil·lenni, els subministradors han mostrat un gran interès per introduir serveis de dades d'una manera molt més àmplia, sobretot entre els fabricants, però també entre els operadors. El punt de més interès per a la majoria dels analistes de mercat és trobar l'aplicació ideal per a les dades. Potser on més s'han centrat ha estat en el comerç i el correu electrònic, o bé els serveis de transmissió de la informació, etc. Actualment, sembla que tothom veu clar que l'increment en l'ús de serveis de dades mòbils anirà lligat d'alguna manera al món d'Internet. En altres paraules, Internet és l'aplicació clau.

D'altra banda, els sistemes de 2G, i en concret el GSM, han tingut en compte les limitacions i l'alt cost dels serveis de dades. El GPRS (General Packet Radio System) és la proposta plantejada pel GSM per progressar en aquesta àrea. És una fase 2+ en l'evolució del GSM que pot incrementar els 9,6 kb/s actuals del GSM sobre una magnitud més i, potser encara més important, fa servir el mateix llenguatge que Internet.

És a dir, es tracta d'un protocol per a paquets i es va basar en els mateixos mecanismes IP d'encaïmament que Internet. Un protocol de paquets pot ser molt rellevant per a la factura de l'usuari, ja que l'usuari paga d'acord amb el volum real d'informació rebuda o enviada (nombre de paquets de bits) i no pel període de connexió de cada sessió, tal com passa amb els serveis actuals basats en circuits que fan servir els sistemes convencionals de comunicació de veu. Això significa que només es paga pel temps de connexió, independentment de l'activitat real de transmissió de veu.

3. Internet mòbil

Mentre que els usuaris d'Internet de línia fixa es poden beneficiar d'aquesta tecnologia, que es desenvolupa a un ritme extraordinari, aquesta no és la situació dels usuaris mòbils. Restringeixen l'accés al món multimèdia bàsicament:

- Als aspectes estàndard.
- Als aspectes d'amplada de banda.

S'estan mirant de resoldre aquests aspectes i, probablement, la indústria se n'ocuparà aviat per tal d'oferir Internet de manera mòbil.

A curt termini, el protocol d'aplicació sense fils (WAP) sembla que podrà, per mitjà del navegador WAP, incrementar de manera significativa la funcionalitat Internet/Intranet per a usuaris mòbils. A més, el GPRS augmentarà la banda ampla per a dades mòbils fins a almenys 64 kb/s en un any, amb la qual cosa els usuaris de mòbils tindran la mateixa velocitat d'accés, sinó encara superior, que els usuaris actuals de telefonia de sobretaula.

El WAP està format per una sèrie de protocols que han estat desenvolupats pels fundadors del fòrum WAP: Ericsson, Nokia, Motorola i Unwired Planet. El Fòrum WAP es va constituir al juny de 1997. Es tracta bàsicament d'un protocol que té la intenció d'unir Internet amb el món actual dels mòbils cel·lulars, que es caracteritza per una amplada de banda més estreta, una pantalla petita, una memòria i una capacitat de processament limitades i un teclat limitat. El WAP pot treballar amb independència del mecanisme de transmissió que es faci servir: GSM, CDMA i TDMA, xarxes de dades dedicades, etc. Per donar una idea del potencial del WAP, es tracta d'un estàndard que ja ha estat acceptat per la majoria dels actors més significatius de la indústria mòbil: si l'utilitzessin el quinze per cent dels usuaris de mòbils, faria que es doblés virtualment de cop el nombre d'hostes d'Internet. En unes altres paraules, els navegadors WAP podrien representar per a Internet mòbil el mateix que Netscape va significar per a Internet.

La voluntat del WAP de convertir l'Internet mòbil en una realitat és una resposta als temes recurrents sobre convergència entre la informàtica i les telecomunicacions, almenys a curt termini. La qüestió es podria formular de la manera següent: Internet mòbil és possible gràcies a les comunicacions mòbils o a Internet? Microsoft es va unir al WAP fa uns mesos i sembla que s'ha preferit la idea de les telecomunicacions WAP en comptes de la proposta informatitzada.

En un principi, Microsoft va proposar de crear una interfície per als usuaris de mòbils amb contingut real d'Internet, que es basava en el format de pàgina web HTML. Per a això, calien portàtils que es comportessin com els ordinadors personals. Per al WAP, d'altra banda, cal reescriure els protocols estàndard per mitjà d'una passarel·la WAP, de propietat d'algun operador, en format de marcatge WML, capaç d'interactuar amb les característiques limitades com a ordinadors personals de les terminals mòbils. A diferència del WAP, el projecte de Microsoft no requeria que s'incloués res nou al terminal ni cap infraestructura a la xarxa.

Així, el fabricant del sistema operatiu n'hauria mantingut el control, que ara és en mans de l'operador que sigui el propietari de la passarel·la.

Els productes WAP han estat dissenyats tenint en compte les limitacions actuals dels microtelèfons de transmissió de veu. Les versions 1.0 d'aquests productes podran ser superades de bon tros pels productes de la 3G, que apareixeran en els pròxims cinc o deu anys, i que ja s'hauran dissenyat per tolerar la tecnologia multimèdia. Són senzillament el primer pas per fer arribar les aplicacions d'Internet a l'àmbit dels mòbils.

Malgrat tot, encara no s'ha acabat d'escriure el panorama a curt termini per a les terminals personals i apareixeran nous productes, com l'enllaç d'abast curt Bluetooth, que podria evitar la necessitat de microtelèfons únics i absoluts. El xip de cost i consum baixos Bluetooth podria desacoblar el món informàtic i de les comunicacions si se n'instal·la un en el terminal de l'usuari informàtic i l'altre en el terminal de l'usuari de comunicacions, que podria ser un terminal com els actuals. Si els dos xips treballen en una banda SML no regulada no es podrien separar més de cent metres.

Per què la 3G?

El sistema de la tercera generació han estat dissenyats des de perspectives diferents.

Des de la perspectiva tecnològica: hi ha una 1G, una 2G, aleshores la tecnologia assenyala que hi haurà una 3G.

Des de la perspectiva darwiniana: l'entorn canvia, els sistemes anteriors ja no encaixen en les demandes emergents. L'evolució cap a nous sistemes és una necessitat i, d'acord amb les regles del mercat, només els millors sobreviuen.

Des de la perspectiva empresarial: qualsevol persona pot ser consumidora dels nous productes de les comunicacions mòbils que la 1G i la 2G no poden oferir.

Des de la perspectiva social: la Unió Internacional de Telecomunicacions (ITU) ha promogut la 3G per tal de permetre la itinerància global amb els portàtils, de manera que tots els països es puguin beneficiar de les economies d'escala.

4. Estat de la tercera generació

La marca 3G identifica una gran evolució de les comunicacions mòbils actuals cap a un concepte de mòbils més global, que vol proporcionar serveis de telecomunicacions a escala mundial, independentment de la zona, la xarxa o el terminal que es faci servir. Aquest és l'objectiu oficial de l'IMT-2000.

Al març de 1999, la ITU va anunciar que la interfície per aire única constaria de tres modes basats en les propostes següents de tecnologia de transmissió per ràdio:

- a) Accés terrestre al sistema de telecomunicacions mòbils universals (UMTS), presentat per l'Institut Europeu per a les Telecomunicacions Estàndard (ETSI).
- b) Accés múltiple per divisió de codi (CDMA) 2000, presentat per l'Associació d'Indústries de Telecomunicació (TIA) dels Estats Units.
- c) UWCC 136, presentat pel Consorci de Comunicacions Sense Fils Universals dels Estats Units.

Modelarà el mercat dels mòbils de la 3G la competició entre aquestes tres tecnologies d'accés per ràdio, i els fabricants de terminals seran els encarregats d'assegurar la capacitat mundial d'itinerància a través de microtelèfons de butxaca multiestàndard. S'establiran contractes bàsics sobre els paràmetres de ràdio per tal de facilitar al màxim microtelèfons multimode. La millor opció apareixerà en un futur pròxim, d'aquí a uns cinc o deu anys, amb nous terminals construïts segons la tecnologia de programari per a ràdio. Aquesta tecnologia es basarà en una tecnologia de plataforma única, que permetrà qualsevol mode de funcionament i les futures evolucions es podran configurar per mitjà del programari d'una manera molt senzilla.

Europa va ser la pionera en la creació de sistemes de 3G a principi dels anys noranta amb els programes de recerca RACE i ACTS que genera el sistema de telecomunicacions mòbils universals. L'UMTS és el projecte europeu de les comunicacions mòbils de la 3G. S'encarrega actualment de l'estandardització l'ETSI i competeix amb uns criteris similars per ser inclosa a l'IMT-2000, que és el projecte de 3G de la ITU, i que té per objectiu la unificació de les diverses propostes de 3G en l'àmbit mundial. Això permetria unes economies d'escala i la seguretat de tenir una itinerància realment global.

La fase 1 de l'UMTS s'iniciarà el 2002, tot i que el Japó vol començar abans per la gran saturació dels sistemes de 2G. Això és cert pel que fa a la secció d'accés del sistema (UTRA), però el nucli de xarxa es basaria principalment en el GSM.

En relació amb la fase 2 de l'UMTS, compten de tenir en funcionament un nucli de xarxa basat en l'IP durant el període 2005-2010.

En concret, l'UMTS proveirà dos sistemes basats en l'accés múltiple de divisió de codis de banda ampla (WCDMA). El primer, UTRA/FDD (dúplex de divisió de freqüència), que també va ser adoptat pel Japó, s'orienta cap al trànsit simètric, mentre que el segon, UTRA-TDD (dúplex de divisió de temps), es vol adaptar específicament al trànsit asimètric. Les dues modalitats permetran que es puguin proporcionar tres classes de servei de terminals: 144 kb/s, 384 kb/s i 2.048 kb/s.

Cal fer notar que les xifres anteriors coincideixen a la pràctica amb les que ofereixen actualment les tècniques locals actuals de bucle ADSL (línia d'abonat digital asimètrica) que s'ha promogut per oferir una tarifa plana per a l'accés a Internet. El meu parer és que en el futur es mantindrà el bucle local de fils per a la transmissió de banda ampla, per a unes xifres superiors als 2 Mb/s, mentre que la ràdio i, en concret, les comunicacions mòbils encaixaran més bé en les xifres inferiors als 2 Mb/s. L'UMTS, per tant, tindrà bones oportunitats en aquests mercats.

Per tal de garantir l'èxit dels sistemes de 3G a llarg termini, encara cal resoldre un problema d'escassetat. L'estratègia habitual és que als operadors que demanen llicències d'UMTS se'ls atorgui, per començar, la quantitat de 2×15 MHz per a les bandes FDD (parells) i 5 MHz en les bandes de TDD (sense aparellar). Actualment s'atorguen 2×60 MHz per a les bandes parells. Malauradament, caldrà molta més amplada de banda si la 3G ha d'aconseguir de proveir comunicacions mòbils per a un mercat massiu.

5. El repte de l'UMTS

En concret, tal com veurem més endavant, els sistemes 3G miren de dur les aplicacions multimèdia reals al sector dels mòbils. Hom creu que això tindrà un gran impacte en tots els sectors econòmics i, en particular, en els que estan més relacionats amb la societat de la informació. No passa cada dia que els estàndards provoquin un augment dels mercats financers globals, però això va passar el 25 de març de 1999 a conseqüència d'una notícia molt positiva relacionada amb els estàndards de tecnologies relacionades amb la 3G i associada als temes dels drets de la propietat industrial (IPR). Si anem una mica enrere, el 17 de febrer de 1999 es va fer una reunió, convocada pel grup Diàleg pels Negocis Transatlàntics (TABD), en la qual van participar representants europeus i nord-americans d'empreses i operadors, per tal de resoldre les dificultats que no permetien el progrés dels sistemes de 3G. Com a continuació d'aquesta reunió, la sessió de la ITU, IMT-2000 (ITU-RV grup de feina 8/1), al Brasil durant el mes de març, es va fer ressò de les recomanacions del TABD i es va decidir que no es podia aconseguir un únic estàndard global per a la 3G. En canvi, es va aconsellar un estàndard CDMA amb tres modes opcionals. Aleshores, es van aprovar finalment les característiques bàsiques per a la interfície de ràdio. I, finalment, els operadors van demanar a les empreses que resolguessin la situació de bloqueig dels IPR i que permetessin les llicències IPR de baix cost. Només uns dies després de la ITU, Ericsson i Qualcomm, els líders més importants en mòbils CDMA, van anunciar la fi de les disputes sobre la tecnologia CDMA. A més, es va arribar al compromís, per la ITU i altres organismes d'estandardització, de manera que es donessin llicències a les patents essencials de manera justa i raonable i sense discriminacions. Aquest darrer esdeveniment va ser molt ben rebut per les borses i la majoria d'accions de telecomunicacions van augmentar considerablement.

Molt pocs discutirien actualment que són els venedors d'infraestructures els que guien la pròxima generació de serveis. El mercat de 3G no només seguirà el mercat de 2G, i això significa un gran repte per als sistemes de 3G, i en particular per a l'UMTS a Europa, que va ser el líder del mercat de 2G per mitjà del GSM. Això unirà nous socis que mai no havien actuat conjuntament. Cal crear una nova normativa de mercat. Un punt clau en el mercat de 3G és la cadena de valors tradicionals, que creixerà i aplegarà sectors com ara la provisió de contingut, de valor afegit i les transaccions.

La cadena de valor canviarà de mica en mica, però clarament cap al final de cadena. Els continguts i les aplicacions hi tindran un paper primordial. Podem imaginar una situació similar a la que va esdevenir en la indústria dels ordinadors. Un nou producte, anomenat *ordinador personal IBM*, no va aconseguir de triomfar fins que no es va llançar al mercat primer el Lotus 123 i, en acabat, Windows. Aquesta circumstància implicarà grans oportunitats empresarials per a les companyies que encara no estiguin implicades directament amb el mercat de les telecomunicacions.

6. Un projecte d'oferta de serveis

Les darreres prospeccions indiquen que, abans de l'any 2003, hi haurà més d'un miler de milions de terminals mòbils a tot el món. Aquesta xifra serà superior a la del nombre de telèfons fixos.

Aquest gran mercat consumirà els nous serveis que els oferiran, alguns dels quals encara no s'han ni imaginat.

Alguns dels nous serveis identificats són els que comentem a continuació:

Persona a persona

Les comunicacions personals ens han canviat la vida. El multimèdia personal encara ens la canviarà més. Els proveïdors de continguts i serveis veuen el mitjà multimèdia com un nou canal de distribució. Per això la indústria multimèdia podria ser la causa del canvi més radical en el comerç de productes per als consumidors d'ençà de l'aparició de la televisió. La demanda de vídeo encara s'ha de demostrar, però si tenim en compte que el vuitanta per cent de les comunicacions humanes es fan a través de la vista, per què no podem pensar en les comunicacions de vídeo mòbils? És cert que, en el passat, el mercat va rebutjar els serveis de vídeo per mitjà de sistemes de fils (videotelefonía). Però aquest refús es va donar amb els sistemes fixos. A la gent no li agrada que li envaeixin la intimitat quan són a casa o a la feina. A més, en aquesta situació, no es pot transmetre gaire informació perquè el missatge és només de veu. Però en un entorn mòbil, les coses són diferents. La gent pot compartir el lloc on és: la mobilitat introdueix missatges de vídeo diferents associats amb els llocs diferents on viatgen.

Empresa a persona

La tecnologia multimèdia no és només vídeo, pot incloure una combinació de vídeo, gràfics, imatges fixes, so i text. Tots aquests elements es poden utilitzar per mostrar els objectes i els serveis que es volen vendre, i les dades es poden retornar per mitjà del terminal mòbil per autoritzar-ne la compra. Hi ha un mercat evident per al comerç electrònic que pot arribar fins a l'usuari final en qualsevol situació.

Automatització i control remot

Les persones parlaran a les màquines a l'era de la 3G. La indústria dels electrodomèstics ha de considerar les comunicacions mòbils com a soci empresarial. El control remot podria permetre d'en-gegar o parar l'aire condicionat, d'enregistrar amb un aparell de vídeo o d'enviar una fotografia. Per ser una mica més futurista, el concepte BLAN (xarxa d'àrea local en el cos humà) va en aquesta direcció. La roba, els rellotges, els gots, etc., tot podria estar enllaçat amb dades recollides en informes. Per exemple, un sensor específic podria controlar l'activitat cardíaca. De fet, la telemedicina és un sector prometedor que utilitzarà el concepte de comunicació màquina a màquina (o persona).

Accés a la informació

Si una aplicació es pot posar a Internet, es pot fer accessible als terminals mòbils. El WAP és el primer pas en aquesta direcció. De fet, el Mode Mèdia Mòbil (MMM) en comptes de la WWW és una iniciativa comercial per tal de simplificar el reconeixement d'aplicacions d'Internet mòbils. Per això, l'MMM identifica els dispositius i els serveis que s'han optimitzat per a les connexions amb pantalles i teclats més petits, i les connexions d'amplada de banda limitada, a les quals es pot accedir amb terminals mòbils.

Entorn de la llar virtual

Els viatgers de l'era de la 3G podran fer servir les xarxes sense fils a qualsevol ciutat de la mateixa manera que faran servir les xarxes sense fils a casa. Aquest entorn virtual de llar (VHE) és tan simple com útil. Els clients només han de situar el seu mòdul d'identitat universal (UIM, o targeta intel·ligent) en qualsevol terminal i tindran accés automàtic a totes les característiques i a tots els serveis que hagin subscrit per a casa seva. Avui dia, només es pot traslladar el servei d'àudio i només dins dels límits acordats d'itinerància.

7. L'estratègia comercial UMTS

L'entorn 3G basat en l'IP s'estableix entre el client i el servidor, amb una arquitectura i una redundància distribuïdes. De la mateixa manera que el model d'informàtica distribuïda va transformar el món IT, la fortalesa i la flexibilitat de l'arquitectura distribuïda IP està transformant el món sense fils. De fet, la 3G utilitzarà el Protocol d'Internet (IP) estàndard i, per això, la itinerància global per als serveis de dades esdevindrà l'encaminament de dades basat en adreces estandarditzades d'Internet.

En un entorn d'IP, l'impuls prové de la utilització de serveis. Els serveis ja no cal que estiguin localitzats en cap centre. Com que l'accés i la transmissió són totalment transparents, els serveis es poden moure a qualsevol extrem de la xarxa i es redueix el temps de comercialització dels serveis i les característiques amb més demanda. En altres paraules, aquesta vegada l'arquitectura distribuïda del món IT arribarà a l'arquitectura central de les telecomunicacions, senzillament perquè el servei proveirà les trucades cap a aquesta fase «evolutiva» del desenvolupament de la societat de la informació.

És també inqüestionable que el valor de la cadena de telecomunicacions es mou més de pressa cap als extrems de la cadena, gràcies a aquests fets:

- a) El cost en termes de la capacitat de transmissió decreix cada vegada més com a conseqüència de les millores de la tecnologia en fibra òptica.
- b) La complexitat terminal quant a l'operació, la provisió de continguts i l'estímul del mercat de massa dóna més valor a l'extrem de l'usuari.
- c) Mantenir clients és un valor que requerirà un canvi de mentalitat en la proposta de serveis tradicionalment promoguts des de l'enginyeria. Caldran solucions creatives per tal de «fer la vida fàcil» als clients.

L'estratègia del comerç de la 3G no és només una qüestió dels operadors de telecomunicacions nous i antics, ja que l'UMTS no és només una tecnologia de ràdio. És una plataforma de lliurament de serveis convergents: telecomunicacions, informàtica i continguts. El negoci de les comunicacions mòbils ja no serà tal com el coneixem ara. Concretament, la indústria de continguts durà nous socis a aquest negoci. Sembla difícil d'imaginar que les empreses actuals de serveis no s'impliquin en aquest tipus de negocis. Per això, els bancs, els distribuïdors, els mitjans i altres empreses que encara no ens hem imaginat seran socis en aquest mercat i faran tot el que sigui al seu abast per definir noves estratègies comercials. Per donar un exemple senzill, els usuaris no voldran pagar per la banda emprada pels nous serveis multimèdia que necessiten nous espectres, sinó pel valor que perceben que els ofereix la comunicació. Per això, els bancs subvencionaran el comerç electrònic o la publicitat servirà per pagar certes peticions, com ara d'informació turística.

Ja es comencen a instituir contractes a diversos nivells (fusions, aliances, etc.) entre empreses que pertanyen a sectors comercials diferents. Però com es farà possible tot això?

Una visió atrevida podria imaginar un cert paral·lelisme amb el que va passar en la indústria de l'automòbil. Amb l'objectiu de capitalitzar el motor de combustió interna, Henry Ford, André Citroën, Gottlieb Daimler, etc., van apostar per un tipus d'empresa que aplegava treballadors que fins aleshores havien treballat de manera separada (pelleters, mecànics, fusters, metal·lúrgics, enginyers, etc.) en la producció massiva d'automòbils per tal que fos rendible. Es tracta d'una iniciativa que pot ser una referència valuosa per als proveïdors de xarxes, els fabricants de terminals, les empreses informàtiques i els proveïdors d'operadors i contingut. No obstant això, es pot predir que hi haurà certes turbulències empresarials durant l'esperonament de la societat de la informació, a causa de la col·lisió dels fabricants de les telecomunicacions tradi-

cionals i les empreses d'IT, i entre els operadors de telecomunicacions i els proveïdors de contingut, que amb molta probabilitat continuaran en el futur.

A més a més, des de diversos sectors, hom critica la concentració de poder, com a resultat de la fusió d'empreses líders en l'era de la informació, com ara operadors i mèdia. Per tant, si la mateixa empresa és la propietària dels continguts i de la infraestructura, el control absolut de la informació podria estar en mans de només uns quants, o fins i tot d'una única institució.

L'ETSI preveu el panorama següent com un escenari comercial possible:

La figura 1 mostra l'escenari dels operadors de xarxa i la gestió de serveis de 3G. Un sector correspon a la infraestructura (operadors) i l'altre als proveïdors. Al mig apareix una nova figura: l'agent de serveis, que imita les operacions que fan els agents de canvi en els mercats borsaris.

També hi apareixeran nous actors, com ara les empreses que filtren l'allau d'ofertes d'informació per ajudar els usuaris a localitzar el material que busquen. Són anomenats *empaquetadors de contingut*, i actuarien d'agents de serveis i de proveïdors de serveis de valor afegit al mateix temps. Es diluirien les distincions entre empreses de telecomunicacions i proveïdors d'informació, i es podrien fusionar amb empreses amb una àmplia base de clients i marques ben desenvolupades, com ara empreses de targetes de crèdit o minoristes del mercat de massa.

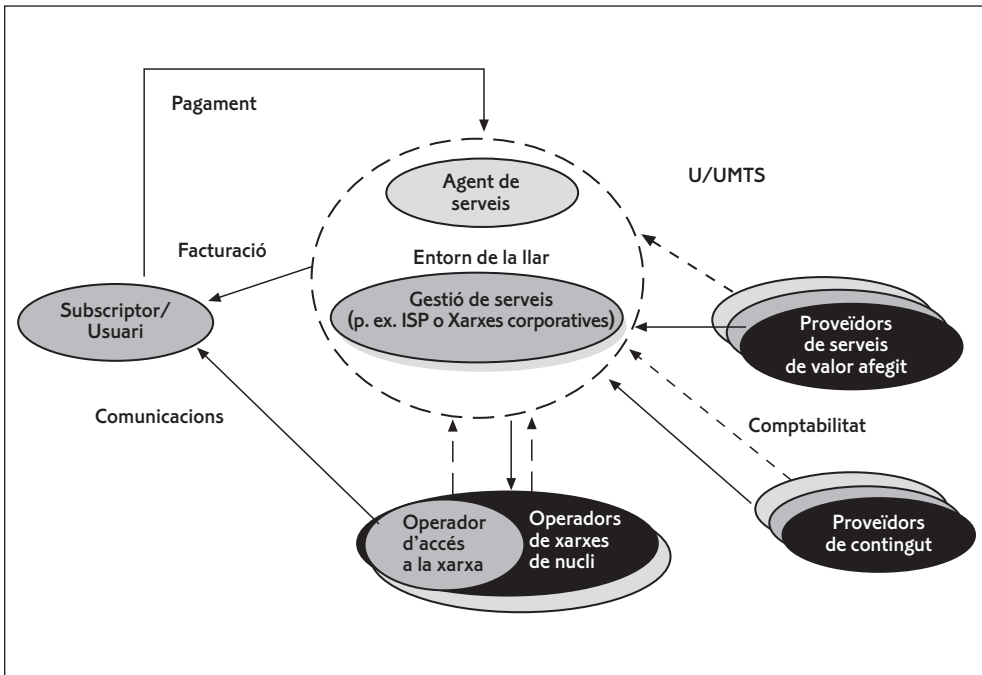


FIGURA 1. Operadors de xarxes i gestió de serveis de la 3G.

8. Projectió d'implementació tècnica: l'arquitectura UMTS

Cal resoldre molts temes oberts abans que la xarxa UMTS pugui oferir accés mòbil a Internet de manera satisfactòria. Cal estudiar en profunditat aspectes com ara la qualitat de servei (QoS), TCP, veu per IP (VoP) i l'IP mòbil. Aquesta secció presenta un resum de les assumpcions arquitectòniques que s'han fet per tal d'analitzar els temes esmentats a partir de l'accés a Internet quan s'utilitzin xarxes UMTS de tercera generació (3G).

Fase 1 de l'UMTS

Dissenyats amb la voluntat de ser operatius a començament del segle XXI, els sistemes de tercera generació són el centre de la recerca i s'han desenvolupat força. L'UMTS s'estandarditzarà i s'implementarà per fases. Es calcula que les especificacions per a la fase 1 de l'UMTS s'hauran completat per a final de 1999. La primera fase és una evolució de les xarxes actuals GSM/GPRS cap a l'UMTS, en què s'utilitzen tant el GSM com l'anomenada *interfície UMTS terra-aire UTRAN*.

La UTRAN consisteix en una sèrie de subsistemes de xarxa de ràdio (RNS) connectats a la xarxa central per mitjà de la interfície I_U , com es mostra a la figura 2. L'RNS està format per controladors de xarxa de ràdio (RNC) i una o més entitats abstractes, que ara s'anomenen *Node B*. El Node B i l'RNC es connecten per mitjà de la interfície I_U . El Node B pot ser simplement l'estació base on hi ha l'antena fixa.

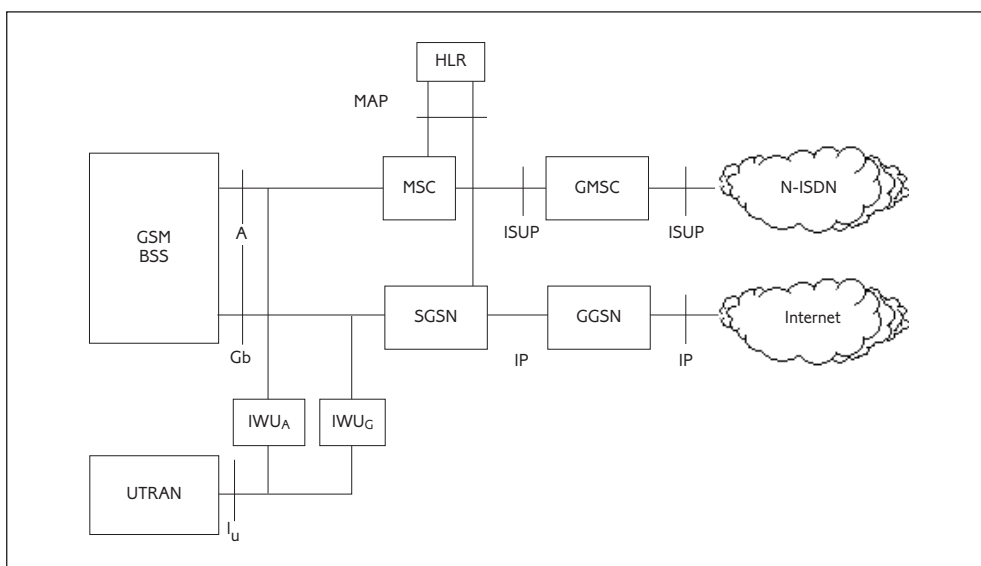


FIGURA 2. Arquitectura UMTS, fase 1.

La UTRAN es connecta a la xarxa d'interruptors de circuit GSM (MSC: Centre Mòbil d'Interruptors; GMSC: MSC de Passarel·la) a través d'una unitat d'interrelació apropiada, la IWU_A. La xarxa d'interruptors de paquet de GSM, el GPRS (SGSN i GGSN) es connecta a la UTRAN mitjançant la unitat d'interrelació IWU_G. Noteu que, a diferència de la xarxa d'accés GSM, la UTRAN només té una interfície, l'I_U. Una de les raons per a un I_U comú són les diferències cada vegada menors de les característiques del trànsit esperat entre els serveis d'interruptor de circuit i de paquet. És per això que es va decidir que l'I_U s'havia de basar en la transmissió ATM. Hom espera que la fase 1 de la UMTS estigui operativa abans de 2002.

Fase 2 de l'UMTS

Durant la segona fase, no només la interfície d'aire, sinó també la xarxa central podrà ser de tercera generació. Encara hi ha molta relació amb l'antiga xarxa GSM.

La nova xarxa central de l'UMTS s'hauria de connectar amb la UTRAN per mitjà de la interfície I_U sense necessitat de cap interrelació. Encara no s'ha decidit quina tecnologia de transmissió s'emprarà (l'IP n'és el candidat). La interfície I_U, ara subjecta a estandardització, s'ha d'especificar independentment de la tecnologia de transmissió, de manera que sigui més flexible en la implementació final de la xarxa central. La fase 2 hauria de ser operativa abans de 2005.

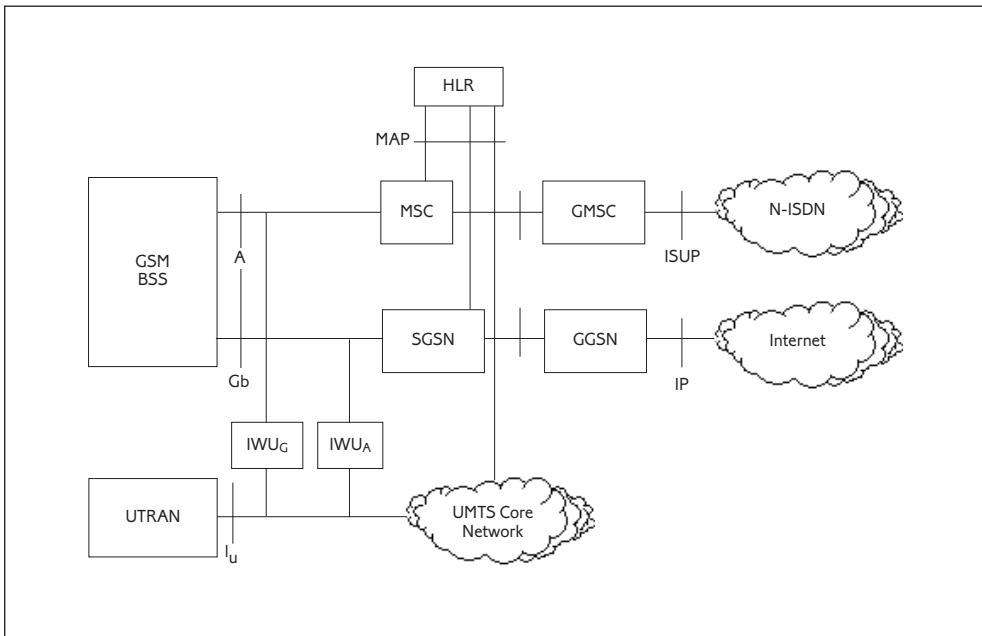


FIGURA 3. L'arquitectura de l'UMTS, fase 2.

9. Solucions obertes en els sistemes 3G

A continuació revisem alguns dels principals problemes relacionats amb l'UMTS que encara no s'han solucionat.

Solucions SS7 per mitjà de l'IP

El sistema de senyalització de canal comú número 7 (SS7) és un estàndard ITU que s'ha adoptat universalment en el món de les telecomunicacions i que defineix un protocol orientat a les connexions per a la transferència de missatges de control entre els nodes de la Xarxa Telefònica d'Interruptors (PSTN). La informació de control es fa servir generalment per realitzar funcions com ara les de configuració de trucada i d'alliberament, juntament amb altres característiques més avançades com la identificació de trucada i la desviació de trucada. En les xarxes mòbils concretament, s'utilitza en gran mesura el MAP per gestionar la mobilitat.

L'ús de l'SS7 per mitjà de l'IP aporta un element d'assaig futur. Per tal de fer encaixar netament els components de xarxa de dades de les xarxes de comunicacions futures en les infraestructures de senyal ja existents, cal trobar la manera per transmetre els missatges SS7 per mitjà del protocol IP. S'han fet alguns intents per definir una arquitectura adient i els protocols, però la majoria són actualment només esbossos per a l'estandardització creats per l'Equip de Treball d'Enginyeria d'Internet (IETF). També, moltes de les propostes actuals que han suggerit les empreses estan relacionades amb les xarxes IP i en el desenvolupament de l'SS7.

Una de les dificultats que comporta utilitzar el protocol comú TCP/IP d'Internet com a transmissió de connexió per a la passarel·la de senyalització és la falta inherent de suport per a les comunicacions en temps real, ja que l'IP és un protocol sense connexions. Protocols com ara l'RTP (Protocol de Temps Real) s'han creat per solucionar aquest problema en certes àrees d'aplicació, però per a la transmissió de senyals garantits, cal fer servir un protocol com el TCP.

L'objectiu de proporcionar SS7 per mitjà de l'IP és mantenir les relacions paritàries de manera transparent entre els nodes SS7. D'aquesta manera, la informació de l'usuari SS7 en la forma original es pot transmetre per mitjà de l'IP i, al mateix temps, proporciona una integritat d'enllaç comparable a la que existeix en les instal·lacions SS7.

Gestió de mobilitat

En l'IP mòbil actual, generat per a la informàtica nòmada d'Internet, cada node mòbil (per exemple, un bloc de notes) pertany a una xarxa d'original i té una adreça permanent, l'adreça

original. L'encaminador de la xarxa original actua com un agent original (HA) per al mòbil. Quan el mòbil visita una altra xarxa (xarxa aliena), adquireix una adreça de tutela (coa), amb el prefix de la xarxa aliena IP (adreça) i notifica a l'agent original aquesta nova adreça en l'agent aliè. D'aquí que, en absència del node mòbil, l'HA intercepti tot el trànsit destinat al mòbil i l'encamini vers la posició actual.

La necessitat d'un nou protocol va néixer de la incapacitat potencial de l'IP mòbil de complir les demandes d'un nombre cada vegada més elevat d'usuaris de mòbils. És obvi que en un món mòbil futur, on tothom que tingui un ordinador de butxaca es podrà traslladar a qualsevol lloc dins de la xarxa formada per cel·les diminutes, l'IP mòbil no pot estar sol. L'IP mòbil s'ha optimitzat per a hostes amb moviment lent (els usuaris actuals d'Internet) i no resulta eficient en el cas de les migracions freqüents, ja que cal que l'actualització de missatges es transmeti cap als agents originals (HA), fins i tot quan l'hoste del mòbil resta inactiu (és a dir, no està implicat en connexions actives), de manera que es provoca una sobrecàrrega tant a Internet com a l'HA.

En relació amb la gestió de mobilitat, hom espera que s'utilitzin tant els mecanismes del tipus GSM com l'IP mòbil a l'hora de donar suport als serveis orientats a les connexions, com els que no tinguin connexions. L'element clau en la xarxa evolucionada UMTS és poder situar la funcionalitat HA en el component de xarxa adequat, per tal d'oferir tots els serveis IP de manera eficient i evitar qualsevol duplictat de funcionalitat i informació.

En l'IP mòbil, els nodes poden ser a qualsevol lloc d'Internet. S'informa l'agent original del lloc on són per mitjà de la mateixa senyalització del node (missatges actualitzats vinculants). És a dir, cada node és responsable de mantenir actualitzat l'HA respecte sobre la coa. En l'UMTS, d'altra banda, hi haurà entitats funcionals HLR/VLR (Registre de Localització Original/Registre de Localització de Visitants). L'abast és similar al de l'agent original/aliè a l'hora de mantenir la informació sobre el lloc on és el mode mòbil. Però els mètodes que emprava l'UMTS per captar i mantenir aquesta informació són diferents. En comptes de mantenir la informació de lloc escampada per la infraestructura per mitjà d'entitats autònomes (és a dir, amb encaminadors que ofereixen la funcionalitat HA), té una base de dades centralitzada que guarda l'estatus i el lloc de cada terminal actiu. Els mètodes heretats del GSM tenen un control central sobre cada aspecte de l'activitat del terminal, inclosos el registre, la comunicació i les transferències (canvi de l'estació mòbil associada al mòbil). Cal fer notar aquí la visió centrada de la indústria de les telecomunicacions en comptes de la visió descentralitzada de la indústria informàtica.

L'avantatge de fer servir protocols IP mòbils en el domini del paquet de la xarxa central UMTS és que ofereix un sistema de gestió de mobilitat independent del tipus de xarxa d'accés (GPRS, LAN sense fils). Els usuaris poden canviar d'àrea de cobertura entre una xarxa GPRS i una xarxa LAN, o viceversa, sense perdre la connexió IP.

L'IP mòbil només gestiona la macromobilitat entre xarxes d'accés. La micromobilitat és possible gràcies a la mateixa xarxa d'accés, per exemple, els protocols de gestió de mobilitat espe-

cífica GSM. L'arquitectura de destinació per al grup de treball d'IP mòbil en la 3GPP és una xarxa central basada en l'UMTS amb tota la mobilitat gestionada per l'IP mòbil. La compatibilitat anterior amb els sistemes de 2G i les terminals que no permeten l'IP mòbil es podrà assegurar per mitjà de les interfícies Gp i Gn. Cal aclarir que els organismes d'estandardització actualment només utilitzen IPv4.

Aspectes de gestió QoS

Nucli de xarxa

L'RSVP (el protocol de reserva d'origen) és una de les tècniques més àmpliament acceptades de les proposades per Internet per tal de fer front als temes de QoS (servei de qualitat). L'origen, en aquest cas, sotmet els missatges PATH amb reserva de xarxa requerida, que són acceptats per cada encaminador IP i considerats d'acord amb els missatges corresponents RESV indicant la quantitat de recursos reservats.

En els mòbils estàndard Ipv4 (MIPv4), totes les dades són emeses a un node mòbil (MN) des del node corresponent (CN) i són encaminades a través de l'agent original MN. El CN envia els paquets fent servir la pista d'adreces MN (haddr) com a destinació. Els paquets IP que arriben a l'HA són captats per un altre datagrama IP, on l'adreça de tutela MN es fa servir de destinació. Els datagrames IP són transmesos a l'agent aliè (FA) MN o directament a l'MN si és propietari d'una coa adjunta. Abans d'enviar els paquets a l'MN, té lloc el procés de desencapsulament. La transmissió de dades dins del túnel IP té lloc de manera transparent, en tant que els encaminadors intermediaris no veuen la càrrega dels datagrames IP interns. L'encaminament de paquets IP a través de l'HA es produeix només quan el CN és el transmissor, ja que en la direcció contrària, els paquets són enviats directament al CN sense la necessitat de passar pel túnel.

Quan el CN transmet un missatge PATH RSVP cap a l'MN, utilitza el haddr de l'MN com a adreça de destinació. En conseqüència, els missatges PATH arriben a l'HA, on són captats i subsegüentment enviats a la coa MN. De tota manera, l'origen aliè del paquet que ha travessat el túnel IP no durà cap notificació que indiqui que es tracta d'un missatge RSVP, que haurà de ser processat pels encaminadors intermediaris. Cap encaminador intermediari no processarà el missatge PATH. Els encaminadors de dins del túnel tampoc no processaran els missatges RESV que viatgen cap a la destinació d'enllaç (per això assumim la creació d'un túnel contrari, des de l'agent aliè fins a l'agent original) i, per tant, no es fa cap reserva dins del túnel.

Xarxa d'accés

Almenys s'especifiquen dos paràmetres QoS (a més dels paràmetres QoS de xarxa fixats de manera estandarditzada, com ara les amplades de banda màximes i mínimes, pèrdues, distorsions acceptables, etc.) per gestionar les peculiaritats dels entorns de comunicació mòbil com ara l'UMTS. Aquests paràmetres són la pèrdua de perfil i la probabilitat de comunicació perfecta. La pèrdua de perfil permet que les aplicacions/usuaris especifiquin la manera com prefereixen que les connexions de dades siguin descartades (o bé en el cas d'IP canviades cap al trànsit amb millor esforç) en el cas que els requisits d'amplada de banda dins de la cel·la superin l'amplada de banda disponible. El segon paràmetre QoS és la probabilitat de la comunicació perfecta. Per donar suport a aquest paràmetre, la xarxa d'accés llança de manera múltiple el trànsit intern a les cel·les adjacents, de manera que, en cas de transferència, les dificultats en la comunicació siguin mínimes. En les cel·les en què no es gestiona el node mòbil, el trànsit cap a l'interior es desa a la memòria intermèdia.

TCP/IP en un entorn sense fils

Compressió de capçalera IP

Minimitzar l'ús d'amplada de banda en la interfície d'aire és important per a qualsevol sistema mòbil. L'amplada de banda de ràdio és un recurs escàs i els mètodes per fer decreïxer la utilització de l'enllaç i fer augmentar la velocitat de transferència de dades són sempre necessaris. Fer funcionar les aplicacions basades en l'IP en els sistemes mòbils introdueix el sistema de senyalització de l'IP i les capçaleres del protocol associat, que van ser dissenyades per a sistemes fixos d'àmbit mundial i poden esdevenir força grans. Com que molts d'aquests encapçalaments poden continuar sense canvis durant tot el temps de durada d'una connexió per IP, s'ha proposat un mètode per tal de comprimir aquests encapçalaments en la porció punt a punt de l'enllaç de ràdio.

La compressió de l'encapçalament IP funciona a partir del fet que, en un enllaç punt a punt, molta informació del corrent de paquet és la mateixa. Per a corrents no-TCP, la major part dels continguts de l'encapçalament es mantenen constants i es poden predir la majoria de canvis dels corrents TCP. L'esquema consisteix en un mòdul compressor i un mòdul descompressor als extrems de l'enllaç punt a punt.

Temps de resta interactiu millorat:

- Permet l'ús de paquets petits per a dades amb bona eficiència de línia.
- Permet l'ús de paquets petits per a trànsit diferit amb un índex de dades baix.
- Decreix el sistema d'encapçalament.
- Decreix la pèrdua de paquets en els enllaços amb pèrdues.

Millores del TCP

Moltes aplicacions que es fan servir actualment a Internet utilitzen el protocol TCP. El TCP va ser dissenyat tenint en compte les dificultats de les xarxes cablejades, on la causa principal de la pèrdua de paquets és la congestió. Els procediments principals que es van utilitzar per superar els problemes de congestió en les xarxes de TCP van ser l'inici lent i evitar les congestions. Malgrat tot, aquests conceptes, que funcionen bé en les xarxes de cables, són un problema quan els paquets es perden a la xarxa a causa de raons de no-congestió, que són les més freqüents en les infraestructures sense fils. Amb els esquemes estàndard TCP, la no-congestió relacionada amb les pèrdues de paquets esdevenen una reducció innecessària en la transmissió extrem a extrem i en l'actuació subòptima.

Consegüentment, quan es fan servir aquestes aplicacions en un entorn sense fils, la qual cosa provoca que es degradi considerablement l'actuació del TCP, cal millorar el protocol per tal de superar aquestes dificultats. Tanmateix, per tal de mantenir una compatibilitat absoluta amb les aplicacions que ja estan implementades, cal aconseguir aquest objectiu sense canviar la implementació de TCP que ja existeix. En aquest context, és evident que les úniques modificacions permeses estan relacionades amb el control de l'enllaç sense fils. És a dir, els únics elements de la xarxa d'accés en què es poden introduir modificacions per evitar les dificultats esmentades més amunt són el sistema d'accés de ràdio (RAS) i el nodes mòbils (MN).

La idea bàsica que hi ha al darrere dels procediments proposats és amagar en l'IP de fils els problemes relacionats amb el protocol sense fils que apareixen a la xarxa d'accés. Aleshores, si es produeixen errors en els paquets a causa de qüestions relacionades amb la ràdio, s'haurien de gestionar internament en la xarxa d'accés sense retornar al procés lent d'evitar congestions a què s'hauria de recórrer altrament.

VoIP en xarxes mòbils

La veu per mitjà de protocols IP permet que es pugui fer servir Internet com a telefonia. Però el VoIP és més que això; també és un mecanisme de suport de les aplicacions multimèdia en temps real. Els escenaris VoIP i GPRS es poden considerar com els predecessors de la introducció del VoIP a l'UMTS. La veu per IP es va considerar com un instrument desenvolupat per estudiants universitaris. Ara gent de tot el món mira de trobar la manera d'integrar l'IP i el clàssic PSTN. És evident que l'entorn mòbil no en pot quedar enrere, ja que aquesta perspectiva té (molta) influència en l'arquitectura de xarxa i li cal una nova manera de pensar.

L'ús de VoIP té alguns avantatges importants. Un dels més grans des del punt de vista de l'operador és la gestió d'una única xarxa tant per a les dades com per a la veu, i el cost baix de l'equip IT. Fer servir xarxes d'interruptors de paquet (PS) per a la transmissió de la veu (dades en temps real) també és més eficient que fer servir xarxes d'interruptors de circuit. En les xarxes

PS, no hi ha una amplada de banda fixa per usuari: si no hi ha dades pendents, l'amplada de banda pot ser utilitzada per altres subscriptors. A més, en les xarxes PS, l'ús dels codificadors PCM actuals no és l'única opció. Es podrien utilitzar codificadors més eficients sempre que ambdues parts s'hi avinguin. El resultat és un guany d'amplada de banda d'aproximadament 4, si es fan servir tècniques addicionals com la supressió dels silencis.

Des del punt de vista de l'usuari, hi ha l'avantatge dels costos de comunicació més baixos. L'usuari pot triar entre diversos proveïdors en comptes d'entre només uns quants operadors de telecomunicacions. Actualment, és més barat fer conferències per mitjà del VoIP i fins i tot és gratuït als Estats Units, on les trucades locals no es paguen.

VoIP, però, també té alguns desavantatges com ara:

- Manca de QoS en les xarxes IP
- Manca d'interoperabilitat entre les diverses implementacions i els diversos protocols (H.323, IETF, MGCP)
- Manca de variabilitat (per exemple, H.323)
- Manca de procediment de facturació en l'IP
- Seguretat.

Actualment, hi ha dos marcs principals per al VoIP: l'un de l'ITU (H.323) i l'altre de l'IETF. El model H.323 ha estat dissenyat per donar suport als multimèdia per xarxes d'interruptors de paquet sense QoS i està més orientat a les telecomunicacions que el model IETF.

Les dades VoIP són sempre transportades per marcs RTP en UDP (és a dir, el millor esforç). Cal l'RTP per permetre la sincronització entre diversos paquets de veu que arribin al destinatari amb retards diferents. El problema més important amb el VoIP és la manca de QoS a la xarxa. Les xarxes IP són encara les xarxes de millor esforç i no hi ha garanties (ni lleus ni extremes) per als retards, les connexions, etc. Alguns valors de retard típics de la telefonia són 25 ms sense la cancel·lació d'eco i un màxim de 150-250 ms amb la cancel·lació d'eco.

Les aplicacions VoIP poden mantenir una connexió de qualitat de veu amb pèrdues de paquet IP de fins al 25 % i mantenir la connexió amb pèrdues de paquet de fins al 40 %, segons el tipus de codificador que es faci servir. Tot això és gràcies a l'FEC (envia correcció d'error) incrustat dels codificadors.

Referències

UMTS Forum: <<http://www.ums-forum.org>>

GSM World: <<http://www.GSMworld.com>>

International Telecommunication Union: <<http://www.itu.int>>

Mobile Communications International: <<http://www.mobilecomms.com>>

Ft Telecoms World. Third Quarter 1999.