

- **La realizzazione del Database hot spot Wi-Fi per la DGCA**

La FUB è stata coinvolta dal Ministero delle Comunicazioni nella realizzazione del Database degli Hot Spot installati sul territorio italiano.

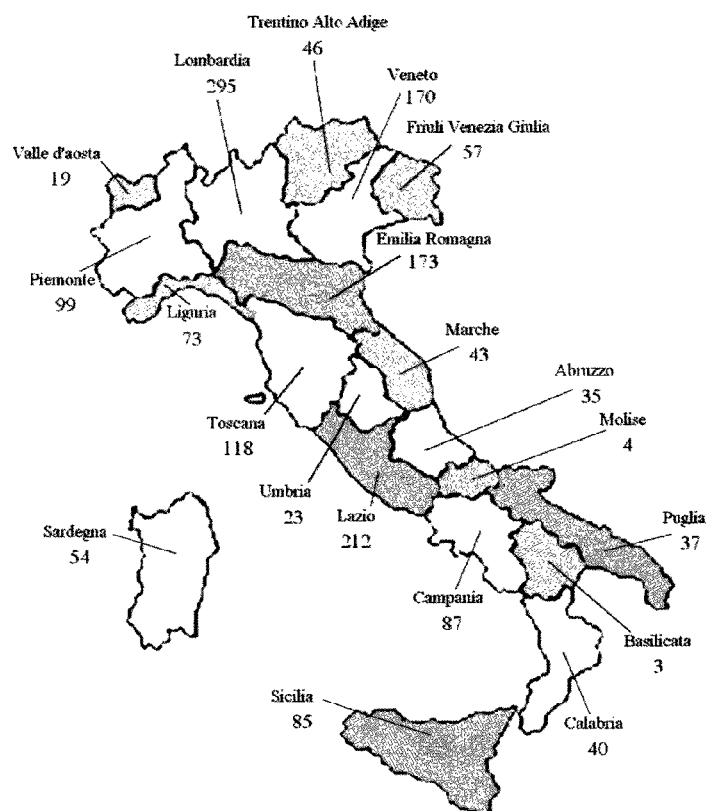
A seguito della pubblicazione del D.M. del 28 maggio 2003, definito allo scopo di regolamentare il corretto esercizio per la fornitura di servizi Wi-Fi al pubblico la Fondazione Bordoni e la DGCA (Direzione Generale delle Concessioni e Autorizzazioni) del Ministero delle Comunicazioni hanno concordato di realizzare un Database in grado di raccogliere tutte le informazioni relative agli hot spot che vengono attivati dai vari operatori, onde verificare, tra l'altro, la compatibilità degli stessi con gli esistenti collegamenti operanti sulla medesima banda di frequenza e che godono di particolare priorità in quanto dotati di licenze individuali d'uso.

La pubblicazione del Decreto Ministeriale del 4 ottobre 2005, concernente la liberalizzazione dell'impiego della tecnologia Wi-Fi per uso pubblico, ha fatto nascere l'esigenza di riesaminare il form relativo al reperimento delle informazioni di carattere tecnico e geografico precedentemente inviato a tutti i WISP interessati, allo scopo di eliminare informazioni non più necessarie, tenendo presente l'esigenza di dover integrare quelle già raccolte relativamente agli hot-spot al momento già operativi.

All'inizio l'attività svolta è stata finalizzata alla preparazione, in pieno accordo con il personale della DGCA del Ministero delle Comunicazioni, di una tabella informativa, da compilare a cura degli operatori, per fornire alla stessa DGCA tutte le informazioni di carattere tecnico e geografico relative ai singoli hot-spot attivi sul territorio nazionale.

Successivamente si è proceduto con la raccolta di tali dati e con il loro conseguente processamento allo scopo di selezionare le tabelle risultate incomplete per ricorrere alla relativa opera di sollecito di invio dei dati mancanti, e per predisporre un'interfaccia grafica che consenta di individuare, anche visivamente, per ciascuna regione italiana quali operatori sono presenti ed in che misura.

A fine 2005, sulla base dei dati pervenuti, la distribuzione di hot-spot pubblici, per area geografica, è riassunta nella figura che segue:

Hot spot pubblici attivi per area geografica

Fonte: FUB

3.2.5 La direzione operativa del progetto VICOM

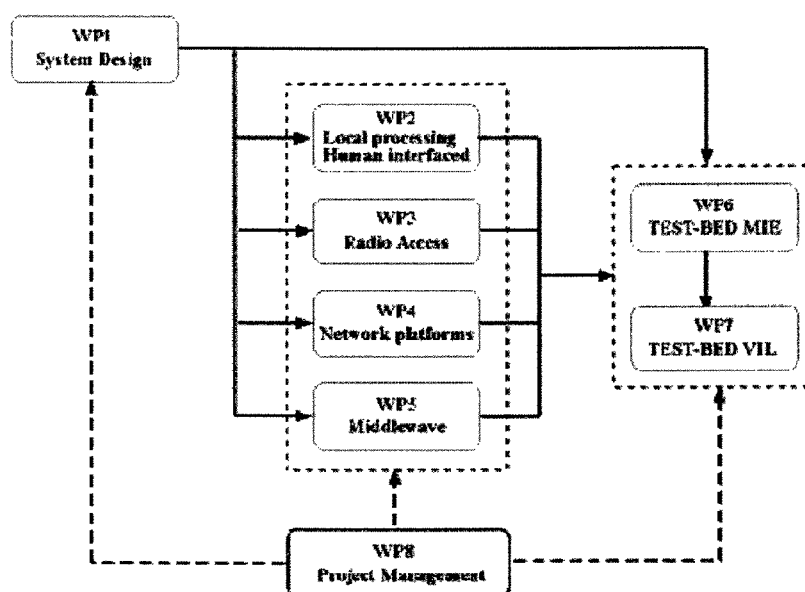
Il progetto VICOM prende le mosse dalle attività volte alla promozione di un programma quadro nazionale di ricerca coordinato nel settore delle tecnologie di Telepresenza Immersiva Virtuale (TIV) per le comunicazioni di Quarta Generazione ("Programma Quadro TIV"), messo a punto in ottemperanza al mandato del Ministro delle Comunicazioni (D.M. 12 marzo 2001) nell'ambito delle attività dell'ISCTI (Istituto Superiore delle Comunicazioni e Tecnologie dell'Informazione) con il supporto di vari studiosi nazionali, sia accademici che industriali.

VICOM è un progetto della durata di tre anni, che ha avuto inizio nel novembre 2002.

Il progetto VICOM ha coniugato studi di base avanzati nei settori delle tecnologie TIV, del wireless e delle reti, con il potenziamento delle infrastrutture di ricerca, anche attraverso lo sviluppo di dimostratori di tecnologia distribuiti in laboratori tra loro collegati come rete di eccellenza. Fra questi, figurano due dimostratori di tecnologie immersive, con particolare enfasi sull'impiego di tecnologie wireless e di rete:

- Dimostratore "Mobility in Immersive Environments" (MIE) per scenari di infomobilità in ambienti intelligenti indoor e outdoor sia pedonale che veicolare;
- Dimostratore "Virtual Immersive Learning" (VIL) per scenari di teledidattica e lavoro collaborativo.

La struttura del progetto VICOM



Fonte : www.vicom-project.it

Nell'ambito del progetto VICOM l'unità di ricerca ISCOM è stata impegnata per la definizione del progetto, la progettazione, la realizzazione, la valutazione degli impatti per il test bed MIE (Mobility in Immersive Environments). Inoltre l'unità operativa ha preso parte, in misura minore, alla realizzazione del test bed VIL (Virtual Immersive Learning), nonché alla disseminazione dei risultati del progetto.

La partecipazione è stata centrata sull'obiettivo di costituire, allestire e gestire, con la collaborazione degli altri partner del progetto (CNIT, CNR, Politecnico di Milano,

Telecom Italia), un laboratorio di telepresenza immersiva con particolare impegno nei settori della mobilità e della teledidattica.

La FUB ha curato la direzione operativa del progetto.

- **Quadro scientifico della proposta VICOM: multimedialità e telepresenza immersiva**

Per multimedialità si intende la disponibilità integrata di segnali uditivi, visivi, olfattivi, tattili e immediatamente percettivi (touch-and-feel o haptics). Gli attributi chiave del multimediale sono l'immersione, l'interdisciplinarietà e la realizzazione di ipercollegamenti (hyperlinking). I sistemi multimediali integrati devono pertanto combinare senza frattura le informazioni video, audio e percettive, i testi, i grafici, le animazioni e le conoscenze relative a queste unità individuali di informazione, nonché le loro relazioni mutue.

Il concetto di multimedialità si intreccia dunque con il senso di presenza, a rigore distinto in "presenza fisica", definibile come l'esistenza di un oggetto in una particolare regione spazio-temporale, e "presenza soggettiva", ossia la percezione di essere collocato nello stesso spazio fisico in cui si verifica un dato evento o si sviluppa un certo processo o si trova una certa persona. Questo riconduce pertanto alla nozione psicologica di percezione. Ciò premesso, è il concetto di telepresenza immersiva (o immersipresenza) che qui interessa maggiormente. Evidentemente il prefisso "tele" esprime il fatto che ci si sta occupando di generazione e trasferimento di esperienze verso se stessi e/o verso altri attraverso un mezzo di acquisizione, di comunicazione, di riproduzione, etc. La nozione di telepresenza, o presenza mediata, è comunemente accettata come quello scostamento illusorio del punto di vista che consente di riprodurre il senso di presenza in se stessi o negli altri. Nella sua accezione "riflessiva" il concetto di presenza può essere visto come la capacità di creare in se stessi l'illusione di "essere lì". Nel caso "transitivo", viceversa, si cerca di creare negli altri l'illusione della nostra presenza. L'immersione invece si riferisce al modo in cui il senso di presenza viene, di fatto, indotto. Tipicamente ciò avviene attraverso stimoli multisensoriali, tramite i quali la realtà oggettiva viene nascosta e sostituita con una realtà virtuale (totalmente sintetica) oppure viene virtualizzata (resa virtuale attraverso procedimenti di analisi e modellazione audio/video 3D).

Gli aspetti scientifico-tecnologici che intervengono nella realizzazione di sistemi di telepresenza immersiva dipendono fortemente anche dalla compresenza di più attori in uno stesso spazio virtuale, dal grado di condivisione di tale spazio e dal tipo di attività da svolgere. È importante sottolineare che il senso di presenza non è solo indotto dal realismo della scena, ma anche dalla sua plausibilità. Se la scena prodotta è realistica, la transizione tra reale e virtuale avviene praticamente senza soluzione di continuità; la plausibilità invece si riferisce alla capacità dell'individuo di provare un forte senso di presenza una volta esaurito il transitorio iniziale associato al passaggio da reale a virtuale. "Plausibile" va considerato una generalizzazione di "fisico", nel senso di essere governato da una sua propria logica autoconsistente. Un ambiente virtuale rispondente alle leggi della fisica è plausibile e comprensibile dall'individuo che vi si adatta facilmente. Nell'ipotesi di cambiare le leggi che governano l'ambiente in modo tale da rispettare una logica diversa, l'utente vi si adatta dopo un transitorio iniziale se è in grado di comprenderla.

Queste considerazioni consentono, da una parte, di attenuare i vincoli sul realismo richiesto per indurre il senso di presenza e, dall'altra, di esplorare ambienti virtuali (da condividere con altri utenti) governati da leggi diverse da quelle reali. Una delle applicazioni più interessanti in questo settore riguarda lo sviluppo di teleoperatori. Un teleoperatore è sempre composto da almeno un sistema di sensori di posizione collegati all'operatore umano, un braccio e una mano meccanica controllati a distanza dall'operatore umano, un canale di comunicazione tra l'operatore e i diversi strumenti tecnologici. Più in generale, il termine teleoperazione si riferisce al controllo umano, diretto e continuo, sulle operazioni svolte dal teleoperatore, a differenza del termine telepresenza che, come anticipato, esprime la sensazione dell'operatore umano di "essere fisicamente" nel luogo remoto in cui si trova il teleoperatore.

Nelle teleoperazioni si crea una relazione particolare tra persona e computer in cui quest'ultimo si trasforma da semplice elaboratore di informazioni a protesi dell'utente. In questo senso i teleoperatori rappresentano un grezzo prototipo di una serie di applicazioni che, secondo gli esperti dell'IST Advisory Group (ISTAG), dell'U.E. caratterizzeranno i prossimi quindici/venti anni:

- il computer indossabili (entro 5 anni),
- il calcolo globale (entro 10 anni),
- la "realtà mista" (entro 15/20 anni).

Per un pieno sviluppo di questi concetti e una loro applicazione effettiva, occorre per quanto possibile tendere a soluzioni in cui le funzioni di elaborazione, comunicazione e presentazione perdano l'attuale caratteristica concentrata (in uno o pochi luoghi) per divenire funzioni distribuite onnipresenti nello spazio e nel tempo: ciò rappresenta il legame con la "vision" promossa dall'U.E. con il concetto di "Intelligenza Ambientale". In pratica, la confluenza tra le tecnologie TIV e la 4G delle telecomunicazioni si profila come la prossima frontiera dell'ICT. Questa confluenza determinerà l'avvento delle telecomunicazioni 3D e la costruzione di ambienti intelligenti nei quali lo spazio reale viene integrato e arricchito da contenuti multimediali complessi. L'obiettivo più ambizioso è quello di integrare le interfacce informatiche nell'ambiente reale (la "realtà mista", appunto) in modo tale che l'utente possa usufruirne nel modo più naturale e intuitivo possibile.

• **Le barriere e gli obiettivi tecnico-scientifici**

Come si è detto, lo sviluppo delle tecnologie TIV richiede di integrare le interfacce nell'ambiente reale in modo tale che l'utente possa usufruire nel modo più naturale e intuitivo possibile di contenuti pertinenti ai luoghi (anche non fisici), agli attori e ai processi in svolgimento. La realizzazione di questo obiettivo prevede il superamento di un numero significativo di barriere tecnico-scientifiche tra cui le seguenti:

- le interfacce persona-computer sono prevalentemente unidirezionali, inefficienti e di scarsa efficacia di interazione e presentazione;
- non esistono metodologie efficaci per la gestione, l'accesso, la comprensione e la condivisione di basi di dati integrate e distribuite;
- la distribuzione in tempo reale e la memorizzazione di contenuti multimediali complessi è macchinosa e costosa;
- l'integrazione di tecnologie multimediali in contesti applicativi che garantiscano un impiego efficace e produttivo da parte dell'utente è ancora da perfezionare;
- la progettazione, l'implementazione e la valutazione di moduli multimediali per applicazioni educative, mediche, commerciali, di comunicazione e manifatturiere hanno un costo elevato in termini di tempo e risorse umane per la mancanza di standard nelle procedure e nelle tecnologie impiegate;
- le tecnologie ottiche di processamento e di visione richiedono ulteriori sviluppi, specialmente per superare l'attuale fase caratterizzata da un quasi esclusivo impiego di sistemi di telepresenza invasivi;

- la larghezza di banda dei sistemi di trasmissione e la velocità di elaborazione devono essere ulteriormente accresciute in modo da consentire la trasmissione e la gestione in tempo reale di segnali di telepresenza;
- le architetture di rete necessitano di sviluppi per consentire la ubiquità di fornitura del servizio di telepresenza sia riflessiva che transitiva;
- la comprensione degli aspetti legati alla percezione della presenza è ancora insufficiente e i connessi aspetti giuridici (ad es. aspetti di privacy), sociali ed economico-gestionali richiedono attenzione particolare.

Il superamento di queste barriere necessita di una ricerca di tipo interdisciplinare che si articoli su due piani interagenti. Il primo è quello tecnologico, finalizzato a progettazione, implementazione e valutazione di nuovi strumenti hardware e software che consentano di raggiungere gli obiettivi indicati, e segnatamente di:

- interfacce percettive (visive, uditive, tattili, olfattive) per attuare ambienti virtuali immersivi, idonee ai sensi umani, che non alterino la cognizione ma anzi la potenzino, non invasive e tendenti a mimetizzarsi nell'ambiente;
- strategie di accesso, trasmissione e networking per informazioni a banda larga e ultralarga che supportino sessioni altamente distribuite (ad es. mediante attribuzione di un indirizzo IP ad ogni oggetto e componente elementare, reale o virtuale), attività in tempo reale, reti eterogenee e riutilizzo di componenti e infrastrutture;
- piattaforme applicative end-to-end che permettano di accedere a contenuti multimediali distribuiti, in diversità di infrastrutture e di applicativi;
- strategie che consentano la gestione, sincronizzazione, integrazione (sensor fusion) e sintesi su domanda di informazioni eterogenee erogate da sorgenti multiple;
- terminali, che dovranno avere caratteristiche del tutto innovative rispetto a quelli oggi disponibili, ivi inclusi quelli multimediali in via di introduzione sul mercato con l'avvento dell'UMTS.

Il secondo piano di ricerca concerne lo studio dei fattori umani ed è finalizzato alla costruzione di modelli innovativi di interazione utente-interfaccia che consentano di eliminare le barriere ergonomiche e di ridurre in modo significativo l'invasività delle tecnologie immersive. Questi modelli devono essere applicati sia nella fase di progettazione dell'interfaccia sia nella fase di valutazione ergonomica dei prototipi.

Gli obiettivi dello studio applicato ai fattori umani potranno essere raggiunti attraverso le seguenti azioni:

- progettare, sviluppare, realizzare e convalidare strumenti psicometrici quantitativi per la valutazione dell'impatto percettivo/cognitivo degli ambienti virtuali immersivi e degli strumenti di telepresenza;
- progettare, sviluppare, realizzare e collaudare nuove tecniche di interazione fra utente e interfaccia in ambienti virtuali immersivi e teleimmersivi;
- sviluppare tecniche e meccanismi per il supporto a gestione, recupero, integrazione, rappresentazione dell'informazione multimediale nel contesto di uno spazio virtuale immersivo e/o teleimmersivo;
- valutare gli aspetti giuridici, psicologici, sociali ed economico-gestionali legati alle nuove tecnologie e alle nuove applicazioni.

• **I risultati del progetto VICOM**

VICOM ha promosso per la prima volta in Italia una ricerca ampia e coordinata nel settore delle tecnologie di Telepresenza Immersiva Virtuale (TIV) ed ha consentito di:

- favorire la crescita di un ambiente scientifico e tecnico che permetta di generare cultura e di formare il personale che dovrà operare nelle tecnologie TIV a tutti i livelli;
- mettere l'industria nazionale in condizione di maturare il know-how necessario per meglio competere sui mercati legati all'ICT, in campo sia nazionale sia internazionale;
- predisporre strumenti e conoscenze utili alla comunità scientifica nazionale per adattarsi tempestivamente agli obiettivi di ricerca fissati dall'Unione Europea;
- formare giovani ricercatori motivati a contribuire in un settore sfidante e ad alto contenuto scientifico e tecnologico;
- promuovere, collateralmente ma in maniera coordinata, altre iniziative scientifiche in settori culturali adiacenti, dalle nanotecnologie all'informatica così da produrre effetti di fertilizzazione incrociata;
- mettere a punto campi di sperimentazione che, oltre a stimolare la crescita di know-how in un settore tecnologico di assoluta avanguardia, hanno consentito mediante il loro impiego l'abbattimento di barriere nella conoscenza.

3.2.6 Attività di studio e di progetti sulle reti di telefonia mobile

Le reti di telefonia mobile 3G hanno iniziato solo recentemente a diffondersi in modo capillare e quindi potranno presto esplicare per intero tutte le loro potenzialità. Perciò, le attività della FUB nell'ambito delle tecnologie radio avanzate hanno incluso studi e progetti riguardanti gli sviluppi sulle questioni tecniche delle reti di telefonia mobile (quali HSDPA e 4G), confrontandosi a tale scopo con operatori e aziende manifatturiere. Sono stati pubblicati vari lavori, di cui il più completo è il volume dei Quaderni di Telèma "Ci avviciniamo al 4 G: la convergenza delle tecnologie digitali" del mese di aprile 2005.

- **Il percorso verso la rete mobile integrata nelle tecnologie e nei servizi**

La Fondazione Bordini è fortemente impegnata nello studio di soluzioni tecniche e tecnologiche che permettano a Internet, la Banda Larga, la telefonia mobile e i servizi multimediali tutti, compresa la televisione digitale nelle sue varie forme, di penetrare in tutto il territorio nazionale e con l'obiettivo che si possa arrivare, nel corso degli anni, a considerare la rete integrata nei servizi e nelle tecnologie come un bene fruibile da tutti, anche da quelli che vivono in aree periferiche o geograficamente penalizzate.

Il processo evolutivo delle tecnologie sarà caratterizzato dalla integrazione delle tecnologie stesse e dei servizi che esse rendono disponibili. Così, se da una parte gli utenti finali potranno beneficiare di servizi sempre più evoluti, gli operatori più che difendere i loro margini di guadagno sui singoli servizi, potranno sfruttare le sinergie tra mercati di servizi alternativi o complementari, anche concorrenziali, che comporteranno sicuramente la crescita di traffico ad ogni livello di rete, se l'offerta è ben costruita nella sua complessità.

Per spiegare meglio il processo in corso è opportuno fare riferimento ad una sorta di quadro storico delle reti mobili. Le reti mobili tradizionali, cosiddette di seconda generazione (2G) e ampiamente diffuse anche in Italia al punto da avere un numero di utenti attualmente superiore alle reti di tipo fisso, sono reti utilizzate per lo più per la trasmissione di voce e caratterizzate da una commutazione a circuito. All'utente che

richiede il servizio viene perciò assegnato una connessione in modo permanente per l'intera durata della fruizione della comunicazione; l'ovvia conseguenza è che il pagamento viene rapportato al tempo per il quale tale circuito è stato reso disponibile.

L'evoluzione di questo tipo di reti, identificata con la sigla 2.5G, ha mantenuto le precedenti caratteristiche per le comunicazioni vocali, ma ha altresì introdotto, per le comunicazioni dati, una nuova modalità di trasmissione, denominata "a pacchetto", in quanto spezzetta il flusso dati in tante piccole porzioni.

Tale tecnologia consente di sfruttare meglio la banda messa a disposizione, perché il canale utilizzato viene effettivamente occupato solo per il tempo strettamente necessario (aumentato cioè di una frazione marginale rispetto a quello di effettivo invio di dati) alla comunicazione e viene rilasciato non appena tale utilizzo cessa, rendendolo quindi disponibile per l'uso da parte di un diverso utente. Naturalmente, per questo tipo di comunicazioni è necessario applicare una tariffazione non più basata sul tempo per il quale si è richiesto il servizio (ciò comprenderebbe larghe fette di tempo in cui non si è occupata alcuna risorsa) bensì sul volume di dati che sono stati trasmessi.

Associata a questa nuova modalità trasmissiva vi è anche una ulteriore novità basata sul modo con cui l'informazione viene veicolata sulle reti e giunge dal trasmettitore al ricevitore.

Tale novità è costituita dal protocollo IP, ben noto alle comunicazioni dati su rete fissa, perché è su di esso che è fondata l'esplosione di Internet. Ad ogni pacchetto viene attaccato un cartellino in cui sono presenti diverse informazioni fra cui gli indirizzi IP della sorgente e del destinatario; in questo modo ogni pacchetto può viaggiare indipendentemente da tutti gli altri e seguire strade differenti in base al grado di intasamento delle autostrade telematiche nel preciso istante in cui si trova a dover transitare.

Il passaggio dalle reti mobili 2G a quelle 3G che si sta compiendo in questo periodo estende i concetti precedenti e si pone l'obiettivo fondamentale di incrementare e diversificare la velocità di trasmissione, affidando in modo ben più sostanziale la propria tecnica trasmissiva ai protocolli di tipo IP, al punto che le versioni più recenti degli standard prevedono l'implementazione di una rete mobile all-IP. In tale scenario, che si prevede potrà essere raggiunto rapidamente nei prossimi anni, al singolo terminale o apparecchiatura mobile potrà essere associato un univoco indirizzo IP, mediante il quale esso potrà essere raggiunto ovunque e da chiunque sia a

conoscenza di tale univoco indirizzo. Questo comporta tuttavia che il numero di indirizzi IP che devono essere utilizzati sia molto superiore a quelli effettivamente disponibili sino ad ora con il protocollo IP versione 4 (IPv4); questo ha costituito perciò una delle spinte principali per l'adozione del nuovo protocollo IP versione 6 (IPv6) che allarga lo spazio indirizzabile ad un numero enormemente superiore, tale da renderlo non saturabile per molti anni a venire.

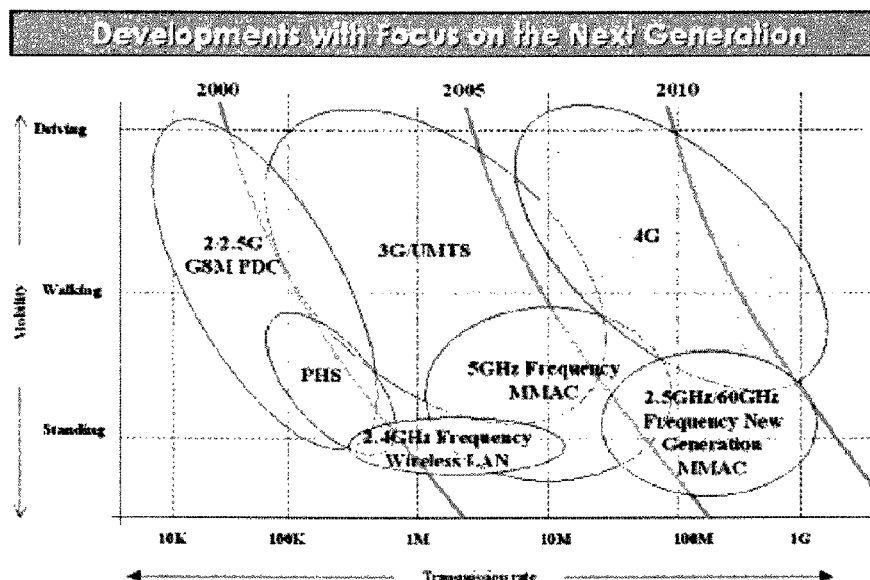
Una ulteriore innovazione che è stata introdotta nelle reti mobili di terza generazione è costituita dalla necessità di costruire reti che implementassero tecnologie radio di diverso genere e consentissero l'interoperabilità fra sistemi con accesso multiplo differente (ad esempio TDMA e CDMA) oppure con differenti scelte tecniche e operative (come CDMA2000, originato da una evoluzione del sistema americano Is-95, e WCDMA, definito in ambito europeo). Si è assistito infatti al nascere di due differenti consorzi di standardizzazione (3GPP e 3GPP2) con forti interrelazioni; tuttavia, molti problemi di interoperabilità continuano a rimanere aperti.

Le figure che seguono presentano l'evoluzione verso il 4G e lo sviluppo delle reti mobili:

L'evoluzione verso il 4G

Evolution toward 4th Generation			
1 G	2 G / 2.5G	3 G	4 G
• Single air channel • Narrow band • National roaming • FDD only AMPS TACS NMT C-net	• Multiple air channel • Wide band • International roaming • FDD only • GPRS • EDGE GSM TDMA CDMA PDC	• Multiple air channel • Wideband up to 100 Mbps • International roaming • FDD/TDD • ATM/IP based networks IMT 2000 UTRA (FDD/TDD) cdma 2000 HS-TDMA TD-SCDMA	• Multiple air channel • Wideband and multipath • Multiple channel with data rates 10, 20 and 155 Mbps • Integration of different systems • Software Radio • All IP based cellular networks • All IP based broadband cellular network Multiple Air Interfaces Within one seamless network

Lo sviluppo delle reti mobili



Fonte: Quaderni di Telema "Ci avviciniamo al 4G: la convergenza delle tecnologie digitali", aprile 2005

• Le Reti Mobili di Quarta Generazione

Un elemento importante che differenzia la rete di quarta generazione rispetto al 3G è rappresentato da una intelligenza di rete più distribuita, basata in particolare su protocollo Ip; inoltre si richiede un miglioramento rispetto al 3G, sia in termini di copertura che di capacità (migliore efficienza spettrale) che di costo per bit (per rendere appetibili servizi multimediali, in cui il volume di dati da scambiare sia molto superiore a quelli attuali). Queste considerazioni di carattere prettamente tecnico avranno ovviamente forti ripercussioni sugli aspetti economici; la decentralizzazione della struttura e l'elevata interoperabilità che sarà necessario garantire implicherà che la catena del valore attraversi una vera e propria rivoluzione, più che evoluzione. L'eterogeneità sia nell'accesso alle reti che ai servizi, farà sì che un sistema 4G non sia organizzato come un struttura monolitica installata da una singola entità economica, ma piuttosto come una "confederazione" dinamica di più fornitori di servizi (in senso lato) talora in sinergia reciproca e talora in competizione fra loro.

Si tratta quindi di intravedere tutta una serie di nuove figure ed entità che avranno un impatto altrettanto forte sulla riuscita delle reti 4G nel loro complesso e a titolo di esempio possiamo si possono citare i seguenti campi:

- I modelli aperti, sia nella fornitura di servizi che nella allocazione delle risorse, implicano probabilmente la necessità di prevedere l'introduzione di entità intermedie che abbiano la funzione di "market maker", tali da evitare ai singoli partecipanti la necessità di conoscere i singoli dettagli di tutti gli altri. Ciò avrebbe però l'inconveniente di introdurre un meccanismo centralizzato rispetto al vantaggio di una struttura di tipo "peer-to-peer";
- La possibilità di negoziazione aperta influenza fortemente il modello di tariffazione; basti pensare alla possibilità di allocazione dinamica delle risorse con criteri di tipo economico (risultante, ad esempio, da aste elettroniche "istantanee") con la necessità di avere in parallelo un sistema di pagamento, per l'utente finale, che sia personalizzato, chiaro e ben definito, oltre che vantaggioso;
- Trust management. Se di solito, per gestire le relazioni reciproche, ci si affida a schemi contrattuali stipulati fra realtà economiche ben note e definite, nonché di un certo spessore, qualora il numero e gli ambiti dei vari fornitori di servizi si ampli eccessivamente può risultare conveniente incaricare della gestione della affidabilità dei singoli partner una entità terza che classifichi e stili una loro opportuna graduatoria e la mantenga aggiornata.

L'evoluzione di questi sistemi sta avvenendo in modo estremamente articolato, anche se talune esigenze sono sentite più fortemente di altre. Con il nome di rete 4G si intende per lo più un sistema mobile interamente basato su protocollo IP che consente l'accesso mediante un ampio assortimento di interfacce radio. La rete 4 G assicura poi sia roaming che handover trasparenti per l'utente e la garanzia di poter utilizzare in qualunque istante la migliore connessione disponibile. Tutto questo avviene combinando in una unica rete una molteplicità di interfacce radio, differenti sia per tipo di accesso multiplo che per banda impiegata che per tecnica trasmissiva ed offrendo quindi all'utente la possibilità di utilizzare quella che meglio risponde alle sue esigenze in quel luogo ed in quell'istante.

I vantaggi per l'utente sono immediatamente evidenti: accesso a una miriade di differenti servizi, aumento della copertura disponibile, terminale unico, unica tariffazione e un accesso radio più affidabile anche quando una o più reti non sono disponibili (per ragioni di traffico, copertura o quant'altro).

La connettività radio viene assicurata a tre possibili livelli: di Personal Area Network (come nel caso del Bluetooth), di rete locale (mediante degli Access Points quali quelli utilizzati da WiFi o da Hyperlan) e di rete cellulare. Ovviamente i dispositivi mobili devono essere in grado di codificare e decodificare le informazioni che viaggiano in aria modificandole e traducendole dal/nel formato adatto ad essere utilizzato dalla particolare rete con la quale si è connessi in quel luogo ed in quel momento. Per far ciò, un aspetto tecnologico essenziale è costituito dal concetto SDR (Software Defined Radio), che consiste nella capacità di realizzare per via software molte delle funzioni che negli attuali dispositivi vengono realizzate in hardware. La generazione del segnale radio da trasmettere oppure la sintonia sul canale desiderato, il filtraggio delle componenti fuori banda così come l'impiego di sistemi radianti opportuni, sono tutti esempi di ciò che tramite un dispositivo SDR è possibile gestire unicamente modificando per via software i parametri di opportuni moduli. La radio diventa perciò qualcosa di programmabile e dunque di estremamente flessibile, in grado di trasmettere/ricevere su numerose bande di frequenza e di riprodurre praticamente qualsivoglia formato trasmissivo del segnale radio.

Le caratteristiche che vengono dunque percepite come importanti per i futuri sistemi 4G possono venire riassunte nelle seguenti:

- Elevata velocità di trasmissione: un sistema 4G dovrebbe essere in grado di offrire velocità di picco superiori ai 100 Mb/s in situazioni stazionarie ed attestarsi ad un media di almeno 20 Mb/s se in movimento;
- Servizi avanzati: il download di grossi file oppure lo streaming di video ad alta definizione deve avvenire in tempi ragionevoli in modo che se ne possa gradevolmente fruire;
- Elevata capacità di rete: le elevate velocità e i grossi volumi di dati dovranno essere resi disponibili a costi inferiori a quelli attuali, in modo da innescare economie di scala;
- Trasparenza dell'infrastruttura radio: l'utente non dovrà accorgersi che il suo terminale sta comunicando volta a volta con interfacce radio differenti; saranno perciò richiesti handover rapidi fra i diversi tipi di reti radio ed essi dovranno essere assolutamente trasparenti per l'utente.

Come si comprende dai punti enucleati, i sistemi 4G non saranno caratterizzati da una nuova interfaccia radio in grado di consentire prestazioni (ovviamente) superiori a

quelle delle generazioni precedenti. Il concetto di fondo è invece quello di essere pervasivi e adattabili alle esigenze dell'utente, sollevandolo da tutte le problematiche tecniche legate alle varie tipologie di reti di accesso ed alle rispettive caratteristiche. L'utente può cioè fruire in qualunque momento (any time) e luogo (anywhere) di un qualunque servizio a cui è interessato (any content), utilizzando un qualunque terminale (any platform) e potendo pagare la tariffa più conveniente.

Le considerazioni precedenti portano a considerare quali sono le aree attualmente oggetto di più intenso approfondimento, al fine di sviluppare una rete 4G che sia all'altezza di tali aspettative: l'IP, la mobilità e la adattatività.

Uno degli scopi principali di una rete 4G è quella di sostituire la proliferazione di tante core network mobili con un'unica rete standardizzata a livello mondiale, che sia basata su IP sia per trasmissione di segnalazione che di voce, dati o video, rendendo automaticamente disponibili tali servizi per i terminali mobili ovunque nel mondo. Si tratta perciò di offrire servizi multimediali agli utenti tramite una infrastruttura interamente basata su protocollo IP, ma attraverso una molteplicità di tecnologie di accesso. I vantaggi sono ovviamente legati sia alla compatibilità con precedenti soluzioni e sistemi, ma anche la sua indipendenza da essi.

A differenza dei precedenti protocolli (quali SS7), una rete IP consente di utilizzare le risorse strettamente indispensabili e solo nel momento in cui siano presenti informazioni da inviare.

Ovviamente questo indubbio vantaggio ha però l'inconveniente di rendere più problematico il rispetto dei vincoli di qualità per i servizi cosiddetti real-time, cioè che richiedono di non superare certe specifiche sui ritardi massimi tollerabili per la fruibilità stessa del servizio.

Un altro aspetto inoltre da considerare con attenzione e che finora è sempre stato un punto di vantaggio per le reti mobili è costituito dalla associazione stretta fra "numero" ed "utente", per cui è sempre possibile risalire a chi fisicamente sta dietro ad un certo identificativo di rete. Questa caratteristica di "individualità dell'utente", che di per sé, guardando l'esperienza attuale sulle reti fisse, sembra allentarsi migrando verso il mondo IP, deve invece rimanere come un caposaldo importante sia per le questioni legate alla sicurezza dei sistemi e delle comunicazioni, che per lo

sviluppo di importanti settori economici, basati sulla accessibilità e fruibilità di contenuti solo a chi ne possieda l'effettivo diritto.

La caratteristica della mobilità ha influenza su tre tematiche principali: la scelta della tecnologia di accesso ottimale, la mobilità fra tecnologie differenti e l'adattabilità delle transmission multimediali.

Se sono presenti più opzioni di connettività, basate su tecnologie differenti, la scelta deve stabilire non solo per quale optare all'inizio della fruizione del servizio, ma anche su quali criteri prevedere l'effettuazione di hand-over fra una tecnologia e l'altra (handover verticali).

La realizzazione di handover verticali porta con sé sia le problematiche di micro-mobilità consentite dalla struttura IP, ma anche quelle non meno importanti legate alla qualità di servizio (QOS), alla sicurezza, alla identificazione e tariffazione.

Il protocollo IPv6 non è stato pensato per risolvere questo tipo di problemi e richiede quindi una sua ottimizzazione per ridurre i ritardi di handover, le perdite di pacchetti e di stato della comunicazione.

I servizi multimediali saranno cruciali per il successo delle reti di quarta generazione e perciò si dovrà curare con attenzione la loro effettiva fruibilità in base alle peculiarità delle singole reti d'accesso (ad esempio la bit rate che riescono ad erogare effettivamente), alle loro condizioni operative (ad esempio le condizioni di traffico e/o propagative) ed agli aggiustamenti (mediante codifiche adattative) o riduzioni del servizio stesso (ad esempio, mantenere l'audio mentre si "congela" il video).

La rimanente caratteristica della adattività del 4G ha implicazioni a molti livelli, come ad esempio i terminali, le reti e le applicazioni.

I terminali dovranno essere adattabili alle diverse applicazioni, reti, condizioni, utenti. Ogni utente potrà definire opportuni profili che sarà in grado di utilizzare per configurare in modo personalizzato il terminale che sta usando in quel momento. A seconda delle condizioni (geografiche, di traffico, ecc..) saranno richieste tecniche evolute (quali antenne intelligenti o seamless handover verso interfacce diverse) per mantenere i requisiti di bit rate e qualità richiesti. Per quanto riguarda le reti, oltre alle diverse tecniche di software radio ed interoperabilità fra interfacce radio diverse, il terminale dovrà essere organico alla posizione in cui si trova ed al relativo contesto, in