

WiMAX: una svolta per diffusione della larga banda?

La nuova tecnologia wireless che potrà sconvolgere gli attuali equilibri competitivi tra le imprese che operano nel settore delle telecomunicazioni.

di Michele Dario De Canio

Perché il WiMAX?

Navigare tra i siti web, spedire posta elettronica, trasferire file, ma anche telefonare o video-telefonare su IP, accedere da remoto alla propria intranet aziendale in tutta sicurezza: sono solo pochi esempi dei molteplici servizi, tradizionali e nuovi, che un accesso ad internet consente di utilizzare.

Il problema è che non sempre internet è una risorsa accessibile in condizioni adeguate al tipo di servizio che si intende utilizzare.

Le aree in cui le tecnologie x-DSL sono già disponibili sono normalmente limitate ai grossi centri abitati. Ancora più limitate sono quelle che possono avvantaggiarsi di cablaggi più evoluti come quelli in fibra ottica. E il processo di dispiegamento, soprattutto nel secondo caso, è in generale lento e difficoltoso.

In tale contesto si evidenzia la necessità di poter disporre di una tecnologia che consenta di distribuire accessi a larga banda in modo poco costoso, efficiente e rapido.

Che cos'è il WiMAX?

La soluzione al momento più promettente sembra provenire dal WiMax, nome commerciale di una tecnologia radio di tipo punto-multipunto che, seppure ancora in corso di definizione, sta suscitando grande interesse per alcuni aspetti, che saranno trattati nel corso dell'articolo.

WiMax deriva dalla convergenza di due standard, l'802.16 sviluppato dall'IEEE e l'HiperMan, sviluppato dall'ETSI (European Telecommunications Standards Institute), sebbene ormai si sia radicato l'uso di indicarlo semplicemente come IEEE 802.16.

Storicamente le attività per la messa a punto dello standard sono cominciate nell'agosto del 1998, ma risale al luglio del 1999 la creazione del working group per la sua definizione ufficiale.

Nel corso degli anni seguenti si sono avuti vari rilasci ed estensioni fino all'ultima di ottobre 2004, nota come 802.16d o 802.16-2004.

Nel corso del 2005 è prevista l'uscita dell'estensione 802.16e che dovrebbe definire gli aspetti relativi agli utenti mobili.

Allo scopo di promuoverne la diffusione commerciale è stato costituito il WiMax Forum, un consorzio industriale costituito da oltre un centinaio di membri tra operatori di telecomunicazioni, aziende manifatturiere ed enti di ricerca, che si occupa in particolare di sviluppare i profili di apparati, che rispondono alle specifiche WiMax, e i test di interoperabilità, che un dispositivo deve superare per essere WiMax Forum Certified.

I punti di forza

Il primo punto di forza del WiMax, che forse più di ogni altro ne lascia prevedere un rapido e solido successo, è quello di essere uno standard promosso e sostenuto da importanti industrie manifatturiere del calibro della AT&T, Fujitsu, Intel, and Siemens Mobile e da operatori di telecomunicazioni di primo piano, quali British Telecommunications, France Telecom, and Qwest Communications.

I vantaggi che questa situazione comporta sono di grande portata:

- rapido abbattimento dei costi degli apparati grazie alle elevate economie di scala, così come è già avvenuto per i dispositivi Ethernet o per il WiFi;
- possibilità di realizzare reti multi-vendor, cioè di essere sempre nelle condizioni di scegliere i dispositivi migliori e più convenienti presenti sul mercato, senza rischi di incompatibilità con quelli già acquisiti.

Il secondo punto di forza è che il WiMax è una tecnologia wireless capace di garantire coperture di ampie aree senza i costi di infrastruttura tipici degli accessi cablati e, per giunta, con la possibilità in futuro di gestire anche utenti mobili.

Le principali caratteristiche tecniche

Di seguito si riportano alcune peculiarità tecniche che rendono il WiMax una tecnologia wireless all'avanguardia per efficienza e flessibilità.

Elevati bit rate anche in condizioni di Non-Line-Of-Sight (NLOS)

La prima versione dell'802.16 era indirizzata all'uso del range di frequenze 10-66 GHz. Successivamente con l'estensione 802.16a la banda di interesse è stata portata anche al range 2-11 GHz. La differenza sostanziale è legata alla necessità di condizioni di Line-Of-Sight (LOS) per le frequenze più alte, rispetto all'NLOS, che è possibile alle frequenze più basse.

Operare in condizioni di NLOS comporta molteplici vantaggi:

- possibilità di utilizzare per le CPE (Customer Premises Equipment) antenne indoor, evitando o riducendo i costi di installazione di antenne esterne;
- riduzione delle interferenze generate a causa della più bassa posizione delle antenne della Base Station (BS);
- maggiore facilità nel reperire siti per la BS.
- minor numero di BS necessarie per coprire la stessa area.

Le complicazioni dell'NLOS sono legate al fatto che il segnale in ricezione risulta formato da molteplici componenti, generate da riflessioni, scattering e diffrazioni, ognuna con un ritardo, un'attenuazione e una polarizzazione in generale differente rispetto a quelle del segnale trasmesso.

Il recupero del segnale originario, anche nelle difficili condizioni di NLOS, è affidato ad uno schema di trasmissione a 256 portanti di tipo OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing). La suddivisione del canale in molteplici sottocanali a banda stretta e ortogonali tra loro, tipica dell'OFDM, consente di confinare i danni provocati dal fading selettivo ad un numero ridotto di sottocanali e di poter impiegare un'equalizzazione più semplice rispetto a quella di tipo adattativa richiesta da un unico canale.

Per far fronte alle diverse condizioni di rapporto segnale rumore del link radio, l'802.16 utilizza un sistema di modulazione adattativa, che dinamicamente seleziona tra sette tipi di modulazione quello più idoneo alle condizioni di fading del canale radio.

I frame affetti da errore sono recuperati tramite tecniche di correzione d'errore, del tipo Reed-Solomon FEC, agevolate dall'uso di codifiche di convoluzione e algoritmi di interleaving. I frame che non possono essere corretti sono ritrasmessi con il meccanismo dell'Automatic Repeat Request (ARQ).

La combinazione di queste tecniche consente di raggiungere livelli di BER pari a 10^{-9} .

Nella tabella seguente sono riassunti i diversi schemi di modulazioni e codifiche di convoluzione e i relativi bit rate ottenibili.

Rate ID	Modulation rate	Coding	Information bits/symbol	Information bits/ OFDM symbol	Peak data rate in 5 MHz (Mb/s)
0	BPSK	1/2	0.5	88	1.89
1	QPSK	1/2	1	184	3.95
2	QPSK	3/4	1.5	280	6.00
3	16QAM	1/2	2	376	8.06
4	16QAM	3/4	3	568	12.18
5	64QAM	2/3	4	760	16.30
6	64QAM	3/4	4.5	856	18.36

Sono previsti anche algoritmi di controllo della potenza, per fare in modo che le CPE, su indicazione della BS, varino dinamicamente la potenza di trasmissione in base alle condizioni di fading del canale trasmissivo, riducendo in tal modo sia i consumi di potenza, sia i livelli di interferenza prodotta.

Le misure descritte sinora, insite nello standard, possono essere accompagnate da altri accorgimenti in grado di migliorare ulteriormente le performance del sistema in termini di fade margin e che lo standard si limita a prevedere come opzionali:

- utilizzo lato BS di antenne intelligenti (AAS - Adaptive Antenna Systems), che conformano la propria area di copertura alla posizione delle CPE, riducendo così al minimo le interferenze;
- tecniche di trasmissione e ricezione in diversità di polarizzazione.

Esteso range di copertura

Una caratteristica interessante del WiMax, classificata opzionale dallo standard, è la sub-canalizzazione. Normalmente le restrizioni regolamentari e la necessità di avere CPE poco costose fanno sì che il range di copertura dell'intero sistema sia limitato dalla CPE, cioè in direzione up-link. La sub-canalizzazione prevede di concentrare la potenza di trasmissione della CPE su un numero di portanti OFDM inferiore a quello totale, in modo da estendere il raggio di copertura a discapito del bit rate in uplink.

Per avere dei riferimenti circa l'estensione di copertura che può raggiungere il WiMax, si possono mettere a confronto le due seguenti situazioni:

- una BS standard, cioè che soddisfa solo i requisiti base dello standard;
- una BS che utilizza anche le seguenti caratteristiche opzionali:
 - maggiore potenza di trasmissione;
 - diversità di polarizzazione TX-RX;
 - sub-canalizzazione;
 - ARQ.

Assumendo di disporre di 3,5 MHz di banda a 3,5 GHz e di utilizzare antenne direzionali di 60°, ciò che è stato ottenuto è riportato in tabella:

		BS Plus		BS Standard	
Raggio di copertura (km)	LOS	30	50	10	16
	NLOS	4	9	1	2
	Indoor	1	2	0,3	0,5
Massimo throughput per settore (Mbps)	Downlink	11,3	8	11,3	8
	UpLink	11,3	8	11,3	8
Massimo throughput per CPE a bordo cella (Mbps)	Downlink	11,3	2,8	11,3	2,8
	Uplink	0,7	0,2	11,3	2,8

Versatilità nell'uso della banda

Poiché ogni Paese presenta una propria regolamentazione nell'uso delle frequenze, lo standard non prevede canali di ampiezza prefissata, ma che ogni canale possa avere una banda variabile, consentendo così di utilizzare al meglio le risorse radio.

I vincoli da rispettare sono i seguenti:

- l'ampiezza di un canale deve essere un multiplo intero di 1,25 MHz, 1,5 MHz e 1,75 MHz;
- l'ampiezza massima di un canale è di 20 MHz.

Pertanto un operatore che ha a disposizione per esempio 14 MHz di banda, può scegliere di organizzarla in vari modi: con 1 canale da 14 MHz, 2 canali da 7 MHz, 4 da 3,5 MHz oppure 8 da 1,75 MHz.

Inoltre sempre per potersi adattare alle diverse possibilità di regolamentazione di uso delle frequenze, lo standard supporta sia il Time Division Duplex (TDD), che consente di trasmettere e ricevere sullo stesso canale, sia il Frequency Division Duplex (FDD), che richiede due canali separati da 50-100 MHz per la trasmissione e la ricezione.

Sicurezza delle connessioni

Il problema della sicurezza delle comunicazioni, fortemente trascurato dal WiFi, viene risolto dal WiMax attraverso misure di:

- autenticazione dei terminali;
- autenticazione dell'utente tramite EAP (Extensible Authentication Protocol);
- crittografia dei dati tramite DES (Data Encryption Standard) o AES (Advanced Encryption Standard).

Indipendenza dal tipo di tecnologia di trasporto e garanzia di Qualità of Service (QoS)

Il MAC Layer prevede la presenza di speciali sublayer di convergenza, che hanno il compito di ricondurre ad un unico formato, quello dei Service Data Unit (SDU), le connessioni dei livelli di trasporto superiori, sia ATM, sia a pacchetto (IPv4, IPv6 o Ethernet), preservando o attivando garanzie di QoS e di allocazione di banda.

Lo standard consente di gestire diverse classi di servizio:

- Unsolicited Grant Services (UGS), per servizi quali l'emulazione di E1 e Voice over IP senza soppressione del silenzio;

- Real-Time Polling Services (rtPS), per servizi real-time che generano pacchetti di dimensione variabile, ad esempio video MPEG o VoIP con soppressione del silenzio;
- Non-Real-Time Polling Services (nrtPS), per servizi non real time caratterizzati da burst di pacchetti di dimensione variabile
- Best Effort (BE) Services: quelli tipicamente forniti oggi da Internet, per esempio per il web surfing.

A chi serve?

Le potenzialità di una tecnologia wireless a larga banda della portata del WiMax sono molteplici e di conseguenza anche il mercato risulta essere molto diversificato.

Uno scenario tipico è quello in cui il WiMax appare nella duplice funzione di tecnologia di ultimo miglio per la consegna dei servizi all'utente finale e nello stesso tempo di tecnologia di backhaul.

Nei Paesi più sviluppati il WiMax si propone come tecnologia vincente per la larga banda nelle aree rurali dove l'x-DSL ha un basso livello di penetrazione per la bassa densità di popolazione, la scarsa qualità dei cavi e l'eccessiva distanza dagli stadi di linea.

Nei Paesi in via di sviluppo in cui i doppiini telefonici per la fonia tradizionale non hanno avuto grande penetrazione nemmeno nelle aree urbane, il WiMax si presenta come un'opportunità per colmare in breve tempo il distacco dai paesi più avanzati.

Per le aziende e la pubblica amministrazione, che spesso si ritrovano ad avere più sedi nella stessa area urbana, il WiMax sarà la soluzione più efficiente, flessibile ed economica per dotarsi di una rete privata metropolitana.

I WISP (Wireless Internet Service Provider) tramite il WiMax potranno passare dagli attuali hot spot alle hot zone, cioè servire intere aree urbane, lasciando al WiFi il compito di servire aree circoscritte a più alta concentrazione di traffico.

Per gli operatori di rete fissa incumbent il WiMax sarà complementare all'x-DSL nella copertura delle aree rurali, mentre per gli operatori alternativi rappresenterà un modo per dotarsi a costi relativamente bassi di una propria infrastruttura di rete a larga banda, svincolandosi dai costi dell'unbundling.

Per entrambi l'estensione del WiMax per utenti mobili promette nei prossimi anni l'opportunità di offrire agli utenti il cosiddetto Portable Internet, cioè la possibilità di rimanere collegati ad internet anche in condizioni di mobilità dell'utente attraverso la rete.

Gli operatori di rete mobile utilizzeranno il WiMax in un primo momento soprattutto per realizzare una rete di backhaul per rilegare le Stazioni Radio Base a costi molto più bassi rispetto a leased line, ponti radio e soluzioni in WLL (Wireless Local Loop), finora utilizzate. Successivamente con l'affermazione dell'estensione 802.16e, potranno fornire agli utenti mobili servizi realmente a larga banda.

Gli ostacoli

Le maggiori difficoltà alla diffusione del WiMax derivano soprattutto dal fatto che buona parte dello spettro radio a più bassa frequenza è già occupato per altri scopi. In Italia per esempio il Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze (PNRF) assegna al Ministero della Difesa lo spettro a 3,5 GHz. E' concreta pertanto la possibilità che questa situazione possa creare ostacoli alla diffusione del WiMax per i problemi di costi e di realizzazione che pone il vincolo di LOS presente alle frequenze più alte. Tuttavia va preso atto che sono già in corso nella maggior parte dei Paesi procedure di revisione dei PNRF per liberare le frequenze più basse a vantaggio del WiMax.

Concludendo

Gli sviluppi dell'802.16 lasciano prevedere nei prossimi anni un'autentica rivoluzione nelle tecniche di accesso a larga banda, non solo per le sue avanzate caratteristiche tecniche, ma anche perché si tratta di uno standard fortemente sostenuto da aziende leader nel settore. Inizialmente si configurerà come soluzione di backhaul, successivamente come soluzione di accesso. Tuttavia le attese maggiori sono riposte nel Portable Internet, cioè nei servizi a larga banda per utenti mobili.

La combinazione di queste capacità rende il WiMax attraente ad un mercato molto variegato: dagli utenti delle aree rurali alle grandi aziende, dagli operatori di rete fissa a quelli di rete mobile.

Le elevate potenzialità della tecnologia troveranno nei singoli Paesi diverse condizioni regolamentari che a seconda della lungimiranza dei relativi governi potranno favorirne o ostacolarne lo sviluppo.

© 2005 – Eccellere – Business Community

L'autore

Michele Dario De Canio

Redattore di
Eccellere - Business Community



L'esperienza di circa dieci anni acquisita collaborando con importanti aziende del settore delle telecomunicazioni, lo portano a trovare in una prestigiosa azienda di consulenza l'approdo ideale in cui valorizzare al massimo le conoscenze e le competenze acquisite e trovare nuove opportunità di cimentarsi in innovativi progetti per aziende leader del settore.

Partecipa alla progettazione e allo sviluppo di avanzati sistemi di service e network management per reti UMTS. E' stato responsabile della progettazione e pianificazione di reti a larga banda wireless e in fibra ottica di tipo Fiber To The Home (FTTH), realizzate in collaborazione con i principali fornitori mondiali di sistemi di telecomunicazioni.

In precedenza si è occupato di progettazione radio presso il maggiore operatore italiano di reti radiomobili.

Laureato a pieni voti in ingegneria elettronica presso il Politecnico di Bari, si dedica allo studio di nuove tecnologie per la distribuzione terminale di servizi a larga banda. Contemporaneamente conduce ricerche e segue progetti su impianti di produzione di energia alternativa.

L'autore può essere contattato al seguente indirizzo email: michele.decanio@eccellere.com