

Le reti wireless: stato dell'arte e prospettive

Luigi Paura

paura@unina.it

Dip. di Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni,

Univ. di Napoli Federico II

Lab. Nazionale di Comunicazioni Multimediali Napoli-CNIT



Finalità degli interventi: Le tecnologie wireless per l'erogazione di servizi avanzati di TLC

- Le reti wireless: stato dell'arte e prospettive - Luigi Paura
- Nuove soluzioni wireless, evoluzione e prospettive -Piervincenzo Nardese
- Tecnologie innovative per il livello fisico dei sistemi wireless -Giacinto Gelli

Dopo pranzo

- Soluzione per il WLL e sicurezza nelle reti - Davide Mattera
- La codifica video: stato dell'arte e prospettive future - Giovanni Poggi

Perché la tecnologia wireless?

Consente di soddisfare l'esigenza primaria della **Società dell'Informazione e della Conoscenza**:

Comunicare: anywhere, anytime, with anyone

Nello specifico:

Erogazione di servizi in mobilità di apparato

Realizzazione di infrastrutture di rete in tempi brevi , senza impatti ambientali significativi e costi contenuti.

RoI buono

Capillarità della rete di accesso



Confronto: wireless/ wired

- Mezzo trasmissivo più ostile → Tecniche di codifica e di modulazione più sofisticate.
- Regolamentazione più restrittiva delle frequenze.
- Velocità di trasmissione più basse.
- Ritardi più elevati e più variabili, jitter più elevati.
- Meno sicure → tecniche più sofisticate di crittografia ed autenticazione.
- Mezzo sempre condiviso → garantire qualità di servizio in maniera efficiente.

Classificazione delle reti wireless

- **Reti terrestri** (tecnologia radio, ottica)
- **Reti satellitari** (tecnologia radio)

–**Reti indoor**

–**Reti outdoor**

Reti ad elevata mobilità

Reti a bassa mobilità

Applicazioni: Infomobilità, Gestione delle emergenze

- **Veicoli**

- trasmissione di notizie, condizione delle strade, condizioni climatiche , musica via DAB
- comunicazioni personali usando GSM , UMTS
- posizione via GPS
- reti locali ad-hoc (VANET) con veicoli vicini per prevenire incidenti, sistemi di guida automatica, ecc.
- dati e parametri dei veicoli (es., da autobus, da treni ad alta velocità) possono essere trasmessi per esigenze di manutenzione

- **Emergenze**

- trasmissione preventiva di dati del paziente all'ospedale, stato corrente delle condizioni del paziente, prima diagnosi
- sostituzione di una infrastruttura di rete fissa con una mobile in caso di catastrofi naturali
- conflitti sociali , conflitti bellici, ...

Applicazioni

- Travelling salesman
 - direct access to customer files stored in a central location
 - consistent databases for all agents
 - mobile office
 - SOHO
- Replacement of fixed networks
 - remote sensors, e.g., weather, earth activities
 - flexibility for trade shows
 - LANs in historic buildings
- Entertainment, education, ...
 - outdoor Internet access
 - intelligent travel guide with up-to-date location dependent information
 - ad-hoc networks for multi user games

Servizi Location-dependent

- Location aware services
 - what services, e.g., printer, fax, phone, server etc. exist in the local environment
- Follow-on services
 - automatic call-forwarding, transmission of the actual workspace to the current location
- Information services
 - „push“: e.g., current special offers in the supermarket
 - „pull“: e.g., where is the Black Forrest Cherry Cake?
- Support services
 - caches, intermediate results, state information etc. „follow“ the mobile device through the fixed network
- Privacy
 - who should gain knowledge about the location

INTEGRAZIONE E CONVERGENZA

- **La domanda di nuovi servizi richiedono l'integrazione di infrastrutture di reti fisse (già esistenti) con reti wireless.**
 - Esempi:
 - local area networks: standardization of IEEE 802.11, ETSI (HIPERLAN)
 - Internet: Mobile IP extension of the internet protocol IP
 - wide area networks: e.g., internetworking of GSM and ISDN

Cosa si intende per Convergenza?

Il confluire di più aspetti , originariamente separati ed oggetto di dinamiche di evoluzioni indipendenti e con relazioni deboli.

La convergenza nel settore dell'ICT ha le sue radici nella *digitalizzazione dell'informazione*



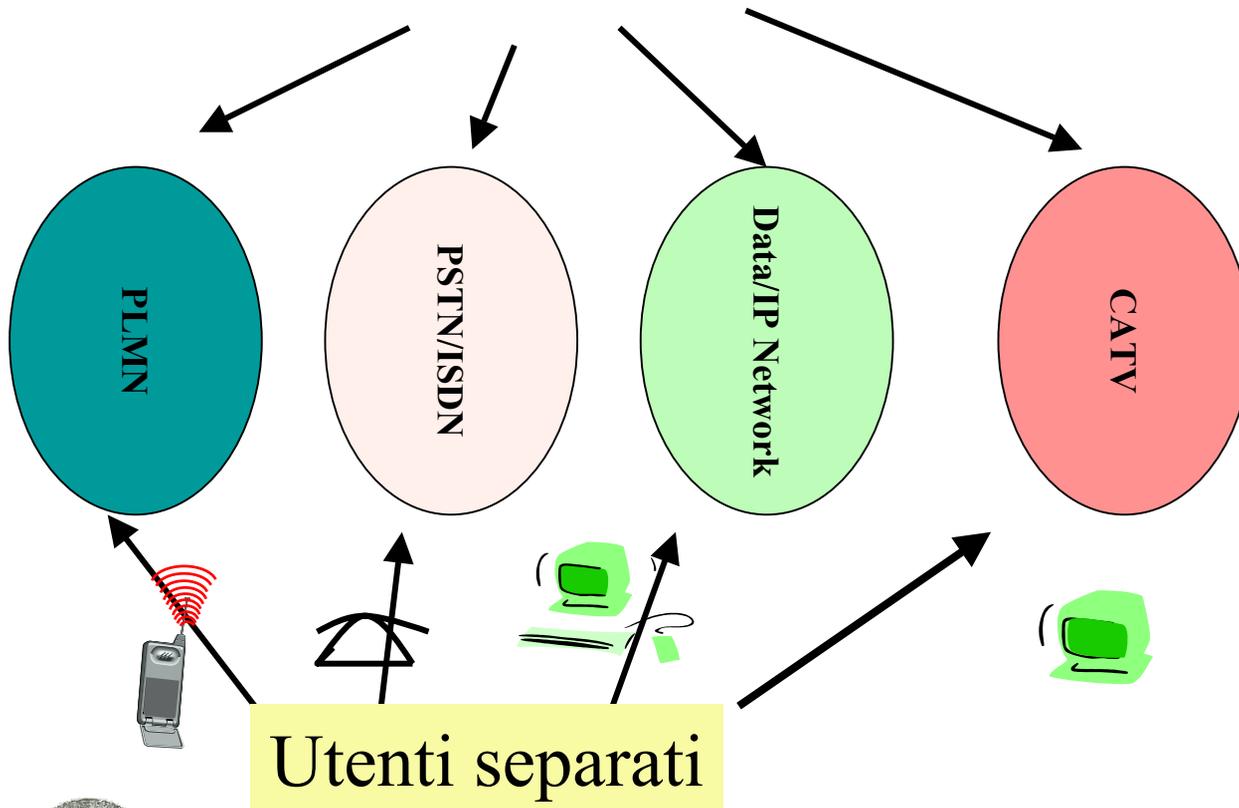
Cosa si intende per Convergenza nel settore dell'ICT ?

dal libro Verde sulla Convergenza tra i settori delle Telecomunicazioni, dell'Audiovisivo e delle Tecnologie dell'Informazione (Bruxelles 3 dicembre 1997):

- La capacità di differenti piattaforme di rete di gestire servizi di tipo fondamentalmente simili
- L'unificazione di apparecchiature di largo consumo : telefono, televisione, computer



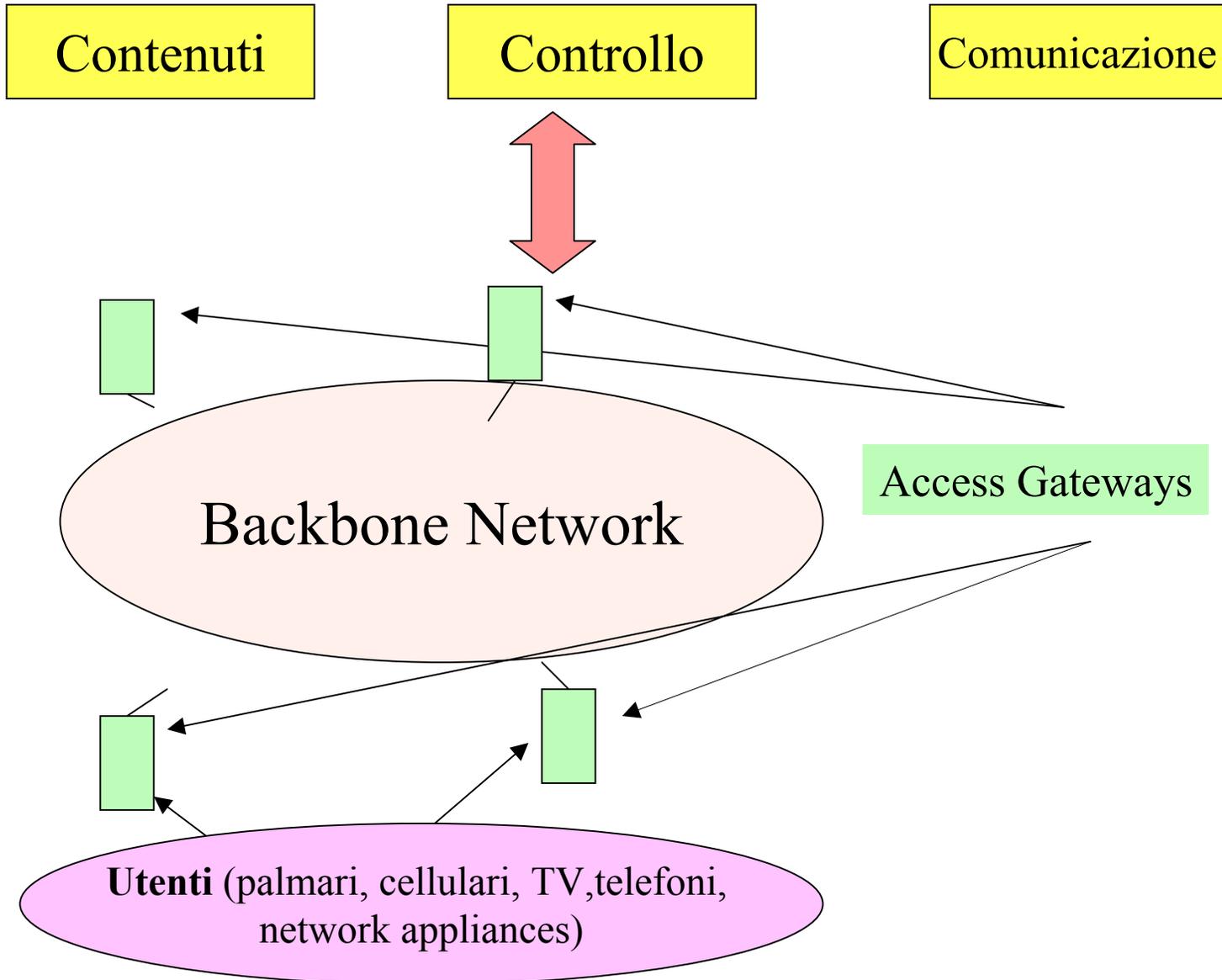
Servizi separati



Reti separate



Convergenza globale



Cosa si intende per Convergenza?

Convergenza nelle reti:

La capacità delle reti di essere trasparenti rispetto ai servizi da erogare

Convergenza nei servizi:

La capacità dei servizi di essere trasparenti rispetto alle reti che devono *supportarli*

Convergenza nei terminali:

La capacità di acquisire lo stesso servizio da terminali differenti anche se, eventualmente scalati nelle caratteristiche



Cosa si intende per Convergenza?

Convergenza delle reti

Combinazione di due o più tecnologie, per una unione funzionale di più servizi in un unico prodotto

Esempio: Wi-MAX è una tecnologia wireless per MAN che opera nello spettro 2-66 GHz con velocità fino a 70 Mbit/sec e con distanze fino a 50 Km (IEEE 802.16 , accesso a larga banda “*saltando*” l’hot spot)

Lo standard IEEE 802.16 di fatto comprende una serie di standard:
10-66 GHz: stazioni in vista → stazioni fisse
2-10GHz GHz: stazioni non necessariamente in vista → stazioni fisse e mobili



Convergenza fisso - mobile



Cosa si intende per Convergenza?

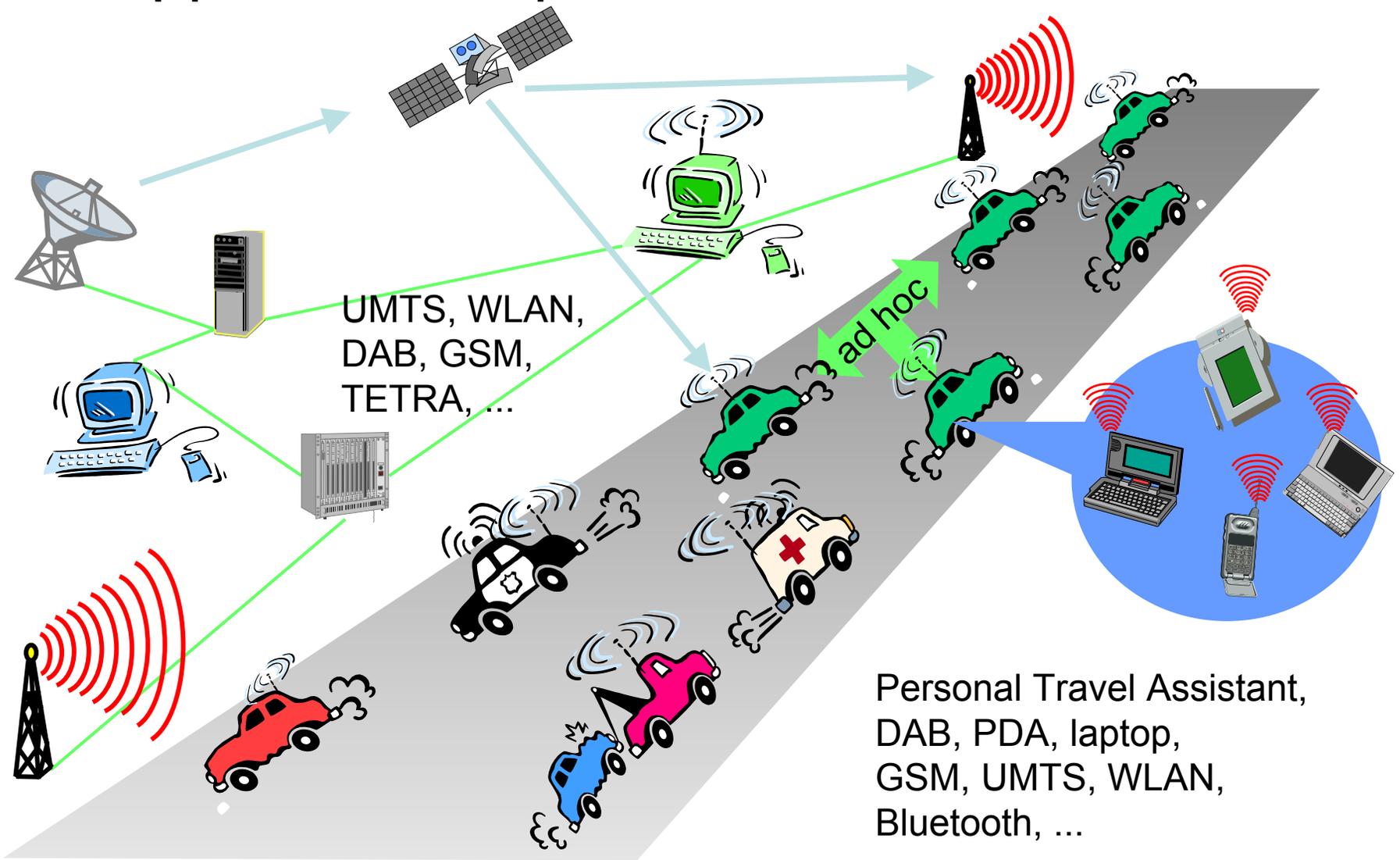
Solo integrando più tecnologie è possibile erogare Servizi Avanzati di Telecomunicazioni

Esempio:

Copertura globale prevista da UMTS (terza generazione) solo grazie alla combinazione della tecnologia *terrestre* e quella *satellitare*

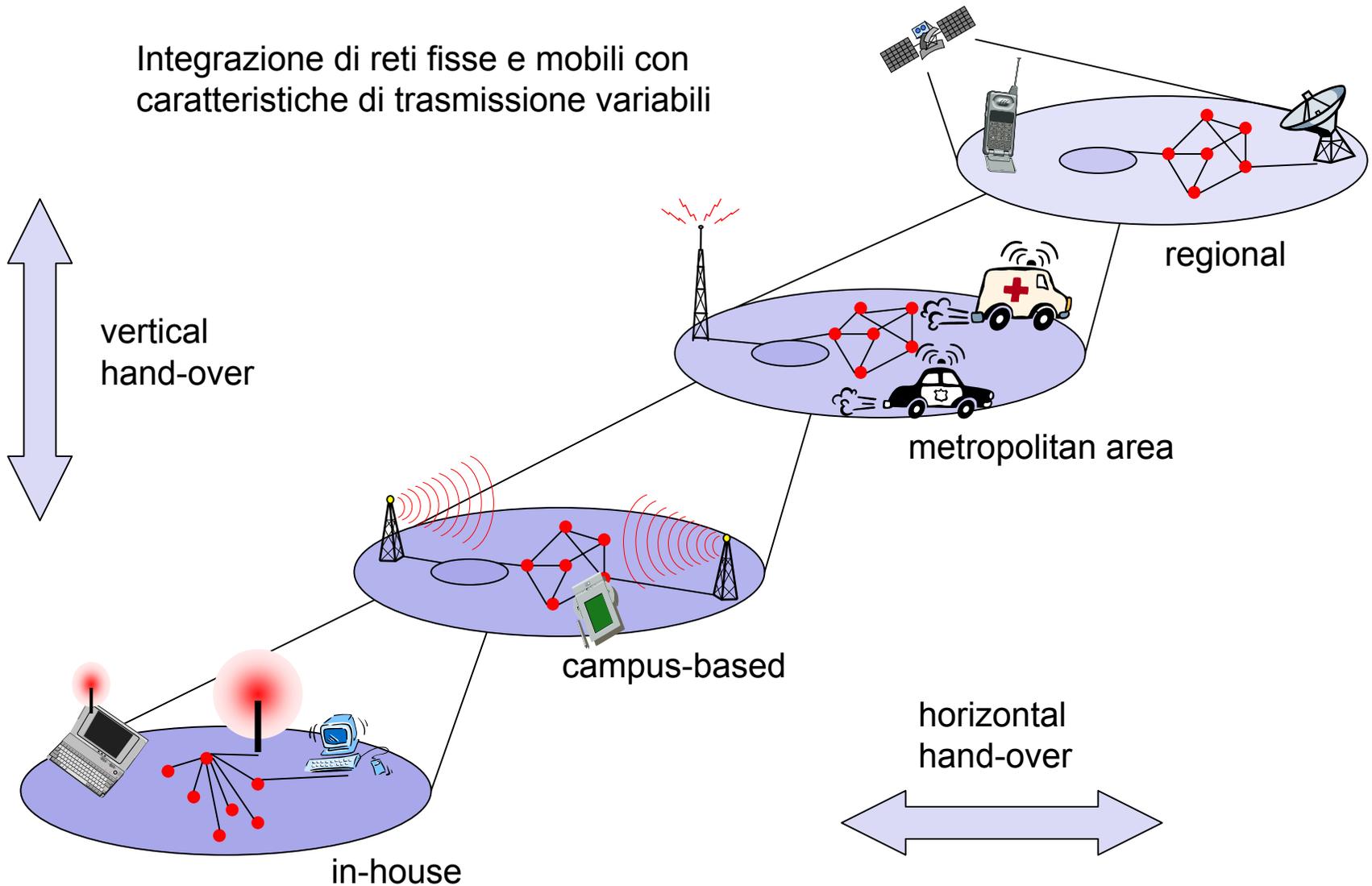


Applicazione tipica : traffico autostradale



Integrazione di reti di tipo "overlay"

Integrazione di reti fisse e mobili con caratteristiche di trasmissione variabili



Terminali mobili

Pager

- receive only
- tiny displays
- simple text messages



Sensors,
embedded
controllers



Mobile phones

- voice, data
- simple text displays

PDA

- simple graphical displays
- character recognition
- simplified WWW



Palmtop

- tiny keyboard
- simple versions of standard applications



Laptop

- fully functional
- standard applications



performance

Tipologie di reti wireless

- Reti cellulari terrestri (GSM, UMTS, DVB-T, DAB-T)
- Reti satellitari (DVB-S ,DAB-S, GPS, Galileo)
- Reti metropolitane (IEEE 802.16)
- Reti LAN (IEEE 802.11, Bluetooth, Hiperlan)
- Reti *ad hoc* (non infrastrutturate: es., Vehicular Ad hoc NETWORK VANET, Mobile Ad hoc NETWORK - MANET)
- Reti di sensori



Reti MANET

Le reti mobili (multihop) *ad hoc* (**Mobile Ad hoc NETWORK -MANET**) sono insiemi di nodi mobili interconnessi con link wireless.

Questi nodi possono liberamente e dinamicamente muoversi auto-organizzandosi e creando una topologia temporanea ed arbitraria **senza alcuna infrastruttura** di rete preesistente \Rightarrow assenza di gerarchia.

La ricerca nell'ambito delle **MANET** ha riguardato principalmente il settore militare e applicazioni civili altamente specializzate.

Finora non sono disponibili soluzioni tecnologiche *multipurpose* a basso costo per scenari che coinvolgono pochi utenti che vogliono condividere informazioni e avere accesso ad Internet.



Reti MESH

Perché non rilassare questi vincoli?

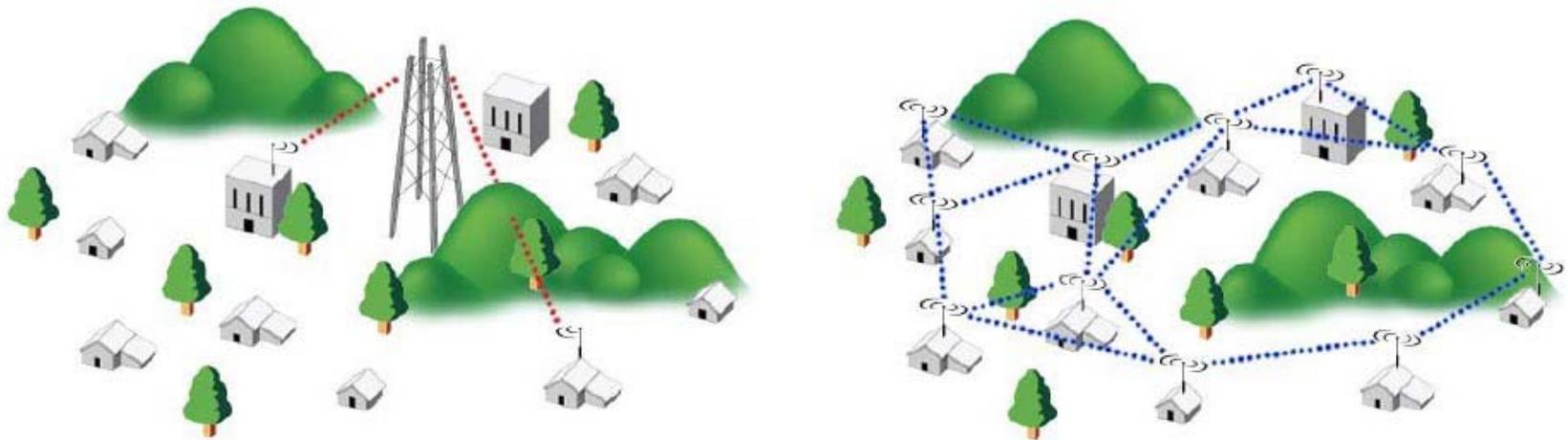
Cioè passare da una rete ad hoc cioè da una rete completamente isolata autoconfigurante ad una rete con un *paradigma più pragmatico* che si basa su estensioni flessibili (cioè wireless) di infrastrutture di rete wired (cioè fisse) integrate alle stesse.

Le reti **MESH** sono realizzate con una combinazione di nodi fissi (o semifissi) e mobili interconnessi tra di loro con link wireless per formare una rete **autoconfigurante multi-hop**.

Come nelle MANET le apparecchiature di utente hanno una parte attiva cioè possono operare da **terminali di utente** ma anche da **router (relay)** per altri nodi estendendo così la copertura della rete.



Topologia della rete



Si passa da una rete Point-to-Multipoint ad una rete magliata (meshed)



Reti MESH

Le reti **MESH** importano molte delle soluzioni delle MANET ma sono rivolte, principalmente, alle **applicazioni civili** di larga diffusione.

Mentre lo sviluppo delle MANET si basa principalmente su simulazioni, quello delle **MESH** si basa sull'allestimento di test-bed reali.

Nonostante siano molto recenti, le **MESH** hanno già dato prova di grandi potenzialità nel mercato per applicazioni civili di larga diffusione.



Reti MESH

Le MESH si dividono in due grandi categorie:

- **Off-the-shelf** (pronte per l'uso)

Principalmente basate su IEEE 802.11 e realizzate per connessione ad Internet (es., Community Networks).

- **Soluzioni proprietarie**

Soluzioni indoor e outdoor per ottenere WLAN con copertura estesa grazie a soluzioni di routing sviluppate per le MANET senza dover estendere l'infrastruttura con soluzioni wireless/wired.

<http://www.antd.nist.gov/wctg/manet/adhoclinks>



Reti MESH

Soluzioni outdoor sono interessanti per **limitare il numero di accessi fissi ad Internet** specialmente per le istituzioni pubbliche che vogliono erogare servizi al cittadino.



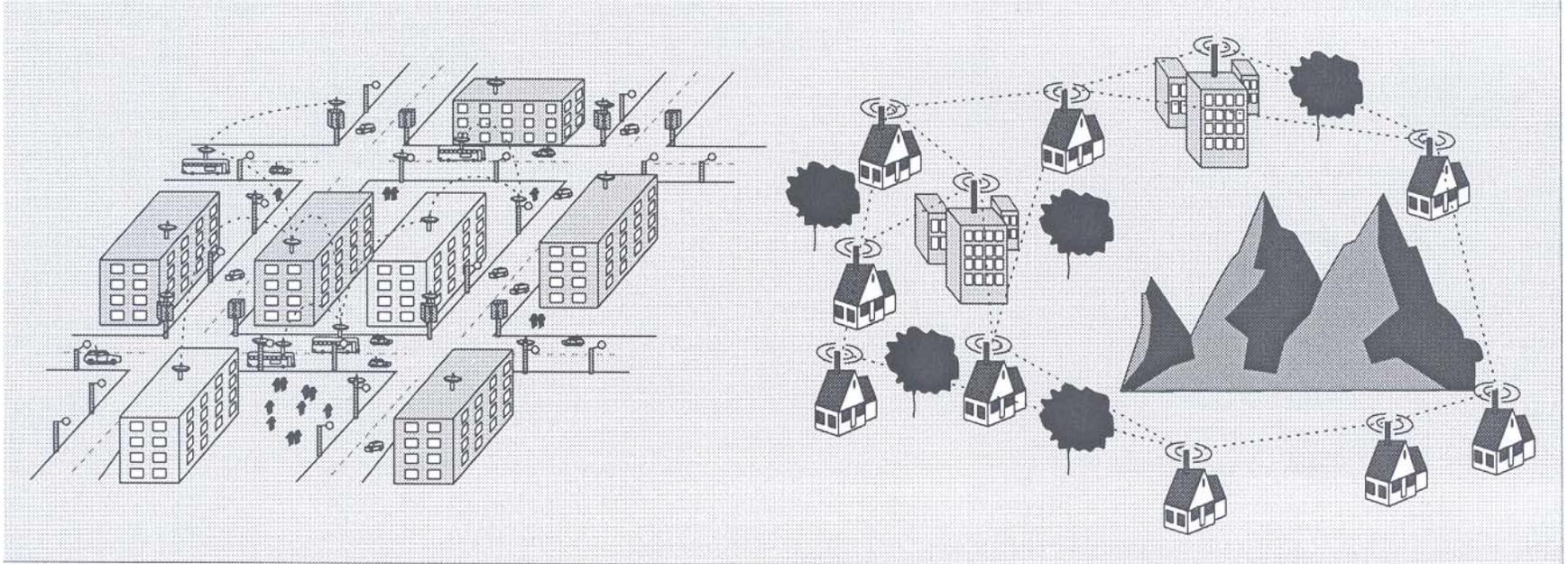
Reti MESH

Esempi di possibili applicazioni della tecnologia delle MESH Network.

- **Sistema di trasporto intelligente**
- **Applicazioni per Pubblica Sicurezza**
- **Accesso pubblico indoor/outdoor a Banda Larga su Internet**



Reti MESH



■ **Figure 1.** Emerging commercial applications for wireless mesh networks: a) intelligent transportation system (ITS); b) residential broadband access for hard to reach and/or scarcely populated areas.

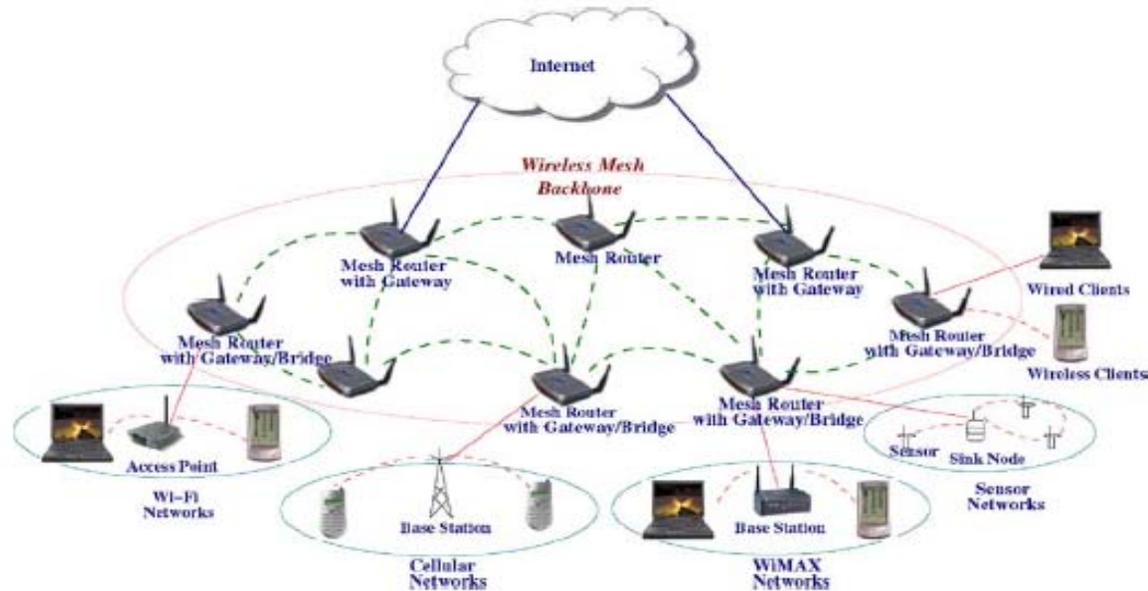
Fig.1a - Sistema di trasporto intelligente.

Fig.1b – Accesso a banda larga in zone residenziali con aree di difficile accesso e/o scarsamente popolate → Wireless Local Loop.



Sono possibili tre architetture per le WMN:

1. WMN Infrastructure/Backbone



- I mesh routers formano una infrastruttura per clienti fissi e mobili
- I mesh routers possono utilizzare vari tipi di tecnologie radio (principalmente IEEE 802.11x)
- Essi formano un insieme di connessioni autoconfiguranti, auto-organizzanti e *autocicatrizzanti*



2. Client WMN

Il *Client Meshing* fornisce reti peer-to-peer tra terminali clienti.

I terminali utenti costituiscono anche i nodi tra i quali si esegue il routing e le funzionalità di configurazione oltre a fornire applicazioni end-user agli utenti.

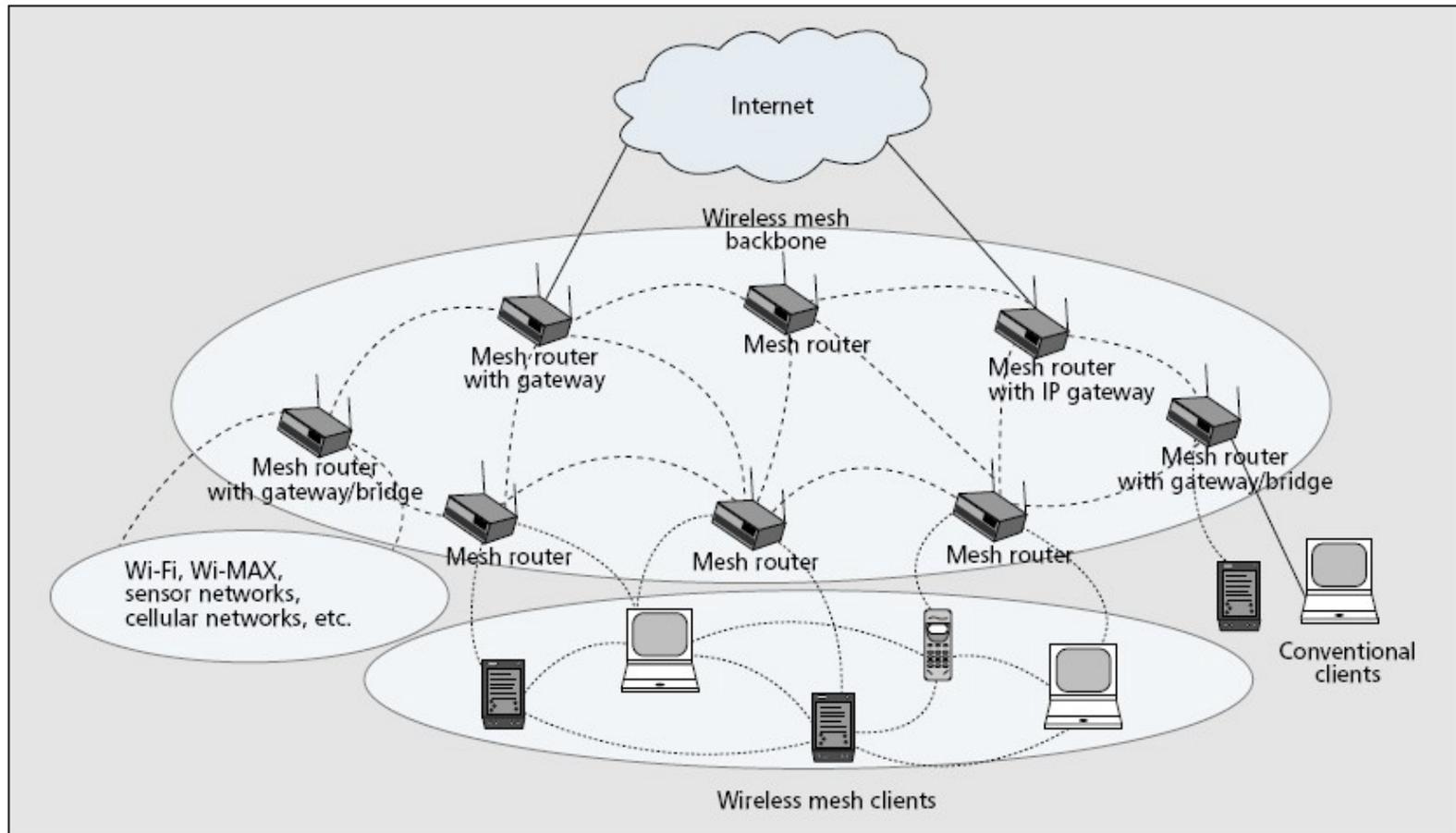
In realtà una **Client WMN** è una *ad hoc* network ma , generalmente, i terminali end-to-end hanno requisiti più stringenti per assicurare anche le funzionalità del paradigma mesh

La Client WMN non richiede la presenza di wireless routers



3. WMN ibrida

E' una combinazione delle due precedenti (infrastrutturata + client)



Reti MESH

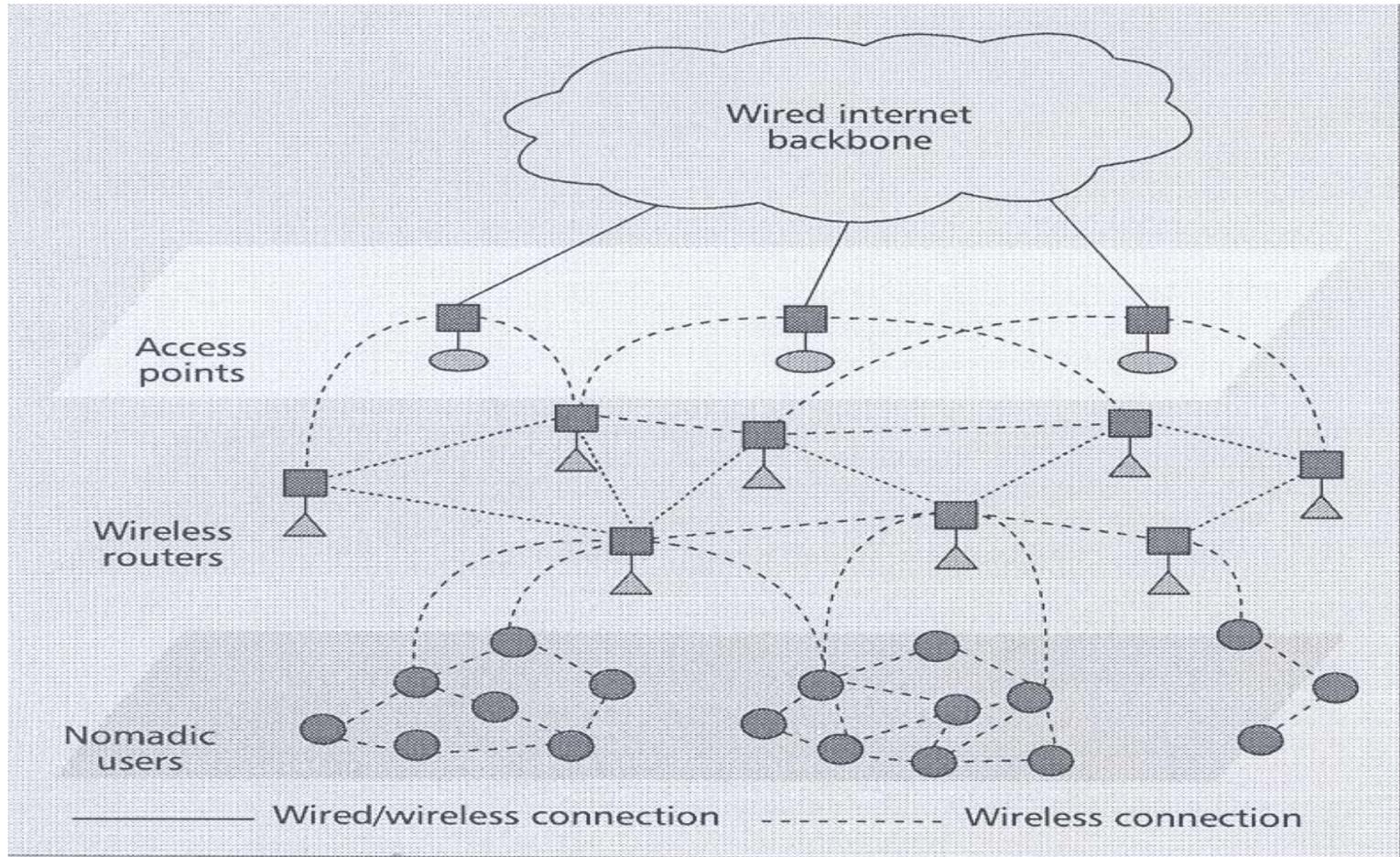
La tecnologia delle reti MESH è considerata la soluzione più attraente dal punto di vista economico per la realizzazione di reti wireless **scalabili** a larga banda su larga scala.

Una rete MESH è una rete con tecnologia wired/ wireless che impiega comunicazioni multi-hop per inoltrare traffico e per ricevere traffico verso/da punti di accesso Internet di reti fisse

A differenza delle MANET introducono una **gerarchia nella architettura** rappresentata da nodi dedicati (**wireless routers o mesh routers**) che forniscono servizi di trasporto wireless per lo scambio di dati tra utenti e/o tra AP che sono wireless routers provvisti di accesso wired a larga banda ad Internet.



Reti MESH



Architettura wireless MESH a tre livelli

Le reti wireless: stato dell'arte e prospettive 21.03.06



Reti MESH

La rete dei Wireless Routers forma la wireless backbone che fornisce connettività multi-hop tra utenti nomadici e wired gateways.

La maglia realizzata tra i wireless routers e gli AP ad Internet forma il wireless *Backhaul (gancio di traino)* multihop che è un sistema di comunicazione che fornisce ad ogni utente mobile servizi a basso costo di interconnessione multihop a larga banda *seamless* con un numero limitato di punti di accesso ad Internet e con altri utenti.

Con il termine *Backhaul* si intende il servizio di smistamento del traffico dal nodo di origine al punto di accesso fisso da cui può essere distribuito ad una rete esterna.



Reti MESH

La tecnologia wireless assicura elevata scalabilità e costi contenuti per lo sviluppo dell'accesso capillare wireless ad alta velocità ad Internet.

Vantaggi principali:

Riduzione dei costi di installazione

Attualmente gli **hot-spot** sono realizzati con tecnologia IEEE 802.11x (Wi-Fi). Un hot-spot è realizzato con una singola WLAN o una rete di WLAN.

Questa soluzione non è economicamente attraente per una copertura metropolitana perché richiederebbe un costo elevato per l'installazione della fitta rete cablata per collegare i moltissimi AP necessari a causa della limitata distanza di copertura di IEEE 802.11x.



Reti MESH

La soluzione Hot-Spot non è attraente per copertura metropolitana perché:

costosa

installazione lenta

non scalabile

La tecnologia MESH richiede costi molto più contenuti perché il numero degli AP (ad Internet) è notevolmente ridotto.



Reti MESH

Lo sviluppo su larga scala grazie a:

ruolo cooperativo dei terminali mobili che consente estensione della copertura a livello micro/pico-cellulare

tecnica del Multi-hop per comunicazioni su lunghe distanze grazie al ruolo dei nodi wireless intermedi.

La velocità di trasmissione si mantiene elevata poiché i link intermedi sono brevi

Il **backbone wireless** può avvantaggiarsi dei wireless routers fissi (e quindi senza problemi di consumo) che possono offrire relativamente elevate complessità hardware e risorse di memoria per realizzare sofisticate tecniche di modulazioni.



Reti MESH

Affidabilità grazie a:

presenza di percorsi ridondanti tra endpoints del backbone wireless

presenza di una molteplicità di possibili destinazioni (es., ogni punto di uscita verso la wired Internet)



Reti MESH

Autogestione grazie a:

la modalità peer-to-peer tipico delle reti *ad hoc* e importato anche nelle reti MESH garantisce l' *auto-riconfigurabilità* e l' *auto-cicatrizzazione* .

Il setup della rete è automatico e trasparente per l'utente.

Quando un nuovo nodo entra nella rete esso usa tutte le sue funzionalità di tipo “*meshing*” per scoprire automaticamente i wireless routers e il percorso migliore verso la rete fissa.



Standard aperti per reti MESH

Parecchi Gruppi IEEE stanno lavorando alle definizioni di specifiche per reti MESH.

Questa standardizzazione differisce a seconda della tipologia di rete a cui si riferisce:

Wireless Personal Local Networks (WPAN)

Wireless Local Networks (WLAN)

Wireless Metropolitan Area Networks (WMAN)



Bibliografia

1. R. Bruno et al: “Mesh Networks: Commodity multihop ad hoc Networks” IEEE Commun. Mag. March 2005
2. I.F. Akyldiz :” A survey on Wireless Mesh Networks” IEEE Radio Communications, September 2005

