

**Genoa University  
Polytechnic School**

**Wireless Technologies**

## **1. Introduction to the Wireless networks**

Prof. Raffaele Bolla



Wireless Technologies

### **Nomenclatura di base**

- Le **reti wireless** sono reti in cui i terminali accedono alla rete tramite canali "senza fili", usando
  - lo spettro radio (la quasi totalità);
  - Infrarossi;
  - Ottico.
- Le **reti radiomobili** sono reti *wireless* dove i terminali utenti possono spostarsi sul territorio senza perdere la connettività con la rete.
- Le **reti cellulari** sono reti radiomobili la cui copertura geografica è ottenuta con una tassellatura di aree adiacenti e/o sovrapposte (dette celle) del territorio.
- Le **Wireless LAN (WLAN)** sono reti *wireless* che forniscono coperture e servizi di una LAN.

## Perché usare il Wireless

---

- **Mobilità**  
L'assenza di cablaggio permette ai terminali, (almeno potenzialmente) di muoversi  
Gestire la mobilità rende più complessa la rete.
- **Costi**  
In assenza di un cablaggio pre-esistente, una rete wireless è decisamente meno costosa da realizzare rispetto a una rete cablata. Ci sono delle eccezioni.
- **Flessibilità**  
E' facile ad esempio cambiare rete.  
E' facile creare reti "temporanee".
- **Ubiquità**

## Quali i problemi

---

- **Scarsa capacità**  
Il mezzo trasmissivo (etere) è unico e condiviso per cui in generale si possono servire pochi utenti contemporaneamente o si devono offrire bassi tassi trasmissivi.
- **Sicurezza**  
In assenza di specifici controlli, è banale intercettare le informazioni, è altrettanto banale accedere a servizi non autorizzati.
- **Bassa qualità della comunicazione**  
Interferenze, rumore, attenuazioni portano ad elevate probabilità di errore
- **Inquinamento elettromagnetico**
- **Consumo d'energia**  
Nel caso si voglia sfruttare la mobilità

## Le soluzioni

---

- (Quasi) tutti i problemi elencati possono essere risolti:
  - **Sicurezza:**  
Soluzione: Usare comunque sempre meccanismi di cifratura del traffico e di autenticazione dell'utenza.
  - **Qualità della trasmissione**  
Soluzione: introdurre codici di protezione (FEC) più efficaci (però diminuisce il tasso trasmissivo reale), applicare tecniche ARQ a livello di linea e tener conto delle perdite per errore nei protocolli ad alto livello (TCP)
  - **Consumo di energia:**  
Soluzione: adottare meccanismi specifici di controllo di potenza.
  - **Inquinamento elettromagnetico**  
Soluzione: controllo di potenza e "sperare che non faccia male ...".

## Scarsa disponibilità di banda

---

- Questo è forse il problema più serio
- Nelle reti cablate, in qualunque situazione di scarsità di banda, si può al limite aggiungere un cavo/fibra.
- Nel caso dell'etere, lo spettro è utilizzato per moltissimi usi diversi, per cui ogni tipologia di rete (radio broadcasting, radio private, reti cellulari, reti locali, radiofari, ponti-radio, satelliti, ...) ha a disposizione una porzione di banda giocoforza molto ridotta.

## Scarsa disponibilità di banda: la soluzione

- La soluzione è data dalla rapidissima attenuazione subita dai segnali radio
- In condizioni "reali" per le frequenze dello spettro che sono allocate ai servizi che ci interessano si ha che

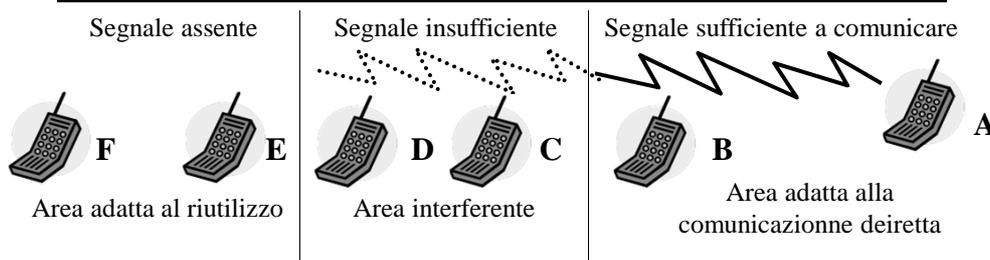
$$P_{Rx} \approx P_{Tx} / d_{Km}^{\alpha}, \quad 2 \leq \alpha \leq 5$$

- Questo comporta che:
  - Fissata una potenza di trasmissione "ragionevole", il segnale radio scompare anche come disturbo dopo solo alcuni Km (da 5 a 100 km a seconda del valore di  $P_{Tx}$ )
  - Al di là di questa distanza da un trasmettitore la porzione di spettro può essere quindi riutilizzata.

Lesson 1, v. 1.1

7

## Scarsa disponibilità di banda: la soluzione



- Anche mentre A e B comunicano, F ed E possono usare la stessa porzione di spettro (canale) per comunicare fra loro
- Problemi:
  - D e C non possono riutilizzare lo stesso canale
  - I terminali in aree diverse non sono in grado di

Lesson 1, v. 1.1 comunicare fra loro.

8

## Scarsa capacità

---

- Si hanno quindi due soluzioni non necessariamente mutualmente esclusive
  - Circostanziare geograficamente il servizio e quindi l'estensione della rete in modo da avere pochi utenti. Più reti che non sono fra loro adiacenti o comunque sono schermate (per esempio da pareti).
  - Tassellare il territorio (struttura cellulare)

## Suddivisione in celle/aree

---

- La soluzione più efficace è quella di dividere o tassellare il territorio in aree (celle).
- Se la zona di interferenza fosse di dimensioni trascurabili, in ogni area si potrebbe ri-utilizzare la stessa porzione di spettro.
- In presenza di interferenza si può fare in modo di dividere lo spettro e impedire che terminali in aree adiacenti usino gli stessi canali.
- Rimane il problema di come possano comunicare fra loro terminali in aree diverse.

## Suddivisione in celle/aree

---

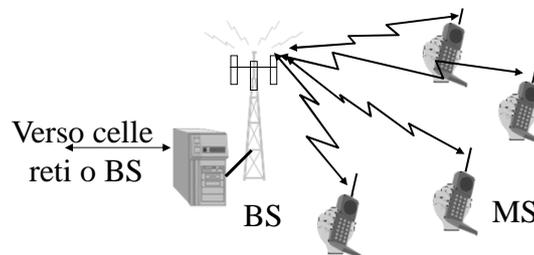
- Se la disponibilità di banda è 10 Mbps, in ogni area gli utenti avranno a disposizione (nel caso ideale con zona interferente nulla) l'intera capacità.
- Se divido il territorio su cui si deve estendere la rete in 100 celle, la capacità complessiva della mia rete wireless diventa 1 Gbps.
- Questo potrebbe indicare che io potrei essere in grado di servire ad esempio 1000 utenti contemporanei offrendo loro 1 Mbps di banda a ciascuno (contro i 10 del caso non cellulare).
- Quest'ultima affermazione è vera solo se gli utenti sono equamente distribuiti fra le celle.

## Suddivisione in celle/aree

---

- Per far comunicare utenti in celle/aree diverse si possono usare strategie diverse a seconda che la rete sia
  - Con punto d'accesso fisso
  - Autoconfigurante (ad hoc)

## Punto di accesso fisso

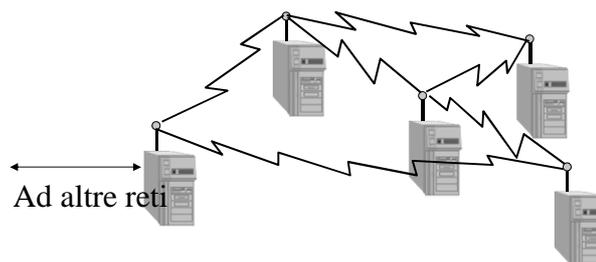


- I terminali (Mobile Station, MS) non comunicano direttamente ma solo tramite il punto di accesso (Base Station, BS).
- Si ha un punto di accesso per ogni cella/area, i punti accesso sono fra loro collegati tramite una rete differente (in generale una rete cablata).

Lesson 1, v. 1.1

13

## Autoconfigurati (Ad Hoc)



- I terminali (sia mobili che non) comunicano direttamente fra loro creando una rete autoconfigurante (*ad hoc network*). Uno o più terminali fissi fanno da "gateway" verso altre reti.
- Se i vari terminali possono funzionare anche da nodi di transito l'architettura viene detta di tipo *peer-to-peer*.

Lesson 1, v. 1.1

14

## Tipologie di reti wireless

---

- Reti geografiche
- Reti d'accesso
- Reti locali e ad uso specifico

## Geografiche

---

- Le sole reti geografiche completamente wireless sono quelle che utilizzano i satelliti; si tratta però il più delle volte di reti diffusive o comunque di *backbone*.
- Le reti radiomobili cellulari sono reti geografiche, ma solo la prima parte della rete è in effetti wireless.
- In questo corso noi studieremo caratteristiche e protocolli di due tipologie di reti cellulari e quindi geografiche:
  - GSM
  - UMTS

## Reti d'accesso

---

- Le reti geografiche possono essere suddivise in due grandi parti:
  - Trasporto
  - Accesso
- La parte di trasporto è quella che che “trasporta” su lunghe medie distanze traffico aggregato. È la parte “centrale” della rete, veicola grandi volumi di traffico e deve avere una elevatissima affidabilità (un guasto blocca molti utenti) quindi viene per lo più realizzata tramite fibre ottiche.
- La parte di accesso è quella che raccoglie il traffico da ogni singolo utente, lo concentra e lo veicola sulla rete di trasporto

## Reti d'accesso

---

- La rete di accesso è la parte più costosa di una rete geografica perché ha un numero punti (utenti) da interconnettere grande e ogni punto genera sul totale un quantità di traffico ridotta
- In assenza di infrastrutture già presenti, usare una rete wireless per l'accesso può essere una soluzione economicamente molto vantaggiosa.
- Sia la tecnologia radiomobile cellulare (GSM e specialmente UMTS) , che lo standard IEEE 802.11 (Wi-Fi), possono essere usati per realizzare reti d'accesso.
- Lo standard IEEE 802.16 è invece stato studiato appositamente solo per questo tipo d'uso.

## Reti locali e ad uso specifico

---

- Reti ad usi specifici
  - **Personal Area Network** (Bluetooth)  
estensione limitata ad un ambiente, pensate in particolare per ridurre o eliminare il cablaggio in un singolo ufficio.
  - **Body Area Network**  
Estensione limitata al "corpo". Futuribile
  - **Sensor Network** (si veda la slide successiva)
- **Wireless LAN (WLAN) - IEEE 802.11 (Wi-Fi)**

## Sensor Network

---

- Sono reti il cui compito è interconnettere apparati di misura e attuatori.
- Gli ambiti applicativi potrebbero essere ad esempio:
  - Sensoristica sul territorio
  - Macchine e sensori in ambiente industriale
- Si presuppone che abbiano consumi molto ridotti, non debbano necessariamente trasmettere moli elevate di informazione ma possano interconnettere molti apparati con il minimo possibile di infrastruttura.