

Università di Genova
Facoltà di Ingegneria

*Architetture e Protocolli
per Reti Wireless*

3. Reti Radio-mobili Cellulari

3.1 Introduzione

Prof. Raffaele Bolla



Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Radio-mobili cellulari

- Le reti radiomobili cellulari sono caratterizzate da tre aspetti fondamentali:
 - Sono reti che usano il mezzo radio per comunicare con i terminali d'utente (*wireless*)
 - » la rete vera e propria, ossia la rete di trasporto, è in genere realizzata in tecnologia cablata (*wired*);
 - » *wireless* è quindi la sola parte di accesso
 - I terminali sono mobili, ossia è supposto che possano muoversi sul territorio in modo
 - » non vincolato a priori;
 - » anche durante la fruizione del servizio;
 - » a velocità anche elevate (per esempio su veicoli).
 - Usano una "tassellatura" del territorio (suddivisione in celle) per risolvere il problema della scarsa disponibilità di banda nello spettro radio

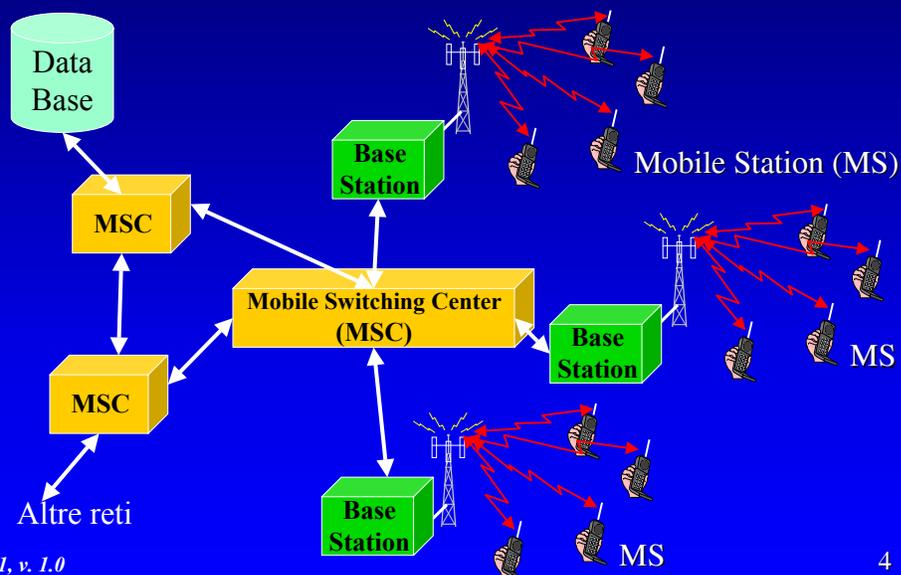
Lezione 3.1, v. 1.0

2

Radio-mobili cellulari

- Ulteriori caratteristiche importanti sono
 - La struttura è basata su un punto fisso d'accesso (uno per cella) detto stazione base (**Base Station, BS**)
 - » Non sono possibili comunicazioni dirette fra nodi terminali.
 - » Tutte le comunicazioni transitano comunque da almeno una stazione base.
 - Nascono per fornire principalmente servizi di tipo telefonico
 - » quindi orientati al circuito;
 - » solo in secondo tempo cominciano ed essere "estese" per fornire anche servizi "a pacchetto".

Struttura della rete



Struttura cellulare

- Ha due obiettivi:
 - Permettere una efficace copertura del territorio;
 - Consentire il supporto di
 - » un elevato numero di utenti;
 - » servizi ad alta velocità.
- Tassellare il territorio consente di applicare tecniche di riutilizzo dei canali radio.
- Le celle teoriche hanno struttura esagonale, quelle reali ovviamente in generale no.
- La forma e la dimensione delle celle reali dipende
 - dalla potenza in antenna;
 - dal guadagno delle antenne;
 - dalla morfologia del territorio;
 - da altri vincoli (ritardi di propagazioni) imposti dalle tecnologie usate.

Cluster

- In generale, i canali (le aree dello spettro) non possono essere riutilizzati in celle adiacenti per problemi di interferenza
- Conseguentemente si individuano dei gruppi di celle contigue detti *cluster*, a cui vengono assegnate aree dello spettro differenti.
- Più il *cluster* è grande
 - Più le celle che utilizzano gli stessi canali sono distanti e quindi minore è l'interferenza
 - Più lo spettro viene frazionato e quindi meno sono i canali disponibili in ciascuna cella.

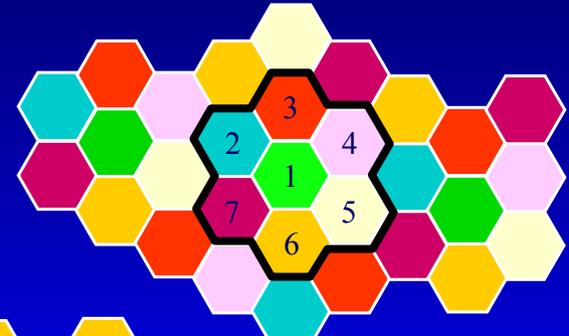
Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

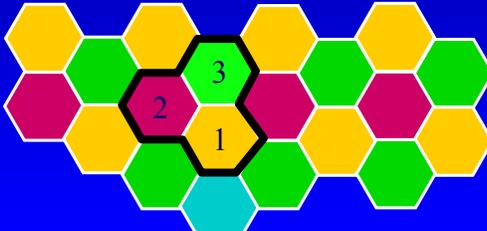
Cluster

Cluster a 7 celle

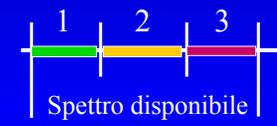


Con 210 canali ho 30 canali a cella





Cluster a 3 celle



Con 210 canali ho 70 canali a cella

Lezione 3.1, v. 1.07

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Cluster

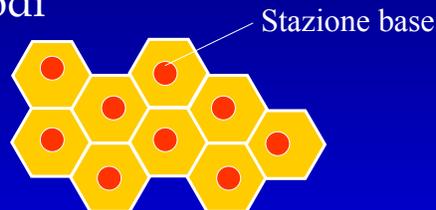
- La dimensione del *cluster* è quindi una misura dell'efficienza del sistema: più sono numerosi i *cluster* (cioè più celle li compongono) meno efficiente è il sistema.
- Si osservi che al diminuire dell'efficienza, per avere a disposizione le stesse risorse, si deve aumentare il numero delle celle e più celle significa più stazioni base e quindi maggiori costi.
- I diversi standard prevedono le seguenti dimensioni per i cluster
 - Sistemi analogici con accesso FDMA (AMPS, TACS, NMT): *cluster* di 19 o 21 celle
 - Sistemi numerici con accesso di tipo TDMA o misto FDMA/TDMA (GSM, D-AMPS, JCD): *cluster* di 7 o 9 celle
 - Sistemi numerici con accesso CDMA (IS-95/UMTS): *cluster* di 1 cella (almeno in linea di principio)

Lezione 3.1, v. 1.08

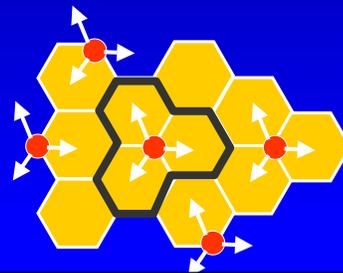
Copertura

- La copertura reale delle celle viene realizzata in due modi

- Omnidirezionale



- Settoriale



Efficacia della suddivisione cellulare

- Consideriamo una superficie da servire di 400.000 km² (corrispondente circa alla superficie dell'Italia comprese le acque territoriali), ed indichiamo con
 - R il raggio della cella,
 - A la sua area,
 - N il numero totale delle celle.
- Supponiamo di avere a disposizione
 - 490 canali (ogni canale corrisponde allo spazio in frequenza necessario ad una conversazione telefonica, si consideri che il GSM 900 funziona con 992 canali full-duplex)
 - *cluster* di 7 celle (quindi 70 canali per cella):

Efficacia della suddivisione cellulare

- Con un'unica cella potremmo avere al massimo **490** conversazioni contemporanee
- Con $R = 60$ Km avremmo per ogni cella (supponiamo celle uguali) $A = 60^2 \cdot \pi \approx 11.300$ Km², quindi $N = 400.000/11.000 \approx 36$ quindi un totale di $36 \cdot 70 = 2520$ conversazioni contemporanee.
- Con $R = 10$ Km avremmo $A \approx 314$ Km², $N = 400.000/314 \approx 1274$, e quindi $N = 1274 \cdot 70 = 89.180$ conversazioni contemporanee.
- Con $R = 1$ Km avremmo $A \approx 3,14$ Km², $N = 400.000/3,14 \approx 127324$, e quindi $N = 127324 \cdot 70 = 8.912.680$ conversazioni contemporanee.

Densità dell'utenza

- L'efficacia della suddivisione cellulare dipende dalla distribuzione dell'utenza sul territorio.
- Se le celle hanno dimensione uguale, la massima efficienza si ha con una distribuzione spaziale degli utenti uniforme
- Siccome nella realtà tale distribuzione non è certamente uniforme su tutto il territorio, la dimensione delle celle viene adattata alla densità dell'utenza e alla struttura del territorio; anche il numero dei canali per cella può variare.



- Celle di dimensione differenziata non riescono però a supplire a variazioni dinamiche di densità (eventi periodici o straordinari)

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Dimensioni delle celle e gerarchia

Struttura gerarchica

Cella ombrello

Centro città

Autostrada

Lezione 3.1, v. 1.0

13

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Gestione della mobilità

- L'uso della struttura a celle richiede la presenza di una serie di funzionalità:
 - *Roaming*
 - *Location updating*
 - *Paging*
 - *Handover (Handoff)*

Lezione 3.1, v. 1.0

14

Roaming

- Indica la capacità di localizzazione dell'utente con terminale acceso (ma non in servizio) all'interno della rete.
- Nel caso di reti cellulari la localizzazione è realizzata organizzando le celle in gruppi detti **Localization Area (LA)**, in genere più grandi di un cluster.
- Ogni LA ha un identificativo specifico
- La posizione di ogni utente, in termini di LA in cui al momento si trova, viene memorizzata in un Database della rete ed in esso aggiornata in caso di movimento dell'utente stesso.

Roaming

- Questo termine assume anche altri significati.
- Per esempio, indica anche il supporto al transito dell'utente tra reti mobili differenti (possedute da operatori diversi).
- In sostanza può indicare il transito tra reti di due nazioni, o all'interno di una stessa nazione, tra reti di due differenti operatori.

Location Update

- E' il nome della procedura che sovrintende all'aggiornamento della posizione dell'utente.
- L'identificativo LA viene diffuso periodicamente all'interno delle celle appartenenti al LA stesso.
- Quindi il terminale riceve periodicamente l'identificativo del LA in cui si trova.
- Se tale identificativo differisce dall'ultimo che ha ricevuto vuol dire che ha cambiato LA.
- In quest'ultimo caso richiede un aggiornamento del database di localizzazione, ossia attiva una procedura di *localization update*.

Paging

- E' la procedura con la quale il sistema avvisa il terminale dell'arrivo di una chiamata ad esso diretta.
- Il messaggio di *paging* viene inviato in broadcast in tutte le celle del LA in cui l'utente risulta risiedere.

Handover (handoff)

- E' la procedura tramite la quale una chiamata attiva viene mantenuta tale durante lo spostamento dell'utente da una cella all'altra
- E' una operazione complessa perché richiede
 - Rendersi conto che si sta uscendo da una cella.
 - Individuare in quale cella si sta entrando.
 - Realizzare lo spostamento del canale.
 - Rilasciare le risorse nella cella abbandonata.
- Il tutto senza che l'utente si accorga di nulla, ossia senza interrompere in modo significativo il servizio.

Handover

- Si osservi che al decrescere della dimensione delle celle, cresce la frequenza ed il numero di operazioni di *handoff* (a pari caratteristiche di mobilità degli utenti)
- Inoltre utenti che si muovono veloci rendono più critiche e anche più frequenti le operazioni di *handoff*.
- Nelle strutture cellulari gerarchiche spesso si servono gli utenti che si muovono più velocemente tramite celle ad ombrello.

