

Handover ed evoluzione delle reti mobile

1 Procedura di handover

Una rete mobile ha l'obiettivo di garantire la comunicazione anche tra utenti in movimento. Può allora accadere che un utente con una chiamata in corso passi da una cella a un'altra. In questo caso, il terminale dell'utente dovrà passare dalla base station (antenna) della vecchia cella a quella che serve la nuova cella. Tale procedura è detta **handover** ("passamano").

1. Mentre un utente è connesso a una base station, tramite la quale sta effettuando una conversazione su un canale x , viene periodicamente effettuata una valutazione dei criteri di qualità del collegamento, tra cui in particolare il rapporto segnale/rumore. A seconda della progettazione del sistema, questa valutazione può essere eseguita
 - dalla base station: in tal caso si parla di **network controller**;
 - dal mobile terminal: in questo caso si parla invece di **mobile assistant**.
2. Quando il rapporto segnale/rumore scende sotto una determinata soglia, significa che l'utente si è allontanato troppo dalla base station (perché la potenza di un segnale radio si degrada con la distanza secondo un andamento esponenziale negativo). La base station invia allora al proprio MSC (Mobile Switching Center) una richiesta di attivare la procedura di handover.
3. L'MSC invia alle base station di tutte le celle vicine una richiesta di misurare il rapporto segnale/rumore sul canale x . Ciascuna base station effettua questa misurazione, e manda in risposta all'MSC il valore rilevato.
4. Dalle misure ricevute, l'MSC sceglie la base station con il rapporto segnale/rumore migliore (che tipicamente coinciderà con quella a cui l'utente è più vicino, o verso la quale si sta avvicinando), e richiede a essa di attivare il proprio ricetrasmittitore su un canale libero y .
5. L'MSC invia al mobile terminal l'ordine di commutazione, cioè di passare al (commutare sul) canale y per connettersi alla nuova base station. Tale ordine viene inviato tramite la vecchia base station e sul vecchio canale x : questo è ancora il "percorso" sul quale sta avvenendo la comunicazione, poiché il terminale si metterà in ascolto sul nuovo canale y solo dopo aver ricevuto l'ordine.

6. La vecchia base station manda all'MSC la conferma dell'invio dell'ordine di commutazione, e l'MSC reindirizza la conversazione telefonica verso la nuova cella.
7. Il mobile terminal conferma l'ordine ricevuto sul canale x , si sintonizza sul canale y , e la vecchia base station disattiva il canale x .
8. Il mobile terminal invia sul nuovo canale y una conferma dell'avvenuta commutazione, e la nuova base station manda a sua volta una conferma all'MSC. Da questo momento, la conversazione telefonica continua sul canale y , tramite la nuova base station.
9. La vecchia base station informa l'MSC che il canale x è libero.

2 Tipi di handover

Esistono tre tipi di handover, a seconda di come il mobile terminal esegue il cambiamento di canale:

Hard handover: il terminale prima si disconnette dal vecchio canale, e poi stabilisce la connessione con la nuova base station sul nuovo canale. Ciò significa che, per qualche millisecondo, la linea cade (e in alcuni casi ciò può comportare la caduta dell'intera chiamata).

Seamless handover: il canale per comunicare con la nuova base station viene preparato mentre il terminale sta ancora conversando tramite la vecchia base station, in modo che la commutazione sia poi istantanea.

Soft handover: per alcuni millisecondi, la conversazione avviene tramite entrambe le base station, cioè su entrambi i canali.

Il soft handover è il migliore dal punto di vista della qualità del servizio, ma ha lo svantaggio che, per un certo lasso di tempo, una singola conversazione tiene occupati due canali. Perciò, esso è praticamente realizzabile solo in sistemi che hanno un grande numero di canali a disposizione, come ad esempio l'UMTS (che, come già detto, grazie al CDMA può avere cluster formati da singole celle, cioè permette — almeno in teoria — di riutilizzare tutti i canali in tutte le celle, senza problemi di interferenza).

3 Blocco e caduta della chiamata

Quando un utente vuole iniziare una chiamata, ma nella cella in cui si trova non sono disponibili canali radio, si ha un **call block** (*blocco* della chiamata).

Quando invece un utente con una chiamata già in corso si sposta in una cella in cui non sono disponibili canali radio, si ha un **call drop** (*caduta* della chiamata).

Dal punto di vista dell'utente, è preferibile un call block piuttosto che una call drop, mentre l'opposto vale per i gestori, poiché una chiamata "bloccata in partenza" non genera entrate (e l'inizio di una chiamata è proprio la fase in cui le entrate sono maggiori).

Esistono alcune tecniche per diminuire la probabilità di call drop:

Guard channel: un certo numero di canali per ogni cella vengono riservati agli handover. In altre parole, se il numero di canali occupati nella cella è maggiore di una determinata soglia, non vengono accettate nuove chiamate, ma solo handover di chiamate già in corso.

In genere i gestori di rete non usano questa tecnica: impedendo di sfruttare al massimo la capacità di una cella, essa implica una diminuzione delle entrate.

Channel borrowing: l'MSC effettua una gestione dinamica dei canali tra le celle di sua responsabilità, prendendo "in prestito" (borrowing) dei canali dalle celle che al momento hanno poco traffico per offrirli temporaneamente alle celle che invece sono prossime alla saturazione. Così, se un utente con una chiamata in corso entra in una cella i cui canali assegnati sono tutti occupati, l'MSC consente alla cella di usare per l'handover un canale libero preso in prestito da un'altra cella.

Questa tecnica, a differenza del guard channel, aumenta l'utilizzazione delle risorse, e quindi le entrate, dunque risulta vantaggiosa sia per gli utenti che per il gestore.

4 Evoluzione delle reti mobile

Da quando sono state introdotte, le reti mobile cellulari si sono evolute in una serie di "generazioni".

La prima generazione, 1G, introdotta all'inizio degli anni '80, era basata su segnali analogici:

- supportava solo il servizio di telefonia (voce);
- la capacità delle reti era bassa, e c'era una possibilità di roaming limitata;
- i terminali avevano costi e consumi di energia elevati.

All'inizio degli anni '90 venne introdotta la seconda generazione, 2G, basata su segnali digitali (così come tutte le generazioni successive). Questa generazione è caratterizzata da:

- l'introduzione delle SIM card;
- la possibilità di roaming internazionale;

- servizi non più limitati alla sola voce, con l'introduzione di servizi dati come gli SMS;
- una maggiore capacità delle reti;
- una maggiore autonomia dei terminali, grazie a minori consumi di energia.

Il principale standard / architettura per le reti mobile 2G è il **GSM**, che funziona a commutazione di circuito sia per la voce che per i dati.

Ci fu poi una generazione “intermedia”, 2.5G, corrispondente allo standard **GPRS**, che si sovrapponeva all'infrastruttura GSM per fornire servizi dati a commutazione di pacchetto (mentre la voce rimaneva a commutazione di circuito).

Nella terza generazione, 3G, si ha lo standard **UMTS**, che aumenta l'efficienza e la flessibilità della rete, rendendo possibili anche servizi multimediali,

Infine, la quarta e la quinta generazione (4G e 5G) hanno principalmente aumentato la velocità dei servizi dati.

5 CDMA

La tecnica **CDMA (Code Division Multiple Access)**, impiegata ad esempio dallo standard UMTS, consiste nel codificare i dati da trasmettere usando degli speciali codici che generano segnali *ortogonali*, i quali non interferiscono tra di loro.

Questa tecnica ha diversi vantaggi:

- introduce un certo livello di sicurezza, perché i segnali sono difficili da decodificare;
- è poco sensibile ai disturbi;
- permette a base station adiacenti di comunicare con lo stesso terminale, al fine di realizzare il soft handoff;
- non esiste un limite fisso (“hard”) sul numero massimo di terminali in una cella;
- non si deve pianificare la suddivisione delle frequenze tra le celle.

Gli svantaggi sono invece che:

- è complesso da realizzare;
- richiede un controllo di potenza accurato (siccome tutti i trasmettitori operano sullo stesso canale, un segnale più forte rischierebbe di “nascondere” uno più debole);
- richiede la disponibilità di larghi tratti di spettro liberi.