

3. Reti Radio-mobili Cellulari
3.3 GPRS-EDGE

Prof. Raffaele Bolla



La trasmissione dati su reti radio mobili cellulari

- Le reti radiomobili cellulari nascono per fornire servizi telefonici tradizionali
- Per il trasporto dei dati è inizialmente solo prevista la modalità a commutazione di circuito che in pratica fornisce un servizio simile a quello ottenibile con un modem su la rete telefonica tradizionale (anche se con velocità ridotta ad un terzo circa).
- Una volta consolidato il successo di questa tecnologia, è apparso subito necessario sviluppare in modo più adeguato il supporto al traffico dati

Lezione 3.3, v. 1.0

2

La trasmissione dati su reti radio mobili cellulari

- Tale sviluppo è avvenuto tramite due strade:
 - Incremento del tasso trasmissivo disponibile istantaneamente al singolo utente (HSCSD, EDGE, GPRS)
 - Introduzione di meccanismi a commutazione di pacchetto (GPRS)

Lezione 3.3, v. 1.0

3

General Packet Radio Service (GPRS)

- L'obiettivo di questo standard è introdurre nel GSM un supporto ad un servizio a commutazione di pacchetto
- La struttura della rete GSM tradizionale è troppo orientata al servizio telefonico per poter supportare tale cambiamento
- Per cui la scelta è stata affiancare alla rete tradizionale una rete a pacchetto opportunamente strutturata limitando l'effettiva "convivenza" dei due tipi di traffico alla MS e al BSS.

Lezione 3.3, v. 1.0

4

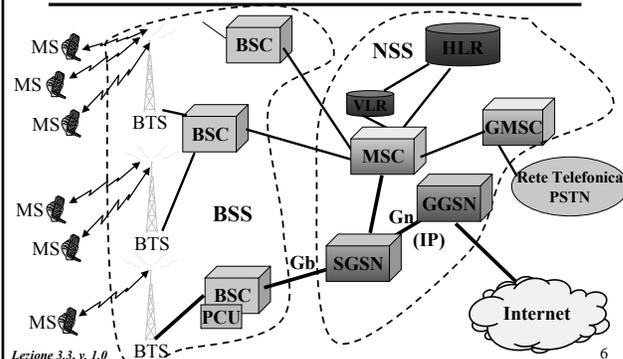
Struttura del GSM/GPRS

- Rispetto alla rete GSM tradizionale sono state aggiunte due tipologie di nodi ed un elemento funzionale:
 - *Serving GPRS Support Node (SGSN)*: È il vero e proprio nodo interno a commutazione di pacchetto della rete GPRS
 - *Gateway GPRS Support Node (GGSN)*: è il nodo di rete con funzioni corrispondenti al GMSC, ossia che realizza l'interconnessione con reti esterne (in genere in tecnica IP).
 - *Packet Control Unit (PCU)*: è un nuovo elemento funzionale che viene posto nel BSS (in genere all'interno della BSC).

Lezione 3.3, v. 1.0

5

Struttura del GSM/GPRS



Lezione 3.3, v. 1.0

6

Struttura protocollare

- Il GPRS fornisce un servizio di tipo “trasparente”, nel senso che è in grado di interconnettere una applicazione su MS a reti di due tipi:
 - IP (realmente utilizzato)
 - X.25
- Si supponga di considerare una interconnessione di una MS ad Internet.
- Tale interconnessione viene realizzata sostanzialmente tramite un *tunneling* fra la MS e il nodo di gateway GGSN.
- Tale *tunneling* si compone di due tratte:
 - La tratta fra MS e il primo nodo SGSN interno
 - La tratta tra il primo SGSN e il gateway GGSN.

Lezione 3.3, v. 1.0

7

Struttura protocollare

- La MS ed il nodo SGSN a cui essa risulta collegata colloquiano su un collegamento logico punto-punto tramite uno specifico protocollo a livello di rete (SNDTCP) ed uno specifico LLC. Si osservi che tale collegamento può modificarsi nel tempo a causa della mobilità.
- Il collegamento MS-GSN per quanto concerne il sotto-livello MAC e il livello fisico è a sua volta composto da due tratte:
 - MS-PCU (BSC): sostanzialmente la tratta radio, **interfaccia Um**
 - PCU - GSN: **interfaccia Gb**

Lezione 3.3, v. 1.0

8

Struttura protocollare

- I nodi GSN sono interconnessi fra di loro con un *backbone* IP
- Il traffico utente, però, viaggia tramite dei protocolli che realizzano un *tunneling* su IP appoggiandosi su UDP (TCP per X.25).
- Dal punto di vista di Internet i due soli nodi “visibili” sono il GGSN con funzioni di router e la MS.
- Si osservi che la MS potrebbe ricevere dal GGSN dinamicamente indirizzi IP privati, in questo caso lo stesso GGSN opera anche da NAT.

Lezione 3.3, v. 1.0

9

Struttura protocollare

QuickTime™ e un
decompressore TIFF (LZW)
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

Lezione 3.3, v. 1.0

10

Serving GPRS Support Node (SGSN)

- Gestisce l'autenticazione
- Determina le risorse radio necessarie (anche in corrispondenza della QoS) in accordo con la BSS.
- Raccoglie i dati per la tassazione
- Nella comunicazioni tra i nodi interni (GSN) gestisce
 - l'instradamento
 - l'incapsulamento ed il tunneling
- Nella comunicazioni con MS e BSS
 - Rispetto la MS gestisce il protocollo SNDTCP ed LLC gestendo la connessione logica
 - Rispetto alla BSS gestisce la comunicazione a livello di linea tramite il protocollo BSSGP
- Gestisce la mobilità degli utenti

Lezione 3.3, v. 1.0

11

Gateway GPRS Support Node (GGSN)

- E' un SGSN che ha funzioni di *gateway* verso reti esterne
- Verso l'interno della rete ha le stesse funzioni di un SGSN
- Verso l'esterno opera come un router IP tradizionale realizzando in più tutte le funzioni necessarie a terminare i *tunneling* IP interni e inviare i pacchetto sulla rete IP e viceversa.
- Ha il compito di creare i PDP *context* ossia le strutture dati legate ad una comunicazione verso l'esterno che contengono fra l'altro il protocollo (IPv4) e l'indirizzo (IP) utilizzato dalla MS. Il PDP *context* viene memorizzato anche nella MS e nella SGSN.
- Memorizza la SGSN di ogni MS attiva.

Lezione 3.3, v. 1.0

12

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Packet Control Unit (PCU)

- Integra le funzionalità di una BSC
- In particolare realizza
 - Segmentazione e riassetaggio RLC/MAC verso e da la MS
 - Gestisce lo scheduling dei canali fisici
 - Controlla l'accesso ai canali e li gestisce
 - Realizza la rivelazione e correzione dell'errore ARQ

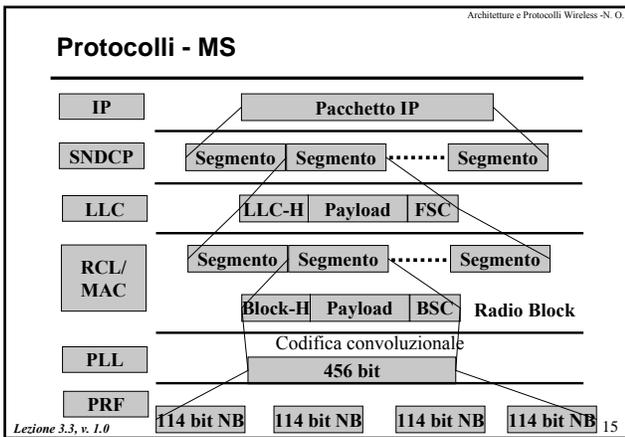
Lezione 3.3, v. 1.0 13

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Protocolli

- Per quanto concerne i protocolli, la parte più interessante del meccanismo è quella relativa alla comunicazione fra MS e SGSN, ed in particolare la parte legata al livello di linea dove avvengono le operazioni legate all'uso dell'interfaccia radio
- L'interesse deriva principalmente dal fatto che è su questa tratta che si trova il "collo di bottiglia" per quanto concerne il tasso trasmissivo.
- In particolare i protocolli coinvolti sono:
 - Radio Link Control/ Medium Access Control (RLC/MAC)
 - Physical Link Layer (PLL)
 - Radio Frequency Layer (RFL)

Lezione 3.3, v. 1.0 14



Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

MS-BSS

- Le trasmissioni dati fra MS e BSS sono di tipo monodirezionale, ossia la tx *uplink* e *downlink* sono gestite in modo indipendente..
- Il blocco dati minimo allocato e trasmissibile è il **Radio Block** che ha dimensione pari a **456 bit**; questo significa che il canale logico dati del GPRS è al minimo allocato su una slot per quattro frame.
- La BSS abilita direttamente le stazioni per la trasmissione in *uplink* di un RB o di una sequenza di RB (4).
- La costruzione di un RB può avvenire con codifiche diverse (CS-x) a seconda delle condizioni del canale e delle capacità della MS.

Lezione 3.3, v. 1.0 16

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

MS-BSS

Schema di codifica	Bit RB	Bit BCS	USF+ separazione	Code rate	Bit rate per slot (Kbps)	Bit rate massimo totale (su 8 slot)
CS-1	181	40	3+4	1:2 (456)	9,05	72,4
CS-2	268	16	6 +4	2:3 (588)	13,4	107,2
CS-3	312	16	6 +4	3:4 (676)	15,6	124,8
CS-4	428	16	12 +4	1:1 (456)	21,4	171,2

Lezione 3.3, v. 1.0 17

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

MS-BSS

- La trasmissioni può avvenire su più canali e quindi su più slot contemporanee per trama fino ad occuparle tutte 8.
- Ma è anche prevista l'operazione inversa, ossia fino a 8 MS possono condividere lo stesso canale (singola slot)

Class	Dynamic	Download	Upload	Max	Combinations
1	No	1	1	2	(1+1)
2	No	2	1	3	(2+1)
3	Si	2	2	3	(2+1) (1+2)
4	No	3	1	4	(3+1)
5	No	2	2	4	(2+2)
6	Si	3	2	4	(3+1) (2+2)
7	Si	3	3	4	(3+1) (2+2) ...
8	No	4	1	5	(4+1)
9	No	3	2	5	(3+2)
10	Si	4	2	5	(4+1) (3+2)
11	Si	4	3	5	(4+1) (3+2) ...
12	Si	4	4	5	(4+1) (3+2) ...

Lezione 3.3, v. 1.0 18

MS

- Le MS possono appartenere ad una delle tre classi:
 - **Classe A:** in grado di gestire contemporaneamente comunicazioni voce e GPRS
 - **Classe B:** in grado di registrarsi e realizzare entrambe le comunicazioni ma solo una alla volta
 - **Classe C:** in grado di realizzare solo comunicazioni GPRS

Prestazioni attuali

- In linea di massima gli operatori tendono a utilizzare le codifiche CS-2 o CS-3.
- Le comunicazioni voce hanno sempre la priorità
- I terminali sono per la maggioranza di classe B-6 o B-10.
- Quindi la velocità media ottenibile attualmente su una rete non troppo carica di comunicazioni telefoniche si aggira sui 20- 30 kbps di picco.

Gestione della mobilità

- La mobilità di una MS GPRS viene gestita in modo molto simile a quella di un MS GSM tradizionale.
- All'attivazione del servizio GPRS la MS si "connette" alla rete.
- A differenza delle chiamate telefoniche, la MS per un servizio GPRS potrebbe essere attiva (il corrispondente di in conversazione per la voce) molto a lungo ma trasmettere o ricevere in modo molto saltuario.

Localizzazione

- La localizzazione è fatta sulla base di **Routing Area**, che è più piccola in genere di una LA.
- Il RA *Identity* viene distribuito in broadcasting allo stesso modo del LAI.
- Inoltre lo stato della MS GPRS può assumere tre valori
 - **Idle**
 - **Standby**
 - **Active**

Localizzazione

- Nello stato **Idle** la stazione è considerata irraggiungibile
- Nello stato **Standby**
 - la stazione è considerata raggiungibile
 - può ricevere *paging* o scambiare segnalazione ma non può inviare o ricevere dati.
 - La localizzazione è mantenuta su base RA; ogni volta che la stazione cambia RA deve operare una procedura di RA *updating* analoga a quella di MS voce per la LA. Tale procedura deve essere fatta su sollecito della rete anche periodicamente

Visitor Location Register (VLR)

- Nello stato di **Ready**
 - La stazione si trova in condizioni analoghe a quella di una MS voce in conversazione
 - Ossia la posizione della MS è mantenuta su base cella.
 - Essendo nota la cella non è necessaria la procedura di *paging* per inviare dati.
 - Ovviamente la MS deve aggiornare la propria posizione ogni qual volta cambia cella.
- La MS entra nello stato **Ready** tramite una procedura *Attach* GPRS che prevede anche l'autenticazione.
- Passa da **Ready** a **Standby** se non invia o riceve dati per un certo tempo
- Passa da **Standby** a **Ready** se ricomincia a ricevere o inviare dati

Enhanced Data rate for GSM Evolution (EDGE)

- I singoli canali in frequenza GSM hanno una larghezza di 200 KHz.
- La modulazione in uso nel GSM tradizionale permette il trasporto di un bit a simbolo.
- EDGE in sostanza modifica solo la modulazione, introducendo una modulazione multistato e quindi portando il bit rate disponibili a triplicare nel caso più favorevole.
- LA struttura dei burst rimane la stessa di prima, ma i bit vengono sostituiti da simboli.

Enhanced Data rate for GSM Evolution (EDGE)

- Caratteristiche
 - Banda del singolo canale radio 200 KHz
 - Numero di slot per trama: 8
 - Durata della trama 4,615 ms
 - Symbol rate 270Ksimboli pari a
 - » 384 Kbps per velocità fino a 100 km/h
 - » 144 Kbps per velocità da 100 a 250 Km/h
 - » Il GSM standard ha 116 Kbps
 - Campo informativo del normal burst 384 bit
 - Bit rate massimo per slot (lordo) 59,2 Kbps (GSM 24,7 Kbps)
 - Max tasso per trama 473,6 Kbps (GSM 182)