3 Caratteristiche del servizio

Il GPRS offre all'utente la possibilità di inviare e ricevere dati in modalità a commutazione di pacchetto, con diverse modalità e qualità. Il servizio di trasporto è particolarmente adatto a traffici con le seguenti caratteristiche:

- scambi di dati intermittenti e non periodici, tali che il tempo che intercorre tra due transazioni successive sia molto maggiore della durata di ogni transazione;
- frequenti trasmissioni di piccoli volumi di dati (pacchetti di meno di 500 byte scambiati diverse volte al minuto);
- trasmissioni occasionali di grandi volumi di dati (diversi kb scambiati poche volte all'ora).

3.1 Servizi PTP e PTM

All'interno del servizio di trasporto dei dati a pacchetto, lo standard GPRS definisce due tipologie di servizio, dette rispettivamente *Point-To-Point* (PTP) e *Point-To-Multipoint* (PTM).

Il servizio PTP consiste nell'invio di pacchetti da un unico mittente verso un unico destinatario; si possono distinguere due classi di servizio, dette *Point-To-Point Connection Oriented Network Service* (PTP-CONS) e *Point-To-Point ConnectionLess Network Service* (PTP-CLNS). Nel primo caso è stabilita una relazione logica (detta circuito virtuale) tra sorgente e destinazione dei dati, mentre nel secondo ogni pacchetto (detto datagramma) è indipendente dai pacchetti precedenti e successivi. Applicazioni tipiche del PTP-CONS sono operazioni con carte di credito, monitoraggio di sistemi remoti, servizi di reperimento di informazioni su database remoti; il PTP-CLNS è utile soprattutto per invio e ricezione di posta elettronica e navigazione su Internet.

Il servizio PTM consiste nell'invio di pacchetti da un unico mittente verso diversi destinatari; si possono distinguere le classi PTM-M (*Point-To-Multipoint Multicast*), in cui i messaggi sono inviati a tutti i terminali situati in una certa area geografica, e PTM-G (*Point-To-Multipoint Group call*), in cui i messaggi sono inviati a uno specifico gruppo di utenti indipendentemente dalla loro posizione. Applicazioni tipiche per i due tipi di servizio sono rispettivamente informazioni sul traffico e servizi di messaggistica aziendale.

3.2 SMS

Tra i servizi supportati dal GPRS, merita una menzione l'SMS (*Short Message Service*). Il servizio SMS permette la trasmissione tra due terminali mobili di semplici messaggi di testo con lunghezza non superiore a 140 byte, corrispondenti a 160 caratteri alfanumerici codificati su 7 bit. Il trasferimento avviene secondo una modalità "store-and-forward": la rete memorizza il messaggio e lo consegna al destinatario non appena questo risulti raggiungibile, senza che l'utente debba verificare esplicitamente la presenza di messaggi ad esso diretti.

Tale servizio era già stato introdotto nel sistema GSM, ottenendo un enorme successo commerciale. Per l'invio e la ricezione dei messaggi da parte delle MS era previsto che venissero utilizzati i normali canali di segnalazione GSM (SDCCH o SACCH), la cui ridotta velocità di trasmissione (rispettivamente 660 e 150 bit/s) non avrebbe costituito un grave problema a causa del basso volume di dati da trasmettere. Lo standard GPRS prevede il supporto del servizio SMS in due modi: è ancora possibile la trasmissione di messaggi in maniera tradizionale, sfruttando i canali di segnalazione GSM, ma è anche possibile la loro trasmissione mediante i canali riservati al servizio GPRS.

Siccome i canali di segnalazione costituiscono una risorsa scarsa, lo scambio di un gran numero di messaggi SMS attraverso di essi può causare problemi alla rete. Infatti, benché un singolo messaggio non richieda un'elevata capacità trasmissiva, se molti utenti tentano di inviare messaggi nello stesso istante dalla stessa area è possibile che i canali vengano saturati, causando ritardi e problemi. Il GPRS introduce la possibilità di inviare i messaggi SMS attraverso i canali dedicati al servizio a commutazione di pacchetto, alleviando il carico che graverebbe sui canali GSM e sfruttando le caratteristiche innovative introdotte dal nuovo servizio, in particolare la maggiore velocità di trasmissione. Gli utenti possono inviare e ricevere SMS via GPRS senza alcuna interruzione degli altri servizi GPRS attivi. Se un terminale è connesso ad entrambi i servizi (GSM e GPRS), può ricevere SMS sia nella tradizionale modalità a commutazione di circuito che attraverso i canali GPRS.

3.3 Qualità del servizio

Come si è detto, il GPRS offre un servizio di trasferimento dati a commutazione di pacchetto. Questo sistema consente di sfruttare al meglio le potenzialità della rete, specialmente nel caso di traffico intermittente: durante i periodi in cui un utente non richiede capacità trasmissiva, questa può essere dedicata ad altri.

In questo modo, però, l'utente non ha alcuna garanzia sulla velocità del collegamento, che può variare da istante a istante a seconda del grado di occupazione della rete. Inoltre, se molti utenti cercano di scambiare dati contemporaneamente, le risorse trasmissive si possono saturare, rendendo necessaria la memorizzazione delle informazioni inviate dall'utente o a lui dirette, al fine di trasmetterle negli intervalli di tempo in cui la risorsa è disponibile. Questa procedura ha l'effetto di aumentare ulteriormente il ritardo con cui i pacchetti sono inviati a destinazione. Nei casi più gravi, anche le risorse di memorizzazione possono non essere sufficienti, e può presentarsi la

necessità di scartare alcuni pacchetti. Infine, come per tutte le reti a commutazione di pacchetto, esiste la possibilità che i dati si perdano, arrivino duplicati o fuori sequenza, oppure arrivino corrotti.

Alcuni dei problemi sopra esposti possono condizionare pesantemente il funzionamento di determinate applicazioni, mentre per altre possono risultare quasi irrilevanti: ad esempio, le richieste di un applicativo per conferenze in tempo reale saranno profondamente diverse da quelle di un servizio di trasferimento di file. Per questo, è prevista la possibilità di negoziare per ogni utente e per ogni sessione la qualità del servizio (*Quality of Service*, QoS) desiderata, in modo da supportare efficacemente una grande varietà di applicazioni utilizzando in modo efficiente le risorse radio. Inoltre, esiste la possibilità per i gestori di differenziare i prezzi del servizio in base alla qualità offerta.

Sono stati definiti cinque parametri di qualità: priorità, ritardo, affidabilità, throughput medio e throughput di picco. Combinando opportunamente questi cinque parametri è possibile ottenere numerosi profili di QoS. Ogni parametro di qualità viene negoziato tra la MS e la rete GPRS. Se il profilo di QoS scelto è accettato da entrambe le parti, la rete GPRS è tenuta a predisporre le risorse adeguate per supportare tale profilo.

In ogni caso, i gestori non sono obbligati a supportare tutte le possibili combinazioni delle classi di qualità. Inoltre, i parametri di qualità si riferiscono a condizioni di copertura accettabile e di rete non congestionata. In caso di congestione, tali parametri sono solo indicativi e il gestore è tenuto unicamente a garantire le priorità tra i diversi flussi.

3.3.1 Classi di priorità

Sono definite tre classi di priorità (*service precedence*), che vengono utilizzate solo qualora non vi siano risorse sufficienti a servire con i livelli di qualità richiesti tutti gli utenti connessi: in questo caso verranno scartati per primi i pacchetti con priorità inferiore.

- **Priorità alta**: in caso di congestione, i pacchetti appartenenti a questa classe hanno la precedenza su tutti gli altri.
- **Priorità normale**: i pacchetti di questa classe hanno la precedenza rispetto a quelli della classe inferiore.
- **Priorità bassa**: in caso di congestione, i pacchetti vengono consegnati solo in assenza di traffico a priorità superiore.

3.3.2 Classi di ritardo

Sono definite quattro classi di ritardo (*delay class*), le quali definiscono i valori massimi che la rete deve garantire per il ritardo medio (*mean delay*) e per il ritardo del 95º percentile (*95-percentile delay*), ovvero il ritardo massimo garantito nel 95% dei trasferimenti. Il ritardo che si considera è definito come il tempo di trasferimento tra due terminali mobili o tra un terminale mobile e l'interfaccia Gi verso una rete esterna: sono

inclusi tutti i ritardi generati all'interno della rete GPRS (per richiesta e assegnazione di risorse radio, trasmissione e ricezione all'interfaccia radio, attraversamento della rete fissa di transito), mentre non sono considerati i ritardi dovuti ad elementi esterni alla rete GPRS. La Tabella 3.1 elenca le quattro classi di ritardo ed i rispettivi parametri per pacchetti di 128 e 1024 byte.

Classe	Pacchetto da 128 byte		Pacchetto da 1024 byte	
	Ritardo medio	Ritardo del 95º percentile	Ritardo medio	Ritardo del 95º percentile
1	< 0.5 s	< 1.5 s	< 2 s	< 7 s
2	< 5 s	< 25 s	< 15 s	< 75 s
3	< 50 s	< 250 s	< 75 s	< 375 s
4	Non specificato (*Best effort*)			

Tabella 3.1. Classi di ritardo

3.3.3 Classi di affidabilità

Le tre classi di affidabilità (*reliability class*) definiscono le caratteristiche trasmissive richieste da un'applicazione. A seguito della richiesta di una certa *reliability class*, vengono garantiti determinati valori massimi delle probabilità che un pacchetto di dati venga perso, arrivi duplicato, arrivi fuori sequenza e arrivi corrotto (cioè contenga errori non correggibili).

Classe	Probabilità di perdita	Probabilità di duplicazione	Probabilità di fuori sequenza	Probabilità di corruzione
1	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}
2	10^{-4}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-6}
3	10^{-2}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-2}

Tabella 3.2. Classi di affidabilità

Nella Tabella 3.2 vengono specificati questi valori. La classe 1 è adatta per applicazioni estremamente sensibili ad errori e perdite di dati e non dotate di capacità di correzione; la classe 2 è indicata per applicazioni con limitate capacità di correzione degli errori o buona tolleranza degli errori stessi; infine la classe 3 è stata studiata per applicazioni non particolarmente sensibili agli errori e alle perdite o con buone capacità di correzione.

3.3.4 Classi di throughput

Le *throughput class* definiscono la velocità massima che il gestore garantisce all'utente per una determinata sessione e la velocità media garantita per la sessione stessa. Sono definite 9 classi di throughput di picco (*peak throughput class*, v. Tabella 3.3) e 19 classi di throughput medio (*mean throughput class*, v. Tabella 3.4); la classe di throughput medio n. 19 rappresenta un servizio di tipo *best effort*, in cui il gestore non offre alcuna garanzia sulla velocità media del collegamento.

Classe	Throughput di picco
1	8 kbit/s
2	16 kbit/s
3	32 kbit/s
4	64 kbit/s
5	128 kbit/s
6	256 kbit/s
7	512 kbit/s
8	1024 kbit/s
9	2048 kbit/s

Tabella 3.3. Classi di throughput di picco

3.4 Tariffazione e fatturazione

L'introduzione del servizio GPRS ha un notevole impatto sui sistemi che si occupano della gestione di tariffazione e fatturazione in uso presso i gestori GSM. Infatti, mentre nel GSM ogni utente effettuava in genere solo qualche chiamata al giorno, ora il sistema deve poter gestire un gran numero di scambi di pacchetti di dati e processare le relative informazioni per fatturare in modo appropriato il traffico GPRS generato dall'utente.

La maggior parte delle informazioni sulla tariffazione sono generate dagli SGSN e dai GGSN, nonché dagli SMS-MSC. Queste informazioni vengono raccolte in pacchetti detti *Call Detail Record* (CDR), che includono campi quali la PDN esterna con cui è stata creata la connessione, il volume dei dati trasferiti, la qualità del servizio richiesta e quella offerta, la data e l'ora di inizio della connessione e la durata della sessione. I CDR del GPRS differiscono notevolmente da quelli del GSM, rendendo quindi più complicati i sistemi di tariffazione; inoltre la quantità dei CDR generati dal GPRS è molto maggiore rispetto al GSM tradizionale. La capacità di elaborazione richiesta ai nodi che si occupano della tariffazione (detti *charging gateway* e non inclusi nello schema di Figura 2.1 per semplicità) è dunque decisamente aumentata. È necessario inoltre tenere in considerazione la possibilità che un utente utilizzi contemporaneamente sia il servizio GSM che il GPRS.

Classe	Throughput medio
1	0.22 bit/s
2	0.44 bit/s
3	1.11 bit/s
4	2.2 bit/s
5	4.4 bit/s
6	11.1 bit/s
7	22 bit/s
8	44 bit/s
9	111 bit/s
10	0.22 kbit/s
11	0.44 kbit/s
12	1.11 kbit/s
13	2.2 kbit/s
14	4.4 kbit/s
15	11.1 kbit/s
16	22 kbit/s
17	44 kbit/s
18	111 kbit/s
19	*Best effort*

Tabella 3.4. Classi di throughput medio

Mentre nel GSM la tariffazione era basata unicamente su un canone fisso mensile più un costo dipendente dalla durata delle chiamate, gli operatori GPRS hanno la possibilità di tassare i clienti in diversi modi, eventualmente offrendo loro la possibilità di scegliere il metodo più conveniente. Il metodo di tariffazione più interessante (sia per gli operatori, che incrementano lo sfruttamento delle risorse radio, sia per i clienti, che perdono il vincolo temporale della connessione) è probabilmente quello basato sul volume di dati scambiati, eventualmente prevedendo un canone fisso mensile e considerando anche il profilo di qualità del servizio e l'ora del giorno a cui avviene il trasferimento. Tuttavia, questa non è l'unica strada percorribile: è anche possibile offrire l'accesso illimitato al sistema in cambio di un canone prefissato, oppure basare la tariffazione sul tempo in cui l'utente ha mantenuto contesti PDP attivi, oppure ancora stabilire un prezzo fisso per ogni transazione di un certo tipo (invio di messaggi, ricezione di informazioni, accesso a determinate sezioni di un portale…). Così come nel GSM, è prevista anche la possibilità di offrire servizi prepagati comprendenti un certo volume di dati scambiati o un certo tempo di connessione.