

Appunti di
Reti (F. Granelli)

Davide Parpinello

Aprile 2020

Indice

1	Roadmap	2
1.1	Internet	2
1.2	Ai confini della rete	2
1.3	Il nucleo della rete	2
1.3.1	Esempio di commutazione di circuito	3
1.3.2	Esempio di commutazione di circuito	3
1.3.3	Confronto fra commutazione di pacchetto e di circuito	3
1.3.4	Struttura gerarchica	3
1.4	Ritardi, perdite e throughput nelle reti a comunicazione di pacchetto	4
1.4.1	Ritardo di un nodo	4
1.5	Livelli di protocollo e i loro modelli di servizio	5
1.6	Reti sotto attacco: la sicurezza	5

Capitolo 1

Roadmap

1.1 Internet

Internet è costituito da milioni di dispositivi, chiamati **sistemi terminali**, collegati tra loro da collegamenti in rame, fibre ottiche, oppure via radio come onde elettromagnetiche o satelliti.

La frequenza di trasmissione in internet è data dall'ampiezza di banda disponibile.

Sulla rete internet inoltre sono presenti particolari host, denominati **router**, che si occupano di instradare i pacchetti verso la loro destinazione finale.

Nello scambio di messaggi tra host vengono implementati dei **protocolli**, che ne definiscono formato e ordine d'invio, così come le azioni intraprese in fase di trasmissione e/o ricezione di un messaggio o un altro evento.

Internet è un'infrastruttura di comunicazione per applicazione distribuita, viene anche chiamato "rete delle reti" ed è organizzato in modo gerarchico.

1.2 Ai confini della rete

Sul bordo della rete internet troviamo applicazioni e sistemi terminali, raggruppati tra loro e connessi tra di loro mediante collegamenti cablati e wireless.

I sistemi terminali (o host) fanno girare diversi programmi applicativi e possono essere organizzati con architettura client/server oppure P2P.

L'accesso a internet può avvenire mediante diversi modi:

- **Accesso residenziale:** viene utilizzato un modem dial-up o DSL.
- **Accesso aziendale:** una LAN collega i sistemi terminali di aziende e università all'**edge router**, i sistemi terminali sono collegati tra loro mediante uno switch ethernet.
- **Accesso wireless:** i terminali vengono collegati mediante **access point**.
- **Reti domestiche:** sono costituite da un modem DSL o via cavo, un router/firewall/NAT, switch ethernet e accesso wireless. Spesso queste funzioni vengono raggruppate in un unico dispositivo (modem/router).

1.3 Il nucleo della rete

Al centro della rete si trovano invece router interconnessi tra loro, che creano quindi una rete delle reti.

I dati nel nucleo della rete vengono trasferiti con due modalità differenti:

- **Commutazione di circuito:** è presente un circuito dedicato per l'intera durata della sessione
- **Commutazione di pacchetto:** i messaggi di una sessione utilizzano le risorse su richiesta, di conseguenza potrebbero dover attendere per accedere a un collegamento.

1.3.1 Esempio di commutazione di circuito

Consideriamo un file L di 640.000 bit, un bitrate totale C da 1.536 Mbps, TDM con 24 slot/s, 500ms per stabilire la connessione.

Trovo inizialmente la capacità di un singolo slot:

$$C_{1slot} = \frac{C}{24} = 0.064Mbps = 64Kbps$$

Successivamente calcolo il tempo necessario alla trasmissione:

$$T_{tx} = \frac{L}{C_{1slot}} = 10s$$

Infine, calcolo il tempo totale:

$$T_{tot} = 500ms + 10s = 10,5s$$

1.3.2 Esempio di commutazione di circuito

I secondi necessari per trasmettere un pacchetto in uscita su un collegamento da R bps sono dati da L/R , mentre il ritardo $3L/R$.

1.3.3 Confronto fra commutazione di pacchetto e di circuito

La commutazione di pacchetto consente un utilizzo della rete da parte di maggiori utenti, ed è ottima per i dati a raffica.

Dal lato negativo, presenta un'eccessiva congestione, causando ritardi e perdite di pacchetti. Sono quindi necessari protocolli per il trasferimento affidabile e per il controllo della congestione.

1.3.4 Struttura gerarchica

La rete internet ha una struttura fondamentalmente gerarchica:

- Al centro sono presenti **ISP di livello 1**, che offrono una copertura nazionale e/o internazionale
 - Comunicano tra loro come fossero pari
- **ISP di livello 2:** ISP più piccoli, copertura nazionale/distrettuale.
 - Si può connettere solo ad alcuni ISP di livello 1 e ad altri di livello 2
 - Paga l'ISP di livello 1 che gli fornisce la connettività per il resto della rete
- **ISP di livello 3 e ISP locali (di accesso):**
 - sono le reti "ultimo salto", le più vicine agli host
 - Sono clienti degli ISP di livello superiore che li collegano all'intera internet.

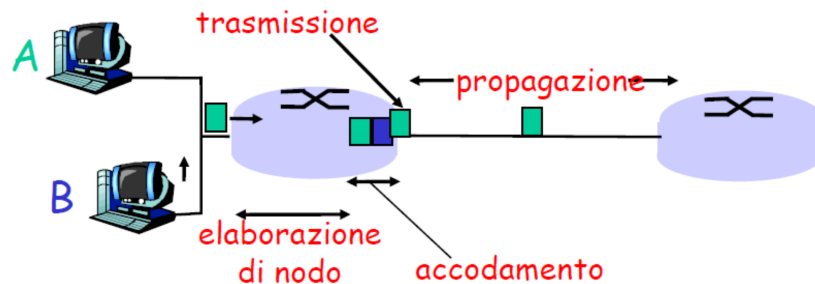
Un pacchetto attraversa un sacco di reti, dal livello più basso fino al principale e poi nuovamente a scendere.

1.4 Ritardi, perdite e throughput nelle reti a comunicazione di pacchetto

Nella rete si verificano dei ritardi quando il tasso di arrivo dei pacchetti eccede la capacità di evaderli, con la conseguenza che vengono accodati nei buffer del router in attesa del proprio turno. Se non ci sono buffer liberi i pacchetti vengono scartati e ritrasmessi dal nodo precedente o, in alcuni casi, non venire proprio ritrasmessi.

Quattro cause di ritardo dei pacchetti sono le seguenti:

1. Ritardo di elaborazione sul nodo
 - Controllo errori sui bit
 - Determinazione del canale di uscita
2. Ritardo di accodamento
 - Attesa di trasmissione
 - Livello di congestione del router
3. Ritardo di trasmissione (L/R)
 - R = frequenza di trasmissione del collegamento
 - L = lunghezza del pacchetto
4. Ritardo di propagazione (d/s)
 - d = lunghezza dl collegamento fisico
 - s = velocità di propagazione del collegamento ($\sim 2 \cdot 10^8$ m/s)



1.4.1 Ritardo di un nodo

Il ritardo di un nodo è dato dalla seguente formula:

$$d_{nodal} = d_{proc} + d_{queue} + d_{trans} + d_{prop} \quad (1.1)$$

dove:

- d_{proc} = ritardo di elaborazione (processing delay)
 - in genere di pochi microsecondi, o anche meno
- d_{queue} = ritardo di accodamento
 - dipende dalla congestione

- d_{trans} = ritardo di trasmissione (transmission delay)
 - significativo sui collegamenti a bassa velocità
- d_{prop} = ritardo di propagazione (propagation delay)
 - da pochi microsecondi a centinaia di millisecondi

Ritardo di accodamento

- R = frequenza di trasmissione (bps)
- L = lunghezza del pacchetto (bit)
- a = tasso medio di arrivo dei pacchetti

Se calcoliamo $L a / R$ otteniamo l'intensità di traffico:

- Vicino a 0: poco ritardo
- Minore o uguale a 1: traffico consistente
- Maggiore di 1: più lavoro in arrivo di quanto possa essere effettivamente svolto, ritardo medio infinito.

Il **throughput** viene calcolato come la frequenza (bit/unità di tempo) alla quale i bit sono trasferiti tra mittente e ricevente. Può essere istantaneo o medio (in un periodo più lungo).

In internet si considera anche il **collo di bottiglia**, ovvero un collegamento su un percorso punto-punto che vincola un throughput end to end.

1.5 Livelli di protocollo e i loro modelli di servizio

Si considerano principalmente 5 livelli di protocollo:

1. **Applicazione:** di supporto alle applicazioni di rete
2. **Trasporto:** trasferimento dei messaggi del livello applicazione tra modulo client e server, connessione tra processi applicativi
3. **Rete:** instradamento dei datagram dall'origine al destinatario
4. **Link (collegamento):** instradamento dei datagram attraverso una serie di commutatori di pacchetto
5. **Fisico:** trasferimento dei singoli bit

1.6 Reti sotto attacco: la sicurezza

I malintenzionati installano malware negli host attraverso internet. Il malware può raggiungere gli host attraverso virus, worm o cavalli di Troia. Un malware di spionaggio può registrare quanto viene digitato, i siti visitati e informazioni di upload. Gli host infettati possono diventare botnet e essere usati per lo spamming e attacchi DDoS. Un malware è spesso auto-replicante e da un host attaccato può passare ad altri host.

Analisi di pacchetti Chiamato anche packet sniffing, quando un'interfaccia di rete legge/registra tutti i pacchetti che la attraversano.

IP spoofing Invio di pacchetti con un indirizzo sorgente falso.

Record-and-playback Vengono "sniffati" dati sensibili per utilizzarli in un secondo momento.