

Reti di Calcolatori

UniVR - Dipartimento di Informatica

Fabio Irimie

1° Semestre 2024/2025

Indice

1	Introduzione	2
2	Architetture di rete	3
2.1	Reti locali	3
2.1.1	Organizzazione del Backbone	4
3	Modalità di comunicazione	4
3.1	Reti a commutazione di circuito	4
3.1.1	Vantaggi	4
3.1.2	Svantaggi	5
3.2	Reti a commutazione di pacchetto	5
3.2.1	Vantaggi	5
3.2.2	Svantaggi	5
4	Ritardi di trasmissione	6
4.1	Ordine di grandezza	6
4.2	Strumenti per calcolare il ritardo end-to-end	6
4.2.1	Ping	6
4.2.2	Traceroute	6
4.3	Quantità di dati trasferiti	7

1 Introduzione

Il problema principale che bisogna affrontare è la comunicazione tra 2 calcolatori, cioè lo scambio di informazioni. Per far comunicare 2 calcolatori c'è bisogno di alcuni requisiti:

1. **Protocollo:** È un insieme di regole che sovrintende alla comunicazione, in cui si definiscono:

- Il formato dei messaggi
- Le azioni da intraprendere nel gestire i messaggi stessi

Questo perché per comunicare tutti devono "parlare la stessa lingua".

2. **Architettura di rete:** Come, fisicamente, trasportare i messaggi

Esempio 1.1. Prendiamo ad esempio la scrittura e la spedizione delle lettere. Ci sono 2 utenti che vogliono scambiare delle lettere. Per gestire il trasporto della lettera essa viene messa all'interno di una **busta**, che contiene informazioni su dove deve essere spedita. Una volta imbustata, va imbucata in una cassetta delle lettere da cui poi verrà prelevata e mandata alla cassetta delle lettere del secondo utente dalla **rete** di distribuzione degli uffici postali. L'utente poi preleverà la lettera dalla cassetta delle lettere e dopo aver controllato le informazioni sulla busta, la aprirà e leggerà il contenuto.

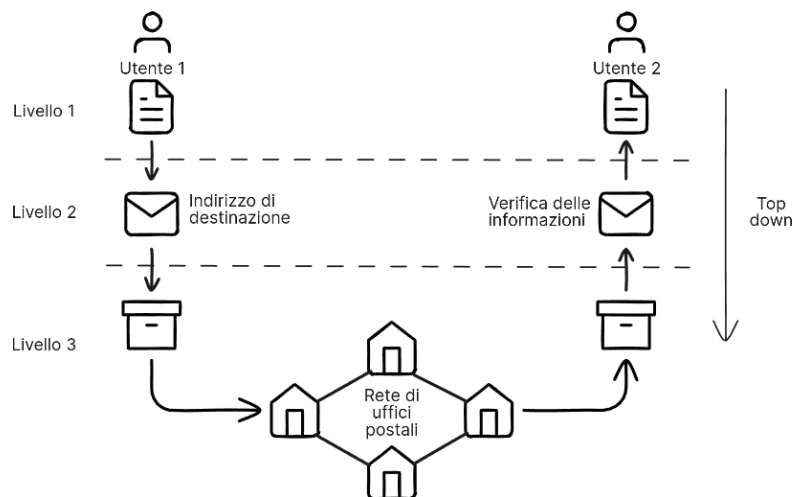


Figura 1: Esempio di comunicazione tra 2 utenti

Il **Protocollo** è il linguaggio utilizzato per comunicare tra i 2 utenti, mentre l'**Architettura di rete** è tutta quella infrastruttura che trasporta il messaggio tra i 2 utenti.

La rappresentazione dei sistemi di comunicazione di solito viene fatta nella modalità **top-down**, cioè si parte dal livello applicativo, quello più alto, fino a scendere nei livelli più bassi in cui si trova la vera e propria architettura della rete.

2 Architetture di rete

Di solito si fa riferimento all'architettura più utilizzata, cioè la rete **Internet**. Si possono distinguere i seguenti elementi base:

- **Calcolatori (End host)**
- **Router (Intermediate host)**
- **Collegamenti**

2.1 Reti locali

Le reti locali, o **LAN** (Local Area Network), sono caratterizzate da un **router di bordo** a cui sono collegati gli end host tramite **cavi fisici** o collegamenti wireless.

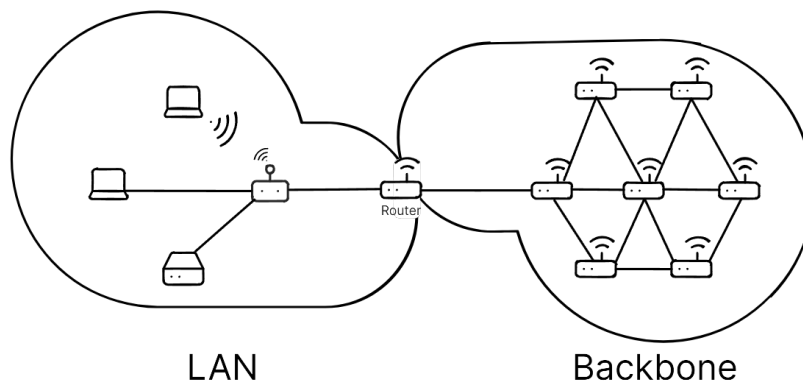


Figura 2: Rete locale

Per collegare diverse LAN tra loro esiste la **backbone**, cioè è una rete di router collegati tra di loro con una topologia gestita dal gestore della rete. Questi router sono geograficamente distribuiti su tutto il territorio.

Nella maggior parte delle volte le connessioni tra i router all'interno della backbone sono cablate, di solito tramite fibre ottiche, soltanto in rari casi si usano connessioni wireless.

2.1.1 Organizzazione del Backbone

Il backbone è composto da diverse reti che appartengono a diverse organizzazioni permettendo di creare diverse interconnessioni tra le reti. Queste organizzazioni si chiamano **Internet Service Provider** (ISP). Gli ISP hanno diversi livelli:

1. **Livello 1:** Hanno una connessione internazionale e quindi sono in grado di comunicare con tutti gli altri ISP.
2. **Livello 2:** Lavorano a livello nazionale.
3. **Livello 3:** Lavorano a livello locale.

Gli ISP di livello 1 sono collegati tra di loro per permettere la comunicazione tra ISP di livello 1 diversi. Anche gli ISP di livello più basso permettono la comunicazione tra di loro o tra gli ISP di livello superiore, tutto questo grazie ad accordi commerciali tra le varie organizzazioni.

Internet è la **Rete delle reti**, cioè è la rete che collega tutti gli ISP tra di loro ed è un'organizzazione gerarchica, cioè è sufficiente creare collegamenti con un sottoinsieme di ISP operanti sul territorio per permettere il collegamento a tutta la rete.

Di conseguenza, per raggiungere un utente, in genere, si segue un percorso gerarchico. Un esempio è la rete stradale, dove per raggiungere una città si seguono le strade principali e poi si scende in quelle secondarie.

La scelta del percorso segue criteri basati su distanza e tempo.

3 Modalità di comunicazione

La gestione del trasporto dei messaggi è gestita dalla rete, però con che modalità trasferisco l'informazione tra 2 utenti?

3.1 Reti a commutazione di circuito

È la modalità di commutazione che è stata utilizzata per la prima volta.

In questa modalità le risorse (capacità del canale di trasmissione) vengono riservate **end-to-end** per la comunicazione, cioè viene letteralmente riservato un circuito che viene utilizzato dai 2 utenti.

Ogni canale è completamente dedicato alla comunicazione tra i 2 utenti, quindi se più utenti vogliono comunicare tra di loro, bisogna riservare altre risorse.

3.1.1 Vantaggi

- Risorse dedicate
- Ritardo deterministico
 - **Ritardo di trasmissione:** Tempo necessario per trasmettere il messaggio
 - **Ritardo di propagazione:** Tempo necessario per trasmettere il messaggio da un nodo all'altro

Se il messaggio è grande $L \text{ bit}$ e il canale riservato è di $B \text{ bit/s}$, allora il tempo di trasmissione sarà:

$$T = \frac{L}{B}$$

Il ritardo di trasmissione e di propagazione è deterministico, perchè dato il circuito di trasmissione, il tempo di trasmissione è noto.

3.1.2 Svantaggi

Nel corso di utilizzo sporadico si ha uno spreco di risorse, perchè il circuito viene riservato per tutta la durata della comunicazione, anche se i 2 utenti non stanno comunicando.

3.2 Reti a commutazione di pacchetto

È la modalità di commutazione più utilizzata al giorno d'oggi.

L'informazione (messaggio) viene suddivisa in **pacchetti** e ad ogni pacchetto viene aggiunto un **header** per permettere:

- La consegna del pacchetto stesso
- La ricostruzione del messaggio

Il messaggio è l'informazione da trasferire, mentre il pacchetto è una porzione del messaggio stesso.

Il messaggio prima della trasmissione viene separato in unità più piccole e a queste unità viene aggiunta un'intestazione che serve a rendere le unità indipendenti per poterle trasmettere in modo indipendente. L'intestazione permette la consegna del pacchetto perchè contiene la destinazione del pacchetto e la ricostruzione del messaggio perchè contiene il numero di sequenza del pacchetto.

I pacchetti vengono salvati all'interno di un **buffer**, cioè una memoria temporanea, in attesa di essere trasmessi. Man mano che i pacchetti vengono inviati vengono accumulati nel buffer dei router e questo avviene per qualsiasi collegamento.

I pacchetti possono arrivare in ordine diverso rispetto a quello di trasmissione, però grazie all'header è possibile ricostruire il messaggio originale.

3.2.1 Vantaggi

- Utilizza le risorse solo quando ci sono pacchetti da trasmettere e questo viene chiamato
- **Multiplexing statistico**, cioè utilizzo lo stesso canale per trasmettere più pacchetti di utenti diversi.

3.2.2 Svantaggi

- Potenziale perdita dei pacchetti: La memoria dei buffer ha una capacità finita, quindi se il tasso di ricezione dei pacchetti è superiore al tasso di smaltimento del buffer, esso inizia a riempirsi. Le perdite aumentano la complessità di gestione della rete.

- Ritardi aumentati

I router prima di trasmettere i pacchetti, deve aspettare di ricevere tutti i pacchetti. Questo si chiama **store & forward**. Di conseguenza più aumentano i router, più aumenta il ritardo di trasmissione.

4 Ritardi di trasmissione

Su un singolo router le componenti principali del ritardo sono:

- **Ritardo di elaborazione al nodo:** Tempo necessario per elaborare il pacchetto.
- **Ritardo di accodamento:** È il tempo speso nel buffer prima che il pacchetto venga trasmesso ed è la componente principale tra tutti i ritardi. $(\frac{L}{B})$
- **Ritardo di trasmissione:** Tempo necessario per trasmettere il pacchetto.
- **Ritardo di propagazione:** Tempo necessario per trasmettere il pacchetto da un nodo all'altro.

4.1 Ordine di grandezza

Dipende dalla distanza e dalla velocità di trasmissione del collegamento. La distanza si distingue in:

- **Locale:** $< 10ms$
- **Internazionale:** $20 - 40ms$
- **Intercontinentale:** $> 100ms$

4.2 Strumenti per calcolare il ritardo end-to-end

4.2.1 Ping

Dati 2 utenti in 2 LAN diverse, il ping manda un pacchetto all'utente di destinazione e l'utente che lo ha mandato prima o poi riceverà un messaggio di risposta (**echo reply**). Il tempo che passa tra l'invio del pacchetto e la ricezione del messaggio di risposta è il ritardo end-to-end.

Non si può sapere se è asimmetrico o no, cioè se il ritardo di andata è uguale al ritardo di ritorno, ma si può soltanto calcolare il ritardo totale.

4.2.2 Traceroute

Vengono mandati 3 messaggi al primo router e si calcolano i tempi di risposta tra il primo utente e il primo router, poi viene fatta la stessa cosa con i seguenti router fino ad arrivare all'utente di destinazione.

4.3 Quantità di dati trasferiti

La quantità di informazioni che si riesce a trasmettere si misura in $\frac{bit}{s}$ e questa informazione dipende dalla capacità di tutti i canali di trasmissione attraversati. Ogni canale avrà una dimensione diversa e si può determinare la banda totale a disposizione (**Throughput**) dal **collo di bottiglia**, cioè dalla minore capacità di trasmissione tra tutti i canali attraversati.