

Reti di calcolatori

Andrea Passerini
passerini@dsi.unifi.it

Conoscenze informatiche e relazionali
Corso di laurea in Scienze dell'Ingegneria Edile

Rete di calcolatori

Si definisce rete di calcolatori un insieme di calcolatori *indipendenti* ma *interconnessi*

interconnessione capacità di scambiare informazioni.

indipendenza autonomia di ogni singolo calcolatore (non esiste un calcolatore che ne controlla altri)

Sistemi distribuiti vs reti di calcolatori

Sistema distribuito

- molteplicità di processori trasparente all'utente.
- la risorsa di calcolo è scelta dal sistema operativo.
- spesso è progettato per un'applicazione specifica (e.g. servizio Bancomat, in genere con architettura a mainframe e terminali)

Rete di calcolatori

- gli utenti possono interagire direttamente con la rete tramite:
 - collegamento esplicito ad una macchina.
 - richiesta esplicita di elaborazioni remote.
 - spostamento esplicito di archivi.
- i singoli calcolatori mantengono un certo grado di indipendenza

Classificazione delle reti di calcolatori

- tipo di segnale
- supporto fisico di trasmissione
- tecnologia di trasmissione
- estensione geografica/amministrativa
- topologia

Tipo di segnale

reti analogiche

- Il segnale è il valore continuo di una grandezza nel tempo (e.g. ampiezza di un'onda elettromagnetica)
- Sono le reti tradizionali, usate in telefonia fissa, TV, radiofonia.

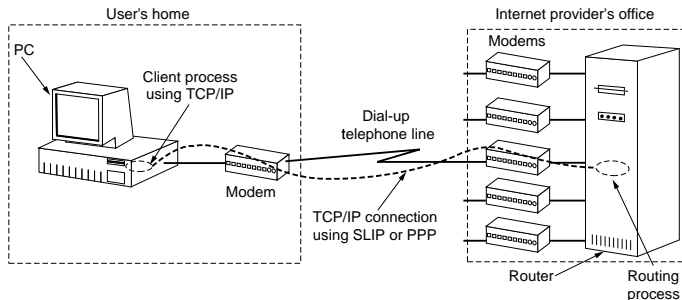
reti digitali

- Il segnale assume uno di due possibili valori in ogni istante di tempo.
- Si stanno imponendo sulle reti analogiche per vari motivi:
 - sono più efficienti in presenza di rumore
 - sono direttamente compatibili con gli elaboratori elettronici
 - permettono di omogeneizzare i vari tipi di informazione trasportati
- Reti internet, reti di telefonia mobile, TV digitale, etc

Segnali digitali su reti analogiche

- La trasmissione di segnali digitali su reti analogiche (e.g. la linea telefonica) necessita di uno speciale apparecchio detto *modem* (modulatore/demodulatore) che:
 - converte i segnali digitali provenienti dall'elaboratore in segnali analogici che manda sulla linea di trasmissione
 - converte i segnali analogici che legge dalla linea di trasmissione in segnali digitali da inviare all'elaboratore
- La connessione utilizzata è di tipo punto a punto (*point to point protocol* PPP) con un altro modem.

Esempio: Connessione ad Internet tramite modem



- Il modem del calcolatore compone il numero telefonico di un *Internet Service Provider* (ISP).
- L'ISP abilita la comunicazione punto a punto con uno dei suoi modem.
- Il modem dell'ISP è collegato con uno speciale calcolatore (*router*) che lo mette in connessione con la rete Internet.

Segnali analogici su reti digitali

- La trasmissione di segnali analogici su reti digitali necessita di *campionamento* e *quantizzazione* del segnale.
campionamento si misura il valore del segnale ad intervalli di tempo fissati. La *frequenza di campionamento* che garantisce di non perdere informazione dipende dallo spettro di frequenze del segnale da campionare (*teorema del campionamento*).
quantizzazione si approssima ogni misurazione con un numero prefissato di bit.
- Il segnale campionato e quantizzato viene trasmesso sulla rete digitale tramite una sequenza di impulsi (*Pulse Code Modulation* o PCM).

Esempi

Voce

- Frequenza di campionamento: 8 KHz.
- Quantizzazione: 8 bit.
- Velocità richiesta al mezzo di trasmissione: 64 Kbps.

Musica ad alta fedeltà

- Frequenza di campionamento: 44.1 KHz.
- Quantizzazione: 16 bit.
- Velocità richiesta al mezzo di trasmissione: 0.7 Mbps.

Tipo di supporto fisico

mezzi guidati

- Sono linee fisiche che portano il segnale fino al ricevitore
 - mezzi elettrici sfruttano la proprietà dei metalli (in genere il rame) di condurre energia elettrica (doppino telefonico, cavo coassiale)
 - mezzi ottici l'informazione viene trasmessa tramite la luce generata da un laser e trasportata da un filamento vetroso (fibra ottica) all'interno del quale essa permane tramite riflessione totale.

Tipo di supporto fisico

mezzi non guidati

- Si basano sull'irradiazione di segnali elettromagnetici nello spazio
- Un'antenna trasmittente irradia onde elettromagnetiche che l'antenna ricevente capta.
- Trasmissione *direzionale*: le due antenne devono essere allineate.
- Trasmissione *non direzionale*: più antenne possono ricevere le onde irradiate dall'antenna trasmittente.
- Si distinguono anche in base allo spettro di frequenze utilizzate.

Mezzi non guidati

Spettro di frequenze utilizzate

30 MHz - 1 GHz (onde radio) trasmissioni non direzionali
(radio, TV).

2 GHz - 40 GHz (microonde) trasmissioni direzionali
(comunicazioni via satellite)

300 GHz - 200 THz (infrarossi) trasmissioni direzionali o non
direzionali **locali**, poiché trasmettitore e ricevitore
devono vedersi (telecomandi)

Esempio: telefonia mobile

- Utilizza tecnologie digitali (dalla II generazione) su onde radio/microonde (900 MHz - 2GHz).
- Tecnologia in rapida evoluzione: GSM, GPRS, UMTS.
- Si basa sulla suddivisione dell'area di copertura in zone adiacenti (dette *cellule*) di dimensione da 1 a 80 km.
- Per supportare il traffico di migliaia di utenti senza interferenze sarebbe necessaria una gamma di frequenze troppo ampia.
- Un telefono comunica con l'antenna della cellula in cui si trova (che inoltra la comunicazione via cavo) all'interno della banda di frequenze assegnate alla cellula.
- Potendo comunicare a bassa potenza per la vicinanza dell'antenna, non interferisce con le comunicazioni di altre cellule non adiacenti, che possono riusare le stesse frequenze.

Tecnologia di trasmissione

Trasmissione *seriale*: i dati vengono trasmessi lungo il canale un bit per volta.

Temporizzazione della trasmissione

trasmissione sincrona trasmettitore e ricevitore devono essere sincronizzati: il ricevitore deve conoscere frequenza di trasmissione e durata di ogni bit.

trasmissione asincrona si trasmette un carattere per volta (da 5 a 8 bit), preceduto da bit di *start* e seguito da bit di *stop* che permettono di risincronizzarsi ad ogni carattere.

Tecnologia di trasmissione

Direzione della trasmissione

simplex i dati possono fluire solo in una direzione.

half-duplex i dati possono fluire alternativamente in una direzione o nell'altra.

full-duplex i dati possono fluire in entrambe le direzioni contemporaneamente.

Tecnologia di trasmissione

Multiplexing

- In genere la comunicazione tra sorgente e destinatario non utilizza a pieno la capacità del canale di trasmissione
- Spesso un unico canale di comunicazione deve essere condiviso tra più sorgenti e destinazioni
- Tale condivisione è possibile mediante un'opportuna operazione di combinazione dei segnali da trasmettere detta *multiplexing*.

Tecnologia di trasmissione

Time-Division Multiplexing (TDM)

- Il tempo di trasmissione viene suddiviso in intervalli T di uguale durata.
- Ogni sorgente a turno può inviare i propri dati sul canale per un tempo T , dopo il quale deve passare il controllo del canale alla sorgente successiva.
- Terminato un ciclo di trasmissione, si ricomincia con la prima sorgente.

Tecnologia di trasmissione

Frequency-Division Multiplexing (FDM)

- La banda di frequenze del canale viene divisa in parti uguali.
- Ad ogni sorgente viene assegnato un diverso spettro di frequenze, all'interno del quale può inviare segnali senza preoccuparsi della simultaneità rispetto alle altre sorgenti.
- E' la tecnica usata per i segnali radiofonici o televisivi.

Tecnologia di trasmissione

Problemi

- Se una delle sorgenti non ha dati da inviare, la sua parte di canale (intervallo di tempo nel caso TDM, spettro di frequenze nel caso FDM) rimane inutilizzata.
- Deve tendenzialmente essere noto e fissato a priori il numero di sorgenti che condividono il canale.

Tecnologia di trasmissione

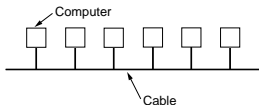
Statistical Time-Division Multiplexing (STDM)

- Il canale viene condiviso nel tempo tra le sorgenti (come nel caso TDM).
- Non è prefissato l'istante in cui ogni sorgente deve trasmettere né la durata dell'intervallo assegnatole (ma solo un limite massimo).
- Ogni sorgente che deve trasmettere lo fa non appena il canale è libero, per il tempo necessario se inferiore al limite massimo.

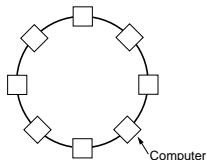
Estensione geografica/amministrativa

LAN (Local Area Network)

- A livello di un edificio/dipartimento.
- Di proprietà dell'organizzazione che possiede i dispositivi connessi.



(a)

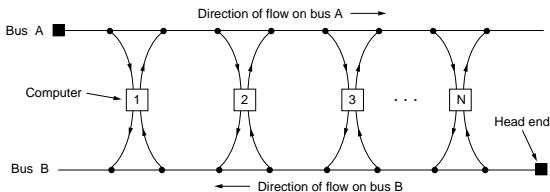


(b)

Estensione geografica/amministrativa

MAN (Metropolitan Area Network)

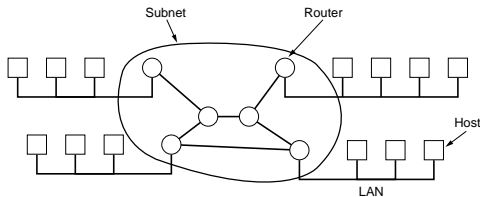
- A livello di un'area urbana.
- Utilizza due bus cui tutti i calcolatori sono connessi.
- Ciascuno dei due bus è dedicato ad una direzione di flusso dei messaggi.



Estensione geografica/amministrativa

WAN (Wide Area Network)

- Collega calcolatori diffusi in un'ampia area geografica (reti geografiche).
- Spesso utilizzata per collegare più sottoreti differenti realizzando una "rete di reti" (*internet* o *internetwork*).

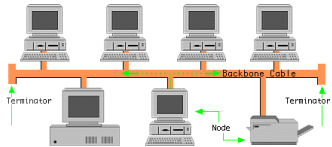


LAN (Local Area Network)

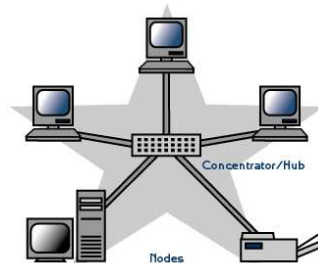
- Hanno una velocità di trasmissione molto maggiore delle reti geografiche.
- Utilizzano un approccio di tipo *broadcast*:
 - ogni calcolatore è collegato alla rete tramite una scheda di interfaccia di rete (*Network Interface Card*, NIC) con indirizzo fisico univoco.
 - Il canale di trasmissione è condiviso tra tutti i calcolatori della rete.
 - una solo calcolatore può trasmettere in ogni istante, mentre gli altri sono in ricezione (STDM).
 - tutti i calcolatori possono vedere ogni messaggio che passa nella rete
 - solo il destinatario (identificato dall'indirizzo di destinazione) preleva effettivamente il messaggio.
 - l'interfaccia di rete può essere configurata (modalità *promiscua*) in modo da prelevare tutti i messaggi indipendentemente dal destinatario (*sniffing*).

Topologie di rete

Topologia a bus



Topologia a stella



Topologia ad anello



Topologia a bus

Vantaggi

- E' molto semplice ed economica, non richiede dispositivi aggiuntivi.
- Il guasto di un calcolatore provoca semplicemente la sua disabilitazione, senza altre conseguenze per la rete.
- E' possibile aggiungere o rimuovere calcolatori molto facilmente.
- La lunghezza dei cavi è ottimizzata poiché lo stesso segmento collega più calcolatori.

Svantaggi

- Raggiunge velocità limitate.
- Tutta la rete si sconnette se il cavo principale si rompe.
- E' difficile identificare il problema quando la rete si

Topologia a stella

Vantaggi

- Raggiunge velocità superiori alla topologia a bus.
- La rottura di un cavo implica solo la disconnessione del calcolatore ad esso connesso.
- Il guasto di un calcolatore provoca semplicemente la sua disabilitazione.
- E' più facile individuare le cause di malfunzionamento.

Svantaggi

- L'*hub* costituisce un *single point of failure* per la rete.
- La lunghezza dei cavi è superiore poiché ogni singolo calcolatore deve connettersi all'*hub* con un cavo proprio.

Topologia ad anello

Vantaggi

- Ogni calcolatore rigenera il segnale che riceve prima di inoltrarlo, permettendo di realizzare reti su distanze elevate.
- Raggiunge velocità superiori alla topologia a stella in condizioni di traffico elevato.

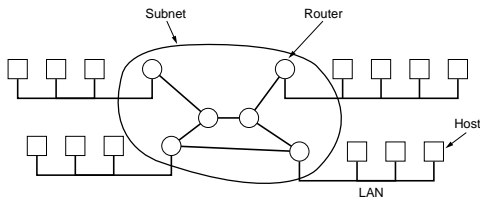
Svantaggi

- Il guasto di un calcolatore rende irraggiungibili i calcolatori successivi nell'anello (si realizzano reti a doppio anello, uno per direzione).
- E' più lenta della topologia a stella in condizioni di traffico normale.

Reti *wireless*

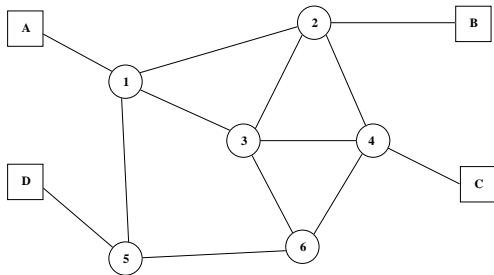
- Le reti *Wi-Fi* (*Wireless Fidelity*) operano in bande di frequenza che non necessitano di licenza (2.4 GHz) con velocità di trasmissione da 1 a 125 Mbps.
- Operano secondo due modalità :
 - reti ad hoc due o più dispositivi dotati di interfaccia Wi-Fi rilevano la rispettiva presenza e comunicano su un canale radio condiviso.
 - access point un dispositivo di rete (detto *access point*) gestisce centralmente la connessione dei calcolatori da mettere in rete, eventualmente collegandoli anche alla rete esterna.
- Presentano notevoli problemi di sicurezza per l'autenticazione del calcolatore che richiede la connessione.

Reti geografiche (WAN)



- Reti locali o singoli calcolatori (*host*) vengono collegati tramite una *rete di trasmissione*, formata da:
 - canali di trasmissione
 - dispositivi che si occupano dell'*instradamento* (*routing*) dei messaggi (*Interface Message Processor, IMP*)
- Tali reti sono dette *commutate*, in contrapposizione alle reti *dedicate* dove una organizzazione possiede in maniera esclusiva sia i calcolatori da connettere sia la rete di trasmissione.

Commutazione



- La rete non è completamente connessa (non esiste una connessione diretta tra ogni coppia di nodi)
- Per poter inviare un messaggio da un calcolatore A ad un calcolatore C si deve seguire un cammino che attraversi uno o più IMP nella rete di trasmissione (e.g. A,1,2,4,C).
- Per ogni coppia di nodi esistono generalmente più cammini alternativi che li collegano (e.g. A,1,3,4,C).

Commutazione di circuito

- Si crea tra sorgente e destinatario un canale logico temporaneo dedicato:
 1. in una fase iniziale di attivazione si stabilisce il cammino tra sorgente e destinatario come successione di connessioni tra nodi nella rete;
 2. nella fase di trasferimento i dati vengono inviati sul canale dedicato senza ritardi legati alla scelta del cammino da seguire;
 3. la fase conclusiva chiude la comunicazione rilasciando il circuito dedicato.

Commutazione di circuito

- Tecnica utilizzata per le comunicazioni telefoniche.
- E' efficiente quando tutta la larghezza di banda riservata con il circuito viene effettivamente utilizzata (in genere nelle comunicazioni telefoniche in ogni istante almeno una delle due parti sta parlando)
- Non è adatta in genere alla trasmissione di dati tra calcolatori, di tipo *burst* (alternanza di inattività e trasmissione)
- Presuppone che sorgente e destinatario si accordino sulla velocità di trasferimento.

Commutazione di pacchetto

- L'informazione da trasmettere viene suddivisa in piccoli pacchetti (dell'ordine dei KByte), trasmessi individualmente e poi ricomposti dal ricevitore.
- Ogni pacchetto contiene informazioni di controllo tra cui:
 - l'indirizzo del destinatario (necessario ai nodi della rete per instradare il pacchetto)
 - il numero progressivo che indica la posizione del pacchetto nel messaggio
- I pacchetti di uno stesso messaggio possono seguire percorsi diversi nella rete per arrivare a destinazione.

Commutazione di pacchetto

Vantaggi

- La rete è usata in modo più efficiente, poiché una singola connessione tra due nodi può essere condivisa da più pacchetti ed è utilizzata solo per il tempo effettivo di trasferimento dei pacchetti.
- Permette di gestire in maniera efficiente la connessione tra calcolatori con velocità diverse.
- Permette di ovviare alla malfunzionamento di un nodo di rete instradando i pacchetti su percorsi alternativi

Tecniche di instradamento (routing)

a datagrammi

- I pacchetti vengono trattati indipendentemente.
- Ogni nodo può decidere dove instradare un pacchetto a seconda del carico momentaneo della rete.
- Ogni pacchetto può seguire un cammino differente per giungere a destinazione.
- Il destinatario deve ricomporre il messaggio e verificare se tutti i pacchetti sono arrivati, chiedendo eventualmente al nodo sorgente la ritrasmissione dei pacchetti persi.
- E' il funzionamento della rete *Internet*.

Tecniche di instradamento (routing)

a circuito virtuale

- Si stabilisce prima della spedizione un cammino tra sorgente e destinazione.
- Ogni pacchetto contiene l'informazione dell'intero cammino da seguire, ed i nodi intermedi non devono scegliere dove instradarlo.
- A differenza della commutazione di circuito, il circuito virtuale non è dedicato.
- Sfrutta la maggior affidabilità dei moderni dispositivi di routing.
- E' un'evoluzione della commutazione di circuito che integra alcuni vantaggi della commutazione di pacchetto, e permette di raggiungere velocità molto elevate.
- E' il funzionamento delle reti *ATM*.

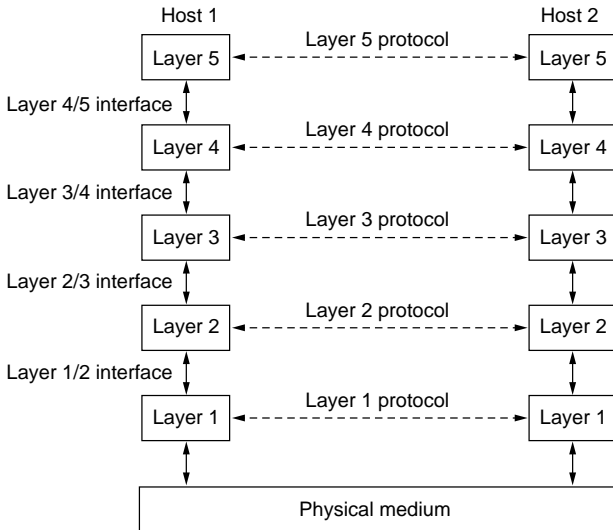
Architettura del software di rete

- La comunicazione tra due calcolatori impone di stabilire delle regole condivise che costituiscono il *protocollo di comunicazione*.
- Il protocollo deve stabilire:
 - I dettagli fisici del trasferimento di dati (tipo di segnale, velocità , etc.)
 - Le informazioni necessarie ad identificare sorgente e destinatario della comunicazione
 - Le informazioni necessarie a permettere l'instradamento del messaggio attraverso la rete locale o tramite l'internet fino alla sua destinazione
 - Le informazioni necessarie a determinare la correttezza dei dati ricevuti
 - L'identificazione della semantica dei dati inviati (in pratica l'applicazione che dovrà trattare tali dati nell'elaboratore di destinazione).

Architettura a livelli

- Le regole da stabilire per la comunicazione possono essere divise in livelli gerarchici, da quelle più vicine alla trasmissione fisica (e.g. tipo di segnale fisico) a quelle più vicine all'applicazione (e.g. se si sta inviando un messaggio di posta o ascoltando la radio in streaming).
- Ogni livello è caratterizzato da un insieme di protocolli, tramite i quali comunica virtualmente con il livello corrispondente del calcolatore con cui si sta comunicando.
- La comunicazione in realtà fluisce dal livello più alto della sorgente al suo livello più basso, attraversa la rete e risale in senso inverso i livelli del destinatario.

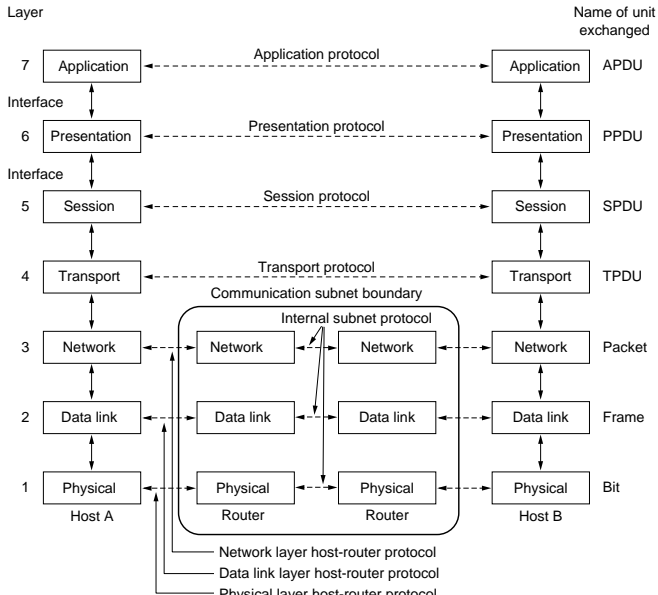
Architettura a livelli



Architettura a livelli

- Ogni livello aggiunge la sua informazione di controllo (*header*) al contenuto ricevuto dal livello superiore e passa il tutto al livello inferiore.
- La comunicazione tra livelli adiacenti avviene tramite:
 - interfaccia
 - regole di comunicazione con i livelli adiacenti
 - servizi
 - operazioni (primitive) che un livello fornisce al livello soprastante
- In fase di ricezione, ogni livello recupera il pezzo di intestazione che gli compete dal contenuto ricevuto dal livello inferiore, lo interpreta, e se tutto è andato correttamente passa il resto al livello superiore.

Modello di riferimento ISO-OSI



Livelli di rete

livello fisico

- trasmissione dei bit
- problemi di voltaggio, instaurazione e terminazione di una connessione, dettagli fisici del mezzo di comunicazione

livello data link

- decomposizione dei messaggi in frame
- regolazione del flusso
- per reti *broadcast* accesso al canale condiviso (sottolivello MAC)

livello di rete

- instradamento (routing)

Livelli utente

livello di trasporto

- suddivisione dello stream di dati
- affidabilità della connessione
- ottimizzazione della connessione
- identificazione dei processi comunicanti

livello di sessione

- controllo del dialogo (token)
- sincronizzazione (punti di controllo nella sequenza di dati per ristabilire connessioni interrotte)

livello di presentazione

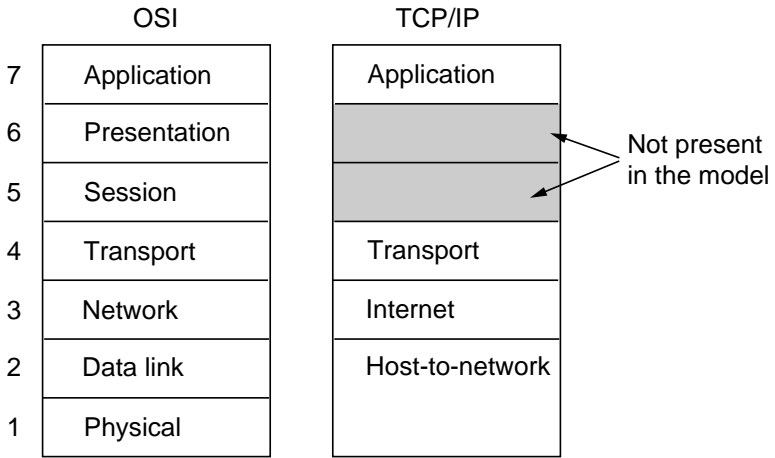
- rappresentazione dei dati (conversione di codici e formati)

Livelli utente

livello di applicazione

- protocolli per i vari servizi telematici:
 - trasferimento file
 - posta elettronica
 - terminali virtuali
 - etc.

Modello di riferimento TCP/IP (Internet)



Modello di riferimento TCP/IP

livello host-rete

- corrisponde ai livelli fisico e data link

livello internet

- protocollo IP (Internet Protocol)
 - privo di connessione (datagram)
 - inaffidabile (possiede un campo di controllo per verificare l'integrità dell'intestazione ma non dei dati)
 - demanda la verifica di correttezza dei dati al livello superiore

Modello di riferimento TCP/IP

livello di trasporto

- protocollo TCP (Transmission Control Protocol)
 - orientato alla connessione
 - affidabile:
 - garantisce la consegna di un messaggio completo di tutte le sue parti e ordinato correttamente
 - contiene un campo di controllo che permette di valutare la correttezza dei dati ricevuti oltre che dell'intestazione
 - rileva e risolve il problema della perdita di un datagramma, gestendo le attività relative alla sua ritrasmissione
- protocollo UDP (User Datagram Protocol)
 - privo di connessione (datagramma)
 - inaffidabile:
 - non assicura la consegna del messaggio
 - non assicura il corretto ordinamento dei pacchetti
 - Antepone la velocità all'accuratezza

Modello di riferimento TCP/IP

livello di applicazione

- terminale virtuale (TELNET)
- trasferimento di archivi (FTP)
- posta elettronica (SMTP, POP3)
- DNS, NNTP, HTTP

Indirizzamento

indirizzo fisico (e.g. A0:B7:17:56:47:C5)

- è di livello host-rete
- è unico per ogni scheda di rete
- permette di indirizzare un elaboratore nella stessa sottorete

indirizzo IP (32 bit, e.g. 150.217.15.116)

- è di livello internet
- assegnato dall'amministratore della rete cui si appartiene o dal provider che ci garantisce l'accesso alla rete
- diviso in

Netid identifica una rete (e.g. 150.217.15)
Hostid identifica un host nella rete (e.g. 116)

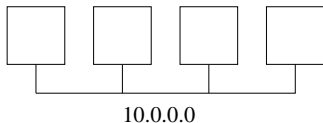
Indirizzamento

porta (e.g. 21)

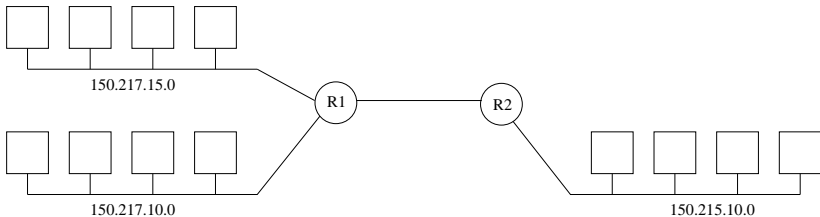
- è di livello TCP
- è l'indirizzo di un particolare processo su una macchina
- i servizi più comuni hanno numeri di porta statici (e.g. 21 = FTP)

Routing

- gli indirizzi locali alla sottorete vengono consegnati direttamente



- gli indirizzi esterni vengono inviati ad un *router*



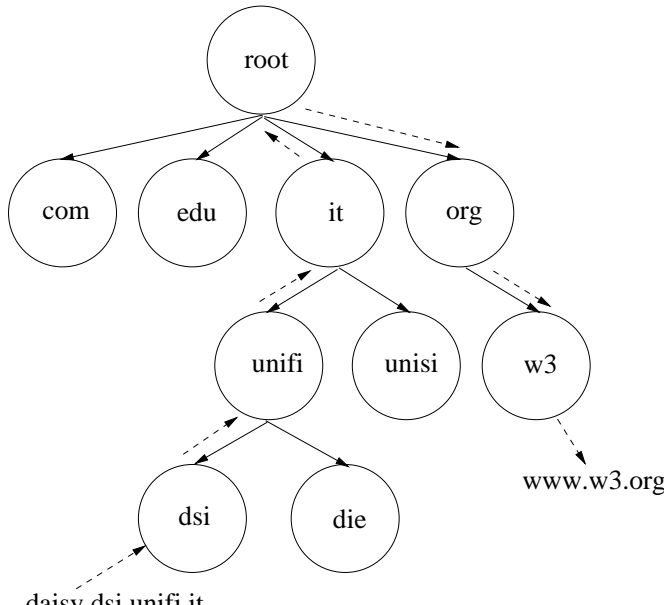
indirizzo alfabetico (es. orione.dsi.unifi.it)

- L'indirizzo IP non è di facile memorizzazione, e dipende strettamente dalla disposizione fisica della macchina (deve appartenere agli indirizzi della rete in cui si trova)
- L'indirizzo alfabetico è mnemonico e può essere indipendente dalla locazione della macchina.
- ha una struttura gerarchica organizzata in domini, sottodomini e nome della macchina da destra verso sinistra:

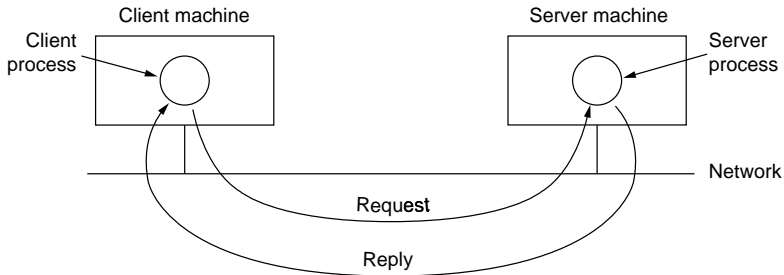
orione . *dsi* . *unifi* . *it*
nome macchina Dip. Sistemi e Informatica Università di Firenze Italia

- Un'organizzazione centralizzata (ICANN) si occupa dei TLD (*Top Level Domains*), e delega delle organizzazioni a gestire l'assegnazione dei domini all'interno dei singoli TLD.
- viene tradotto in indirizzo IP dal servizio di risoluzione gerarchica dei nomi (DNS)

Risoluzione e DNS (Domain Naming Service)

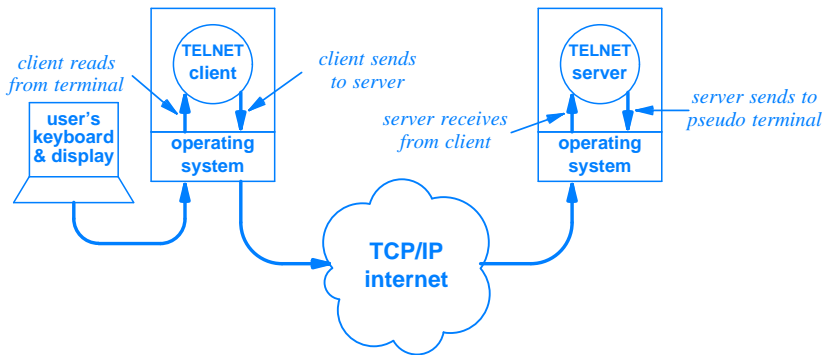


Modello client-server



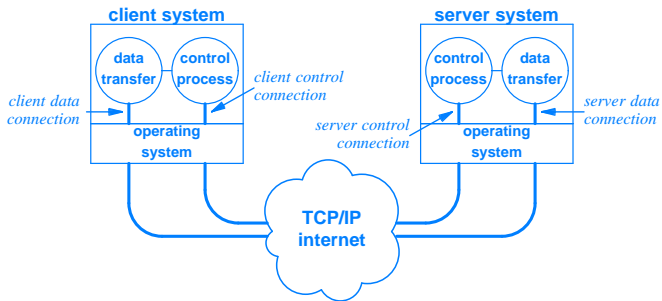
- processo server in attesa di richieste
- processo client richiede un servizio al server

Terminale virtuale (TELNET)



- lavoro remoto
- accesso multiplo ad un computer (richiede nome utente e password)
- maschera rete e sistema operativo
- interfaccia testuale (interprete di comandi)

File Transfer Protocol (FTP)



- trasferimento di files tra computer in rete
- connessione di controllo e connessione di trasferimento dati
- possibilità di conversioni sui files (modalità ASCII)

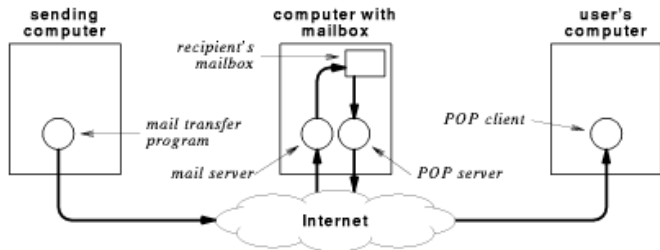
Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)



- invio di messaggi di posta elettronica
- comandi ASCII di 4 lettere + opzioni

```
C: MAIL FROM:<andrea@mculloch.ing.unifi.it>
S: 250 OK
C: RCPT TO:<enrico@dsi.unifi.it>
S: 250 OK
S: DATA
R: 354 Start mail input; end with <CRLF>.<CRLF>
S: Sai che i messaggi vanno scritti
S: in ASCII e non in HTML ?
S: <CRLF>.<CRLF>
S: 250 OK
```

Post Office Protocol (POP3)



- permette di gestire caselle di posta su macchine remote
- recupera la posta e la memorizza nella macchina locale dell'utente
- protocolli più complessi (IMAP) prevedono di leggere posta da più macchine diverse e non la memorizzano nelle macchine locali

World Wide Web

- Il WWW è nato al CERN (1989) per far condividere a scienziati di diversi paesi dati relativi a esperimenti per la fisica delle alte energie.
- E' una collezione di documenti (*pagine*) distribuiti su macchine diverse in Internet e collegati tramite *hyperlinks*.
- Le pagine vengono visualizzate mediante un programma client detto *browser* (es. Mozilla Firefox, Microsoft Explorer, Lynx).
- Le pagine possono contenere immagini, animazioni, *form* per inviare dati al server, etc.
- Le pagine vengono scritte tramite linguaggi di formattazione quali *HTML* e *XML*, sempre più integrati da linguaggi di scripting quali *PHP* o *Javascript* e programmi per creare contenuti multimediali quali *Adobe Flash*.

World Wide Web

- Ogni sito Web ha un processo server in ascolto sulla porta 80 (generalmente).
- Ogni pagina viene identificata da una stringa detta *URL*.
- Il protocollo che definisce il formato delle richieste e risposte è chiamato *HTTP*.

Uniform Resource Locator (URL)

http *://* *www.w3.org* / *pub/WWW/TheProject.html*
protocollo *indirizzo host* *percorso*

- identifica univocamente una pagina o risorsa su Internet
- è composto da tre parti

Protocollo il protocollo con cui accedere alla pagina o risorsa (http, ftp, telnet, news)

Host l'indirizzo (alfabetico o numerico) della macchina che contiene la pagina richiesta

Percorso il percorso all'interno della macchina che individua la pagina richiesta

HyperText Transfer Protocol (HTTP)

- è il protocollo più usato per accedere ad informazione su Internet
- è un protocollo del tipo *request response*
- il client richiede al server una determinata risorsa

GET /pub/WWW/TheProject.html
metodo *risorsa*

- il server risponde inviando la risorsa richiesta
- la connessione viene terminata

esempio di comunicazione client/server

Supponiamo di voler accedere alla pagina il cui indirizzo URL è

`http://www.w3c.org/pub/WWW/TheProject.html`

1. il browser riceve l'URL dall'utente
2. il browser chiede al DNS di risolvere il nome della macchina specificata nell'URL (*www.w3.org*)
3. il DNS risolve l'indirizzo alfabetico restituendo l'indirizzo IP (18.23.0.23)
4. il browser stabilisce una connessione TCP sulla porta 80 dell'indirizzo IP 18.23.0.23
5. invio della richiesta *GET /pub/WWW/TheProject.html*
6. il server *www.w3.org* invia il file *TheProject.html*
7. viene rilasciata la connessione TCP
8. il browser visualizza il testo contenuto in *TheProject.html*
9. il browser recupera e visualizza le immagini contenute in *TheProject.html*

Sicurezza in rete

- I protocolli telnet,ftp,smtp,pop3,http mandano l'informazione (comprese le password) in chiaro attraverso la rete.
- Per ovviare a questo problema sono stati sviluppati protocolli (*SSL, TLS*) che crittano l'informazione permettendo una comunicazione più sicura.
- Per tutti i protocolli di rete esistono alternative che utilizzano tale substrato di crittazione per proteggere l'informazione (*ssh,sftp,smtp-ssl,pop3-ssl,https*).
- Per la gestione della posta esistono strumenti che crittano i propri messaggi per impedire a chiunque eccetto il destinatario di leggere il contenuto di una mail (*gpg*).
- I server (e le reti locali) utilizzano generalmente dei programmi appositi (*firewall*) per bloccare tutte le richieste di accesso provenienti dall'esterno non dirette a servizi o macchine che si vogliono rendere disponibili.