

# Internet

La rete delle reti: collega fra loro reti locali, metropolitane, geografiche e singoli computer di tutto il mondo



## Internet

- 1990: 3000 reti e 200.000 calcolatori (detti host)
- 1992: viene collegato il milionesimo host
- Agli esordi il numero di host cresce in modo esponenziale mentre in questi anni si osserva un rallentamento, con un incremento annuo del 6% (sondaggio Nielsen)
- Maggio 2002: hanno accesso ad Internet 457 milioni di persone, di cui 174 milioni negli Stati Uniti (sondaggio Nielsen)

## Cosa vuol dire essere in Internet?

- Una macchina è in Internet se utilizza la famiglia di protocolli **TCP/IP** (ufficiale dal 1 gennaio 1983), ha un suo indirizzo IP, ed ha la capacità di spedire pacchetti IP a tutte le altre macchine su Internet
- E' possibile essere in Internet anche in modo temporaneo chiamando un fornitore di servizi Internet (per esempio mediante un modem)

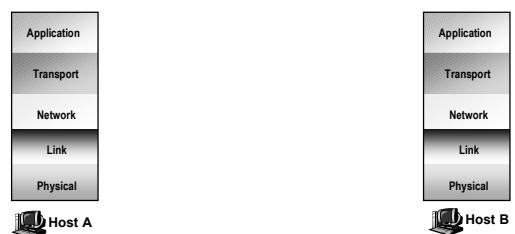
## Cosa vuol dire protocollo?

- Abbiamo già visto che la comunicazione tra due calcolatori in una rete è governata da un insieme di regole che prendono il nome di **protocollo** e che forniscono funzionalità per
  - indirizzamento (addressing)
  - instradamento (routing)
  - gestione di eventuali errori di trasmissione (error detection, error recovery, sequence control)
  - gestione della velocità di comunicazione (flow control)

## Comunicazione multilivello

- Per ogni coppia di livelli adiacenti esiste una **interfaccia**
- Le convenzioni usate nella conversazione sono il protocollo
  - si tratta di un accordo tra i partecipanti su come deve avvenire la comunicazione
- Al di sotto del livello più basso c'è il mezzo fisico che serve per il trasferimento dei dati

## Comunicazione multilivello: i livelli di Internet



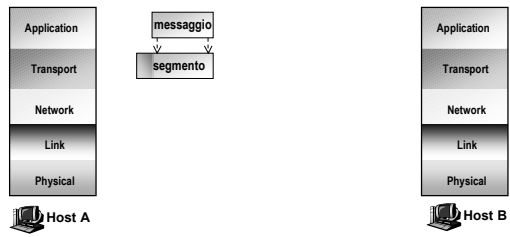
### Comunicazione multilivello: i livelli di Internet



Il calcolatore A produce un messaggio che deve essere inviato al calcolatore B.

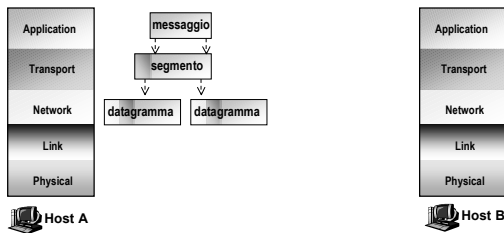
Il messaggio viene prodotto da un programma applicativo nel livello più alto della gerarchia (Application).

### Comunicazione multilivello: i livelli di Internet



Il livello Application passa il messaggio al livello Transport dove viene inserita un'intestazione (**header**) che permette di identificarlo.

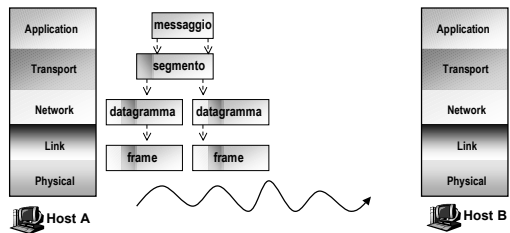
### Comunicazione multilivello: i livelli di Internet



Dal livello Transport il segmento viene passato al livello Network dove viene suddiviso in parti più piccole (**pacchetti** o **datagram**).

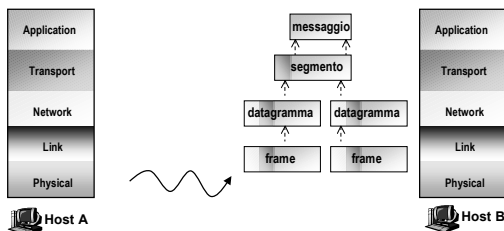
Ad ogni pacchetto viene aggiunto un **header**.

### Comunicazione multilivello: i livelli di Internet



Finalmente si raggiungono i livelli più bassi: il livello Data link (**frame**) e il livello Physical dove avviene il trasferimento fisico dei dati verso il nodo destinatario B.

### Comunicazione multilivello: i livelli di Internet



Sul nodo B i pacchetti arrivano al livello più basso e risalgono tutti i livelli, con le intestazioni che vengono eliminate di volta in volta

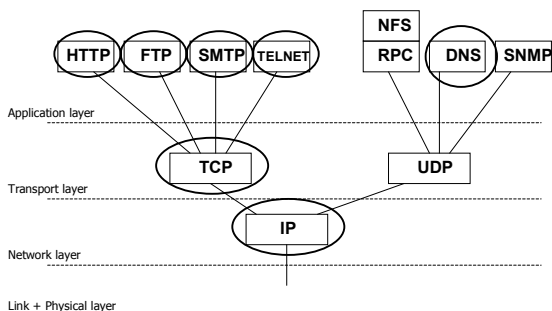
Il messaggio originale viene così ricostruito e ricevuto dal destinatario.

### La famiglia di protocolli TCP/IP

- Come abbiamo visto si tratta di protocolli organizzati in **livelli concettuali**, e ad ogni livello corrispondono determinate funzioni

|                 |  |
|-----------------|--|
| Application     | Servizi per l'utilizzo della rete (trasferimento file, email, login remoto, WWW) |
| Transport       | Comunicazione end-to-end   |
| Network         | Indirizzamento<br>Routing tra reti   |
| Link + Physical |  |

### La famiglia di protocolli TCP/IP

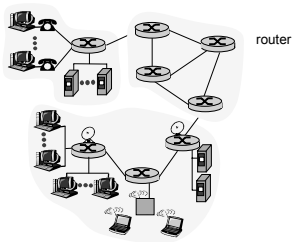


### Network layer: IP

- Internet può essere vista come una collezione di sottoreti diverse (**eterogenee**) connesse tra loro (**internetworking**)
- La “colla” che tiene insieme le varie sottoreti è l'**Internet Protocol (IP)**
- Permette di trasportare i dati dalla sorgente alla destinazione, sfruttando la presenza di reti intermedie lungo il percorso

### Network layer: IP

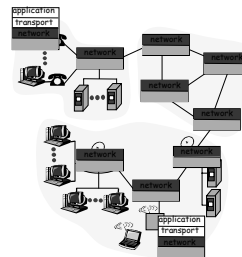
- Una **entità** di livello Network è presente su tutti i dispositivi collegati ad Internet



NB. Una entità è una parte del sistema operativo che implementa le funzionalità previste da un certo livello

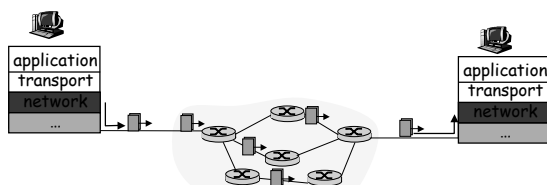
### Network layer: IP

- Una entità di livello Network è presente su tutti i dispositivi collegati in Internet



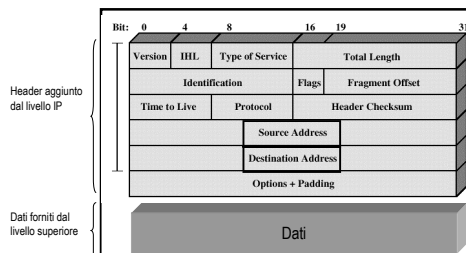
### Network layer: IP

- Trasmissione di tipo **packet switching**  
I dati, suddivisi in pacchetti, possono seguire percorsi diversi
- I **router** non mantengono informazioni sullo stato delle comunicazioni tra il mittente e il destinatario

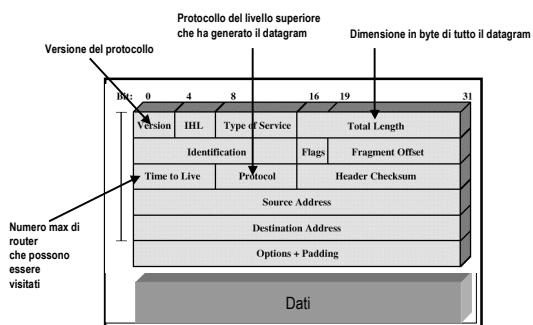


### IP: datagram

- Specifica il formato dei pacchetti (**datagram**) spediti sulla rete Internet (lunghezza max 64 KB)
- L'header IP è lungo 20 byte



### IP: datagram



### IP: datagram

- Il servizio fornito da IP è **connectionless**
  - ogni datagram è gestito indipendentemente da tutti gli altri e IP non si preoccupa di verificare la corretta ricezione dei datagram
- Il servizio è **unreliable**
  - i datagram possono arrivare fuori sequenza oppure possono essere persi

### IP: indirizzi

- Ogni calcolatore collegato ad Internet possiede un indirizzo univoco detto indirizzo IP (**32 bit**)
  - **NetId**: identifica la **rete** cui il calcolatore è fisicamente collegato
  - **HostId**: identifica il **calcolatore** all'interno della rete

### IP: indirizzi

- I 32 bit di un indirizzo IP sono suddivisi in 4 campi da 8 bit ciascuno

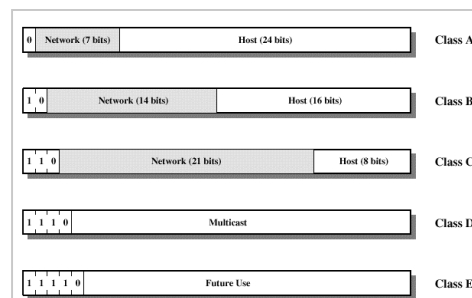
10000000000010100000001000011110
  - Di solito si usa una rappresentazione formata da quattro numeri decimali separati da un punto

128.10.2.30
- NB**: l'indirizzo 127.0.0.1 indica il localhost

### IP: indirizzi

- Gli indirizzi IP devono essere **univoci**
  - per questo motivo è stata istituita una organizzazione, Internet Assigned Number Authority, preposta ad assegnare gli indirizzi IP garantendone l'univocità
- Quando vi collegate ad Internet da casa è il provider che vi assegna un indirizzo IP scegliendolo tra quelli che ha acquistato
- In SW1 ogni PC, oltre al nome logico, ha un indirizzo IP

### IP: classi di reti



**IP: classi di reti**

- Numero di reti e di host per ciascuna classe

| Classe | Reti               | Host                |
|--------|--------------------|---------------------|
| A      | $2^7=128$          | $2^{24}=16.777.216$ |
| B      | $2^{14}=16.384$    | $2^{16}=65.536$     |
| C      | $2^{21}=2.097.152$ | $2^8=256$           |

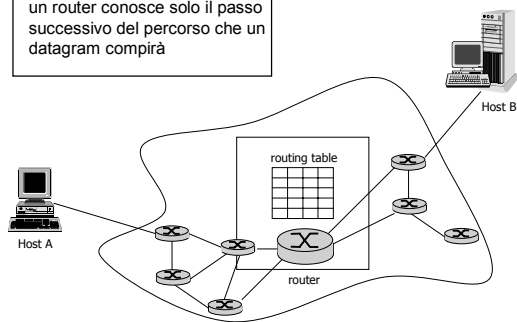
Gli indirizzi a 32 bit si stanno "saturando". Una nuova versione di IP usa indirizzi a 128 bit.

**IP: routing**

- IP fornisce anche l'instradamento (**routing**) dei pacchetti tra mittente e destinatario
- Nei router viene mantenuta una tabella di routing che viene usata per trovare il prossimo router o host

**IP: routing**

Routing di tipo next-hop:  
un router conosce solo il passo successivo del percorso che un datagram compirà



**IP: routing**

**Protocollo di routing**

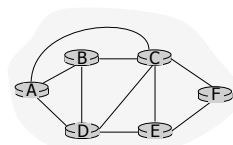
Scopo: determinare un "buon" percorso (sequenza di router) nella rete tra sorgente e destinazione

**Percorso "buono"**

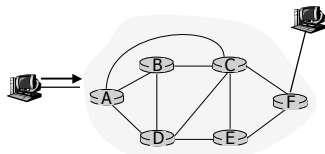
in genere significa "più corto" (con meno router da attraversare)

**La "topologia" può cambiare**

qualche router o link si può guastare

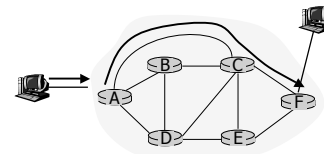


**IP: routing**



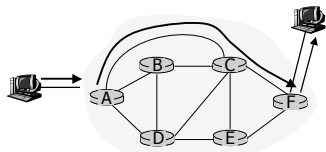
il calcolatore sorgente invia il datagram ad un router collegato alla sua stessa rete ...

**IP: routing**



... che provvederà ad inviarlo ad un altro router, e così via fino a quando il datagram non giungerà ad un router appartenente alla stessa rete del destinatario ...

### IP: routing

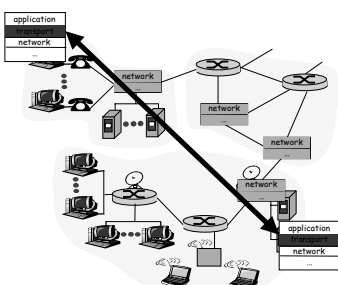


... ed il router finale invierà il datagram al destinatario mediante recapito diretto

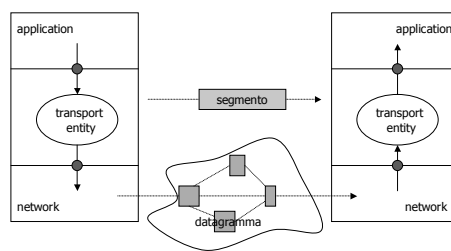
### Transport layer

- Il livello Transport è il cuore di tutta la gerarchia di protocolli
- Il suo compito è quello di fornire un trasporto **affidabile** dall'host di origine a quello di destinazione, indipendentemente dalla rete utilizzata
- In Internet il protocollo di questo livello è chiamato **Transmission Control Protocol (TCP)**

### Transport layer



### Transport layer



I servizi transport sono basati sui servizi network

### Transport layer

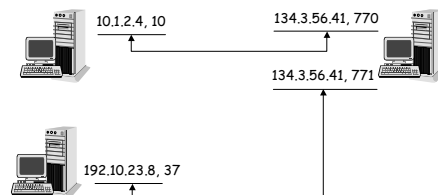
- Può offrire servizi **affidabili** orientati alla connessione (**TCP**) oppure servizi datagram (**UDP**)
- Si deve specificare la **destinazione finale**, cioè si deve decidere come è fatto l'**indirizzo del livello di trasporto**

**TSAP** = <NSAP address, informazione supplementare>

TSAP: Transport Service Access Point  
NSAP: Network Service Access Point

### TSAP per TCP

<indirizzo IP mittente, **porta** mittente>



### TCP: porte

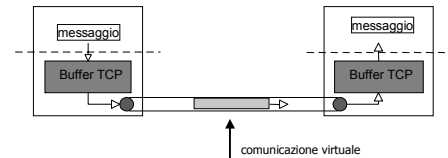
- I servizi più comuni usano sempre le stesse porte
  - 21 ftp
  - 22 ssh
  - 23 telnet
  - 25 mail
  - 80 http

- Sono dette porte **well-known**
- Ricordate il proxy del laboratorio SW1?

Su Linux guardate il file /etc/services

### TCP: dettagli nei prossimi corsi ...

- Un messaggio spedito da un'applicazione viene frammentato in **segmenti** che vengono spediti consecutivamente



- Anche a livello TCP ci sono delle intestazioni (**header**) da associare ad ogni segmento
- La **connessione è affidabile**

### Application layer

- Si colloca al di sopra del livello Transport ed è il livello nel quale viene svolto il "lavoro utile" per l'utente
- In questo livello si trovano diversi protocolli, alcuni relativi alle applicazioni che usiamo abitualmente in Internet
  - SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
  - FTP (File Transfer Protocol)
  - TELNET
  - HTTP (HyperText Transfer Protocol)

### Application layer

- I protocolli del livello Application sono basati sul modello di interazione **client/server**
- Per usare i servizi messi a disposizione mediante questi protocolli bisogna contattare un server, **ma come?**
  - Tutte le volte che usate il browser e richiedete delle pagine HTML di un sito, di fatto state contattando un web server remoto
  - Tutte le volte che inviate una e-mail di fatto il mail server del vostro provider contatta il mail server del provider del vostro destinatario

### Domain Name System - DNS

- Gli indirizzi IP numerici sono difficili da ricordare
- Si usano quindi degli **indirizzi simbolici** che sono più significativi per l'essere umano
  - elios.disi.unige.it, samphrey.dcs.ed.ac.uk, developer.netscape.com
- Questi nomi vengono tradotti in indirizzi IP numerici mediante il **Domain Name System**

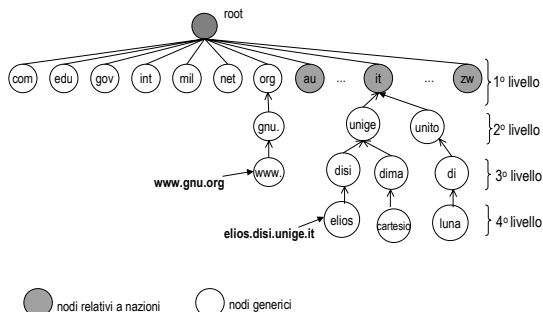
### Domain Name System - DNS

- Gli indirizzi simbolici hanno un formato come quello seguente

...nome5.nome4.nome3.nome2.nome1

### Domain Name System - DNS

- Sono costruiti a partire da uno **schema gerarchico** di nomi basato sul concetto di dominio



### Domain Name System - DNS

- Domini di primo livello (**top level**)

|            |                           |
|------------|---------------------------|
| <b>com</b> | aziende                   |
| <b>edu</b> | università americane      |
| <b>gov</b> | istituzioni governative   |
| <b>mil</b> | istituzioni militari      |
| <b>net</b> | fornitori d'accesso       |
| <b>org</b> | organizzazioni non-profit |
| <b>au</b>  | Australia                 |
| <b>ch</b>  | Svizzera                  |
| <b>fr</b>  | Francia                   |
| <b>it</b>  | Italia                    |
| <b>jp</b>  | Giappone                  |
| <b>uk</b>  | Inghilterra               |
| .....      |                           |

### Domain Name System - DNS

- Ogni dominio deve essere in grado di "risolvere i nomi" dei calcolatori di sua competenza
- Si usano i **name server** che gestiscono la corrispondenza tra nomi simbolici e indirizzi IP numerici
- Quando un'applicazione deve collegarsi ad una risorsa di cui conosce il nome logico (ad es. albert.unige.it), invia una richiesta al suo name server locale

### Domain Name System - DNS

- Il name server locale, se conosce la risposta, la invia direttamente al richiedente. Altrimenti interroga il **name server di top level**. Questi può conoscere l'indirizzo oppure inoltrare l'interrogazione ai suoi figli nella gerarchia
- Si continua con le interrogazioni fino a quando non si ottiene l'indirizzo IP numerico della risorsa
- Quando l'applicazione riceve la risposta crea una connessione TCP con la destinazione, usando l'indirizzo IP appena ricevuto

### Posta elettronica

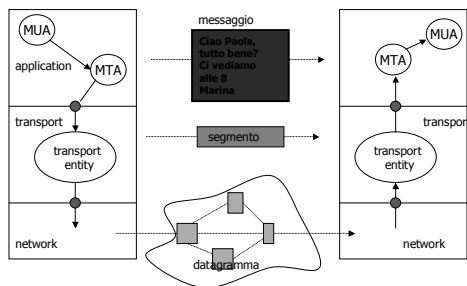
- Si basa sul protocollo SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) e permette lo scambio dei messaggi tra gli utenti collegati alla rete
- È necessario fornire
  - l'indirizzo del mittente
  - l'indirizzo del destinatario
  - il corpo del messaggio
- Gli indirizzi devono avere un formato ben preciso  
Esempio: ribaudo@disi.unige.it

### Posta elettronica

- Viene implementata in Internet attraverso la cooperazione di **due sottosistemi**
  - Mail User Agent (**MUA**) che permette all'utente di comporre il proprio messaggio, di leggere i messaggi in arrivo, ...
  - Mail Transport Agent (**MTA**) che si occupa di trasportare i messaggi sulla rete fino alla consegna al Mail Transport Agent di destinazione



## Posta elettronica



I servizi application sono basati sui servizi transport a loro volta basati sui servizi network

## Simple Mail Transfer Protocol - SMTP

- Si occupa del **trasporto dei messaggi** in internet
  - quando l'utente, dopo aver composto il messaggio preme il pulsante **Send**, il suo client di posta contatta il **server SMTP**
  - Il **server SMTP** chiede al **DNS** l'indirizzo del **server SMTP** che si trova nel dominio del **destinatario**
  - Si apre una **connessione TCP**, poi una conversazione tra i due server e viene consegnato il messaggio

## Consegna del messaggio

- Quando il destinatario usa il pulsante **Get Mail** del suo programma di posta elettronica di fatto il suo **MUA** contatta il **MTA** per scaricare la posta in arrivo
- Si possono usare due protocolli diversi
  - **POP3** (Post Office Protocol)
  - **IMAP** (Internet Mail Access Protocol)
- Qualcosa che avete già visto in SW1 ????

## Trasferimento file

- Si basa sul **File Transfer Protocol** (FTP)
- Permette di collegarsi a siti remoti per prendere (download) / salvare (upload) file
- L'accesso può essere riservato (tramite login e password) oppure aperto a tutti (si parla di anonymous ftp)

## Collegamento remoto

- **Telnet**
  - permette di collegarsi a calcolatori che si trovano in località remote per lavorare interattivamente su di essi



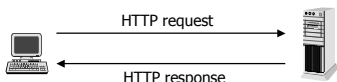
- sono necessari login e password

## World Wide Web (WWW)

- Si basa sul protocollo HTTP (HyperText Transfer Protocol) che gestisce l'interazione tra un client e un server web
- Client e server si scambiano dei messaggi
  - **richieste** da parte del client
  - **risposte** da parte del server

### HyperText Transfer Protocol - HTTP

- L'utente richiede una pagina residente su un server e il suo browser richiede una connessione TCP con il server
- Il server accetta la connessione iniziata dal browser
- Il browser ed il server si scambiano messaggi
- La connessione viene chiusa



### HTTP

- HTTP 1.0 è **stateless**
  - il server non mantiene alcuna informazione circa le richieste già inviate da un particolare browser
  - se una pagina web contiene 10 oggetti, ci saranno 10 richieste distinte da parte del browser
- HTTP 1.1 permette di stabilire una connessione persistente

### HTTP: esempio di request

- Messaggio in codice ASCII

```
header {  
  GET nomefile.html HTTP/1.0  
  User-agent: Mozilla/4.0  
  Accept: text/html, image/gif, image/jpeg  
  Host: elios.disi.unige.it  
  Accept-language: fr  
  ...  
}
```

Oltre a GET si possono usare POST, HEAD, PUT ...

### HTTP: esempio di response

```
header {  
  HTTP/1.0 200 OK  
  Date: Friday, 13 Nov 2002, 12:00:12 GMT  
  Server: Apache/1.3.0 (Unix)  
  Last-Modified: ...  
  Content-Type: text/html  
  ...  
}  
  
body {  
  <HTML>  
  <HEAD>  
  ...  
  </HEAD>  
  ...  
}
```

### HTTP: esempio di response

- I codici di risposta notificano al browser le informazioni relative al successo o al fallimento della connessione

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| - 200 | ok                       |
| - 400 | bad request              |
| - 401 | unauthorized             |
| - 403 | forbidden                |
| - 404 | not found                |
| - 500 | internal server error    |
| - 503 | service unavailable      |
| - 505 | HTTP version not support |

### Uso dei servizi di rete

- Quando vi collegate ad Internet, pensate a tutto quello che succede ...
- Maggiori dettagli? Ai prossimi anni