



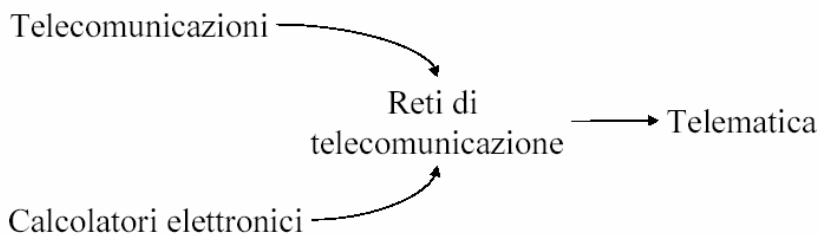
## INTRODUZIONE allo stack TCP/IP



**Ing. Cristian Randieri**  
Università degli Studi di Catania  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



## Introduzione: Reti di Telecomunicazioni



## Perché le reti di telecomunicazioni si sono sviluppate ?



- ❑ incremento capacità e diffusione dei calcolatori
- ❑ necessità di collegamento tra calcolatori
- ❑ trasmissione numerica
- ❑ evoluzione delle reti tradizionali



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Vantaggi & Svantaggi



- Vantaggi offerti dalle reti di TLC:
  - ❑ capacità di calcolo distribuito
  - ❑ memoria
  - ❑ basi di dati distribuite
  - ❑ capacità trasmissiva
- Svantaggi offerti dalle reti di TLC:
  - ❑ complessità di gestione e controllo



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Tassonomia & Classificazioni



- Non esiste una tassonomia comunemente accettata per le reti di TLC.
- Possibili classificazioni in base a:
  - tecnologia trasmissiva
  - dimensione



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

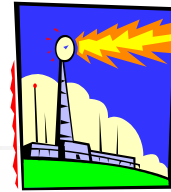
# Tecnologie di Trasmissione

- Tipi di tecnologia di trasmissione:
  - Reti **broadcast**:
    - canale condiviso
    - multicast
  - Reti **point-to-point**
    - canale dedicato tra ogni coppia di nodi



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Reti TLC



Distanza tra nodi	“Taglia” della rete
0.1m	Circuit board
1m	System
10m	Room
100m	Building
1km	Campus
10km	City
100km	Country
1000km	Continent
10000km	Planet

Micro-computer

Multi-computer

Local Area Network

Metropolitan Area Network

Wide Area Network

Internet



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
 randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Modello OSI

Livelli di  
 applicazione  
 (utente)

7 - Applicazione
6 - Presentazione
5 - Sessione
4 - Trasporto
3 - Rete
2 - Collegamento dati
1 - Fisico

Livelli di  
 rete



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
 randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



# Stack OSI



- 7 - Applicazione: gestisce la comunicazione a livello di programmi applicativi (es. Telnet, FTP, ...)
- 6 - Presentazione: si preoccupa della coerenza sintattica dell'informazione fornita al livello 7 (es. crittografia, compressione, allineamento bit, ...)

7 - Applicazione
6 - Presentazione
5 - Sessione
4 - Trasporto
3 - Rete
2 - Collegamento dati
1 - Fisico



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Stack OSI



- 5 - Sessione: gestisce ogni singolo “dialogo” instaurando il collegamento, negoziando le regole di comunicazione e chiudendo il collegamento. Si occupa anche degli *eventi eccezionali*.

7 - Applicazione
6 - Presentazione
5 - Sessione
4 - Trasporto
3 - Rete
2 - Collegamento dati
1 - Fisico



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



# Stack OSI



- 4 - Trasporto: fornisce il servizio di *trasferimento dell'informazione* (pacchettizzazione, moltiplicazione, ...).
- 3 - Rete: ha come obiettivo primario l'**instradamento**. Realizza inoltre la commutazione di pacchetto.

7 - Applicazione
6 - Presentazione
5 - Sessione
4 - Trasporto
3 - Rete
2 - Collegamento dati
1 - Fisico



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



# Stack OSI



- 2 - Collegamento dati: realizza il **controllo dell'errore**, fornendo al livello di rete un canale di comunicazione il più possibile affidabile.
- 1 - Fisico: fornisce al livello 2 un collegamento tra nodi sul quale vengono trasmesse le unità dati.

7 - Applicazione
6 - Presentazione
5 - Sessione
4 - Trasporto
3 - Rete
2 - Collegamento dati
1 - Fisico



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## OSI versus TCP/IP

- Modello per l'interconnessione dei sistemi aperti, ovvero dei sistemi che sono aperti alla comunicazione con altri sistemi.
- È un modello di riferimento che definisce funzionalità raggruppate in livelli.
- Non è un'architettura di rete in quanto non definisce né protocolli né servizi da usare nei vari livelli.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Lo stack TCP/IP

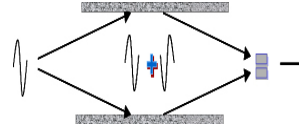
- E' la famiglia dei protocolli che sta alla base della rete Internet per la comunicazione tra host remoti attraverso un qualunque insieme di reti eterogenee fra loro interconnesse
- Tali protocolli, definiti negli anni '70, furono progettati dalla Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA) per cooperare su rete ARPANET
- La suite di protocolli di Internet è diventata in questo ventennio uno fra gli standard più apprezzati nell'interconnessione di reti remote, anche in ambito strettamente privato



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



## Storia del TCP/IP



- 1965: DARPA sponsorizza ricerche nel settore “cooperative networks of time-sharing computers”
  - ARPANET (Advanced Research Project Agency Network)
- 1969: primi host connessi ad ARPANET (UCLA, UCSB, ...)
- Anni '70: ARPANET è un successo: email è la *killer application*
- 1973: ARPANET diventa internazionale interconnettendo alcune sedi inglesi
- 1975: primo test TCP tra Londra e New York via satellite



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



## Storia del TCP/IP



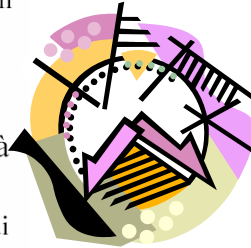
- Fine anni '70: nasce NSFNET
  - National Science Foundation Network
  - High-speed successor to ARPANET
- Anni '80: TCP/IP è incluso nel sistema Berkely UNIX (funded by DARPA)
- 1982: l'insieme delle reti NSFNET, ARPANET ed altre iniziative viene identificato con il termine Internet.
- 1992: Internet Society
  - nascono le applicazioni WWW, file transfer, rlogin, ...
- 1995: Internet Service Provider era
  - utilizzo di Internet per fini commerciali



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Protocolli TCP/UDP ed IP

- Il protocollo IP è associabile al livello di rete OSI
  - offre un servizio di tipo datagram, non affidabile e non orientato alla connessione
  - gestisce tutte le funzionalità relative alla frammentazione e all'instradamento dei pacchetti
- I protocolli TCP/UDP implementano funzionalità del livello di trasporto nel riferimento OSI
  - TCP offre ai livelli applicativi un servizio affidabile di tipo orientato alla connessione
  - UDP offre invece un servizio non affidabile di tipo non orientato alla connessione

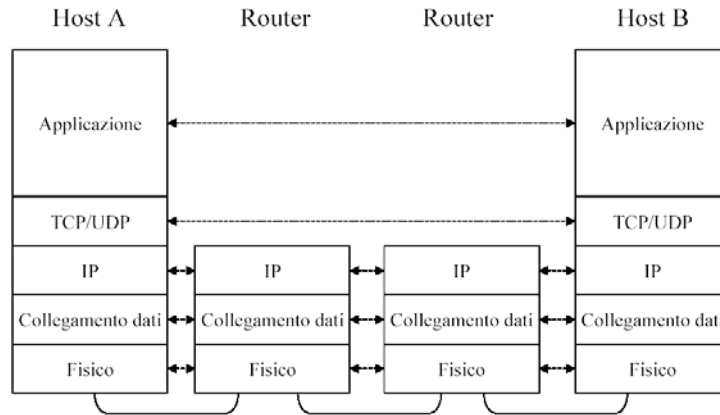


# I protocolli di Internet





# Modello di Comunicazione



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Funzionalità del protocollo IP

- Il protocollo IP, come protocollo di livello 3 OSI, svolge funzioni di indirizzamento, instradamento e controllo della congestione
- Nella terminologia Internet, i dispositivi collegati alla rete sono di due tipi:
  - host: macchine terminali di comunicazione
  - gateway: ossia nodi che realizzano l'interconnessione tra reti



⇒ più propriamente, l'elemento di interconnessione in ambito Internet è il router, un dispositivo che opera a livello di rete (con riferimento al modello OSI)



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Indirizzamento



- Ad ogni host della rete Internet è assegnato in modo esclusivo un indirizzo logico di rete di 32 bit, che
  - lo contraddistingue da tutti gli altri host
  - permette di identificare la posizione nella rete
- Un router ha tanti indirizzi logici quante sono le sue interfacce, ossia quante sono le reti di cui il router realizza l'interconnessione



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# I Router IP

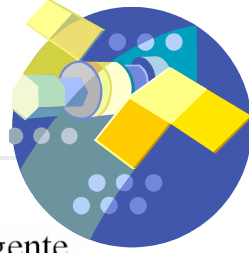


- Le operazioni principali che devono essere svolte da un router IP sono:
  - determinazione del percorso fra sorgente e destinazione
  - inoltro dei datagrammi IP verso l'interfaccia di uscita collegata alla rete che appartiene al percorso trovato



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...

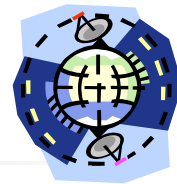


- La determinazione del percorso fra sorgente e destinazione richiede l'esecuzione di complessi algoritmi di ottimizzazione basati su opportune metriche
  - numero di router da attraversare
  - ritardo di attraversamento della rete
  - capacità dei canali attraversati
  - affidabilità delle sottoreti



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Instradamento



- Le informazioni sull'instradamento ottenute con questi algoritmi vengono registrate dai router in tabelle di instradamento
- Una tabella di instradamento specifica, per un indirizzo di destinazione
  - il router successivo a cui deve essere inviato il pacchetto per poter raggiungere la destinazione finale
  - la distanza nella metrica specificata



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>





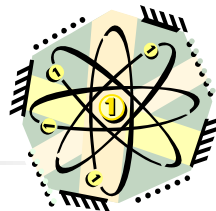
## Continua...



- La tabella di instradamento può essere
  - **statica**, predisposta dal gestore della rete
  - **dinamica**, ovvero costruita runtime ed aggiornata mediante uno scambio di informazioni secondo un opportuno protocollo di instradamento
- L'instradamento viene effettuato con un meccanismo di tipo store and forward in base all'indirizzo logico di livello IP



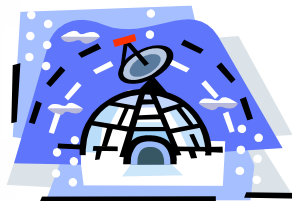
## Continua...



- Il router deve associare all'indirizzo IP della destinazione successiva l'indirizzo MAC corrispondente
  - Se la destinazione è collegata direttamente ad una rete su cui si attesta il router, il router stesso mappa l'indirizzo IP della destinazione nel relativo indirizzo di livello MAC della rete di destinazione
- Il mappaggio avviene dinamicamente per mezzo del protocollo ARP (Address Resolution Protocol)
  - router/host mantengono una tabella di corrispondenza fra indirizzi MAC e indirizzi IP per le destinazioni già utilizzate

## Protocolli d'Instradamento

- Gli algoritmi di instradamento operano in modalità distribuita e posseggono le seguenti caratteristiche:
  - percorso ottimo
  - minor *overhead* possibile
  - alta affidabilità
  - efficienza prestazionale
  - rapido adattamento alla variazione delle condizioni di rete



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Il datagramma IP

- L'unità informativa scambiata a livello IP è il datagramma IP
- Esso si compone di un header e un payload di lunghezza variabile



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# L'Header IP



Vers.	IHL	ToS	Total length	
Identification			Flags	Offset
Time to live	Protocol		Checksum	
Source Address				
Destination Address				
Options			Padding	
Data				



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# I Campi dell'Header IP



- **Version** (4 bit): specifica la versione del protocollo IP
- **IHL** (4 bit): esprime la lunghezza dell'header in word di 32 bit
- **Type of service** (8 bit): è un ausilio all'algoritmo di instradamento per la scelta tra vari percorsi caratterizzati da differenti qualità di servizio
  - è possibile scegliere tra basso ritardo, alto throughput ed alta affidabilità
  - la rete Internet comunque non garantisce la qualità di servizio indicata in questo campo



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- **Total length** (16 bit): è la lunghezza del datagramma espressa in byte
- **Identification** (16 bit): contiene un identificatore del datagramma e viene utilizzato per associare i frammenti di un medesimo datagramma, qualora vi sia stata frammentazione
- **Flags** (3 bit): il primo bit indica se c'è stata frammentazione del datagramma, mentre i rimanenti contraddistinguono l'ultimo frammento



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- **Fragment offset** (13 bit): offset del frammento nel datagramma originario (unità di misura: 8 byte)
- **Time to live** (8 bit): tempo di permanenza (in secondi) residuo del datagramma nella rete
  - viene inizializzato quando il pacchetto viene immesso in rete e decrementato in ognuno dei nodi attraversati
  - quando il tempo residuo diviene nullo il datagramma viene rimosso
- **Protocol** (8bit): indica ai protocolli di livello superiore il formato e il contenuto dei dati



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



## Continua...



- **Header Chcksum** (16 bit): contiene il codice per la rivelazione di errori nell'header
  - si suppone di suddividere l'header in gruppi di 16 bit di cui si effettua la somma in complemento ad 1
- **Source IP Address** (32 bit): contiene l'indirizzo Internet del trasmettitore
- **Destination IP Address** (32 bit): contiene l'indirizzo Internet del ricevitore



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



## Continua...



- **Options**: ha lunghezza variabile in funzione delle opzioni specificate
  - utilizzato per scopi di testing e debugging della rete
  - il suo uso non è richiesto in tutti i datagrammi
- **Padding**: è costituito da un certo numero di byte identicamente nulli in modo che la lunghezza complessiva in bit dell'header sia multipla di 32



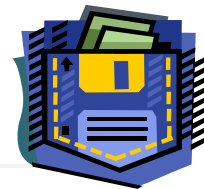
Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Lunghezza del datagramma

- Il payload contiene dati utente e può avere lunghezza variabile
- Il datagramma viene gestito completamente dal software
  - la lunghezza massima non è stata standardizzata
  - è lasciata come parametro configurabile da parte del gestore della singola rete

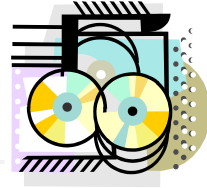


## Continua...



- La scelta di tale valore deve tenere conto del limite massimo imposto dalle trame di livello due (chiamato MTU), in cui alloggiare il datagramma
  - nella rete Ethernet l'MTU è pari a 1500 byte
  - nella rete FDDI è 4500 byte
- Nell'ambito dell'Internet, che interconnette reti eterogenee, esistono vari MTU

## Continua...



- E' necessario frammentare un datagramma IP nel caso in cui la sua dimensione sia superiore alla MTU caratteristica della sottorete che deve attraversare
- Ciascun frammento è dotato del medesimo header, fatta eccezione per alcuni bit, e attraversa la rete indipendentemente dagli altri
- E' compito della destinazione provvedere a riassemblare i frammenti in modo da ricostruire il datagramma originario



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Indirizzi di rete Internet

- L'indirizzo IP di 32 bit è logicamente distinto in due parti
  - netid: numero identificativo della rete fisica cui l'host è connesso
  - hostid: identificativo dell'host
- Questo metodo di indirizzamento riduce la dimensione delle tabelle di instradamento
  - anzichè mantenere nei nodi di rete una registrazione per ogni singolo host destinatario, è sufficiente mantenere una sola registrazione per tutti gli host che appartengono alla stessa rete



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



# Classi di indirizzi Internet

- La suddivisione dei 32 bit tra netid e hostid dipende dalla classe di indirizzamento utilizzata
- Sono previste 5 classi di indirizzi
  - classe A: riservata alle reti con più di 65536 host  
⇒ 1.0.0.0 – 127.255.255.255
  - classe B: per reti di dimensioni intermedie (da 256 a 65536 host)  
⇒ 128.0.0.0 – 191.255.255.255
  - classe C: per piccole reti (meno di 256 host)  
⇒ 192.0.0.0 – 223.255.255.255
  - classe D: utilizzato per l'indirizzamento multicast  
⇒ 224.0.0.0 – 239.255.255.255
  - classe E: riservato per utilizzi futuri  
⇒ 240.0.0.0 – 247.255.255.255



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



# Classi di indirizzi Internet



Classe A	<i>7bit</i>	<i>24bit</i>
	0   netID	hostID
Classe B	<i>14bit</i>	<i>16bit</i>
	10   netID	hostID
Classe C	<i>21bit</i>	<i>8bit</i>
	1110   netID	hostID
Classe D	<i>28bit</i>	
	11110   groupID	
Classe E	<i>27bit</i>	
	111110	



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>





## Indirizzi IP Speciali



- netId 0: interpretato come “questa rete”
- netId 127: interfaccia di *loopback*
- netId 255: broadcast
  - directed broadcast: tutti gli host sulla sottorete specificata ricevono il datagramma
  - local broadcast: tutti gli host su tutte le sottoreti ricevono il datagramma
- Esempi:
  - 127.0.0.0 ⇒ questo host
  - 192.168.0.0 ⇒ questa rete
  - 121.135.255.255 ⇒ tutti gli host su questa sotto rete

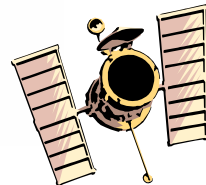


Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



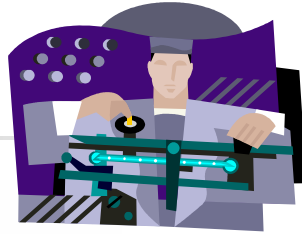
## Assegnamento degli indirizzi IP

- L'autorità preposta all'assegnamento degli indirizzi IP è il NIC, cui è devoluto il compito di garantire l'unicità degli indirizzi di rete (netid)
- La responsabilità dell'assegnamento degli hostid all'interno di ogni rete è invece delegata alle singole organizzazioni
- Gli indirizzi IP sono solitamente specificati mediante la “notazione quadrupla puntata”
  - ad esempio 131.175.5.10 è un indirizzo di classe B



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Nomi di Dominio

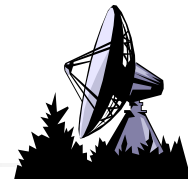


- Un host Internet può essere anche specificato mediante il nome del dominio, una rappresentazione alfabetica simbolica, facilmente memorizzabile
- Il nome del dominio è costituito da parole separate da punti decimali
  - la prima indica l'host (hostname)
  - le successive identificano il dominio (domain) secondo un criterio gerarchico



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- Alcuni domini di livello superiore presenti negli Stati Uniti identificano il tipo di organizzazione
  - com: commerciale
  - edu: educativo
  - gov: governativo
  - mil: militare
  - net: centri che supportano le maggiori reti
  - org: organizzazioni che non ricadono in quelle sopra elencate (ad esempio altre reti di tipo non-profit)



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- Il dominio di livello massimo può anche indicare una rete nazionale
  - Identificativo della nazione costituito da una sigla di due lettere: fr (Francia), ca (Canada), it (Italia)
- Un server di nomi di dominio (domain server) ha la funzione di tradurre il nome del dominio nel corrispondente indirizzo IP
  - le informazioni sugli indirizzi risiedono solamente su un singolo elaboratore della rete
  - esiste una rete di server DNS che scambiano informazioni per risoluzione indirizzo-nome



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Host multiconnessione

- Un host multiconnesso (es. un router) richiede tanti indirizzi IP quante sono le reti cui esso è collegato.
- Un indirizzo IP non identifica univocamente un host, ma una connessione di rete.

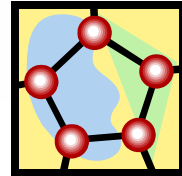


Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



## Indirizzamento di Sottoreti

- L'indirizzamento Internet manifesta limitazioni:
  - se un host viene spostato da una rete al un'altra deve assumere un indirizzo IP diverso
  - transizioni da classe C a classe B
  - capacità indirizzamento in via di esaurimento
    - ⇒ proliferazione reti locali
    - ⇒ crescente esigenza di comunicazione tra host remoti

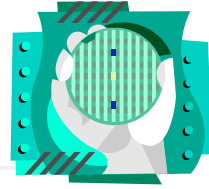


## Continua...



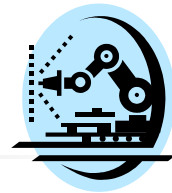
- Vi è la necessità di supportare tabelle di indirizzamento sempre più grandi
- Soluzione: utilizzare lo stesso *netid* per indirizzare più reti fisiche
- **Indirizzamento di sottorete**

## Continua...



- Utilizzato in reti locali formate da più reti fisiche connesse mediante router
  - indirizzamento tradizionale ⇨ un netid per ogni rete fisica
  - indirizzamento di sottorete ⇨ un solo netid (che specifica la connessione tra gateway ed Internet)
- L'indirizzamento locale è gestito in modo autonomo ed è noto solamente ai router locali

## Continua...



- Tutti i router della rete Internet accedono agli host della sottorete come se appartenessero ad un'unica rete identificata dal *netid*
- Tabelle di instradamento più compatte

## Continua...



- Un criterio efficiente di indirizzamento locale è partizionare l'hostid in due sottocampi (la cui lunghezza è gestita dall'organizzazione)
  - l'identificatore della rete fisica
  - l'indirizzo dell'host relativo ad ogni rete fisica
- Ne risulta un instradamento di tipo gerarchico, contraddistinto da
  - identificatore di rete (specifica l'accesso ad Internet)
  - identificatore di rete locale (noto solo al router locale)
  - identificatore di host



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Mapping degli indirizzi

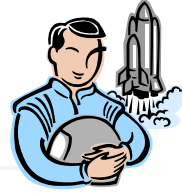


- Ogni host collegato ha un identificativo legato all'hardware, chiamato indirizzo fisico (o **indirizzo MAC**)
  - nelle reti 802.x è un numero a 48 bit
  - questo numero viene impresso dal costruttore dell'hardware dell'interfaccia di rete
- Quando si deve inviare dati ad una macchina destinataria, è necessario specificarne l'indirizzo MAC



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- L'indirizzo MAC non cambia se si sposta la macchina da una sottorete all'altra.
- Nella rete Internet i nodi sono identificati mediante il loro indirizzo logico di rete, l'indirizzo IP.
- E' necessario prevedere un meccanismo che associ all'indirizzo IP di un host il corrispondente indirizzo fisico.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Address Resolution Protocol

- Il protocollo ARP serve ad associare indirizzo IP e indirizzo fisico.
- Viene utilizzato quando il nodo che richiede la traduzione da indirizzo IP ad indirizzo MAC appartiene alla stessa rete della destinazione.
- Vengono mantenute in ogni host delle tabelle che mettono in corrispondenza indirizzi logici e indirizzi MAC (chiamate *ARP Cache*)
- Un apposito protocollo consente l'aggiornamento dinamico delle ARP Cache.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- Esempio: il nodo A vuole conoscere quale sia l'indirizzo MAC Fb corrispondente all'indirizzo IP Ib di un nodo B.
  - A trasmette in broadcast un pacchetto ARP che riciede l'indirizzo MAC corrispondente a Ib
  - Tutti gli host della sottorete ricevono la richiesta ma solo il nodo B risponde con un messaggio *ARP reply* che indica il proprio indirizzo MAC.
  - Alla ricezione della risposta il nodo A inserisce l'informazione ottenuta nella ARP Cache.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- Ogni host può usare le informazioni contenute nella ARP Cache ogniqualvolta ha bisogno di risolvere un'associazione tra indirizzo IP e indirizzo MAC.
- E' previsto un meccanismo di *timeout* in modo da operare un periodico aggiornamento delle tabelle.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



# Reverse Address Resolution Protocol



- Durante la fase di start-up ogni nodo deve determinare l'indirizzo Internet corrispondente all'indirizzo MAC delle sue interfacce di rete.
- I nodi privo di hard-disk (*diskless*) utilizzano un protocollo che funziona in maniera inversa all'ARP.
- Questo protocollo, utilizzato solo allo start-up, prende il nome di RARP.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Il protocollo TCP



- Il TCP è stato progettato al fine di offrire un servizio end-to-end perfettamente affidabile alle applicazioni, tenendo conto che la rete sottostante (IP) non è affidabile.
- Il TCP accetta dal livello superiore messaggi di lunghezza illimitata, li segmenta in pacchetti di piccole dimensioni e li invia in datagrammi.
- Ogni trasmissione di dati deve essere preceduta da una fase di attivazione della connessione e seguita da una fase di rilascio.
- RFC 793
  - bug fixes: RFC 1122
  - estensione: RFC 1323



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

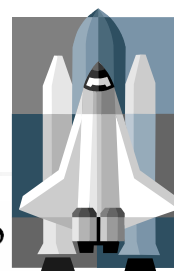
# Funzionalità del protocollo TCP

- TCP deve verificare:
  - la corretta ricezione dei datagrammi
  - attuare, se necessario, le procedure di ritrasmissione
  - verificare che i datagrammi giungano a destinazione in sequenza
  - verificare che non vi siano datagrammi mancanti o duplicati



# Continua...

- Le funzionalità del protocollo TCP vengono garantite mediante:
  - la numerazione dei datagrammi
  - l'invio di messaggi di acknowledgment da parte della destinazione ogniqualvolta viene ricevuto correttamente il giusto datagramma della sequenza
  - nel caso di connessioni interattive bidirezionali si usa la tecnica *piggybacking* (ack contenuto nelle risposte)



# Formato del pacchetto TCP

- Il pacchetto TCP può essere scisso in due parti:
  - dati
  - header
- Nello spazio dedicato ai dati viene posta una porzione delle informazioni che il livello applicativo offre al protocollo TCP per la trasmissione.
- TCP TSAP ⇒ **porta**



# L'header TCP



Source Port		Destination Port	
Sequence Number			
<i>Acknowledgement number</i>			
<i>Offset</i>	<i>Res</i>	<i>Control</i>	<i>Window</i>
<i>Checksum</i>		<i>Urgent Pointer</i>	
<i>Options</i>			<i>Padding</i>
<i>Data</i>			

## Campi dell'Header TPC

- *Source Port* (16 bit): definisce l'indirizzo logico del processo sorgente dei dati
- *Destination Port* (16 bit): definisce l'indirizzo logico del processo destinatario dei dati
- *Sequence Number* (32 bit): contiene il numero di sequenza del primo byte contenuto nel segmento dati



## Continua...



- *Acknowledgement Number* (32 bit): nei pacchetti in cui il bit di ACK è settato, contiene il numero di sequenza del prossimo byte che il ricevitore del segmento si aspetta di ricevere.
- *Offset* (4 bit): contiene il numero di parole di 32 bit contenute nell'header TCP
  - *L'header TCP non supera i 60 byte ed è sempre un multiplo di 32 bit.*
- *Reserved* (6 bit): riservato per usi futuri

## Continua...



- *Control Bit* (6 bit):
  - URG: il campo urgent pointer contiene un valore significativo
  - ACK: il campo acknowledgement contiene un valore significativo
  - PSH: i dati forniti vengono trasmessi senza attendere il riempimento dei buffer allocati fra applicazione e TCP
  - RST: un malfunzionamento impone il reset della connessione
  - SYN: nel primo pacchetto di apertura della connessione
  - FIN: la sorgente ha esaurito i dati da trasmettere



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- *Window* (16 bit): contiene il numero di byte che il ricevitore del segmento è in grado di ricevere.
- *Checksum* (16 bit): contiene la sequenza che permette al TCP ricevente di verificare la correttezza del pacchetto.
- *Urgent Pointer* (16 bit): contiene il numero di sequenza del byte che delimita superiormente i dati che devono essere consegnati urgentemente.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- *Options* (di lunghezza variabile): sono presenti raramente, le più note sono:
  - End of option list
  - No-operation
  - Maximum Segment Size
- *Padding* (di lunghezza variabile): serve come riempitivo aggiunto per far sì che l'header abbia una lunghezza multipla di 32 bit.

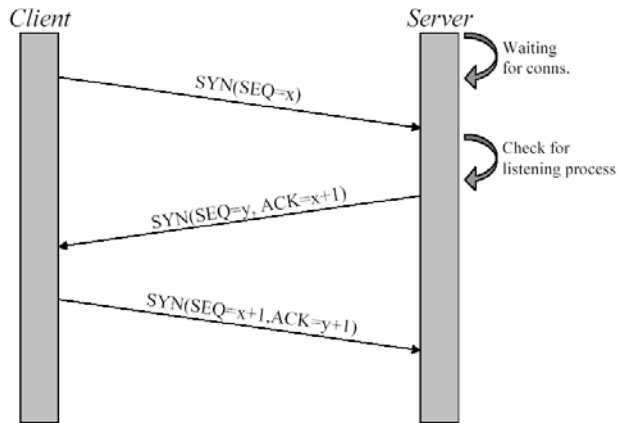
## Instaurazione della connessione

- Il protocollo TCP è un protocollo di tipo *connection-oriented*, in cui la connessione deve essere instaurata prima di poter scambiare i dati.
- I due TCP interagenti si sincronizzano scambiandosi il proprio numero di sequenza iniziale.





## Meccanismo 3-way handshaking



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



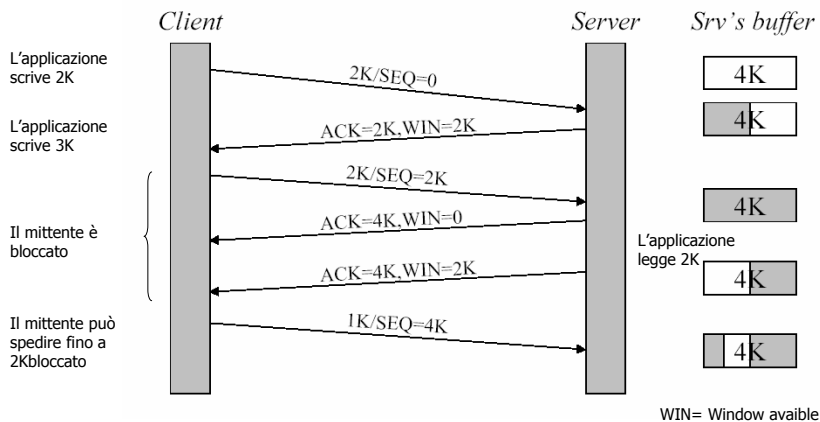
## Continua...

- Nel primo SYN-segment l'entità TCP può inserire informazione sulla **Maximum Segment Size (MSS)**, la massima lunghezza di segmento che è in grado di trattare.
- MSS dipende da:
  - lunghezza del buffer a disposizione
  - Maximum Transfer Unit:
    - ⇒ resa nota al TCP dal driver che lo interfaccia alla rete
  - Il calcolo della MSS viene effettuato sottraendo alla MTU la lunghezza dell'header introdotto da IP
  - default: 356 byte
- Il calcolo della MSS viene fatto scegliendo il minimo tra TCP locale e TCP remoto



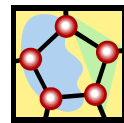
Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# TCP:trasmission policy



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Continua...



- Approccio descritto estremamente inefficiente in applicazioni interattive con pochi dati scambiati: TELNET.
  - Per ogni carattere digitato:
    - ⇒ 41 byte per trasferimento carattere
    - ⇒ 40 byte di ACK
    - ⇒ 40 byte di *window update*
    - ⇒ 41 byte di *echo*
- Soluzioni:
  - ritardare ACK e *window update*
  - algoritmo di Nagle
    - ⇒ invia il primo byte e bufferizza fino all'ACK



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



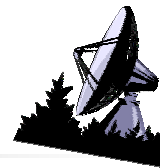


## Controllo di Congestione TCP

- Gestione della congestione ⇨ identificare la congestione.
- Cause di congestione:
  - rumore sul canale di trasmissione
  - pacchetti scartati dai nodi di rete
- Il primo caso viene trascurato essendo le reti principalmente basate su fibra ottica
- Due potenziali problemi causano il *dropping* dei pacchetti:
  - limitata capacità del receiver
  - limitata capacità della rete



## Continua...



- TCP usa un meccanismo a doppia finestra
  - receiver window: numero di byte che il receiver è in grado di ricevere
  - congestion window: stima del numero di byte che la rete è in grado di smaltire
- La quantità di traffico che il sender può spedire coincide con il minimo tra le due finestre.
- Alla congestion window è associato un timer

## Continua...



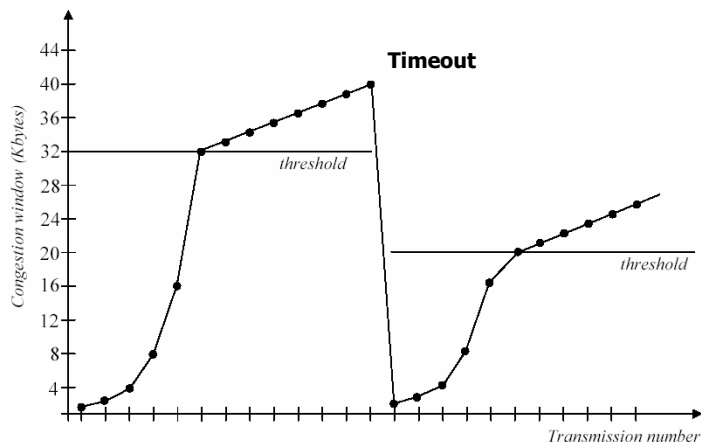
- Algoritmo *slow start*
  - Al setup della connessione la congestion window configurata pari al MSS.
  - Il sender trasmette MSS, e raddoppia la dimensione del segmento e della congestion window ad ogni ACK ricevuto a timer non scaduto. (Crescita esponenziale della congestion window)
- Algoritmo *Internet Congestion Control*
  - Oltre ad una determinata **soglia** la congestion window cresce linearmente.
  - Se scatta il timer, la soglia viene posta pari alla metà della *congestion window*
    - Se la ricezione del segmento viene confermata prima che il tempo finisca, il timer viene fermato.
    - Se il timer scade prima dell'arrivo della conferma, il segmento viene ritrasmesso e il timer viene fatto ripartire

**MSS**=Dim segmento massimo che può essere spedito nella connessione



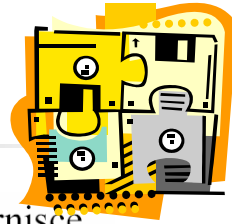
Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Congestion Window



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Il Protocollo UDP



- Lo *User Datagram Protocol* (UDP) fornisce un servizio di consegna dei datagrammi non affidabile e senza connessione.
- UDP non aggiunge alcuna funzionalità a IP
- UDP non utilizza meccanismi di riscontro di avvenuta consegna di un messaggio, di ordinamento dei datagrammi, di controllo della congestione
- RFC 768



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

# Continua...

- Header UDP:
  - le porte identificano i processi sorgente e destinazione all'interno degli *endpoint* IP
  - UDP length: lunghezza del pacchetto compreso l'header
  - UDP checksum: checksum

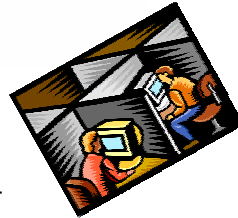
<i>Source Port</i>	<i>Destination Port</i>
<i>UDP length</i>	<i>UDP Checksum</i>



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Comunicazione tra processi remoti

- Il servizio aggiuntivo fornito da TCP e UDP rispetto all'IP consiste nel distinguere tra più destinazioni all'interno dello stesso host.
- Più applicazioni possono comunicare contemporaneamente.

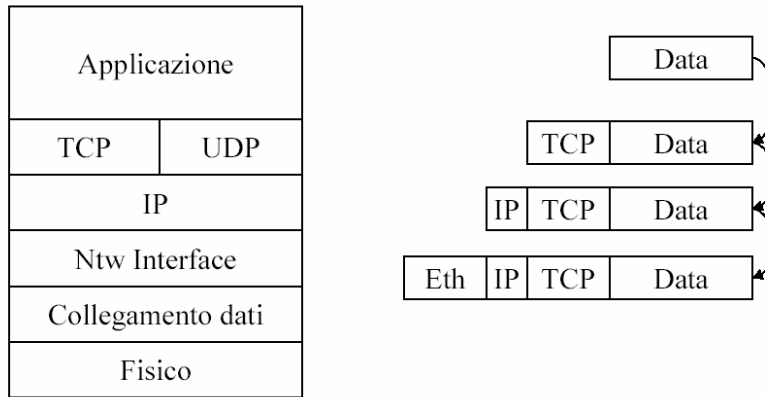


## Porte TCP e UDP

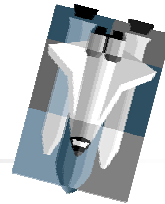
- L'indirizzo TCP/UDP viene realizzato mediante l'astrazione nota come *porta*.
- A ciascun processo vengono associate dal sistema operativo una o più porte, identificate da un numero intero.
  - Porta ⇔ Processo
  - Indirizzo IP ⇔ Host



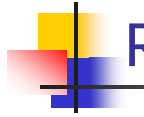
# Protocol Encapsulation



# Assegnare le porte

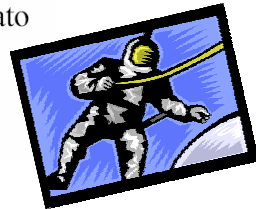


- TCP e UDP utilizzano meccanismi che governano la trasmissione, all'interno dei datagrammi IP, dei numeri di porta sorgente e destinazione.
- Il processo che inizia una comunicazione TCP/UDP deve conoscere il numero di porta del processo destinazione sull'host remoto.



## Riconoscimento delle Porte

- Tale problema viene risolto mediante due meccanismi:
  - **assegnazione universale**: un'autorità centrale assegna alle applicazioni più diffuse un numero di porta **ben noto**, diffuso in tutta la rete
  - **legame dinamico**: il numero di porta assegnato viene richiesto dall'applicazione al sistema operativo e comunicato all'applicazione sorgente mediante meccanismi fuori banda



## Internet



- Breve Cronistoria:
  - 1971 - **ARPANET** comprende già 23 nodi, posti anche all'università di Stanford (rete civile e militare coincidono).
  - 1972 - Nasce il primo programma per posta elettronica.
  - 1979 - Nasce **USENET**, rete di newsgroup.
  - 1982 - Il protocollo **TCP/IP** viene standardizzato e sostituisce il precedente **NCP** in ARPANET. Il nome Internet viene usato per la prima volta.
  - ARPANET viene divisa in **ARPANET** e **MILNET**.
  - 1984 - Il **Domain Name System** (DNS) viene introdotto.
  - 1990 - ARPANET cessa ufficialmente di esistere.
  - 1991 - I servizi **WAIS** e **Gopher** vengono attivati.
  - 1992 - Nasce il **World Wide Web (WWW)**.



# Internet



- I servizi presenti su Internet:
  - **FTP**, File Transfer Protocol consente il semplice trasferimento di file fra un FTP server ed un client tramite opportuni comandi di testo.
  - **Telnet**, consente di accedere ad una macchina utilizzando la propria come terminale.
  - **E-mail**, consente lo scambio di messaggi (posta elettronica).
  - **Newsgroup**, gruppi di discussione organizzati per tematica. Possono essere considerati come delle bacheche elettroniche.
  - **Mailing List**, un indirizzo di posta comune ad un gruppo di interesse. A differenza dei newsgroup ogni messaggio viene inviato a tutti, mentre con la bachecha elettronica si possono selezionare i messaggi desiderati.
  - **World Wide Web (WWW)**, un insieme di dati organizzati in forma *ipertestuale* (link), descritti tramite il linguaggio **HTML**, ed accessibili tramite un *browser*.



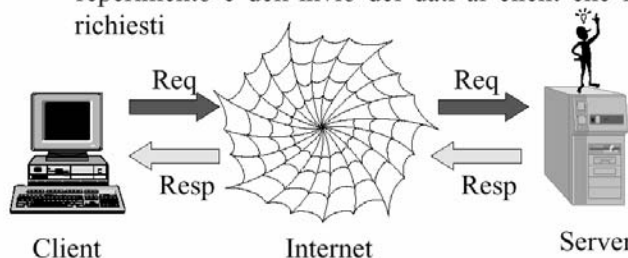
Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



# Accesso ai servizi su Internet

## Architettura Client - Server

- **Client**: programma che costituisce l'interfaccia con l'utente e che si occupa di richiedere i dati
- **Server**: programma che si occupa solo del mantenimento, del reperimento e dell'invio dei dati al client che li ha richiesti



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



## Accesso ai servizi su Internet

### Architettura Client - Server

Affinché l'interazione tra *Client* e *Server* possa avvenire è necessario che entrambi utilizzino un linguaggio comune, ovvero un protocollo di comunicazione

I più comuni sono:

- *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)*
- *File Transfer Protocol (FTP)*
- *Hyper-Text Transfer Protocol (HTTP)*



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>



## L'ipertesto globale: World Wide Web

- Nasce al CERN di Ginevra nel 1990
- Si diffonde nel 1993 grazie alla creazione ed alla distribuzione, da parte dell'NCSA, di Mosaic.
- Nel 1993 c'erano circa 200 server Web, adesso ce ne sono milioni.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>





## L'ipertesto globale: World Wide Web

---

- Le caratteristiche che hanno fatto del WWW una vera e propria rivoluzione sono:
  - ▮ la sua diffusione planetaria
  - ▮ la facilità di utilizzazione delle interfacce
  - ▮ la sua organizzazione ipertestuale
  - ▮ la possibilità di trasmettere/ricevere informazioni multimediali
  - ▮ la semplicità di gestione per i fornitori di informazione



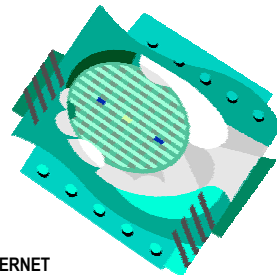
Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellistystem.it <http://www.intellistystem.it>



## Multimedialità e Iper testo

---

- Multimedialità: possibilità di utilizzare contemporaneamente, in uno stesso messaggio, più media e più linguaggi.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellistystem.it <http://www.intellistystem.it>

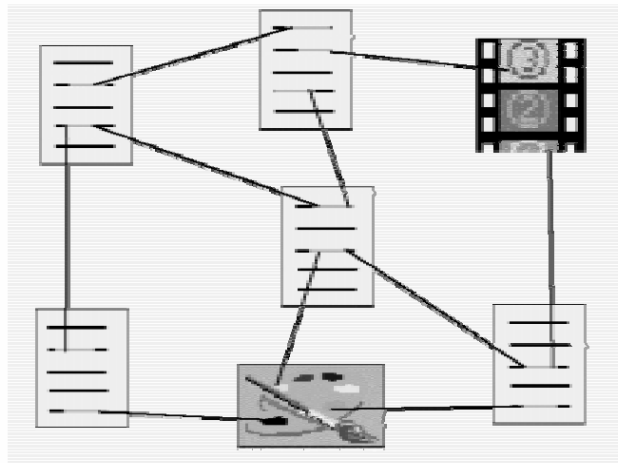
## Multimedialità e Iper testo

- Iper testo: è un sistema di organizzazione delle informazioni (testuali, ma non solo) in una struttura non sequenziale, bensì reticolare.
- E' costituito da un insieme di unità informative (i nodi) e da un insieme di collegamenti (detti link) che da un nodo permettono di passare ad uno o più altri nodi.
- Se le informazioni che sono collegate tra loro sono veicolate da media differenti (testi, immagini, suoni, video), l'iper testo diventa multimediale e viene definito *ipermedia*.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## Multimedialità e Iper testo



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## L'ipertesto globale: World Wide Web

- WWW è un sistema ipermediale; con la particolarità che i diversi nodi della rete ipertestuale possono essere distribuiti sui vari host che costituiscono Internet.
- Attivando un singolo link si può dunque passare a un documento che si trova su un qualsiasi computer della rete. In questo senso utilizzare uno strumento come Web permette di effettuare una vera e propria navigazione nel *cyberspazio*.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## World Wide Web: come funziona?

- Si basa, come quasi tutte le applicazioni Internet, sull'interazione tra un client ed un server.
- Il protocollo di comunicazione utilizzato è *HyperText Transfer Protocol (HTTP)*.
- I documenti inseriti su Web vanno memorizzati in un formato speciale, denominato *HyperText Markup Language (HTML)*.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## World Wide Web: come funziona?

- I client Web sono gli strumenti di interfaccia tra l'utente ed il sistema.
- Le funzioni principali che essi svolgono sono:
  - ▮ ricevere i comandi dall'utente
  - ▮ richiedere ai server i documenti
  - ▮ interpretare il formato HTML e presentarlo all'utente
- Nel gergo telematico tali programmi vengono chiamati *browser* (Es.: *Netscape Navigator*, *Microsoft Internet Explorer*, *NCSA Mosaic*, ...).
- Il server Web (o meglio HTTP), si occupa della gestione, del reperimento e del recapito dei singoli documenti richiesti dai client.



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisisystem.it <http://www.intellisisystem.it>

## WWW: indirizzamento dei documenti

- Si intende il modo in cui è possibile far riferimento ad un determinato documento tra quelli presenti sulla rete.
- La soluzione adottata si chiama *Uniform Resource Locator (URL)*.
- La sintassi di URL è la seguente:

tiposerver://nomehost/nomefile



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisisystem.it <http://www.intellisisystem.it>

## La ricerca su World Wide Web

### ■ Alcuni motori di ricerca:

- <http://www.altavista.com>
- <http://www.hotbot.com>
- <http://www.lycos.com>
- <http://guide.infoseek.com>
- <http://www.excite.com>
- <http://www.yahoo.com>
- <http://www.virgilio.it>
- <http://www.arianna.it>
- <http://www.iwp.it>



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

## LINGUAGGI PER IL WEB

- Linguaggi per la formattazione e la strutturazione (SGML, HTML, CSSx, XML)
- Linguaggi di programmazione per il WEB
  - server side
  - client side



Ing. Cristian Randieri - INTRODUZIONE AD INTERNET  
randieri@intellisystem.it <http://www.intellisystem.it>

