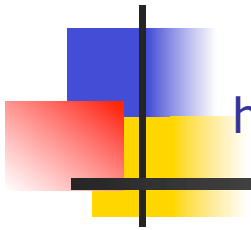
Reti di Calcolatori
AA 2010/2011

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO



http://disi.unitn.it/locigno/index.php/teaching-duties/computer-networks

Renato Lo Cigno

e

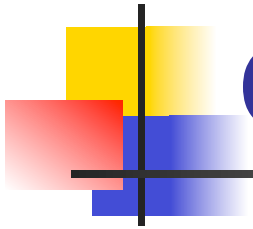
Csaba Kiraly

Copyright

Quest'opera è protetta dalla licenza:

Creative Commons
Attribuzione-Non commerciale-Non opere derivate
2.5 Italia License

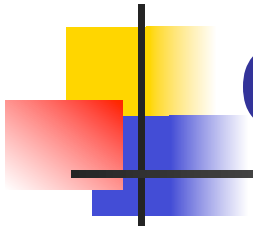
Per i dettagli, consultare
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it/



Organizzazione

- Teoria (dominante)
- Esercizi (servono a capire la teoria) e qualche laboratorio
- Gli esercizi sono proposti insieme alla teoria, e spesso la soluzione è solo accennata
  - Rivedeteli a casa
  - Se ci sono dubbi, chiedete la lezione dopo

- Sul sito del corso si trova il dettaglio delle lezioni svolte
  - Lucidi
  - Giorni di lezione / esercitazione
  - Informazioni varie, contatti, la bacheca del corso, le date di esame, …



Organizzazione

- Introduzione e definizioni generali
- modelli architetturale (OSI e TCP/IP) e prospettiva storica
- Livello applicativo (http, ftp, telnet, ...)
- Livello di trasporto (UDP/TCP)
- Livello rete (IP)
- Livello Data Link (Ethernet)
- Livello Fisico (mezzi trasmissivi e trasmissione di segnali digitali e analogici)

Modalità d'esame

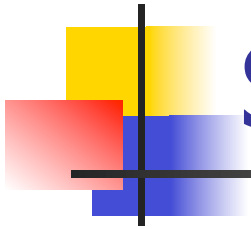
- Scritto, basato su esercizi come quelli accennati a lezione e su domande, anche teoriche e anche inter-argomento, tese a capire il livello di apprendimento dei concetti fondamentali e delle basi
- L'orale integra lo scritto, in particolare se:
  - Scritto vicino alla sufficienza
  - Ci sono dubbi sullo scritto
  - Per confermare voti alti (>27)
  - In ogni caso una/due domande orali in sede di registrazione verranno fatte sempre

Libri di testo

- ***J. Kurose, K. Ross, "Computer Networking: A Top Down Approach," 5th (4th) edition, Addison-Wesley***

- Altri testi consigliati
  - A.Tanenbaum, "Reti di Calcolatori," Pearson, Prentice Hall
  - D. Comer, "Internetworking with TCP/IP" vol. 1

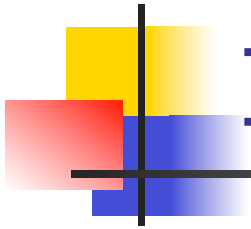
- Materiale supplementare è disponibile in sul sito del corso insieme alle slides delle lezioni



Scopo del corso

- Fornire le basi concettuali e tecnologiche per le "Reti di Calcolatori" e, in generale, per i sistemi distribuiti e le reti di telecomunicazione
  - ad es. Local Area Network, Internet, telefoni, WSN, …
- Ci occuperemo di:
  - protocolli di comunicazione
  - architetture dei diversi elementi che compongono una rete
- Approccio "top-down"
  - partiamo da concetti e principi generali (con Internet come riferimento)
  - passiamo al livello applicativo
    - trasmissione di messaggi
  - poi sempre più "dentro" la rete fino al livello fisico
    - trasmissione di pacchetti, bit, segnali

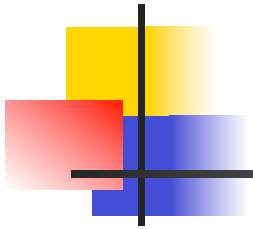
Servizi e funzioni nelle reti di telecomunicazione



ITU ed IETF

- La International Telecommunication Union (ITU) è un ente di standardizzazione legalmente riconosciuto (ONU) che regolamenta il funzionamento delle reti di telecomunicazione
  - Molte delle definizioni date sono riprese da standard ITU
  - Gli standard ITU si chiamano "recommendation"

- La Internet Engineering Task Force (IETF) è un ente di standardizzazione di fatto (non legalmente riconosciuto) che definisce il funzionamento dei protocolli che regolano il funzionamento di Internet
  - La maggior parte di questo corso è legato agli standard di Internet, chiamati RFC (Request For Comment)



Definizioni

- **Comunicazione**: trasferimento di informazioni secondo convenzioni prestabilite
- **Telecomunicazione**: qualsiasi trasmissione e ricezione di segnali che rappresentano segni, scrittura immagini e suono, informazioni di qualsiasi natura, attraverso cavi, radio o altri sistemi ottici e elettromagnetici

Esempio 1

- Gli apparecchi telefonici sono terminali di utente collegati a una rete che fornisce servizi di telecomunicazione. Il servizio è la telefonia.

Esempio 2: Internet

PC

server

Portatile

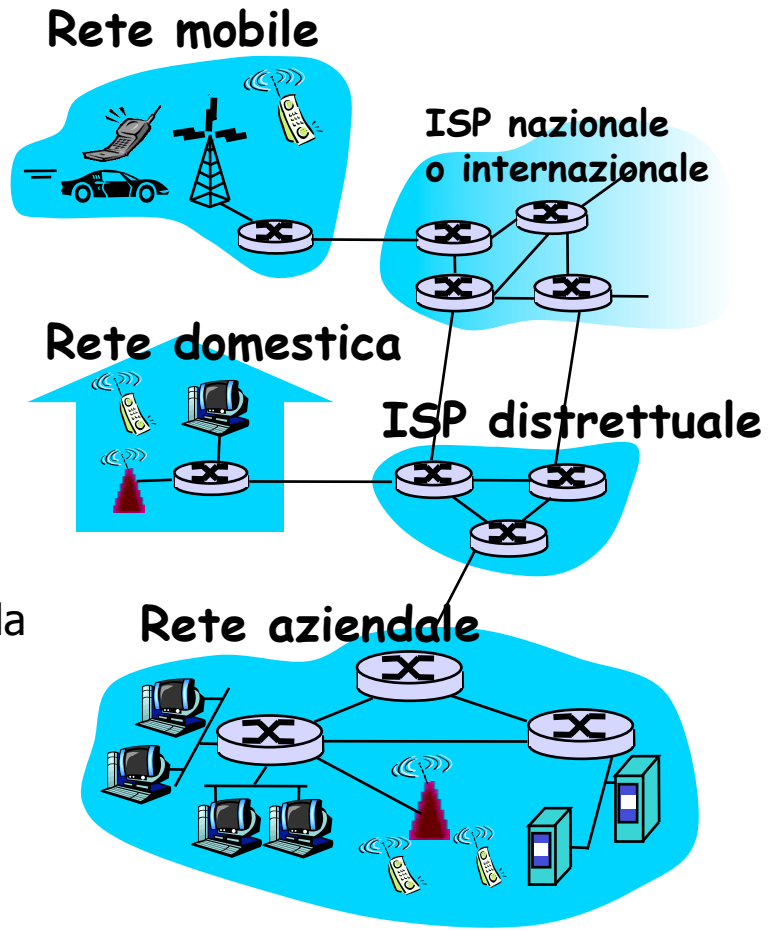
Telefono cellulare

Punti di accesso

Collegam. cablato

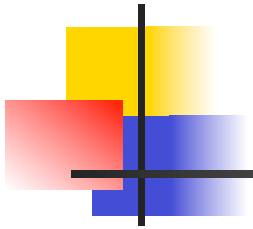
router

- Milioni di dispositivi collegati: **host = sistema terminale**
- applicazioni di rete
- collegamenti
  - rame, fibra ottica, onde elettromagnetiche, satellite
- router: instrada i pacchetti verso la loro destinazione finale



Servizi e applicazioni

- Servizi e applicazioni sono praticamente sinonimi in Internet
- Sono ciò che vediamo della rete come utenti
- La rete supporta il servizio tramite opportune funzioni

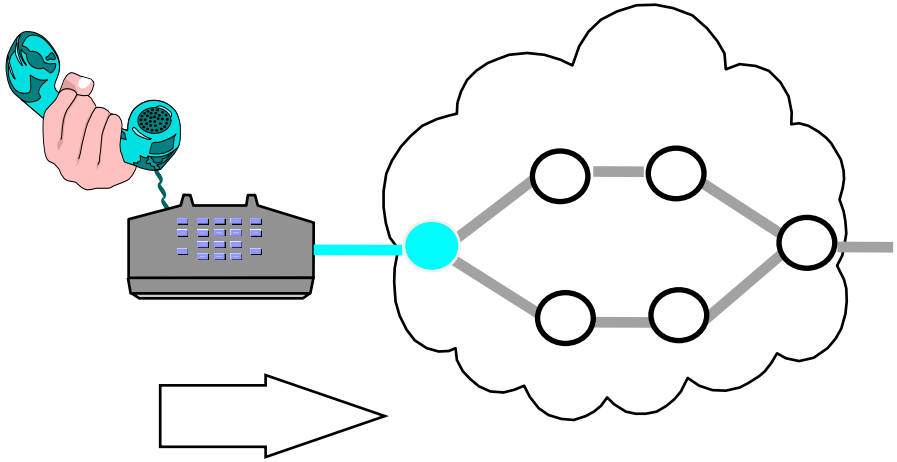


Definizioni

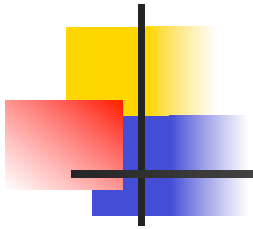
- **Servizio di telecomunicazione**: ciò che viene offerto da un gestore pubblico o privato ai propri clienti al fine di soddisfare una *specifica esigenza di telecomunicazione*
- **Funzioni in una rete di telecomunicazioni**: operazioni svolte all'interno della rete al **fine di offrire i servizi**

Funzioni: esempi

- Sollevando il microtelefono (o schiacciando il tasto invio/ verde sul cellulare!!) si indica alla rete l'inizio di una procedura di chiamata



- "clikkando" su un link in un browser si indica alle funzioni di rete del proprio host di scaricare una pagina web (o un filmato o ...)

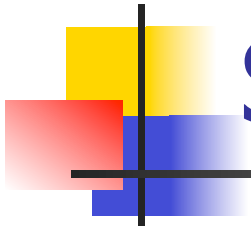


Definizioni

- **Trasmissione**: il trasferimento di segnali da un punto a uno o più altri punti

- **Commutazione**: il processo di interconnessione di unità funzionali, canali di trasmissione o circuiti di telecomunicazione per il tempo necessario per il trasferimento di segnali

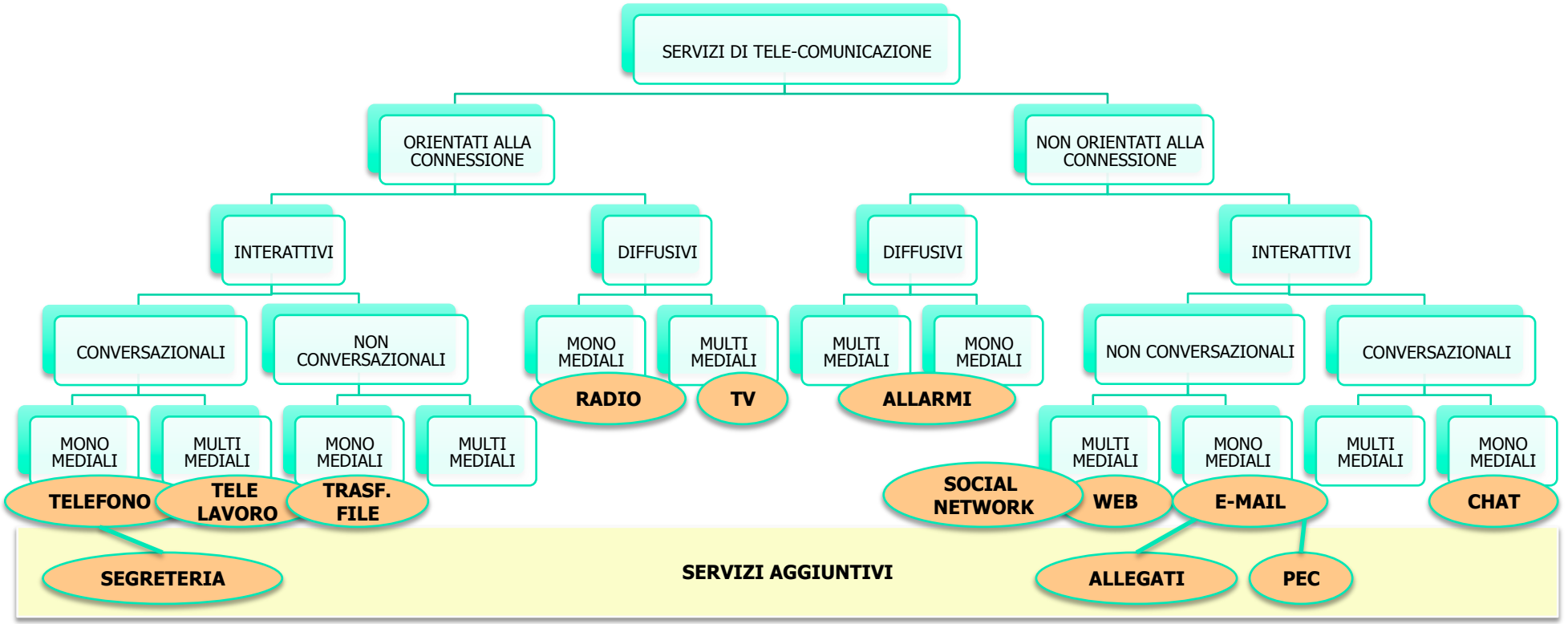
- **Segnalazione**: lo scambio di informazioni che riguardano l'apertura, il controllo e la chiusura di connessioni e la gestione di una rete di telecomunicazione

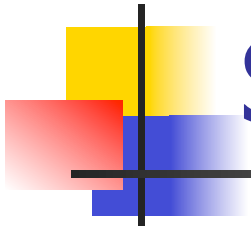


Servizi: classificazione

- I servizi offerti da una rete possono essere classificati in base a scelte "qualitative"
  - Orientati alla connessione o meno
  - Diffusivi / interattivi
  - Conversazionali o meno
  - Multimediali o monomediali
  - Servizi di base / aggiuntivi

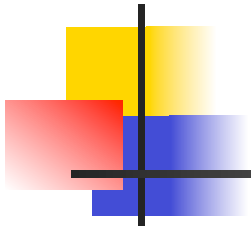
Esempio di tassonomia dei servizi





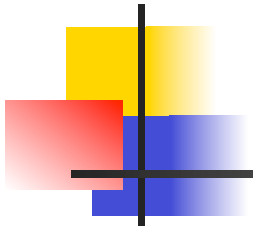
Servizi: caratteristiche

- I servizi possono anche essere caratterizzati in base a criteri più "quantitativi"
  - Ritardo di consegna
  - Perdita di informazione
  - Quantità di informazione da trasmettere
  - Sincronizzazione tra sorgente e destinazione
  - Dimensione delle unità dati
  - ...



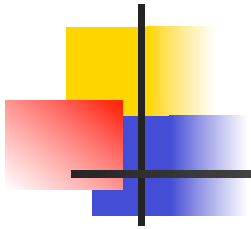
Banda, capacità, velocità (1)

- Teoria dei segnali:
  - Banda=ampiezza spettrale di un segnale o di un canale trasmissivo
- Reti di telecomunicazione:
  - Banda=quantità di dati (bit) per unità di tempo (secondi)
- Capacità di un canale: massima velocità trasmissiva (bit/s) del canale
  - dipende dalla tecnologia con cui sono realizzati trasmettitore e ricevitore



Banda, capacità, velocità (2)

- Traffico offerto: quantità di dati per unità di tempo che una sorgente *cerca* di inviare in rete
- Traffico smaltito (Throughput): porzione di traffico offerto che riesce ad essere consegnata correttamente alla destinazione
- Relazioni:
  - Throughput ≤ capacità del canale
  - Throughput ≤ traffico offerto



Reti di telecomunicazione:

Canali
Modalità di comunicazione
Topologie

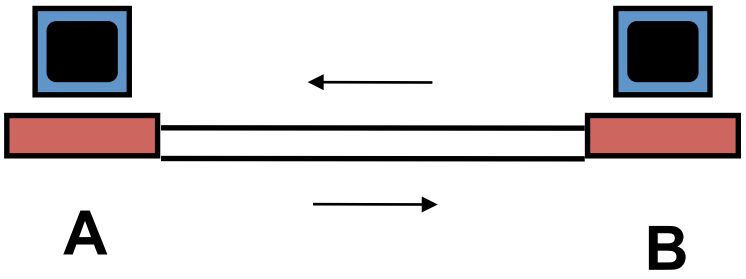
Rete di telecomunicazione

- Definizione:
  - **Rete:** un insieme di nodi e canali che fornisce un collegamento tra due o più punti per permettere la telecomunicazione tra essi
- Si chiama **nodo** un punto in cui avviene la commutazione (un router in Internet)
- Si chiama **canale** un mezzo di trasmissione oppure un collegamento logico, realizzato tramite diversi mezzi di trasmissione (es. il collegamento a Internet da casa)
  - Il canale può essere
    - unidirezionale
    - bidirezionale

Tipi di canale

Canale Punto-Punto

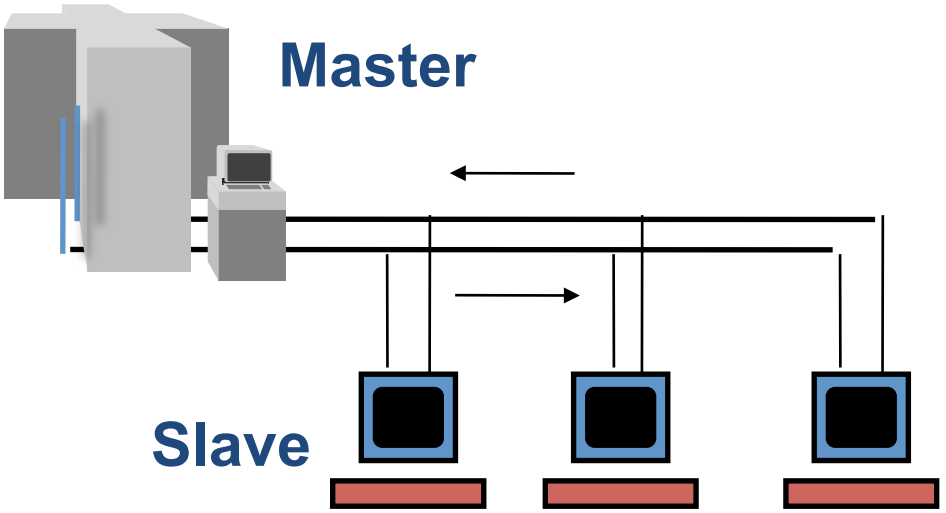
- Due soli nodi collegati agli estremi del canale che viene utilizzato in modo paritetico

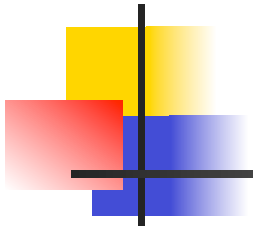


Tipi di canale

Canale Multi-Punto

- Più nodi collegati ad un unico canale: un nodo master e numerosi slave

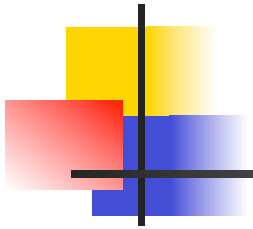




Tipi di canale

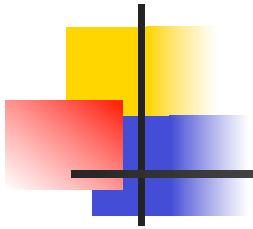
Canale Broadcast

- Un unico canale di comunicazione, condiviso da tutti i nodi
- L'informazione inviata da un nodo è ricevuta da tutti gli altri
- I dati trasmessi devono contenere l'indirizzo del nodo destinazione



Topologie delle reti

- La disposizione di nodi e canali definisce la topologia della rete di telecomunicazione
- Una topologia di rete è definita da un grafo G=(V,A)
  - V = insieme dei vertici (raffigurati da cerchi - nodi)
  - A = insieme degli archi (raffigurati da segmenti - canali)

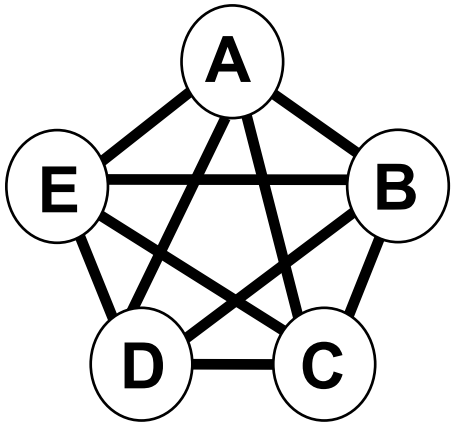


Topologie delle reti

- Gli archi possono essere:
  - diretti
    (segmenti orientati - canali unidirezionali)
  - non diretti
    (segmenti non orientati - canali bidirezionali)
- Definiamo:
  - N= |V|
  - C= |A|

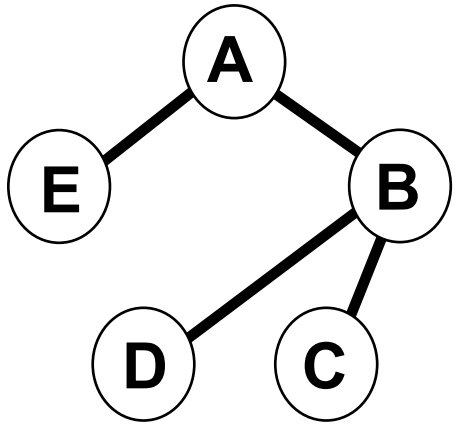
Topologie a maglia completa

- C = N(N-1)/2
- Vantaggio: tolleranza ai guasti (molti percorsi tra due nodi)
- Svantaggio: elevato numero di canali
- Esistono molti percorsi alternativi, ma un solo percorso diretto (1 solo canale)
- Esiste una scelta ovvia di percorso a minima distanza
- È usata solo quando i nodi sono pochi oppure nelle reti logiche dove il "canale" non implica l'uso di risorse fisiche (es. P2P)



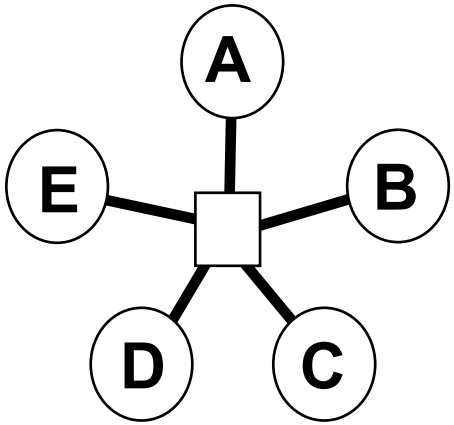
Topologia ad albero

- C = N-1
- Svantaggio: vulnerabilità ai guasti (solo un percorso tra due nodi)
- Vantaggio: basso numero di canali
- È usata per ridurre i costi e semplificare la stesura dei canali
- Esiste una sola scelta di percorso tra ogni coppia di nodi



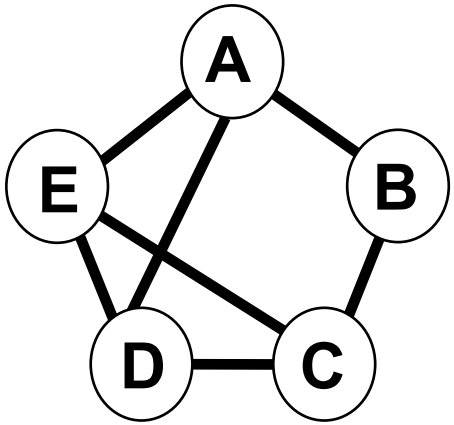
Topologia a stella

- C = N (centro stella non è nodo)
- Svantaggio: vulnerabilità ai guasti del centro stella
- Vantaggio: basso numero di canali
- E' usata per ridurre i costi e semplificare la stesura dei canali
- Ogni nodo ha un'unica scelta di percorso possibile
- Tutta la complessità nella scelta dei percorsi è demandata al centro stella
- Usata nelle reti locali, nelle reti via satellite, nelle reti radio cellulari



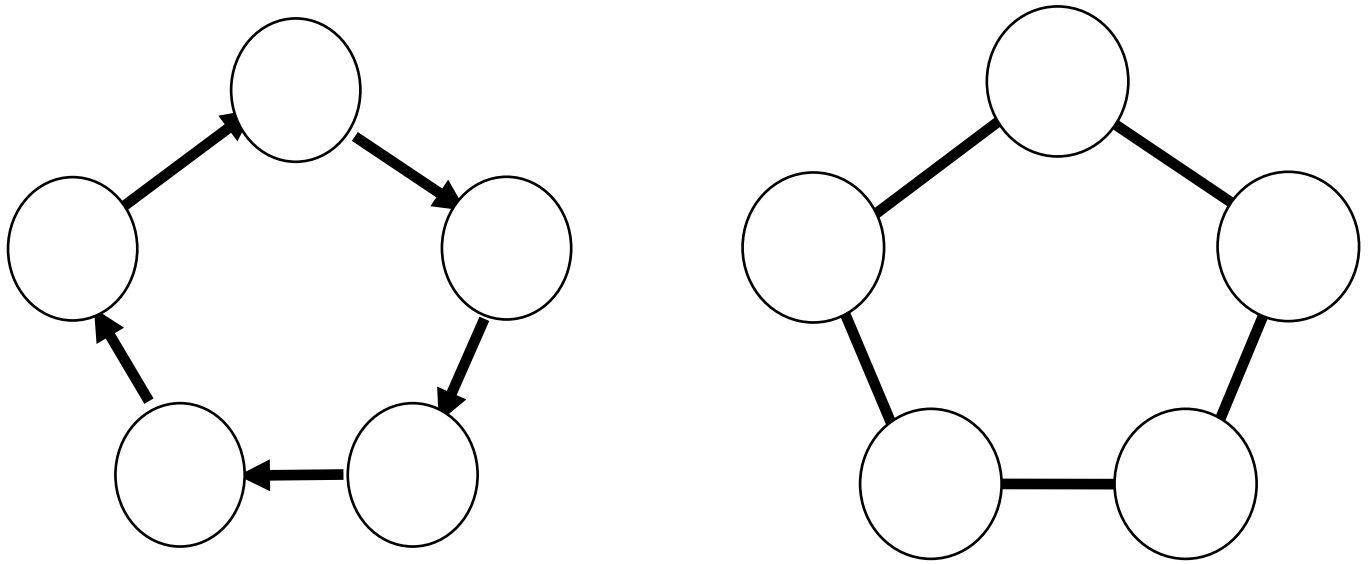
Topologia a maglia (mesh)

- N-1 < C < N(N-1)/2
- Svantaggio: topologia non regolare
- Vantaggio: tolleranza ai guasti e numero di canali selezionabile a piacere
- Instradamento complesso: esiste un elevato numero di percorsi alternativi
- È la più usata (Internet, telefonia)



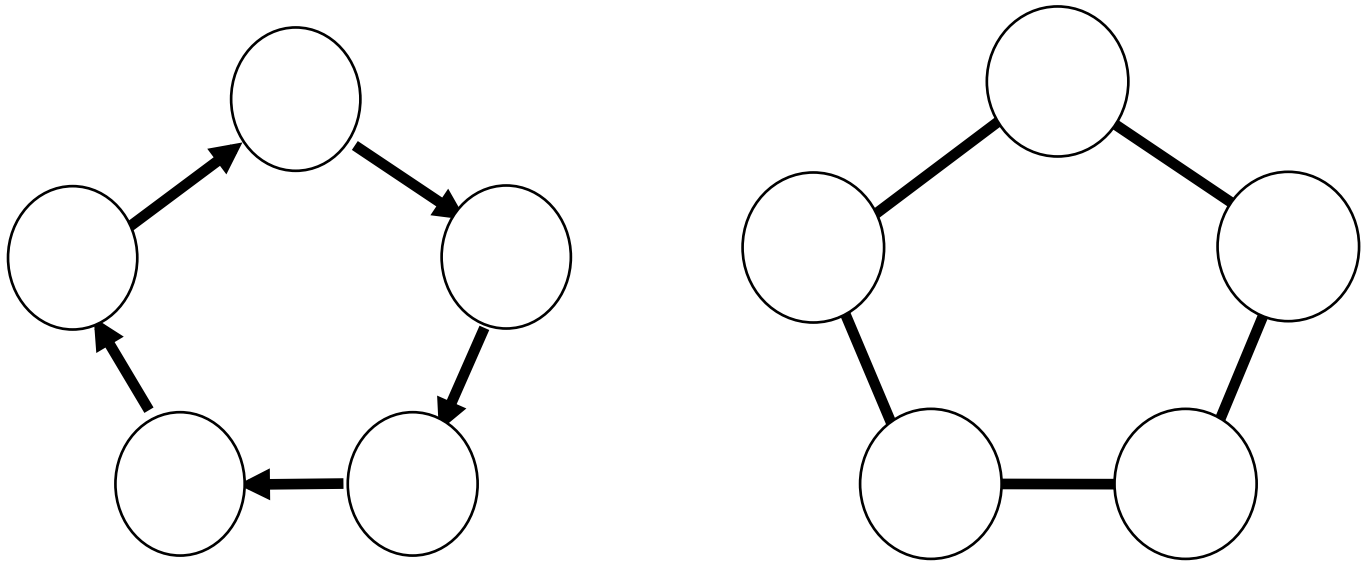
Topologia ad anello

- **Può essere unidirezionale o bidirezionale**



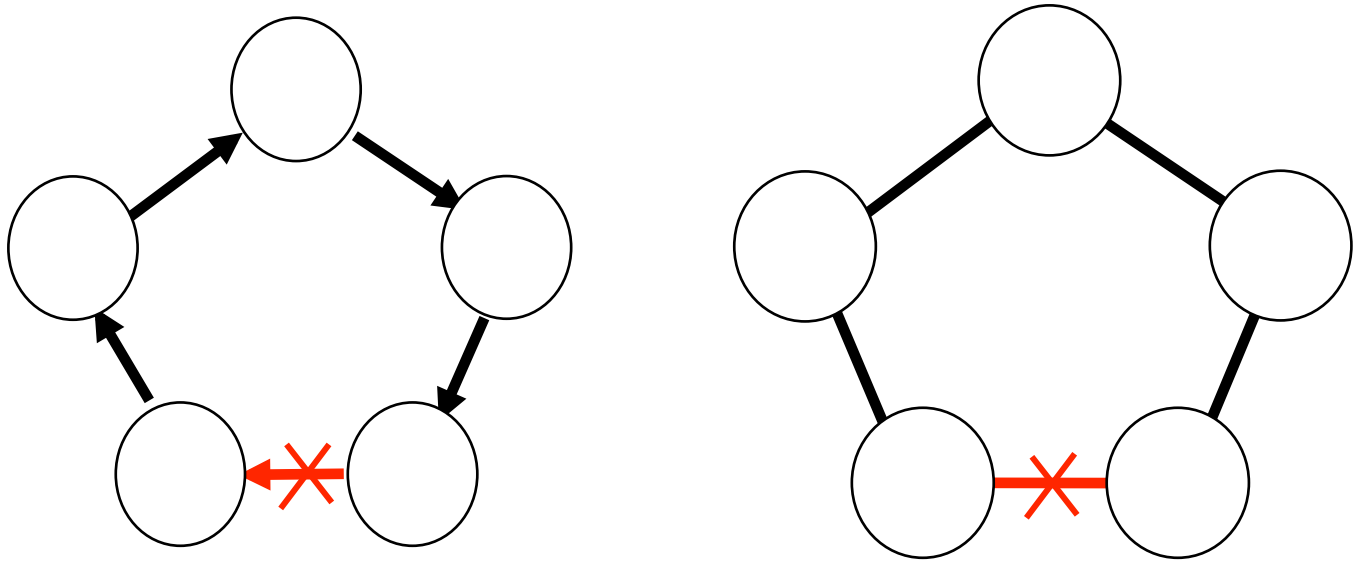
Topologia ad anello

- C=N/2 per l'anello unidirezionale
- C=N per l'anello bidirezionale
- È molto usata in reti locali e metropolitane e per costruire topologie magliate realizzate come anelli giustapposti
- Esistono uno o due percorsi possibili per ogni coppia di nodi



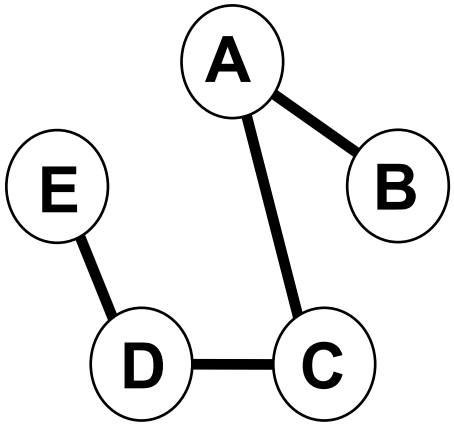
Topologia ad anello

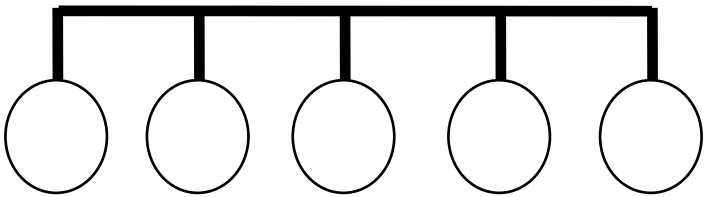
- In caso di guasto l'anello bidirezionale assicura la sopravvivenza della rete (a capacità dimezzata): l'anello bidirezionale è la più semplice topologia che consente un instradamento alternativo in caso di guasto.



Topologia a bus

- C=N-1 per il bus attivo (caso particolare di albero)
- C=1 per il bus passivo
- Esiste una sola scelta possibile di percorso tra ogni coppia di nodi
- Usata (una volta, ormai sempre meno) in reti locali





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Internet: una panoramica contestualizzata

Che cos'è Internet?

PC

server

Portatile

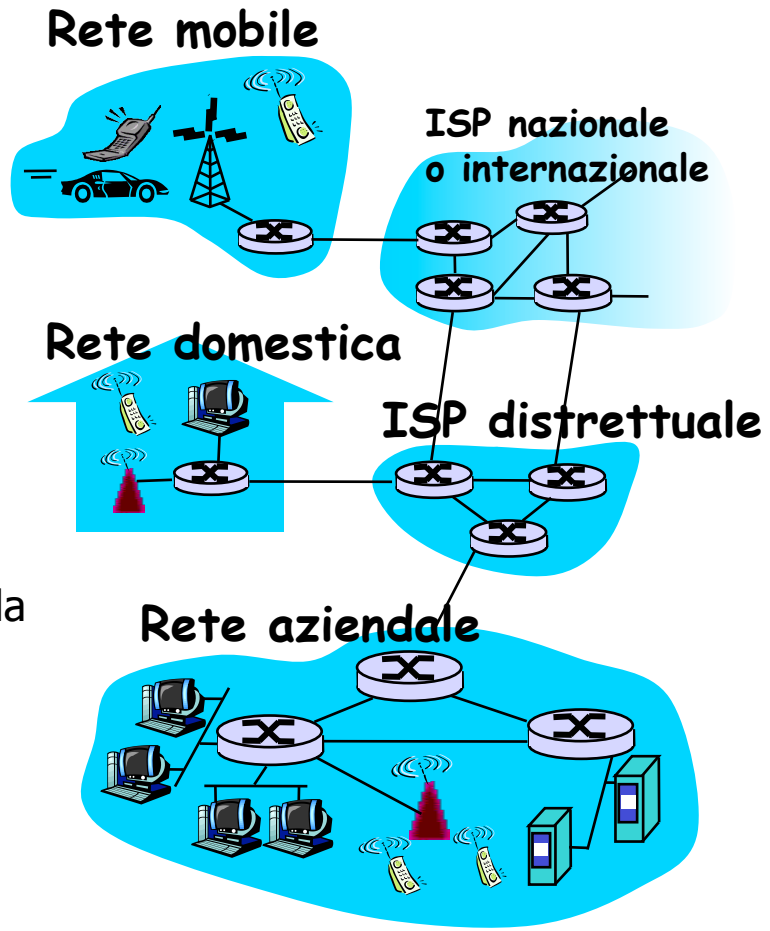
Telefono cellulare

Punti di accesso

Collegam. cablato

router

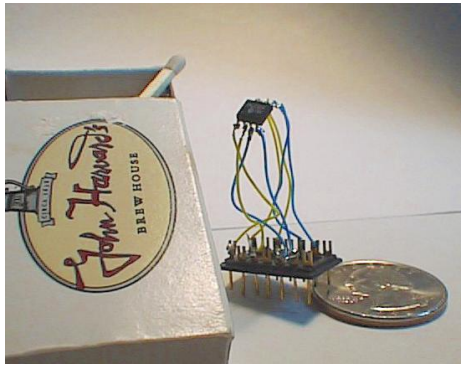
- Milioni di dispositivi collegati: ***host = sistema terminale***
- *applicazioni di rete*
- *collegamenti*
  - rame, fibra ottica, onde elettromagnetiche, satellite
  - Frequenza di trasmissione = ***ampiezza di banda***
- *router:* instrada i pacchetti verso la loro destinazione finale



Oggi Internet è anche...

Cornice IP
http://www.ceiva.com/

Tostapane Web +
previsioni del tempo

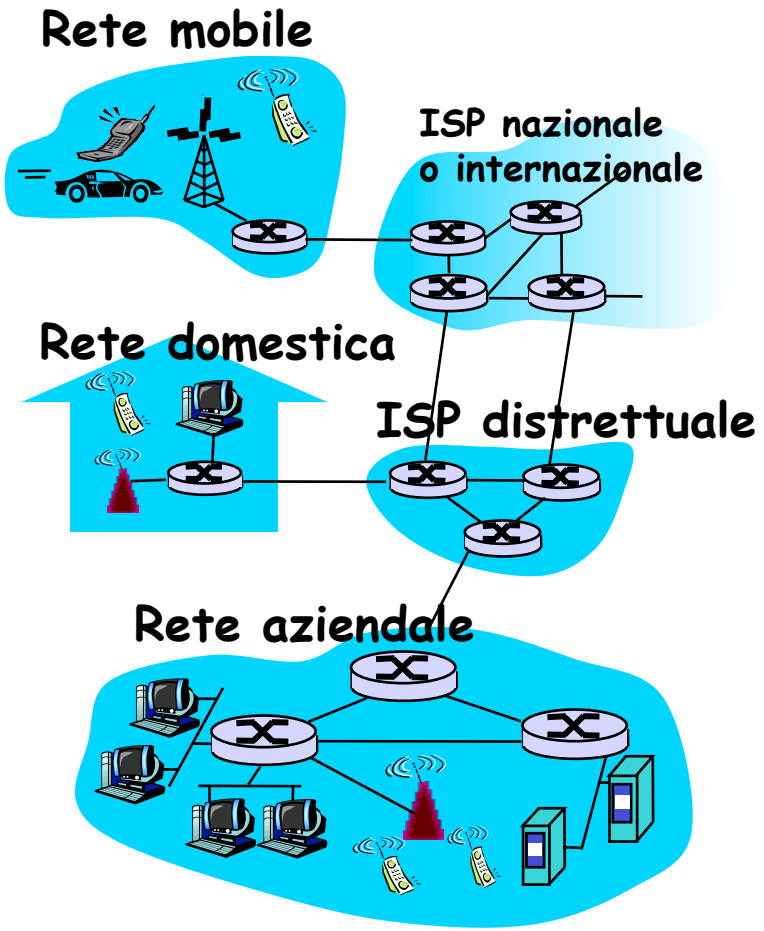


Il web server più piccolo del mondo
http://www-ccs.cs.umass.edu/~shri/iPic.html

Telefonia Internet

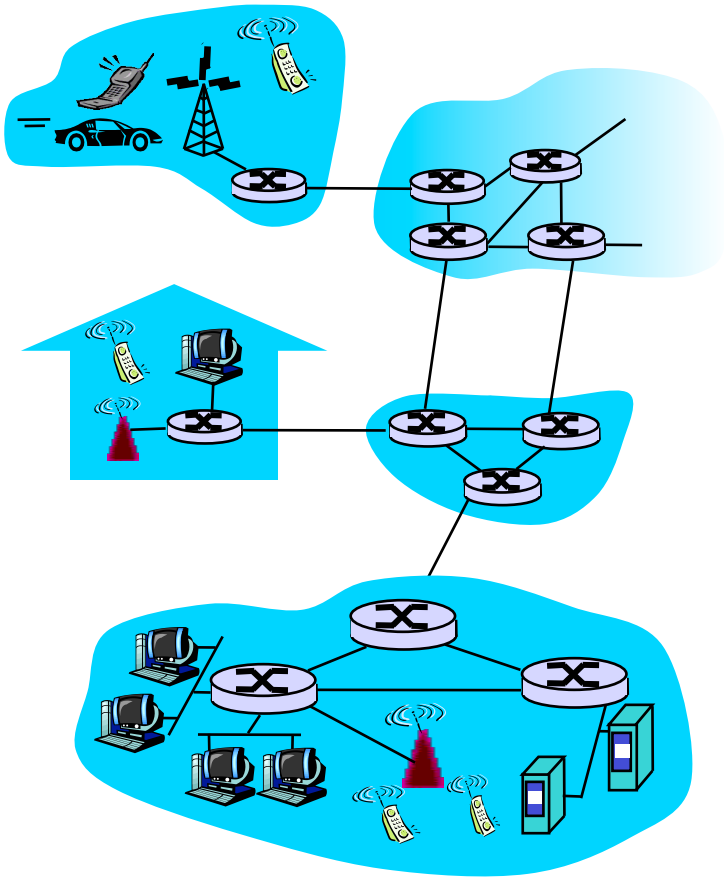
Che cos'è Internet

- Un *insieme di protocolli:* definisce il formato e l'ordine dei messaggi scambiati fra due o più entità in comunicazione
  - es.: TCP, IP, HTTP, Skype, Ethernet
- *Internet:* "rete delle reti"
  - struttura gerarchica
  - Internet pubblica e intranet private
- **Standard Internet**
  - RFC: Request for comments
  - IETF: Internet Engineering Task Force



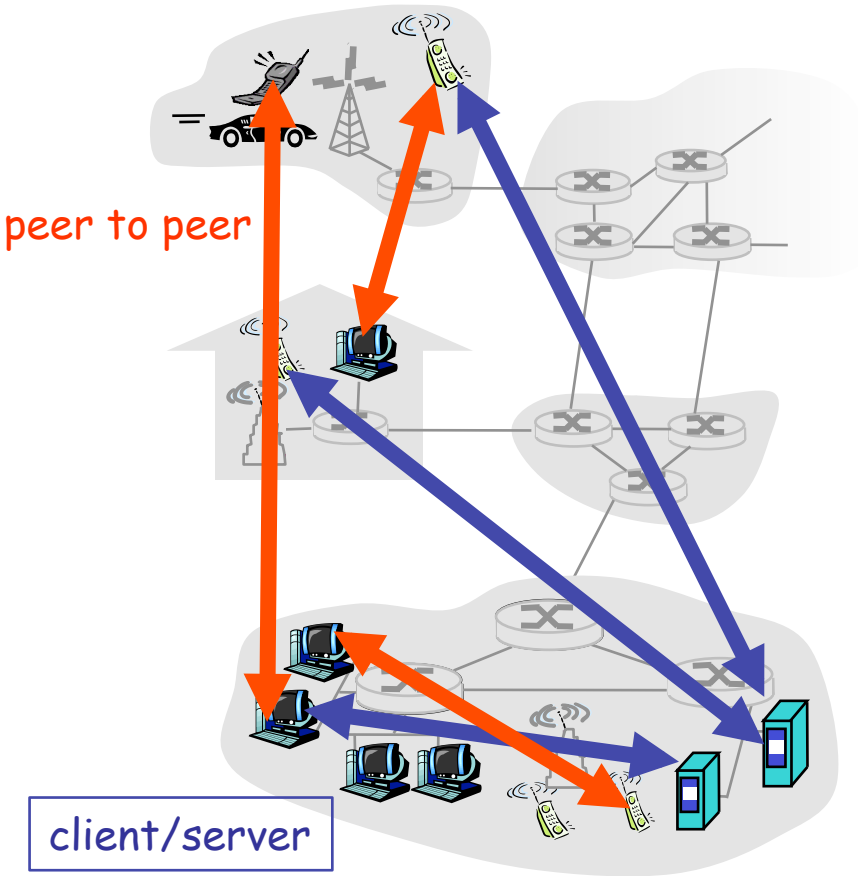
Cos'è Internet

- Infrastruttura di comunicazione per applicazioni distribuite:
  - Web, VoIP, e-mail, giochi, e-commerce, condivisione di file
- Servizi forniti alle applicazioni:
  - servizio affidabile dalla sorgente alla destinazione
  - Servizio "best effort" (non affidabile) senza connessione



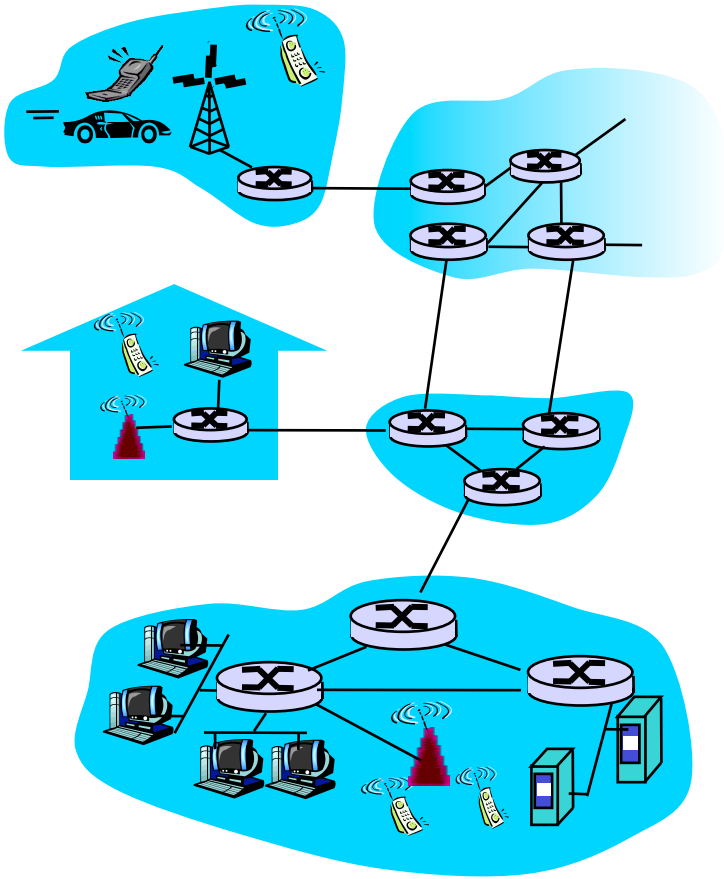
Ai confini della rete

- sistemi terminali (host):
  - fanno girare programmi applicativi
  - es.: Web, e-mail
  - situati all'estremità di Internet
- architettura client/server
  - L'host client richiede e riceve un servizio da un programma server in esecuzione su un altro terminale
  - es.: browser/server Web ; client/ server e-mail
- architettura peer to peer
  - uso limitato (o inesistente) di server dedicati
  - es.: Skype, Bit Torrent



La struttura della rete

- ai confini della rete: applicazioni e sistemi terminali
- reti, dispositivi fisici: collegamenti cablati e wireless
- al centro della rete:
  - router interconnessi
  - la rete delle reti



Cos'è un protocollo?

Protocolli umani:

- "Che ore sono?"
- "Ho una domanda"
- Presentazioni

… invio di specifici messaggi

… quando il messaggio è ricevuto, vengono intraprese specifiche azioni, o si verificano altri eventi

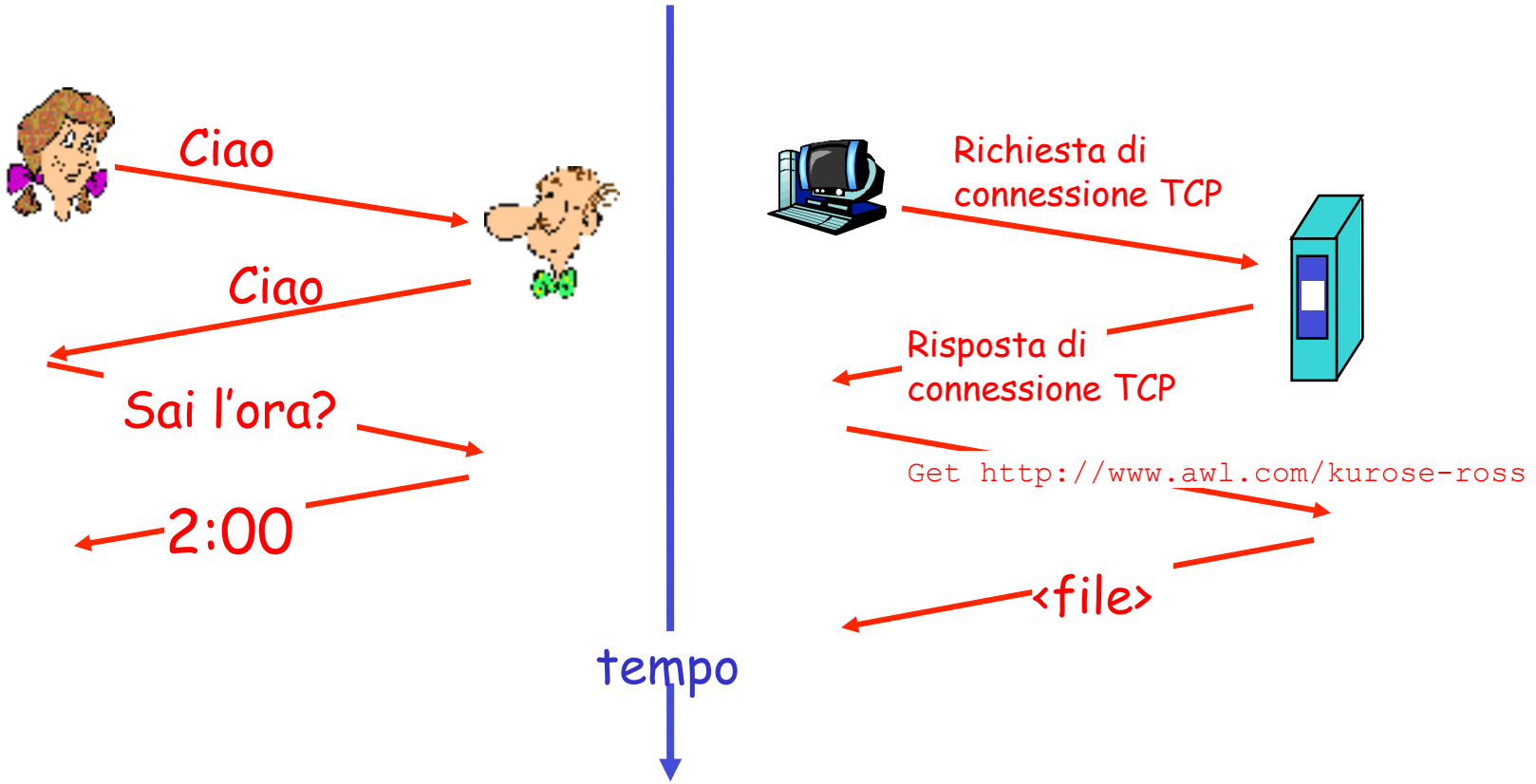
Protocolli di rete:

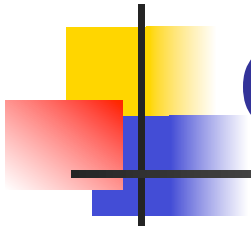
- Dispositivi hardware e software, non umani
- Tutta l'attività di comunicazione in Internet è governata dai protocolli

Un protocollo definisce il formato e l'ordine dei messaggi scambiati tra due o più entità in comunicazione, così come le azioni intraprese in fase di trasmissione e/o ricezione di un messaggio o di un altro evento

Cos'è un protocollo?

Protocollo umano e protocollo di rete



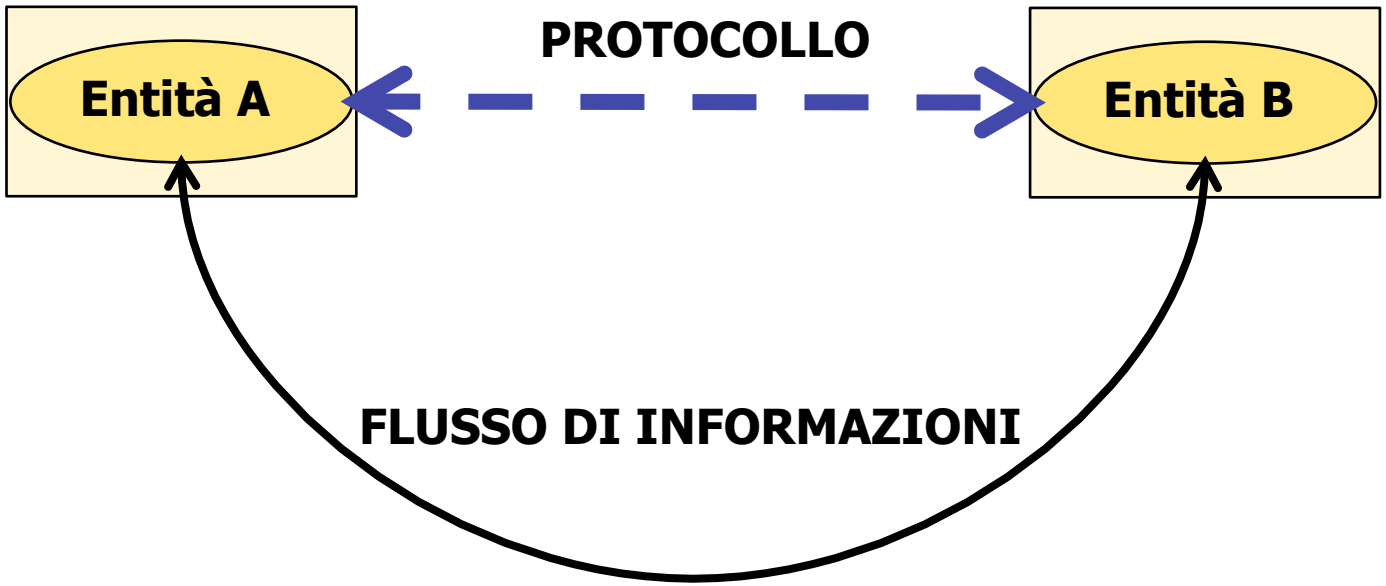


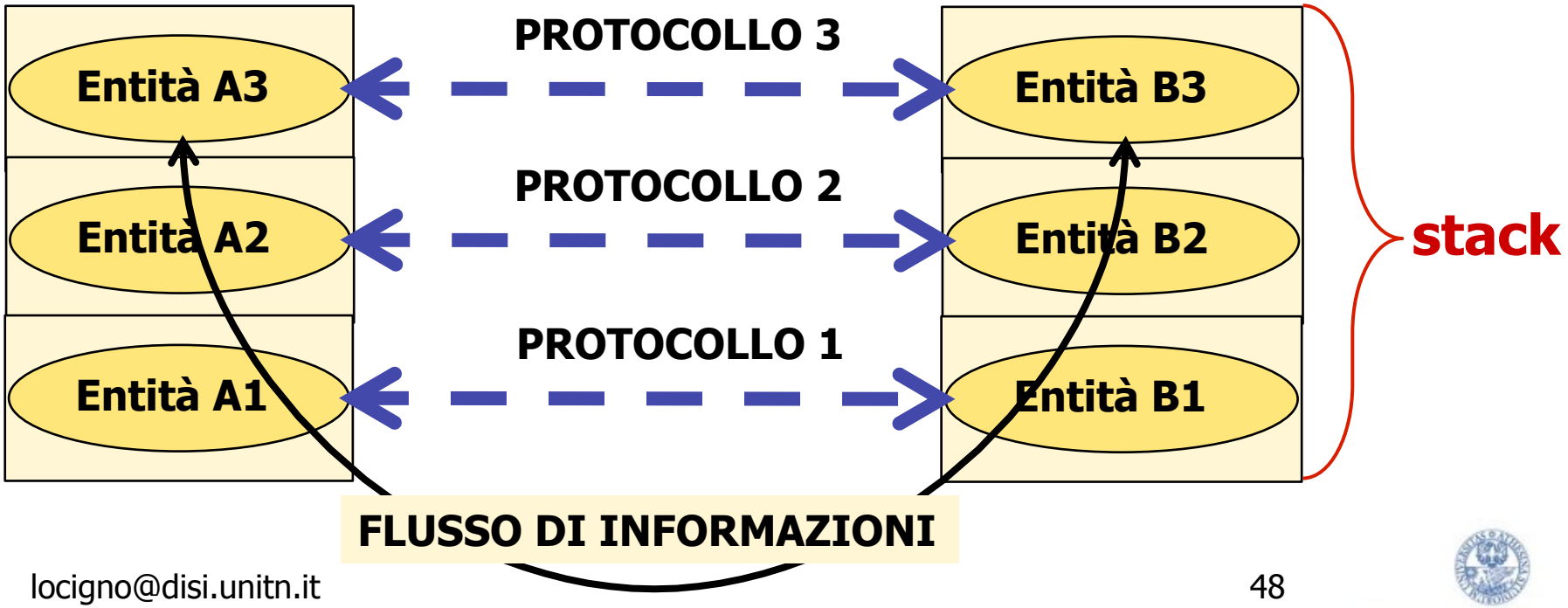
Componenti di un protocollo

- Sintassi
  - Insieme dei formati (intestazioni, tag, ...) che consentono il riconoscimento di un messaggio
  - A livello fisico si tratta di segnali, correnti, tensioni, ...
  - A livelli più alti di numero di bit/byte, significato di campi, tag (es. html)
- Semantica
  - Algoritmi che definiscono il funzionamento di un protocollo, es. se un pacchetto viene perso allora bisogna ritrasmetterlo
- Temporizzazione
  - Logica temporale di funzionamento di un protocollo, timeout (es. per ritrasmettere un pacchetto in mancanza di ACK), eventi, ...

Cos'è un protocollo

- Un modo di comunicare tra due entità astratte, tipicamente due processi su un calcolatore
- Un protocollo viene definito tra due entità "pari" (o peer in inglese) in quanto entità che "parlano la stessa lingua"



Internet è un protocollo?

- **NO**, Internet è l'insieme delle reti e dei servizi basati sull'architettura protocollare chiamata TCP/IP
- **Architettura Protocollare (o pila, o stack):** insieme dei protocolli e delle loro inter-relazioni che definiscono una architettura logica e fisica di comunicazione