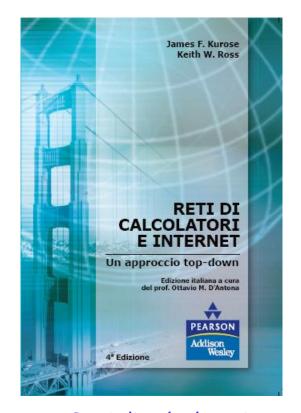
## Reti di Elabotori Canale 2

Gaia Maselli maselli@di.uniroma1.it Via Salaria 113

Ricevimento: su appuntamento

Pagina web del corso:

http://twiki.di.uniroma1.it/twiki/view/Reti\_elab/MZ/



Reti di calcolatori e Internet: Un approccio top-down

4ª edizione Jim Kurose, Keith Ross

Pearson Paravia Bruno Mondadori Spa ©2008

### Introduzione

#### <u>Obiettivi:</u>

- introdurre la terminologia e i concetti di base
- gli approfondimenti arriveranno nelle lezioni successive

#### Panoramica:

- cos'è Internet?
- cos'è un protocollo?
- ai confini della rete: host, reti di accesso, mezzi trasmissivi
- il nucleo della rete: commutazione di circuito e commutazione di pacchetto, struttura di Internet
- prestazioni: ritardi, perdite e throughput
- livelli di protocollo, modelli di servizio
- un po' di storia

# Introduzione: roadmap

#### 1.1 Cos'è Internet?

- 1.2 Ai confini della rete
  - sistemi terminali, reti di accesso, collegamenti
- 1.3 Il nucleo della rete
  - commutazione di circuito e di pacchetto, struttura della rete
- 1.4 Ritardi, perdite e throughput nelle reti a commutazione di pacchetto
- 1.5 Livelli di protocollo e loro modelli di servizio
- 1.6 Storia del computer networking e di Internet

#### Che cos'è Internet?



PC.



server



Portatile



Telefono cellulare



Punti di accesso

—— Collegam. cablato



 Milioni di dispositivi collegati: host = sistema terminale

- applicazioni di rete
- Collegamenti
  - rame, fibra ottica, onde elettromagnetiche, satellite
  - Frequenza di trasmissione = ampiezza di banda (bps)
- Commutatori di pacchetto (packet switch)
  - Router e Link-layer switch: instradano i pacchetti verso la loro destinazione finale
  - Percorso (route o path)



## Oggi Internet è anche...



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



Tostapane Web + previsioni del tempo



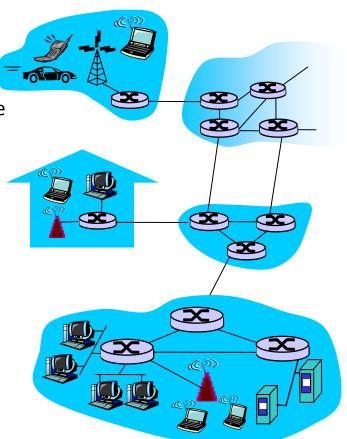
Il web server più piccolo del mondo http://www-ccs.cs.umass.edu/~shri/iPic.html



Telefonia Internet

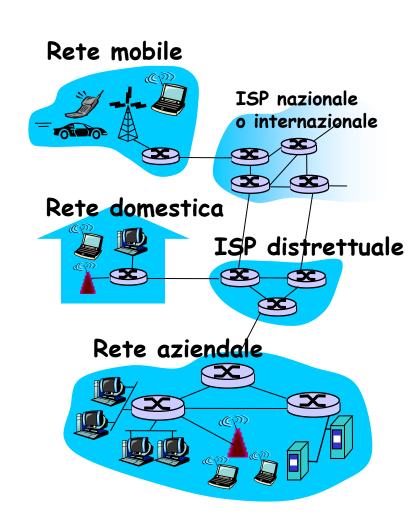
#### Cos'è Internet

- Infrastruttura che fornisce servizi alle applicazioni
- 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
- Application programming interface (API)
  - Insieme di regole che il modulo software mittente deve seguire per recapitare i dati a destinazione (analogia con spedizione lettera)



#### Che cos'è Internet

- Un protocollo 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 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

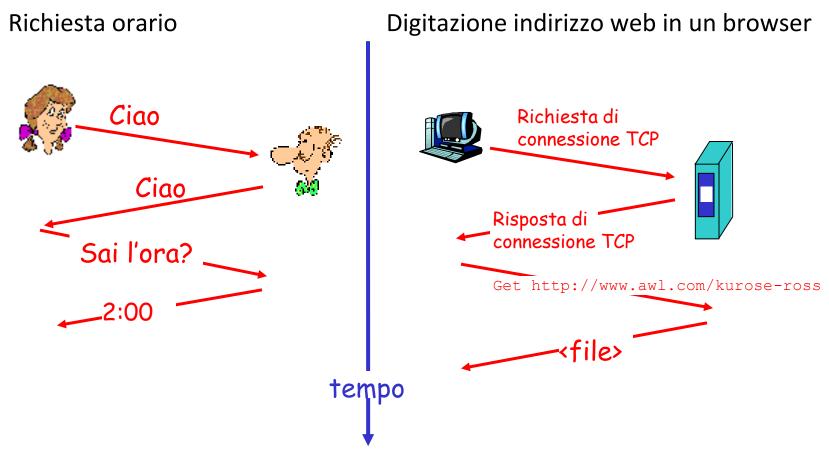
#### Protocolli di rete:

- 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



D: Conoscete altri protocolli umani?

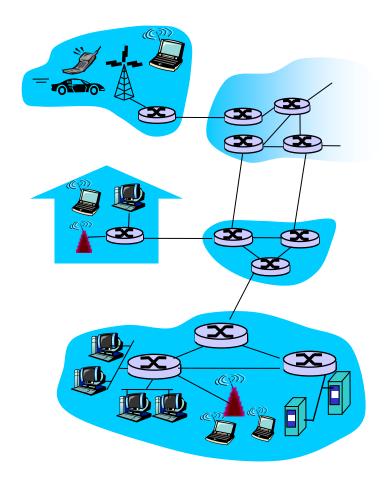
# Introduzione: roadmap

- 1.1 Cos'è Internet?
- 1.2 Ai confini della rete
  - sistemi terminali, reti di accesso, collegamenti
- 1.3 Il nucleo della rete
  - commutazione di circuito e di pacchetto, struttura della rete
- 1.4 Ritardi, perdite e throughput nelle reti a commutazione di pacchetto
- 1.5 Livelli di protocollo e loro modelli di servizio
- 1.6 Storia del computer networking e di Internet

### Uno sguardo da vicino alla struttura di rete

- ai confini della rete:

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



### Ai confini della rete

#### sistemi terminali (host):

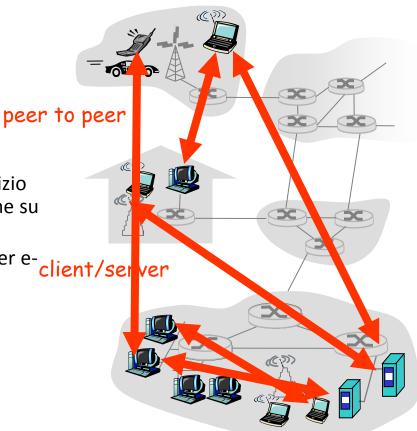
- Ospitano ed eseguono programmi applicativi
- es.: Web, e-mail,
- situati all'estremità di Internet

#### 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-client/server

#### architettura peer to peer

- Programmi che svolgono funzioni sia client che server
- uso limitato (o inesistente) di server dedicati
- es.: Skype, Bit Torrent



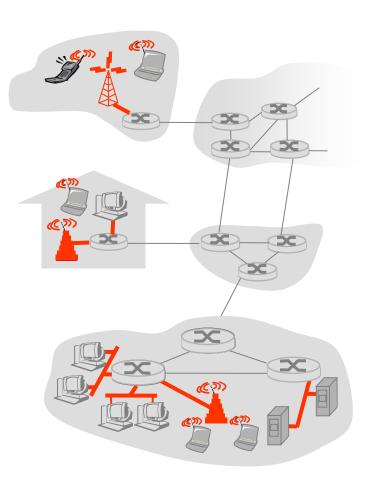
### Reti d'accesso e mezzi fisici

## D: Come collegare sistemi terminali e router esterni?

- Reti di accesso (access network):
   collegamento fisico che connette un
   sistema al proprio edge router
   (primo router sul percorso dal
   sistema di origine alla destinazione)
  - reti di accesso residenziale
  - reti di accesso aziendale (università, istituzioni, aziende)...
  - reti di accesso mobile

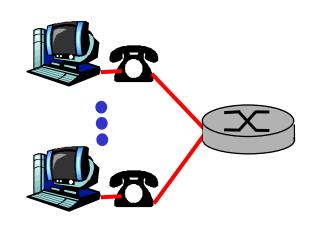
#### Ricordate:

- ampiezza di banda (bit al secondo)?
- condivise o dedicate?



### Accesso residenziale: punto-punto

- Modem dial-up: converte l'uscita digitale del PC in formato analogico per la linea telefonica
  - fino a 56 Kbps di accesso diretto al router (ma spesso è inferiore)
  - La rete di accesso è costituita da una coppia di modem e da una linea telefonica puntopunto
  - non è possibile "navigare" e telefonare allo stesso momento



#### DSL: digital subscriber line

- installazione: in genere da una società telefonica
- fino a 1 Mbps in upstream
- fino a 8 Mbps in downstream
- linea dedicata
- Divisione dle collegamento tra abitazione e ISP in tre bande di frequenza non sovrapposte

#### Accesso residenziale: modem via cavo

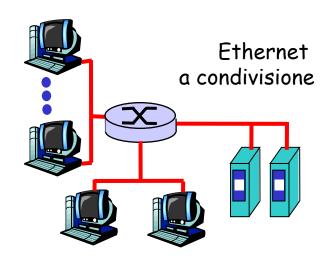
- HFC: hybrid fiber coax (fibra ottica)
  - asimmetrico: fino a 30 Mbps in downstream, 2 Mbps in upstream
- rete ibrida a fibra e cavo coassiale collega le case ai router degli ISP
  - Il segnale raggiunge le abitazioni attraverso una rete di distribuzione di cavi coassiali e di amplificatori
  - Le fibre ottiche connettono la terminazione dle cavo a livello di quartiere, dalle quali viene usato il cavo coassiale per raggiungere le singole case.
  - l'utenza domestica condivide l'accesso al router (mezzo di trasmissione condiviso: più utenti ci sono minore è la frequenza di trasmissione) -> protocolli di acceso al mezzo

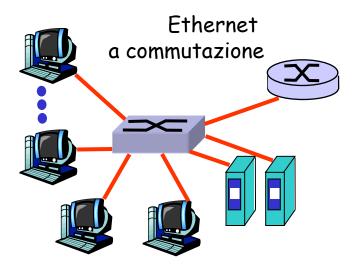
### Accesso aziendale: reti locali (LAN)

- Local Area Network
- Una LAN collega i sistemi terminali di aziende e università all'edge router

#### Ethernet:

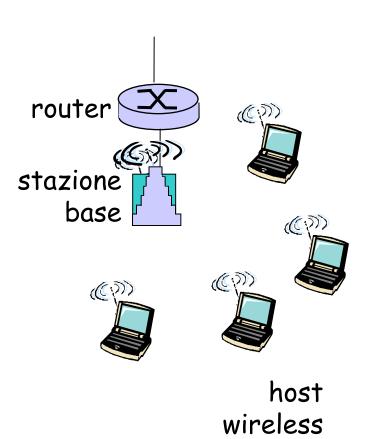
- Mezzo condiviso (come HFC)
- 10 Mb, 100 Mb, 1 Giga, 10 Giga
- Moderna configurazione: sistemi terminali collegati mediante uno switch Ethernet





#### Accesso wireless

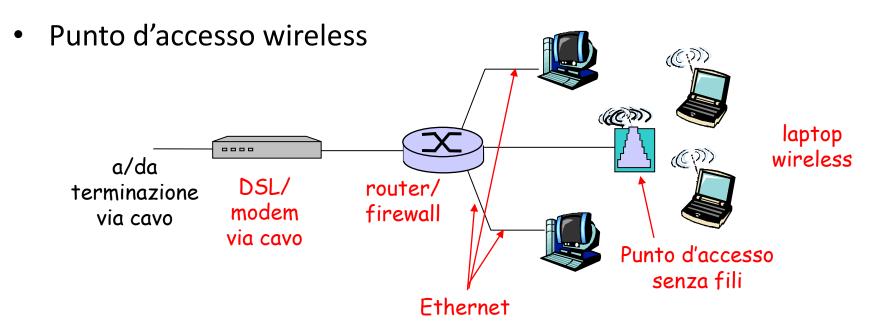
- Una rete condivisa d'accesso wireless collega i sistemi terminali al router
  - attraverso la stazione base, detta anche "access point"
- LAN wireless:
  - 802.11b/g (WiFi): 11 o 54Mbps
- Rete d'accesso wireless geografica
  - gestita da un provider di telecomunicazioni
  - I pacchetti vengono trasmessi sulla stessa infrastruttura senza fili usata per la telefonia cellulare
  - ~ 1 Mbps per i sistemi cellulari
  - E poi (?): 3G, WiMax -> sistemi wireless



#### Reti domestiche

#### Componenti di una tipica rete da abitazione:

- DSL o modem via cavo
- router/firewall
- Ethernet



#### Mezzi trasmissivi

- Bit: viaggia da un sistema terminale a un altro, passando per una serie di coppie trasmittente-ricevente
- Mezzo fisico: ciò che sta tra il trasmittente e il ricevente. Due categorie:
- Mezzi guidati:
  - i segnali si propagano in un mezzo fisico: fibra ottica, filo di rame o cavo coassiale
- Mezzi a onda libera:
  - i segnali si propagano nell'atmosfera e nello spazio esterno

# <u>Doppino intrecciato (TP: twister pair)</u>

- due fili di rame distinti
  - tradizionale cavo telefonico
- intreccio di quattro coppie di fili
  - Ethernet



#### Mezzi trasmissivi: cavo coassiale e fibra ottica

#### Cavo coassiale:

- due conduttori in rame concentrici
- bidirezionale
- banda base:
  - singolo canale sul cavo
  - legacy Ethernet
- banda larga:
  - più canali sul cavo
  - HFC



#### Fibra ottica:

- Mezzo sottile e flessibile che conduce impulsi di luce (ciascun impulso rappresenta un bit)
- Alta frequenze trasmissiva:
  - Elevata velocità di trasmissione punto-punto (da 10 a 100 Gps)
- Basso tasso di errore, ripetitori distanziati, immune all'interferenza elettromagnetica
- Mezzo prevalente delle dorsali internet



#### Mezzi trasmissivi: canali radio

- trasportano segnali nello spettro elettromagnetico
- non richiedono l'installazione fisica di cavi
- bidirezionali
- effetti dell'ambiente di propagazione:
  - riflessione
  - ostruzione da parte di ostacoli
  - interferenza

### Tipi di canali radio:

- microonde terrestri
  - es.: canali fino a 45 Mbps
- □ LAN (es.: Wifi)
  - 11 Mbps, 54 Mbps
- wide-area (es.: cellulari)
  - ❖ es.: 3G: ~ 1 Mbps
- satellitari
  - canali fino a 45 Mbps channel (o sottomultipli)
  - ritardo punto-punto di 270 msec
  - geostazionari/a bassa quota

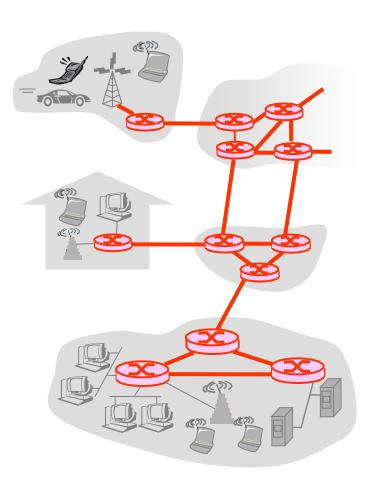
-> corso di sistemi wireless

# Introduzione: roadmap

- 1.1 Cos'è Internet?
- 1.2 Ai confini della rete
  - » sistemi terminali, reti di accesso, collegamenti
- 1.3 Il nucleo della rete
  - commutazione di circuito e di pacchetto, struttura della rete
- 1.4 Ritardi, perdite e throughput nelle reti a commutazione di pacchetto
- 1.5 Livelli di protocollo e loro modelli di servizio
- 1.6 Storia del computer networking e di Internet

### Il nucleo della rete

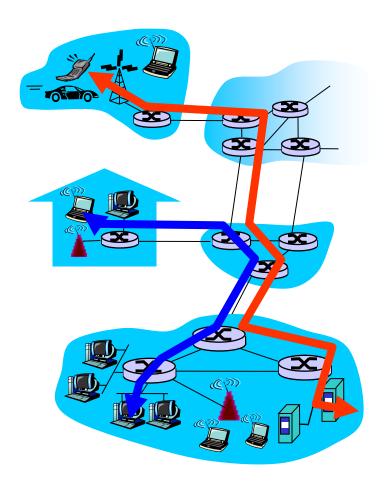
- Rete magliata di router che interconnettono i sistemi terminali
- <u>il</u> quesito fondamentale: come vengono trasferiti i dati attraverso la rete?
  - commutazione di circuito: circuito dedicato per l'intera durata della sessione (rete telefonica)
  - commutazione di pacchetto: i messaggi di una sessione utilizzano le risorse su richiesta, e di conseguenza potrebbero dover attendere per accedere a un collegamento



#### Il nucleo della rete: commutazione di circuito

# Risorse punto-punto riservate alla "chiamata"

- ampiezza di banda, capacità del commutatore
- risorse dedicate: non c'è condivisione
- prestazioni da circuito (garantite)
- necessaria l'impostazione della chiamata

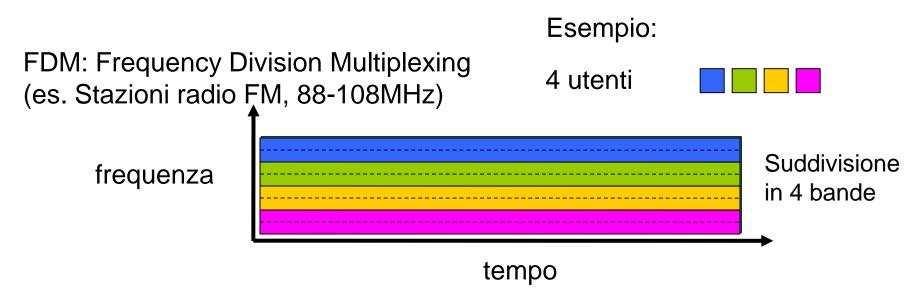


#### Il nucleo della rete: commutazione di circuito

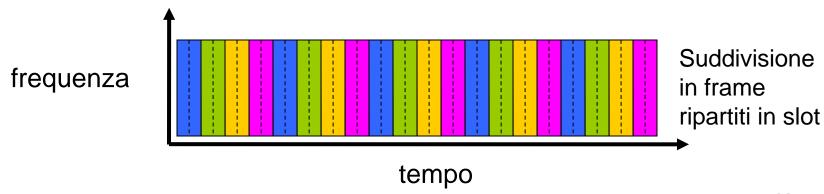
- Risorse di rete (ad es. ampiezza di banda, bandwidth) suddivise in "pezzi"
- ciascun "pezzo" viene allocato ai vari collegamenti
- le risorse rimangono inattive se non utilizzate (non c'è condivisione). Es. pause durante conversazione telefonica

- suddivisione della banda in "pezzi"
  - divisione di frequenza
  - divisione di tempo

### Commutazione di circuito: FDM e TDM



**TDM: Time Division Multiplexing** 



#### Il nucleo della rete: commutazione di pacchetto

# Il flusso di dati punto-punto viene suddiviso in *pacchetti*

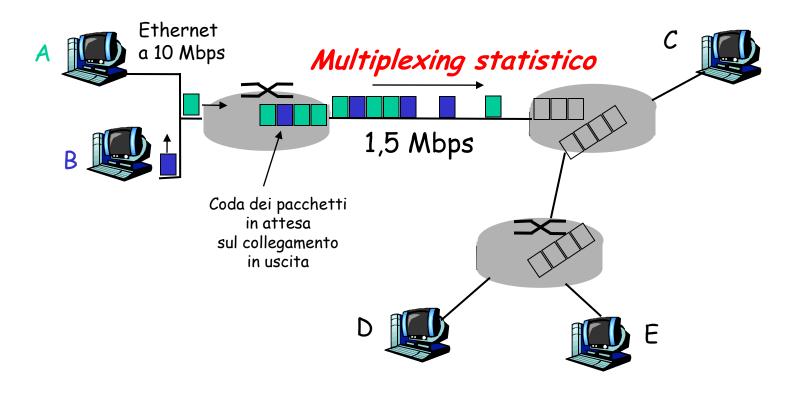
- I pacchetti degli utenti A e B condividono le risorse di rete
- Ciascun pacchetto utilizza completamente il canale
- Le risorse vengono usate a seconda delle necessità

Larghezza di banda suddivisa in pezzi"
Allocazione dedicata
Risorse riservate

#### Contesa per le risorse

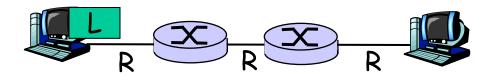
- La richiesta di risorse può eccedere il quantitativo disponibile
- congestione: accodamento dei pacchetti, attesa per l'utilizzo del collegamento
- store and forward: il commutatore deve ricevere l'intero pacchetto prima di poter cominciare a trasmettere sul collegamento in uscita

#### Commutazione di pacchetto: multiplexing statistico



La sequenza dei pacchetti A e B non segue uno schema prefissato Condivisione di risorse su richiesta → multiplexing statistico.

#### Commutazione di pacchetto: store-and-forward



- Occorrono L/R secondi per trasmettere (push out) un pacchetto di L bit su un collegamento in uscita da R bps
- store and forward: l'intero pacchetto deve arrivare al router prima che questo lo trasmetta sul link successivo
- ritardo = 3L/R (supponendo che il ritardo di propagazione sia zero)

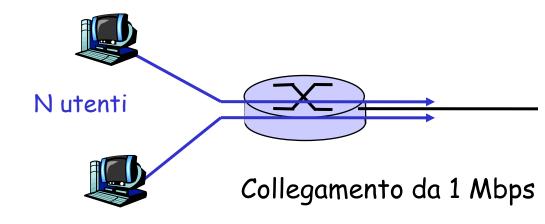
#### **Esempio:**

- L = 7,5 Mbits
- R = 1,5 Mbps
- ritardo = 15 sec

# Confronto tra commutazione di pacchetto e commutazione di circuito

La commutazione di pacchetto consente a più utenti di usare la rete!

- 1 collegamento da 1 Mpbs
- Ciascun utente:
  - 100 kpbs quando è "attivo"
  - attivo per il 10% del tempo
- commutazione di circuito:
  - 10 utenti
- commutazione di pacchetto:
  - con 35 utenti, la probabilità di averne > 10 attivi è inferiore allo 0,0004



D: come è stato ottenuto il valore 0,0004?

# Confronto tra commutazione di pacchetto e commutazione di circuito

La commutazione di pacchetto è la "scelta vincente?"

- Ottima per i dati a raffica
  - Condivisione delle risorse
  - Più semplice, non necessita l'impostazione della chiamata
- Eccessiva congestione: ritardo e perdita di pacchetti
  - Sono necessari protocolli per il trasferimento affidabile dei dati e per il controllo della congestione
- D: Come ottenere un comportamento circuit-like?
  - è necessario fornire garanzie di larghezza di banda per le applicazioni audio/video
  - è ancora un problema irrisolto

#### Conclusioni

- cos'è Internet?
- cos'è un protocollo?
- ai confini della rete: host, reti di accesso, mezzi trasmissivi
- il nucleo della rete: commutazione di circuito e commutazione di pacchetto