

Introduzione (II Parte)

Obiettivi del capitolo

- Panoramica sul contesto, primo contatto con il networking
- i dettagli saranno dati successivamente
- approccio:
 - descrittivo
 - Usiamo Internet come esempio

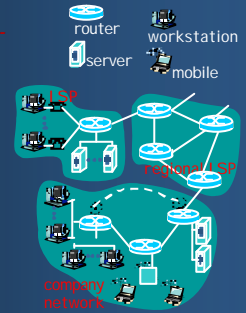
Panoramica

- Cosa è Internet
- Cosa è un protocollo?
- network edge
- network core
- Reti di accesso, mezzi fisici
- prestazioni: perdite, ritardi
- Protocolli e livelli, modelli dei servizi
- backbone, NAP, ISP
- storia

1

Cosa è Internet: "nuts and bolts"

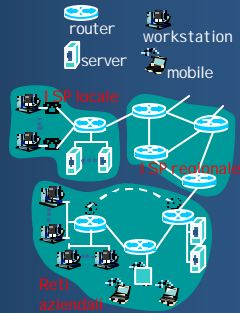
- milioni di dispositivi di calcolo connessi: **hosts, end-systems**
 - Pc, workstation, server
 - PDA phone, toaster
- Sui quali girano le **applicazioni di rete**
- **Link di comunicazione**
 - fibre, rame, radio, satellite
- **router**: inoltro dei pacchetti di dati attraverso la rete



2

Cosa è Internet: "nuts and bolts"

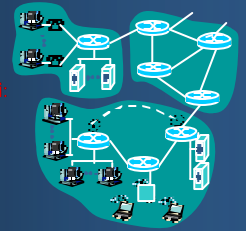
- **protocolli**: controlli di invio e ricezione di msg
- e.g., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- **Internet: "rete di reti"**
 - Debolmente gerarchica
 - Internet pubblica versus intranet private
- Internet standards
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



3

Cosa è Internet: i servizi

- **Infrastruttura di comunicazione** consente di distribuire le applicazioni:
 - WWW, email, games, e-commerce, database, voting,
 - E oltre ...?
- **Servizi di comunicazione forniti**:
 - Senza connessione
 - Orientati alla connessione
- **cyberspazio [Gibson]**:
 - "a consensual hallucination experienced daily by billions of operators, in every nation, ..."



4

Cosa è un protocollo?

Protocolli umani

- "Ho una domanda"
 - "Che ora è?"
- ... specifica i messaggi inviati
- ... specifica le azioni intraprese quando un msg è ricevuto o si verificano altri eventi

Protocolli delle reti

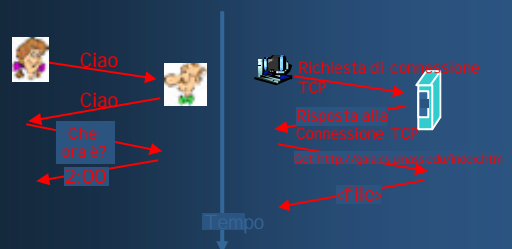
- Macchine al posto degli esseri umani
- Tutte le comunicazioni su Internet sono governate da protocolli

i protocolli definiscono il formato, l'ordine dei messaggi inviati e ricevuti tra le entità nella rete ed infine le azioni intraprese quando un messaggio è inviato o ricevuto

5

Cosa è un protocollo?

Un confronto:

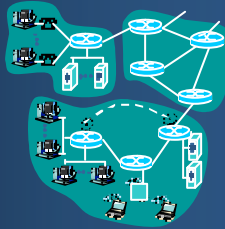


Q: Pensate ad altri possibili protocolli umani?

6

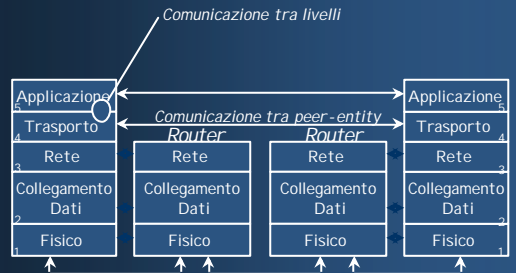
Una visione d'insieme della struttura di una rete:

- **network edge:** host ed applicazioni
- **network core:**
 - router
 - rete di reti
- **Reti di accesso, mezzi fisici:** canali di comunicazione



7

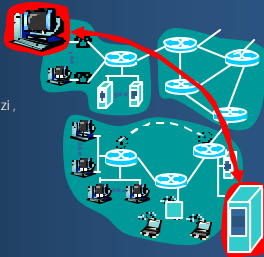
La realtà nel mondo delle reti: lo stack TCP/IP



8

Network edge:

- **host (end system):**
 - Girano i programmi applicativi
 - e.g., WWW, email
 - at "edge of network"
- **Modello client/server**
 - Gli host client richiedono i servizi, prodotti dai server
 - e.g., www client (browser) / server; email client/server
- **peer-to-peer model:**
 - interazione simmetrica
 - e.g.: teleconferenza



9

Network edge: servizi orientati alla connessione

Obiettivo: trasferimento dati tra host.

- **handshaking:** setup (ci si prepara per) del trasferimento dati
 - **Conservazione dello stato:** lo stato della connessione è conservato nei due host
- **TCP - Transmission Control Protocol**
 - Il servizio di Internet orientato alla connessione

Servizio TCP [RFC 793]

- **affidabile, trasferimento in-order** dello stream dei byte
 - perdite: evitate con acknowledgements e ritrasmissioni
- **Controllo di flusso:**
 - Sender non vuole inondare il receiver
- **Controllo della congestione:**
 - i sender diminuiscono la velocità di trasmissione quando la rete è congestionata

10

Network edge: servizio senza connessione

Obiettivo: trasferimento dati tra host.

- Come nella slide precedente!
- **UDP - User Datagram Protocol** [RFC 768]: il servizio di Internet senza connessione
 - Trasferimento dati inaffidabile
 - Nessun controllo di flusso
 - Nessun controllo della congestione

Applicazioni che usano TCP:

- HTTP (WWW), FTP (file transfer), Telnet (login remoto), SMTP (email)

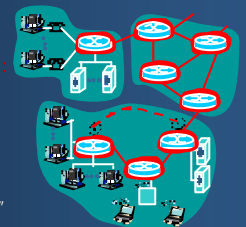
Applicazioni che usano UDP:

- streaming di contenuti multimediali, teleconferenza, telefonia Internet

11

Network Core

- Griglia di router interconnessi
- **La domanda fondamentale:** come i dati sono trasferiti attraverso la rete?
 - **Commutazione di circuito:** un circuito dedicato per ogni connessione: rete telefonica
 - **Commutazione di pacchetto:** i dati sono inviati sulla rete in "pezzi" distinti

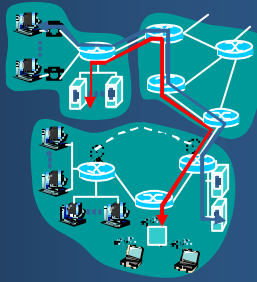


12

Network Core: commutazione di circuito

Risorse riservate per una chiamata

- Banda sui link, capacità sugli switch
- Risorse dedicate: nessuna condivisione
- Prestazioni garantite
- È richiesto un setup della connessione

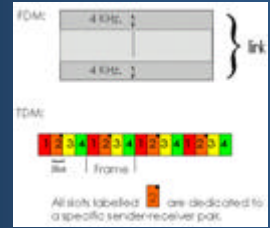


13

Network Core: Commutazione di circuito

Risorse di rete (e.g., banda passante) suddivise in "parti"

- Parti allocate per le chiamate
- Parti di risorse *non* se non sfruttate dalla chiamata che le possiede (non c'è condivisione)
- La banda del link è divisa in "parti"
 - frequency division
 - time division



14

Network Core: Commutazione di Pacchetto

Ogni stream di dati da inviare end to end, viene diviso in pacchetti

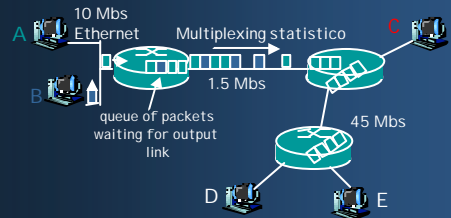
- i pacchetti degli utenti A e B *condividono* le risorse di rete
- ogni pacchetto usa banda piena
- Risorse utilizzate quando necessario

Contesa sulle risorse:

- l'insieme delle richieste di risorse potrebbe eccedere quelle disponibili
- congestione: code di pacchetti, attesa per l'uso dei link
- store and forward: i pacchetti si muovono di un hop alla volta
 - Trasmissione sul link
 - Attesa per il link successivo

15

Network Core: Packet Switching



Commutazione di pacchetto vs commutazione di circuito: analogia con il ristorante.

- Conoscete altre analogie?

16

Network Core: Packet Switching

Packet-switching:
Comportamento di tipo
store and forward



17

Network Core: Packet Switching

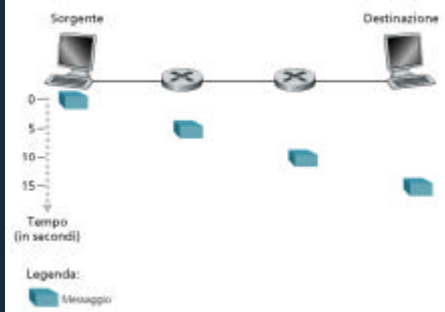
Packet-switching:
Comportamento di tipo
store and forward



18

Network Core: Packet Switching

Packet-switching: Comportamento di tipo *store and forward*



19

Network Core: Packet Switching

Packet-switching: Comportamento di tipo *store and forward*

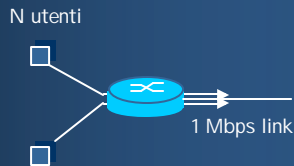


20

Commutazione di pacchetto versus commutazione di circuito

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

- link ad 1 Mbit
- Ogni utente:
 - 100Kbps quando è "attivo"
 - Attivo il 10% del tempo
- Commutazione di circuito:
 - 10 utenti
- Commutazione di pacchetto:
 - Con 35 utenti, probabilità > 10 attivi e <= .004



21

Commutazione di pacchetto versus commutazione di circuito

La commutazione di pacchetto vince su tutti i fronti?

- Perfetto per traffico burst
 - Condivisione di risorse
 - Nessun setup di chiamata
- **Congestione eccessiva:** i pacchetti ritardano e si perdono
 - i protocolli necessitano di trasferimento di dati affidabile e di un controllo della congestione
- **D: Come fornire un comportamento circuit-like?**
 - La garanzia di banda necessaria per applicazioni audio/video è tuttora un problema aperto

22

Reti a commutazione di pacchetto: routing

- **Obiettivo:** muovere i pacchetti tra i router dalla sorgente alla destinazione
- Studieremo diversi algoritmi di selezione dei percorsi (capitolo 4)
- **Reti datagram:**
 - *destination address* determina il successivo hop
 - i percorsi possono cambiare nel corso del tempo
 - Una analogia: guidare chiedendo la direzione
- **Reti basate su Circuito Virtuale (Virtual Circuit – VC):**
 - Ogni pacchetto porta con sé un'etichetta di percorso (ID del VC), l'etichetta determina il successivo hop
 - Il percorso è fissato al *call setup time* e rimane fissato durante la chiamata
 - i router conservano lo stato delle connessioni per ogni chiamata (call)

23

Tassonomia delle Reti di Calcolatori



24

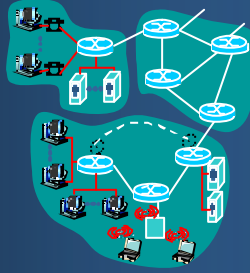
Reti di accesso e mezzifisici (il livello *host to network*)

D: Come connetteregli host agli edge router?

- Reti di accesso residenziali
- Reti di accesso istituzionali (scuole, aziende, ecc.)
- Reti di accesso Wireless

Elementi chiave:

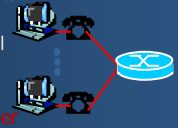
- Banda (bit per secondo) della rete di accesso?
- Condivisa o dedicata?



25

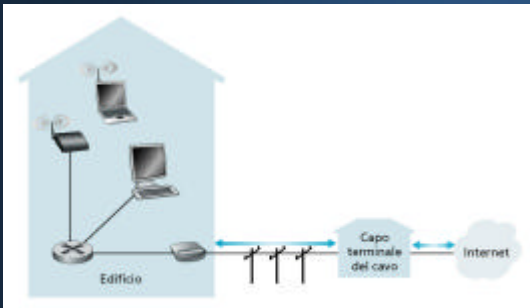
Accessi residenziali: accessi punto punto

- **Dialup via modem**
 - Accesso diretto al router (concettualmente), con velocità fino a 56Kbps
- **ISDN**: integrated services digital network: 128Kbps digitale, direttamente al router
- **xDSL**: x digital subscriber line (per esempio Asymmetric DSL)
 - Fino a 1 Mbps home-to-router
 - Fino a 12 Mbps router-to-home



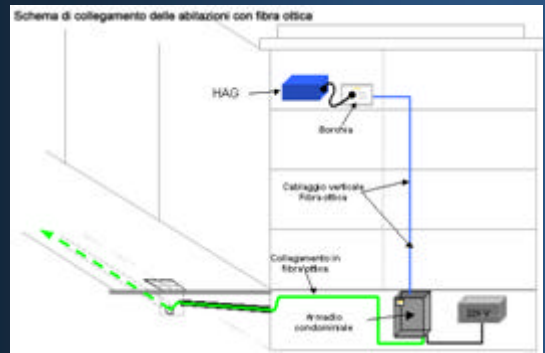
26

Accessi residenziali: fibra (un esempio: FastWeb)



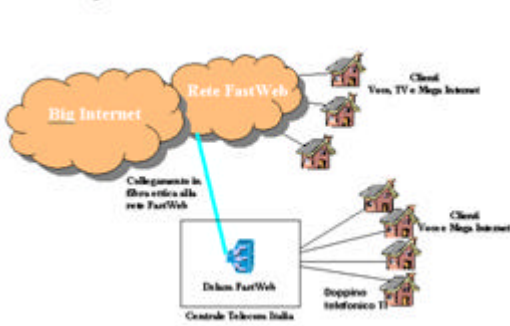
27

Accessi residenziali: fibra (un esempio: FastWeb)



Accessi residenziali: ADSL (un esempio: FastWeb)

Schema di Collegamento delle abitazioni in con DSL FastWeb



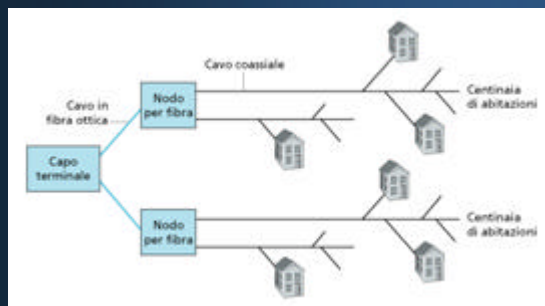
28

Accessi residenziali: ADSL (un esempio: FastWeb - dettaglio)



30

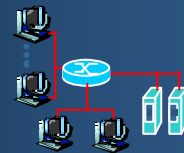
Accessi residenziali: Una rete di accesso ibrida fibra-coassiale



31

Reti di accesso istituzionali: LAN

- aziende/univ: una **LAN** connette gli host al router di confine (edge router)
- **Ethernet**:
 - Un cavo condiviso o più cavi dedicati connettono gli host ed il router
 - 10 Mbs, 100Mbps, Gigabit 10 Gigabit
- **Utilizzo**: istituti, LAN casalinghe
- **LAN**: capitolo 5



32

Mezzi fisici

- **Link fisico**: i bit trasmessi vengono propagati lungo il link
- **Mezzi guidati**:
 - i segnali si propagano in mezzi solidi: rame, fibre
- **Mezzi non guidati**:
 - i segnali si propagano liberamente e.g., radio

Twisted Pair (TP)

- Due fili isolati di rame
 - Categoria 3: fili telefonici tradizionali, 10 Mbps ethernet
 - Categoria 5 TP: 100Mbps ethernet



33

Mezzi fisici: coassiale, fibra

Cavo Coassiale:

- Due conduttori che condividono lo stesso asse (uno per il signal carrier e l'altro come shield)
- **bandabasse**: singolo canale sul cavo
- **broadband**: più canali
- **bidirezionale**
- Si usava nelle reti Ethernet a 10 Mbs



Fibra ottica:

- Fibre di vetro trasportano impulsi luminosi
- **Ad alta velocità**:
 - Trasmissioni punto a punto ad alta velocità (e.g., 10 Gbps)
- **Basso tasso di errore**



34

Reti di accesso Wireless

- Un accesso condiviso senza fili, condiviso per l'accesso ad un router
- **wireless LAN**:
 - Le onde elettromagnetiche sostituiscono i fili
 - e.g., D-LINK DI-624 Bridge Access Point 108 Mps
- **wider -area wireless access**
 - Accesso a reti wireless in ambienti delimitati (hotel, aeroporti, ecc.)
 - WiMax - 802.16: Worldwide Interoperability for Microwave Access su decine di Km
 - HyperLAN



Host mobili

35

Mezzi fisici: onde radio

- Segnali trasportati da onde elettromagnetiche
- Senza fili
- Bidirezionale
- Effetti dell'ambiente di propagazione:
 - riflessione
 - Ostacoli dagli oggetti
 - interferenze

36

Mezzi fisici: onde radio

Tipi di collegamenti radio:

- **Micro onde**
 - e.g. canali fino a 45 Mbps
- **LAN** (e.g., WLAN - Wi-Fi Alliance: Cisco, 3Com, Nokia, ...)
 - 802.11 fino a 2Mbps (2,4 GHz)
 - 802.11b fino a 11Mbps (Wi-Fi - 2,4 GHz)
 - 802.11a fino a 54 Mbps (Wi-Fi 5 - 5/40 GHz)
 - 802.11g fino a 108 Mbps (Wi-Fi 5 - 2,4 GHz compatibile con 802.11b!)
- **Nasce un problema di sicurezza ...**
 - Esiste lo standard WEP (Wired Equivalent Privacy) ... poco sicuro
 - L'ultimo nato lo standard WAP (Wireless Protected Access)
 - Con 802.11i ...
- Negroponte parla di: "**viral telecommunication**" (una rete di accessibilità a Internet Wireless fatta dagli utenti). 37

Mezzi fisici: onde radio

Tipi di collegamenti radio:

- **wide-area** (e.g., cellular)
 - GSM (9,6 Kbs - massima velocità)
 - GPRS 171 Kbs (8 + 8 slot, oppure 4 + 1 slot a 57 Kbps)
 - UMTS 2 Mbs (massima velocità con terminale fermo)
- **satellite**
 - Canali Fino a 50Mbps
 - 270 Msec di ritardo aggiuntivo
 - Geostazionari vs bassa quota

38

Mezzi fisici: onde radio

- **WiMax: 802.16 (e, f)**
 - **Worldwide Interoperability for Microwave Access**
 - WiMAX è un sistema a grande copertura (molti chilometri) che usa spettro licenziato per connessioni punto-punto a Internet da un **ISP** a un utente finale. Vari standard 802.16 offrono diversi tipi di accesso, mobile (simile a quello fatto con telefono cellulare) o fisso (in alternativa a quello realizzato con cavi).
 - Wi-Fi è un sistema a corto range (decine di metri) che usa spettro non licenziato per offrire accesso a una rete locale. Solitamente la rete locale è poi anche connessa a Internet e così l'utente ha accesso anche alla rete globale.
- **Flessibilità, Sicurezza, Qualità del Servizio (QoS), Throughput, Installazione, Interoperabilità, Mobilità.**
- **Costi / Copertura, NLOS (not line of sight)**

39

Mezzi fisici: onde radio

- **WiMax: 802.16 (e, f)**
 - **Worldwide Interoperability for Microwave Access**
 - WiMAX è un sistema a grande copertura (molti chilometri) che usa spettro licenziato per connessioni punto-punto a Internet da un **ISP** a un utente finale. Vari standard 802.16 offrono diversi tipi di accesso, mobile (simile a quello fatto con telefono cellulare) o fisso (in alternativa a quello realizzato con cavi).
 - Wi-Fi è un sistema a corto range (decine di metri) che usa spettro non licenziato per offrire accesso a una rete locale. Solitamente la rete locale è poi anche connessa a Internet e così l'utente ha accesso anche alla rete globale.
- **Flessibilità, Sicurezza, Qualità del Servizio (QoS), Throughput, Installazione, Interoperabilità, Mobilità.**
- **Costi / Copertura, NLOS (not line of sight)**

40

Mezzi fisici: onde radio

- **HIPERLAN (ETS 300 652)**
 - **High Performance Radio LAN**
- **HIPERLAN**
 - **High Performance Radio MAN**
 - **L'evoluzione di questo standard, implementabile anche nei vecchi apparati con protocollo HiperLan 1, è l'HiperLan 2 che raggiunge una velocità di 54 Megabit/sec lordi su frequenze ISM dei 5 Gigahertz, con un raggio di copertura del segnale che può arrivare a coprire distanze fino a 30-40 km dall'antenna.**

41

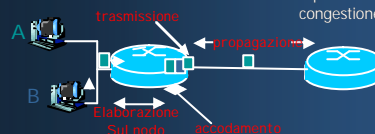
Ritardi nelle reti a commutazione di pacchetto

i pacchetti subiscono un ritardo lungo il percorso

- Sono **Quattro** le sorgenti di ritardo per ogni hop

Elaborazione sul nodo:

- Ricerca di errori
- Selezione del link d'uscita
- **accodamento**
 - Tempo di atteso sul link di uscita per l'invio
 - Dipende dal livello della congestione del router



42

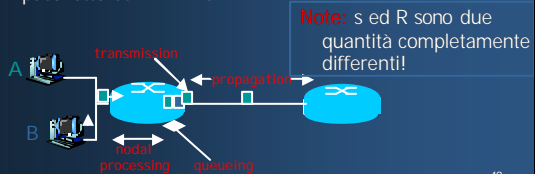
Ritardi nelle reti a commutazione di pacchetto

Ritardo di trasmissione:

- R = banda del link (bps)
- L = lunghezza di pacchetti (bit)
- Tempo per l'invio di un pacchetto sul link = L/R

Ritardo di propagazione:

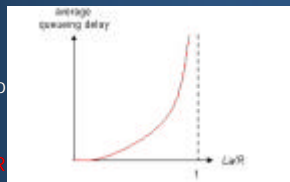
- d = lunghezza del link [m]
- s = velocità di propagazione sul mezzo ($\sim 2 \times 10^8$ m/sec)
- Ritardo di prop. = d/s



43

Ritardo di accodamento (continuazione)

- R = banda sul link (bps)
- L = lunghezza dei pacchetti (bits)
- a = velocità media di arrivo dei pacchetti



Intensità di traffico – La/R

- $La/R \sim 0$: ritardo di accodamento medio piccolo
- $La/R \rightarrow 1$: il ritardo aumenta
- $La/R > 1$: più lavoro di quanto è possibile espletare, il ritardo medio va all'infinito!

44