

Reti di Calcolatori

Prof. Roberto Canonico

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Routing nelle reti a commutazione di pacchetto: introduzione

**I lucidi presentati al corso sono uno strumento didattico
che NON sostituisce i testi indicati nel programma del corso**

Nota di copyright per le slide COMICS

Nota di Copyright



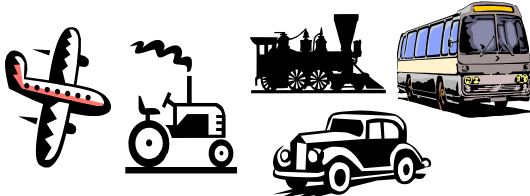
Questo insieme di trasparenze è stato ideato e realizzato dai ricercatori del Gruppo di Ricerca COMICS del Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Napoli Federico II. Esse possono essere impiegate liberamente per fini didattici esclusivamente senza fini di lucro, a meno di un esplicito consenso scritto degli Autori. Nell'uso dovranno essere esplicitamente riportati la fonte e gli Autori. Gli Autori non sono responsabili per eventuali imprecisioni contenute in tali trasparenze né per eventuali problemi, danni o malfunzionamenti derivanti dal loro uso o applicazione.

Autori:

Simon Pietro Romano, Antonio Pescapè, Stefano Avallone,
Marcello Esposito, Roberto Canonico, Giorgio Ventre

Nota: alcune delle slide di questa lezione sono direttamente prese dal materiale didattico preparato dagli autori del libro di testo Kurose e Ross

Il ruolo dei livelli OSI

Dobbiamo Pavimentare le strade		Livello Fisico Cablaggio Strutturato
Dobbiamo scegliere il tipo di strada (Autostrada, Provinciale, Urbana,...)		Livello Data Link
Dobbiamo scegliere le indicazioni della prossima rotonda		Livello Rete
Dobbiamo scegliere come trasportare		Livello Trasporto

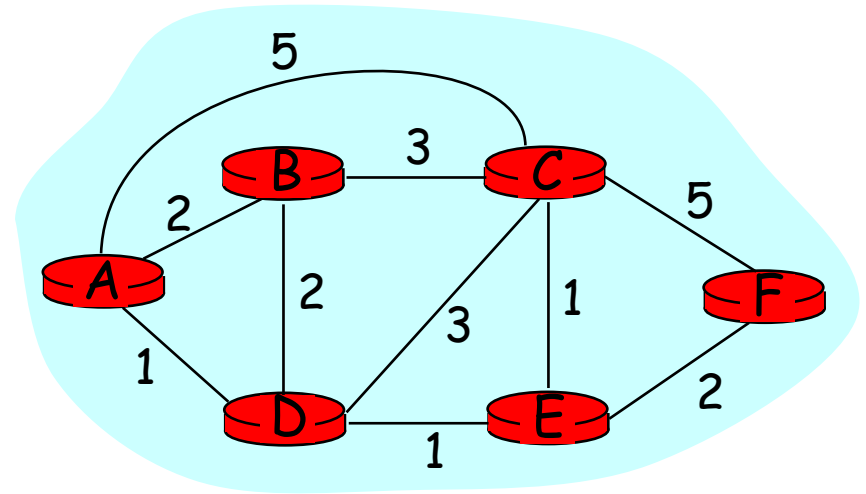
Il livello rete nella pila OSI



Reti di calcolatori e grafi

Rete modellata come grafo:

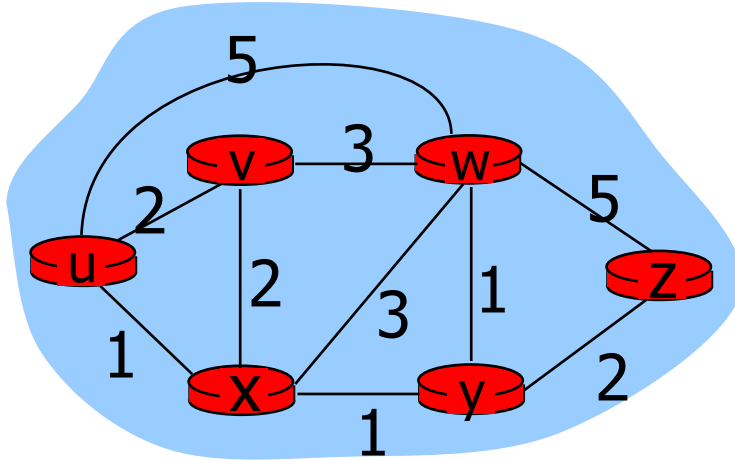
- **nodi** = router
- **archi** = link fisici
 - **costo link:**
 - ritardo,
 - costo trasmissione,
 - congestione,...
- Scelta del cammino:
 - cammino a costo minimo
 - altre possibilità (un cammino calcolato in base a specifici vincoli...)
- Gli algoritmi per la gestione di una rete sono basati sulla teoria dei grafi



Parametri del processo decisionale

- *Bandwidth*
 - capacità di un link, tipicamente definita in bit per secondo (bps)
- *Delay*
 - il tempo necessario per spedire un pacchetto da una sorgente ad una destinazione
- *Load*
 - una misura del carico di un link
- *Reliability*
 - riferita, ad esempio, all'error rate di un link
- *Hop count*
 - il numero di router da attraversare nel percorso dalla sorgente alla destinazione
- *Cost*
 - un valore arbitrario che definisce il costo di un link
 - ad esempio, costruito come funzione di diversi parametri (tra cui bandwidth, delay, packet loss, MTU,...)

Graph abstraction: costs



- $c(x,y)$ = cost of link (x,y)
 - e.g., $c(w,z) = 5$
- cost could represent hop count, bandwidth, or congestion

Cost of path $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_p) = c(x_1, x_2) + c(x_2, x_3) + \dots + c(x_{p-1}, x_p)$

Question: What's the least-cost path between u and z ?

Routing algorithm: algorithm that finds least-cost path

Tipologie di routing

- Lo scopo ultimo del routing consiste nel creare una **tabella di instradamento** in ciascun nodo (*router*) della rete
- La scelta del percorso di instradamento può essere realizzata mediante tre approcci:
 - **routing statico**: i percorsi sono calcolati una tantum sulla base della conoscenza della topologia della rete e, conseguentemente, l'amministratore di rete imposta le tabelle di routing in ciascun router
 - Qualsiasi modifica della topologia della rete richiede il ricalcolo dei percorsi e la riconfigurazione dei router
 - **routing dinamico a controllo centralizzato**: un'entità centralizzata (*controller*) acquisisce dai router informazioni circa la topologia e lo stato della rete e conseguentemente calcola i percorsi, configurando i router
 - **routing dinamico a controllo locale**: i router si scambiano informazioni circa lo stato della rete e, sulla base delle informazioni acquisite, ciascun router determina per ogni possibile destinazione il next-hop router

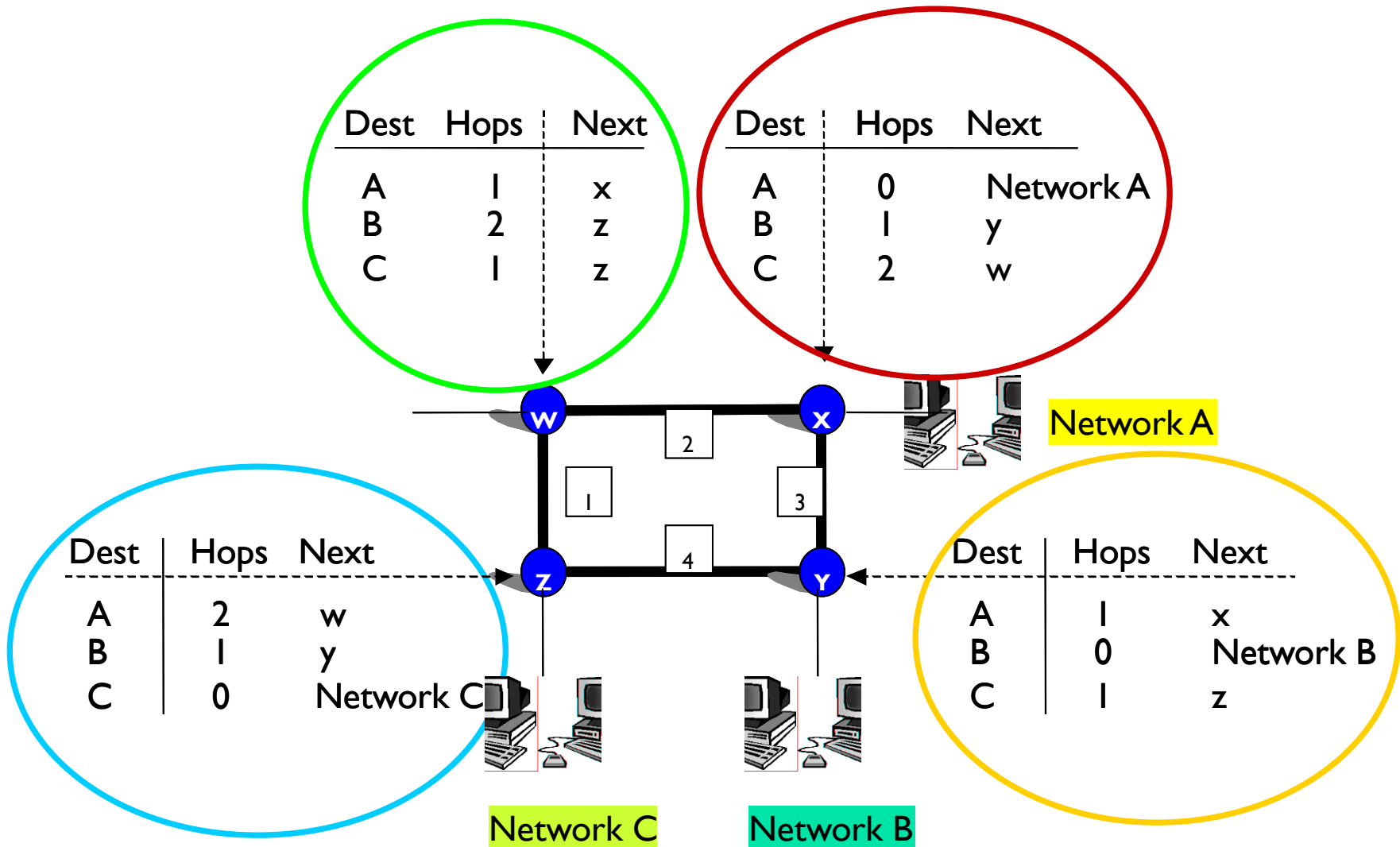
Il processo di routing

- Il processo di routing è un processo decisionale
- Ogni entità che partecipa a questo processo:
 - mantiene delle informazioni
 - in base ad uno specifico algoritmo ed in funzione di determinate metriche:
 - definisce il procedimento di instradamento verso le possibili destinazioni
 - può spedire informazioni di aggiornamento alle altre entità coinvolte, secondo diversi paradigmi

Il routing e la funzione di un router

- La funzione principale di un router è quella di determinare i percorsi che i pacchetti devono seguire per arrivare a destinazione, partendo da una data sorgente:
 - ogni router si occupa, quindi, del processo di ricerca di un percorso per l'instradamento di pacchetti tra due nodi qualunque di una rete
- Problemi da risolvere:
 - Quale sequenza di router deve essere attraversata?
 - Esiste un percorso migliore (più breve, meno carico, ...)?
 - Cosa fare se un link si guasta ?
 - Trovare una soluzione robusta e scalabile ...

Un esempio di tabelle di routing

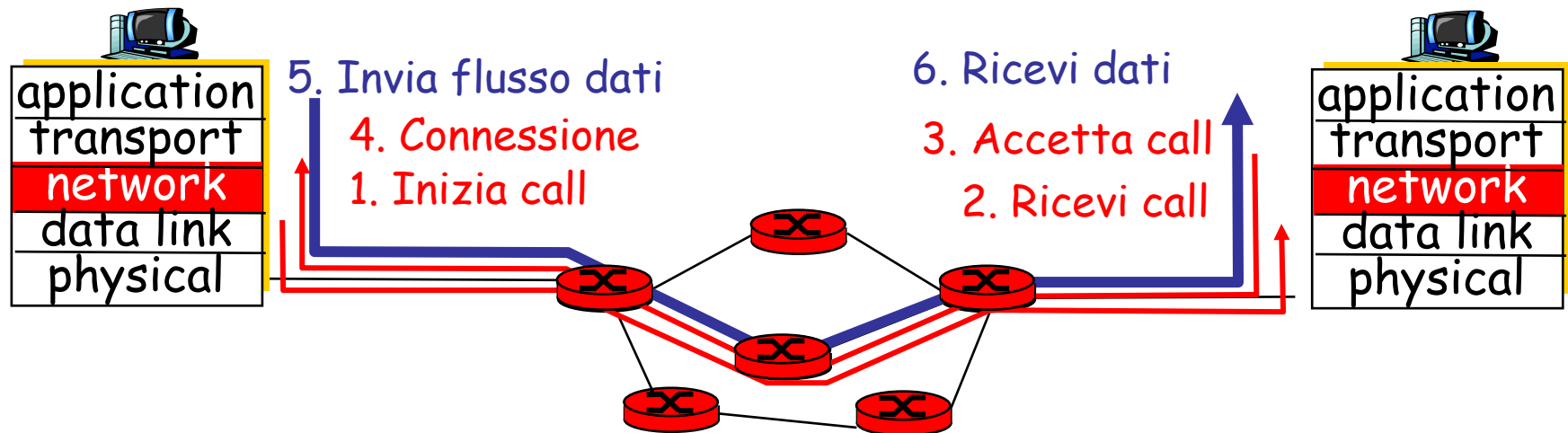


Tecniche di routing

- Routing by Network Address
 - ogni pacchetto contiene l'indirizzo del nodo destinatario, che viene usato come chiave di accesso alle tabelle di instradamento
 - usato tipicamente nei protocolli non orientati alla connessione:
 - IPv4 e IPv6, bridge trasparenti, OSI CLNP, ...
- Label Swapping
 - ogni pacchetto è marcato con una *label* (etichetta) che:
 - identifica la connessione
 - viene usata come chiave per determinare l'instradamento
 - generalmente usato nei protocolli orientati alla connessione:
 - X.25, ATM, MPLS, ...

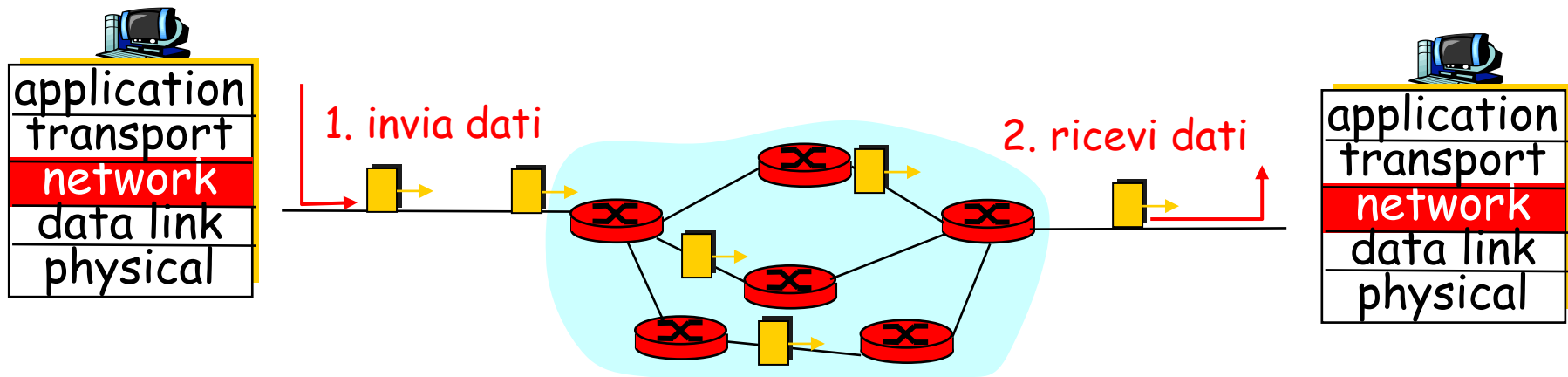
Routing: reti a circuiti virtuali

- Viene aperta una connessione *prima* di inviare dati



Routing: reti a datagramma

- Non esiste la fase di *call setup* a livello rete
- Nei router non esiste il concetto di connessione
- I pacchetti sono indirizzati usando un ID di destinazione:
 - pacchetti fra la stessa coppia sorgente-destinazione possono seguire strade diverse



Un esempio di tabelle di routing per IP

