

# 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

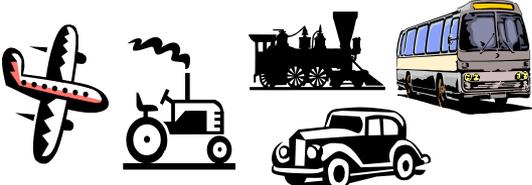
Questo insieme di trasparenze è stato ideato e realizzato dai ricercatori del Gruppo di Ricerca COMICS del Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Napoli Federico II. Esse possono essere impiegate liberamente per fini didattici esclusivamente senza fini di lucro, a meno di un esplicito 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

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

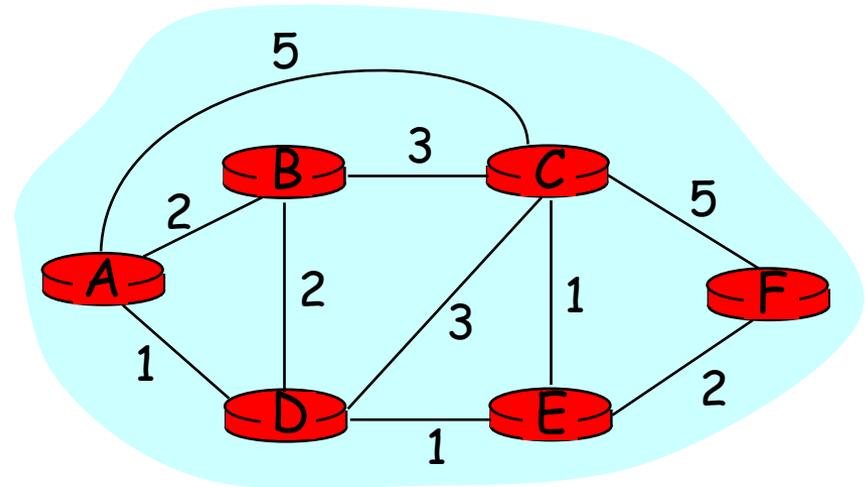
# Il livello rete nella pila OSI



# Reti di calcolatori e grafi

Rete modellata come grafo:

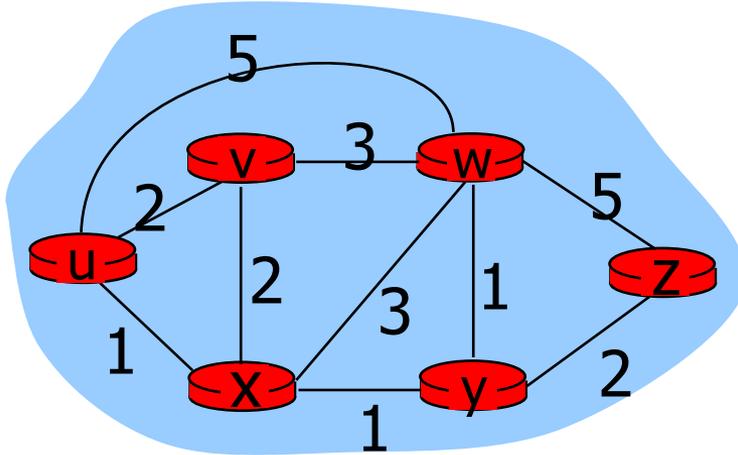
- **nodi** = router
- **archi** = link fisici
  - **costo link:**
    - ritardo,
    - costo trasmissione,
    - congestione,...
- Scelta del cammino:
  - cammino a costo minimo
  - altre possibilità (un cammino calcolato in base a specifici vincoli...)
- Gli algoritmi per la gestione di una rete sono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

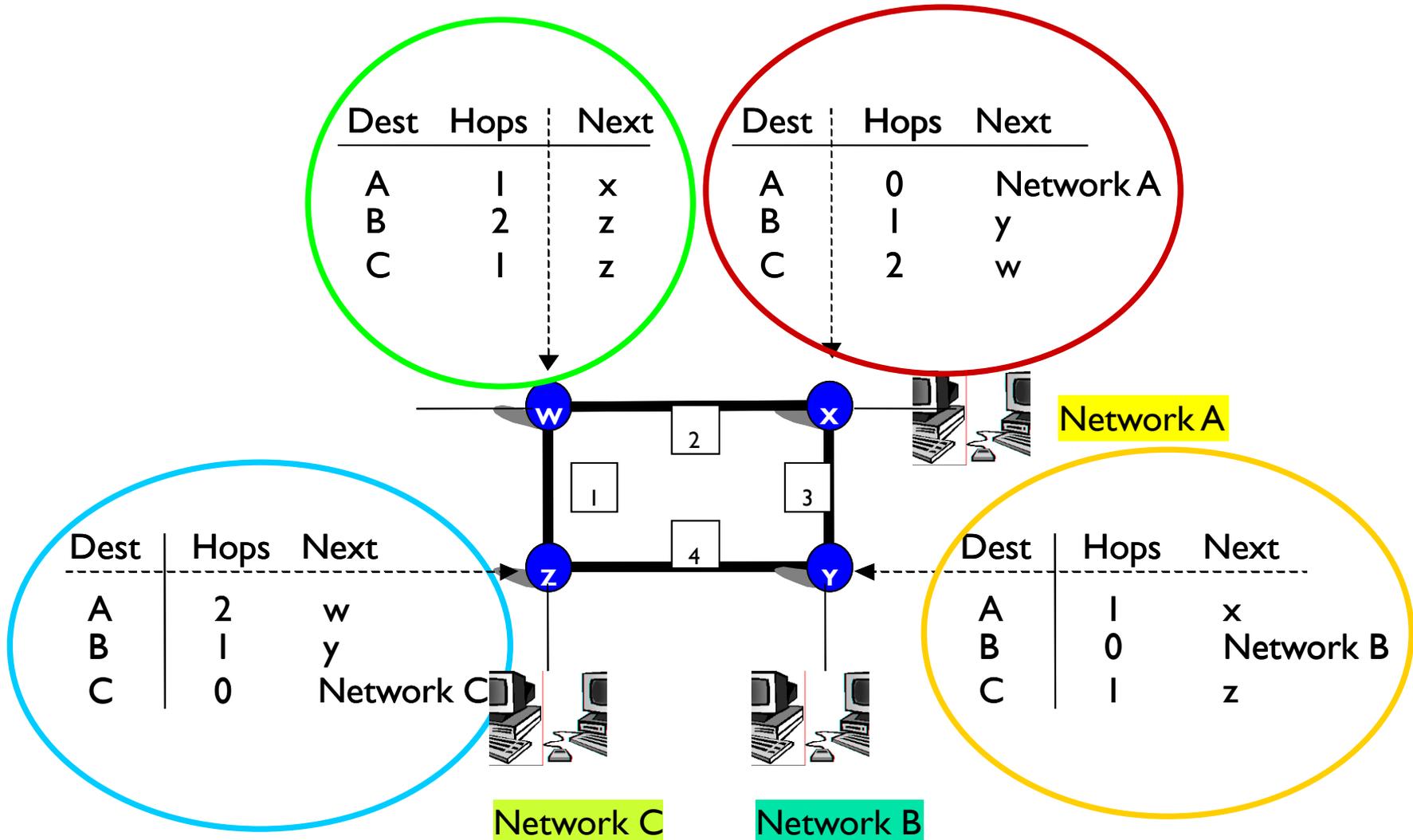
# Il processo di routing

- 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

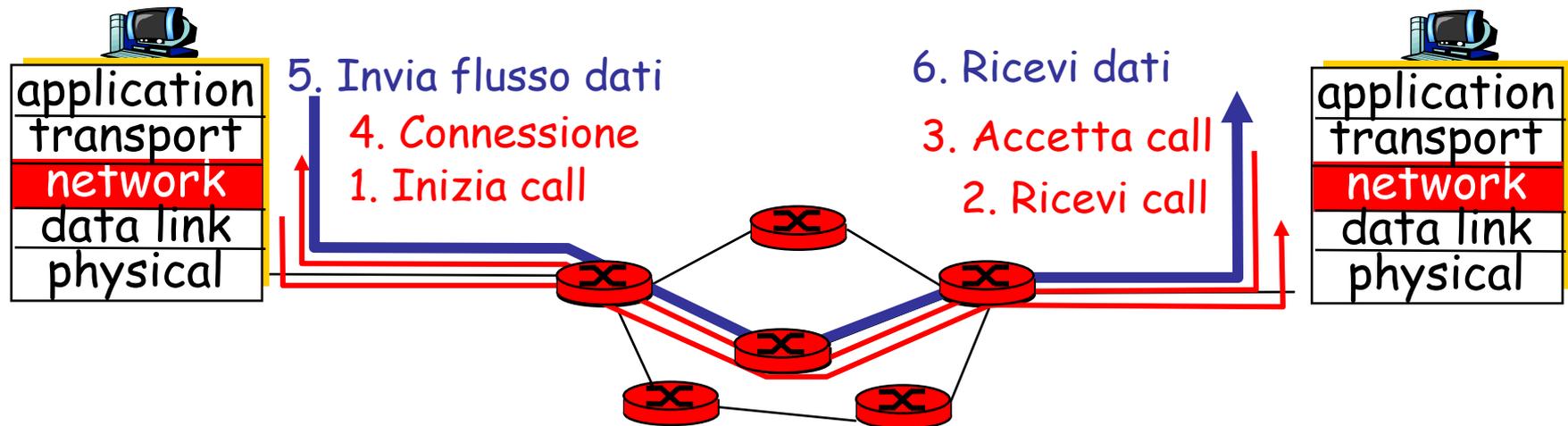


# Tecniche di routing

- 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, ...

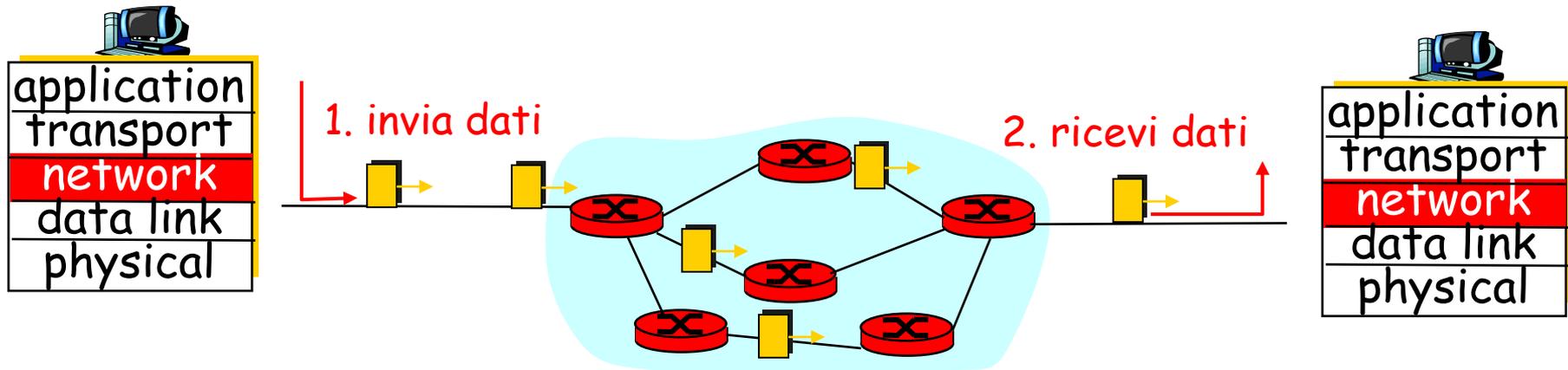
# Routing: reti a circuiti virtuali

- 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

