



**La Sapienza**

Università degli Studi di Roma

Dipartimento di Informatica e Sistemistica

# RETI DI CALCOLATORI II

## Instradamento IPv4

**Emiliano Trevisani**

**[trevisani@dis.uniroma1.it](mailto:trevisani@dis.uniroma1.it)**

**A.A. 2008/2009**

# Instradamento

- Un cammino attraversato da un datagramma IP è composto da sotto-reti interconnesse da router
- Un datagramma è interpretato da una sotto-rete come un'unità di dati di servizio (SDU)
- Una sotto-rete consegna la SDU al router successivo o alla destinazione (se la destinazione è all'interno della sotto-rete) **utilizzando i propri meccanismi protocollari**

# Instradamento

- Due tipi di instradamento
  - diretto
  - indiretto
- Instradamento diretto
  - si applica quando si deve rilanciare il datagramma IP nella sotto-rete a cui è connesso l'host di destinazione
  - l'host di destinazione è connesso alla stessa sotto-rete dell'host sorgente o del router che emette il datagramma
- Instradamento indiretto
  - si applica quando si deve rilanciare il datagramma IP in sotto-reti diverse da quella a cui è connesso l'host di destinazione
  - l'host di destinazione è connesso ad una sotto-rete diversa da quella dell'host sorgente o del router che emette il datagramma

# Instradamento diretto

- Il trasferimento dei datagrammi IP non coinvolge router intermedi
- E' necessaria la traduzione dell'indirizzo IP dell'host di destinazione nel suo indirizzo fisico (es. indirizzo
- MAC)
- Il datagramma IP viene incapsulato nell'unità dati della sotto-rete che viene inviata direttamente all'host di destinazione
- L'instradamento all'interno della sotto-rete utilizza i meccanismi specifici della sotto-rete

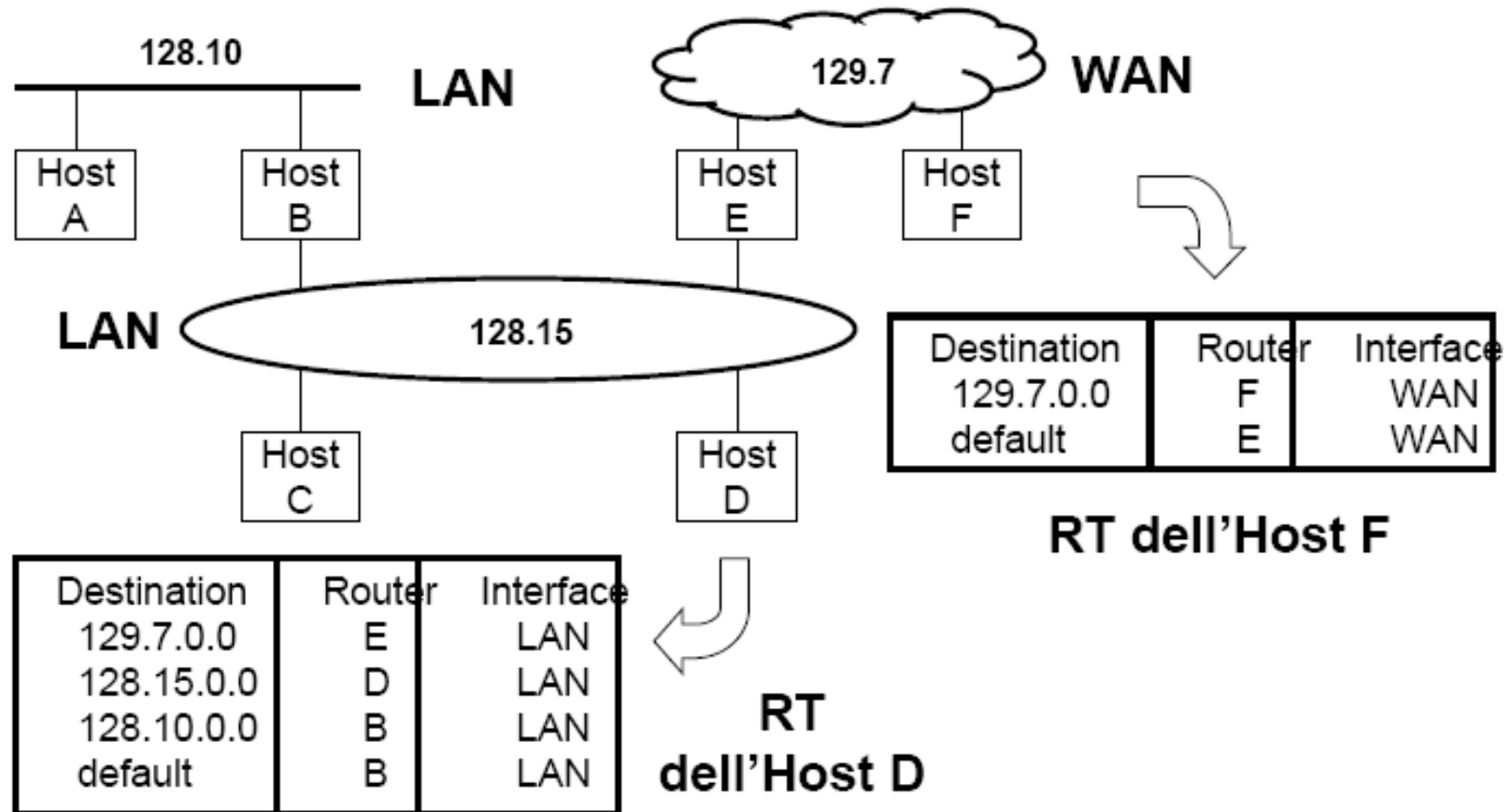
# Instradamento indiretto

- L'host mittente identifica il router a cui inviare il datagramma IP
  - E' necessario individuare l'indirizzo fisico del router (protocollo ARP)
- Il router esamina il datagramma IP ricevuto e decide il router successivo verso cui instradarlo
  - l'instradamento attraverso la sotto-rete che connette i due router avviene secondo i meccanismi della sotto-rete
- Il processo si ripete di router in router sino alla sotto-rete di destinazione
  - nella sotto-rete di destinazione è utilizzato l'instradamento diretto

# Routing table

- La scelta del router verso cui inviare il datagramma avviene mediante la tabella di instradamento (Routing Table - RT) contenuta in ogni host e in ogni router
- Ogni elemento di una RT contiene
  - Indirizzo/prefisso IP di destinazione (host address o network address)
  - Indirizzo del router successivo (next hop router) sul cammino verso la rete di destinazione
  - Indicazione dell'interfaccia fisica di uscita
- Un router non conosce il cammino completo verso la destinazione

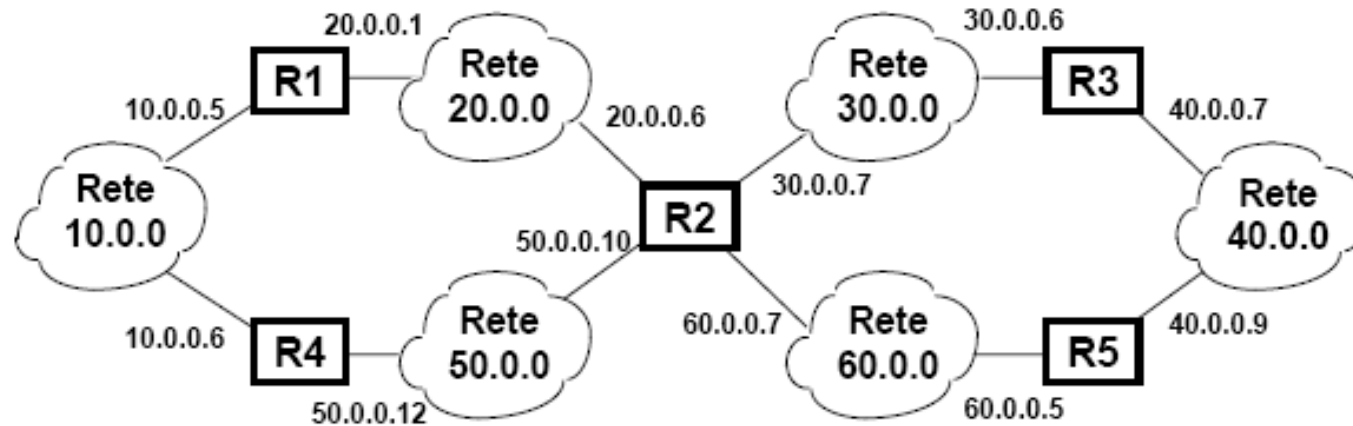
# Routing table



# Routing table

- Per l'instradamento di un datagramma, un router esegue i seguenti passi
  - ricerca di un elemento che corrisponda completamente all'indirizzo di destinazione contenuto nel datagramma
  - ricerca di un elemento che corrisponda all'indirizzo di rete
  - ricerca di un elemento secondo il "longest prefix matching"
  - ricerca del "router di default"
- Se nessuno dei passi precedenti dà esito positivo, il datagramma è "undeliverable"
  - il datagramma è scartato
  - viene inviato un messaggio ICMP del tipo "host unreachable"
- Il meccanismo del router di default è usato
  - da piccoli host, che possono anche non avere una RT propria, e che inviano al router di default tutti i datagrammi non diretti alla rete cui sono collegati [es. Home LAN with ADSL router]
  - da router o host con una tabella di discrete dimensioni ma che tuttavia non copre tutte le possibili destinazioni

# Routing table



Routing Table di R2	
Net_Id	Router_Id
10.0.0	20.0.0.1
20.0.0	Instradamento diretto
30.0.0	Instradamento diretto
40.0.0	30.0.0.6
50.0.0	Instradamento diretto
60.0.0	Instradamento diretto

Routing Table di R3	
Net_Id	Router_Id
10.0.0	30.0.0.7
20.0.0	30.0.0.7
30.0.0	Instradamento diretto
40.0.0	Instradamento diretto
50.0.0	30.0.0.7
60.0.0	40.0.0.9

# Funzione di Instradamento

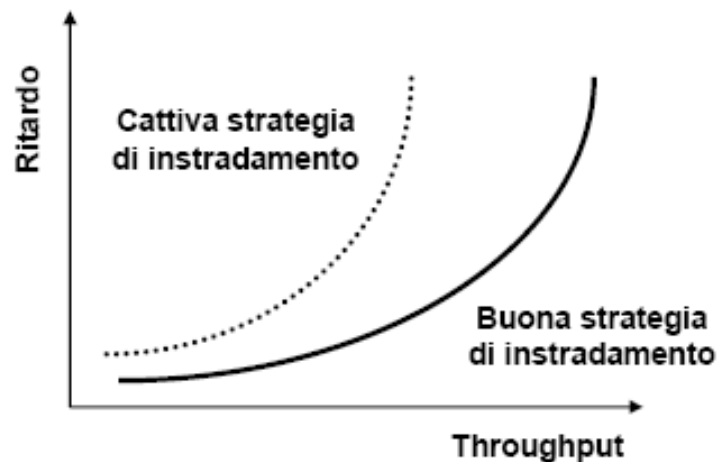
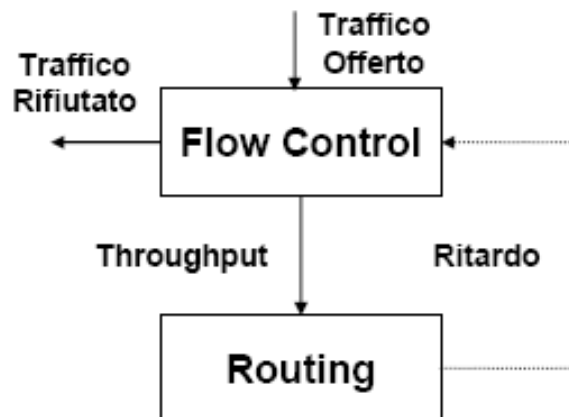
- La funzione di instradamento ha lo scopo di rilanciare i datagrammi IP in rete verso la destinazione
- Ad ogni ramo della rete è associato un costo (metrica) che può essere:
  - uguale per tutti i rami
  - inversamente proporzionale alla banda del ramo
  - proporzionale al costo d'uso del ramo
  - infinito se il ramo è guasto
- **La scelta del percorso avviene scegliendo il cammino a costo minimo**

# Funzione di Instradamento

- La scelta del cammino deve essere dinamica
  - la topologia di Internet varia nel tempo
  - in caso di guasti alcuni cammini non sono utilizzabili
- Un strategia di instradamento dinamica
  - è più complessa rispetto all'instradamento fisso
  - richiede lo scambio di informazioni tra i nodi, che rappresenta un carico addizionale per la rete
    - il traffico di controllo aumenta se diminuisce il tempo di adattività dell'algoritmo
    - esiste il rischio di oscillazioni (procedure troppo rapide) o di inefficacia (procedure troppo lente)
    - esiste il rischio di effetti collaterali (es. loop, flooding)

# Funzione di Instradamento

- Una strategia di instradamento ha impatto sulle prestazioni della rete
  - Throughput
  - Ritardo medio di transito



# Funzione di Instradamento

- Le Routing Table sono aggiornate dinamicamente
  - ogni router ed ogni host aumentano le informazioni di instradamento in loro possesso aggiornandole nel tempo (caching)
- Le RT sono aggiornate periodicamente
  - ad intervalli anche di pochi secondi
- L'aggiornamento delle RT è attuato mediante protocolli di colloquio tra i router
  - Routing Protocol [es. RIP, OSPF,...]

# Sistemi autonomi

- Un sistema autonomo (Autonomous System - AS) è un insieme di host e router controllato da una singola autorità amministrativa
  - un particolare AS è detto “Core AS” e costituisce il backbone di Internet
  - un router del core AS è detto Core Router
  - gli altri AS sono detti “Stub AS”
- Ogni AS ha il proprio protocollo di instradamento
- Uno Stub AS deve avere almeno un router connesso ad un core router; questi router sono detti Exterior Gateway
- Un router interno ad un AS è detto Interior Gateway

# Interior and Exterior Gateway Protocols

- I protocolli di instradamento all'interno di un AS sono detti Interior Gateway Protocols (IGP)
  - Routing Information Protocol (RIP)
  - Open Shortest Path First (OSPF)
- Le informazioni di instradamento che coinvolgono più di un sistema autonomo sono gestite mediante gli Exterior Gateway Protocols (EGP)
  - Border Gateway Protocol (BGP)
- IGP e EGP hanno, in generale, obiettivi diversi

# Interior and Exterior Gateway Protocols

- Un IGP ha il compito di
  - individuare i router adiacenti nello stesso AS
  - raccogliere e distribuire a tutti i router i dati sulla topologia di un AS e sul costo di attraversamento dei rami
  - comunicare tempestivamente eventuali variazioni del costo di attraversamento dei rami di un AS
- Un EGP ha il compito di
  - individuazione dei router adiacenti di altri AS con cui scambiare le informazioni di instradamento
  - verifica continua della funzionalità dei router interlocutori
  - scambio periodico di informazioni di raggiungibilità delle reti

# Interior and Exterior Gateway Protocols

