Programmazione in Rete

a.a. 2005/2006

http://www.di.uniba.it/~lisi/courses/prog-rete/prog-rete0506.htm

dott.ssa Francesca A. Lisi
lisi@di.uniba.it

Orario di ricevimento: mercoledì ore 10-12

dib

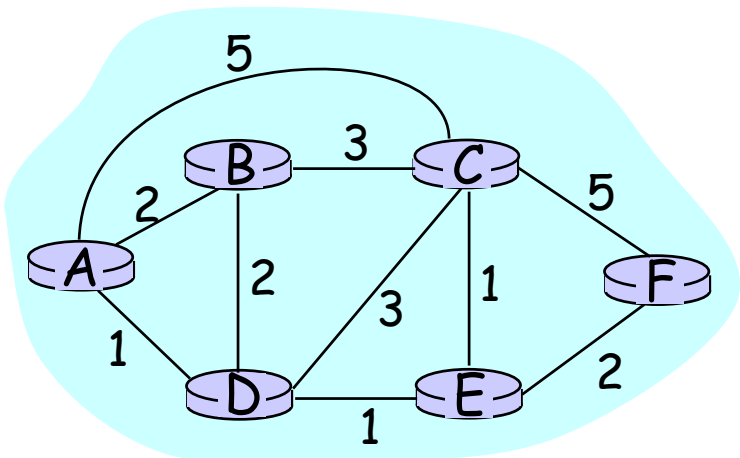
Sommario della lezione di oggi: Lo strato di rete (3/3)

- Servizi e protocolli dello strato di rete
- Reti a circuito virtuale vs reti a datagramma
- Struttura di un router
- Inoltro e indirizzamento in Internet: il protocollo IP
- Instradamento in Internet

Instradamento

protocollo

Obiettivo: determinare un "buon" percorso (sequenza di router) attraverso la rete da sorgente a destinazione.



La rete è formalizzata come grafo dove:

- i nodi sono i router
- gli archi sono i link
- il costo associato ad un arco è uno dei seguenti:
  - ritardo sul link
  - costo in denaro del ink
  - livello di congestione del link
- per "buon" percorso tipicamente si intende percorso a costo minimo
  - altre def. sono possibili

Instradamento: una classificazione degli algoritmi

Globale o decentralizzato?

Globale:

- tutti i router hanno completa info su topologia e costi dei link
- algoritmi "link state"

Decentralizzato:

- ogni router conosce i vicini connessi fisicamente e costi di link ai vicini
- processo iterativo di calcolo, scambio di info con i vicini
- algoritmi "distance vector"

Statico o dinamico?

Statico:

- le rotte cambiano lentamente nel tempo

Dinamico:

- le rotte cambiano più rapidamente
  - aggiornamento periodico
  - in risposta ai cambiamenti nei costi dei link

Instradamento gerarchico

- Il nostro studio sull'instradamento si baserà sulla assunzione semplificativa di rete "piatta"
  - cioè, tutti i router eseguono lo stesso algoritmo di instradamento
- La realtà di Internet deve tener conto di:
  - scalabilità dell'instradamento
  - autonomia amministrativa delle reti di Internet

scala

- costo di esecuzione calcoli, immagazinamento e comunicazione delle informazioni di instradamento cresce al crescere dei router

autonomia amministrativa

- internet = rete di reti
- ogni amministratore di rete può voler controllare le politiche di instradamento nella rete che gestisce

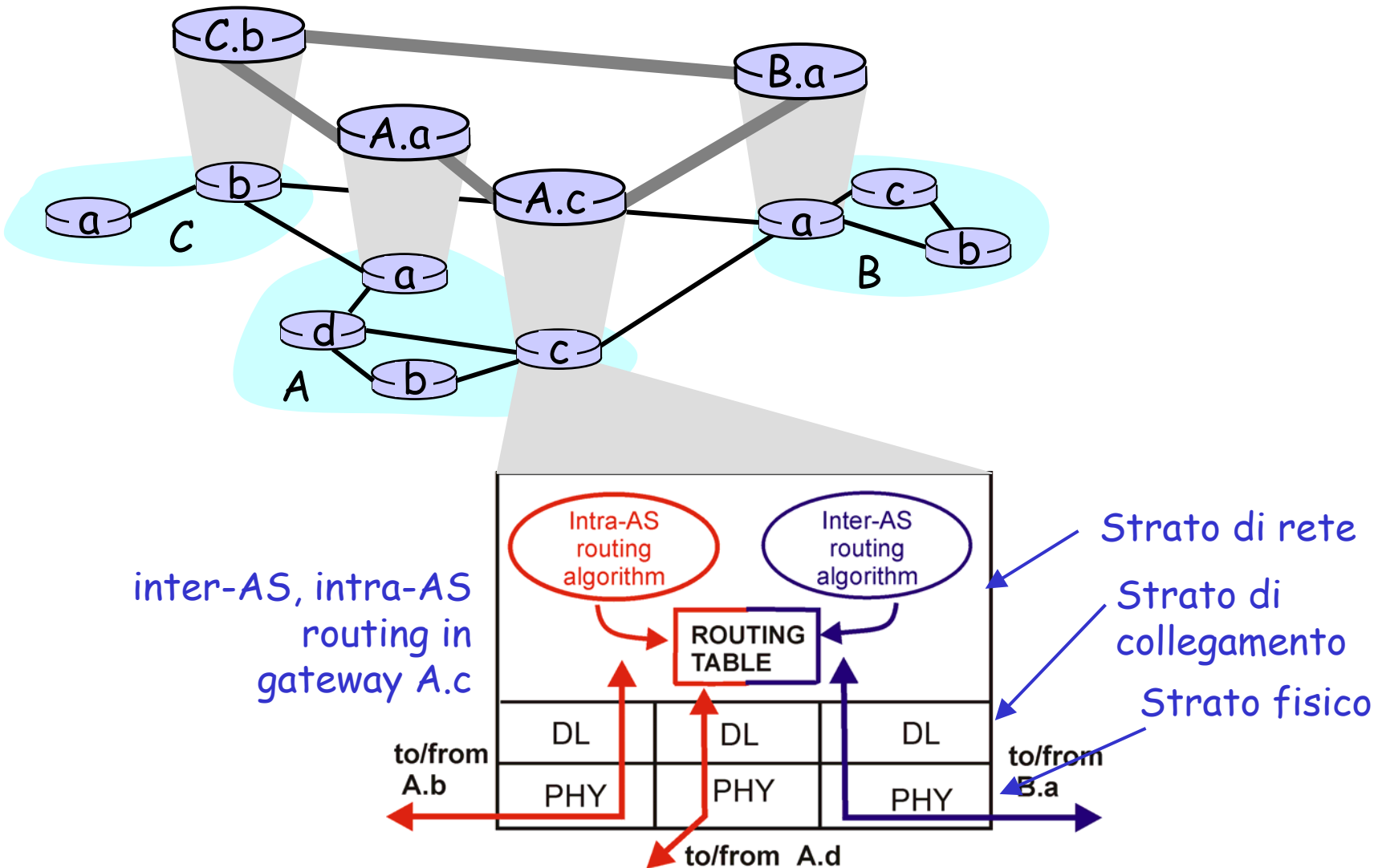
Instradamento gerarchico (cont.)

- Aggregazione di router in regioni, "autonomous systems" (AS)
- router nello stesso AS eseguono medesimo protocollo di instradamento ("intra-AS" routing)
  - router in differenti AS possono eseguire diversi protocolli di instradamento intra-AS

gateway routers

- Router speciali negli AS
- eseguono protocolli di instradamento intra-AS con tutti gli altri router all'interno di AS
- sono *anche* responsabili dell'instradamento verso destinazioni esterne
  - eseguono un protocollo di *instradamento inter-AS* con altri router di gateway

Instradamento gerarchico (cont.)



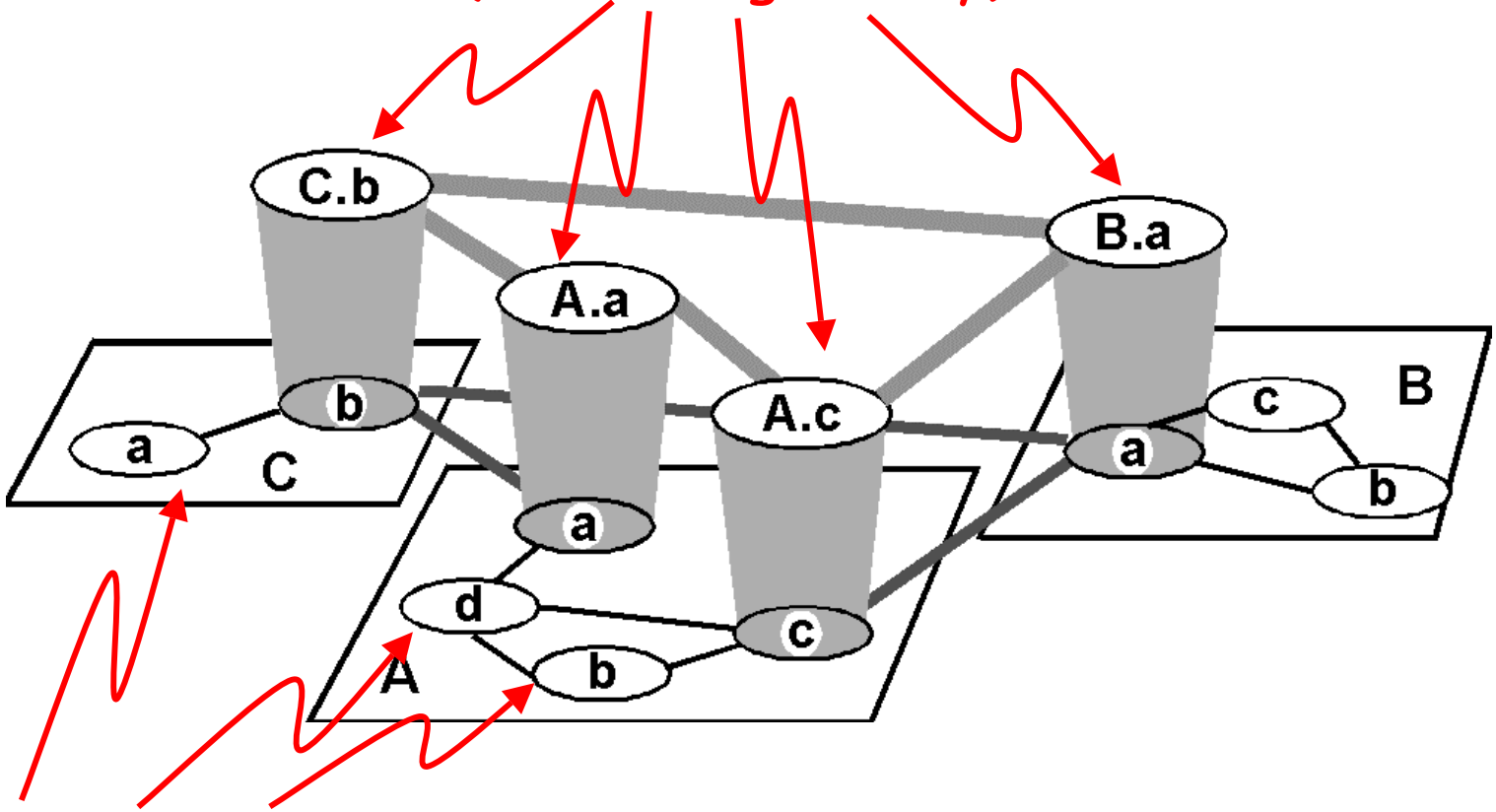
Instradamento in Internet

- Internet consiste di Autonomous Systems (AS) interconnessi l'uno con l'altro:
  - **Stub AS**: piccola azienda
  - **Multihomed AS**: grande azienda (no transit)
  - **Transit AS**: provider

- Instradamento a due livelli:
  - **Intra-AS:** l'amministratore è responsabile delle scelte
  - **Inter-AS:** standard unico

Gerarchia di AS in Internet

Inter-AS border (exterior gateway) routers



Intra-AS interior (gateway) routers

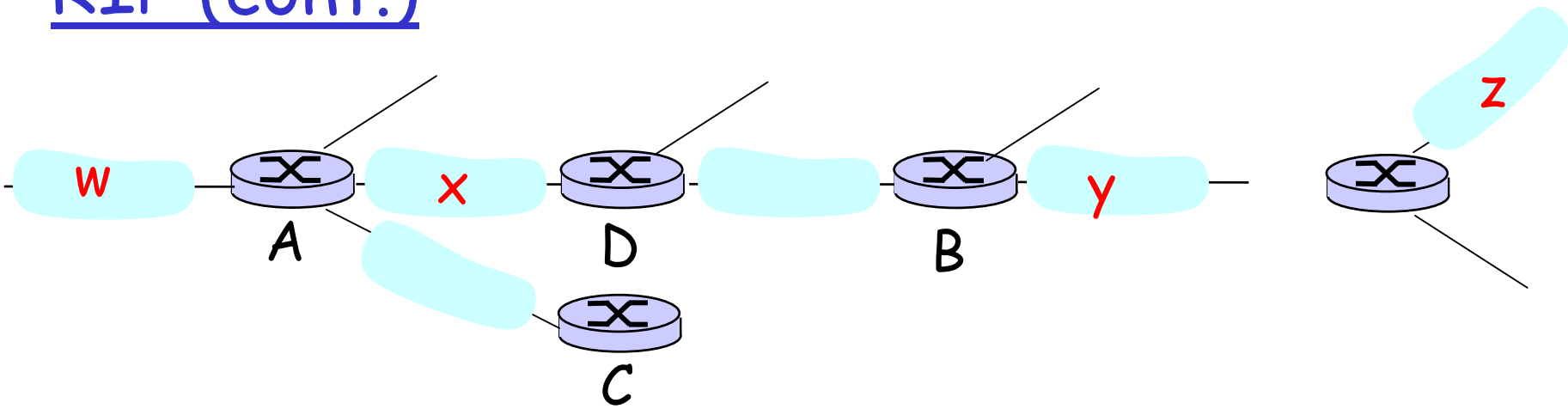
Instradamento intra-AS in Internet

- I protocolli per l'instradamento intra-AS in Internet sono noti anche come *protocolli per gateway interni* (Interior Gateway Protocols, IGP)
- IGP più comunemente usati sono:
  - RIP: Routing Information Protocol
  - OSPF: Open Shortest Path First

Instradamento intra-AS in Internet: RIP (Routing Information Protocol)

- Incluso in BSD-UNIX Distribution nel 1982
- Basato sull'approccio *distance vector*
- Metrica di distanza: # di hop (max = 15 hop)
- Vettori di distanza: scambiati ogni 30 sec mediante *messaggi di replica* (detti anche *avvisi*)
- Ogni annuncio: percorso fino a 25 reti di destinazione

Instradamento intra-AS in Internet: RIP (cont.)



Destination Network	Next Router	Num. of hops to dest.
w	A	2
y	B	2
z	B	7
x	--	1
….	….	….

Tabella di instradamento in D

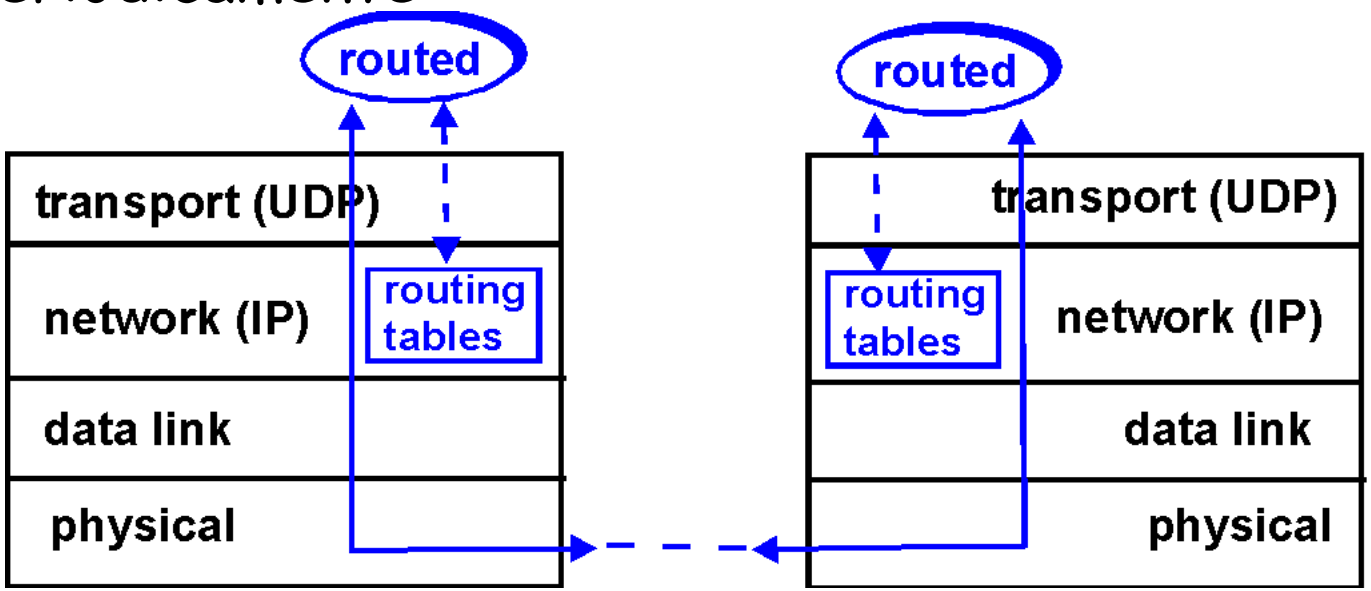
Instradamento intra-AS in Internet: RIP (cont.)

Se nessun avviso pervenuto dopo 180 sec --> vicino/link dichiarato morto

- percorso attraverso il vicino viene invalidato
- nuovo avviso inviato ai vicini
- i vicini a turno inviano nuovi avvisi (se le loro tabelle di instradamento sono cambiate)
- info su link failure si propaga rapidamente all'intera rete
- *poison reverse* usato per prevenire i cicli ping-pong (distanza infinita = 16 hop)

Instradamento intra-AS in Internet: RIP (cont.)

- Le tabelle di instradamento RIP sono gestite da un processo a livello di applicazione denominato *routed* (un demone)
- annunci inviati in pacchetti UDP, ripetuti periodicamente



Instradamento intra-AS in Internet: RIP (cont.)

Router: *giroflee.eurocom.fr*

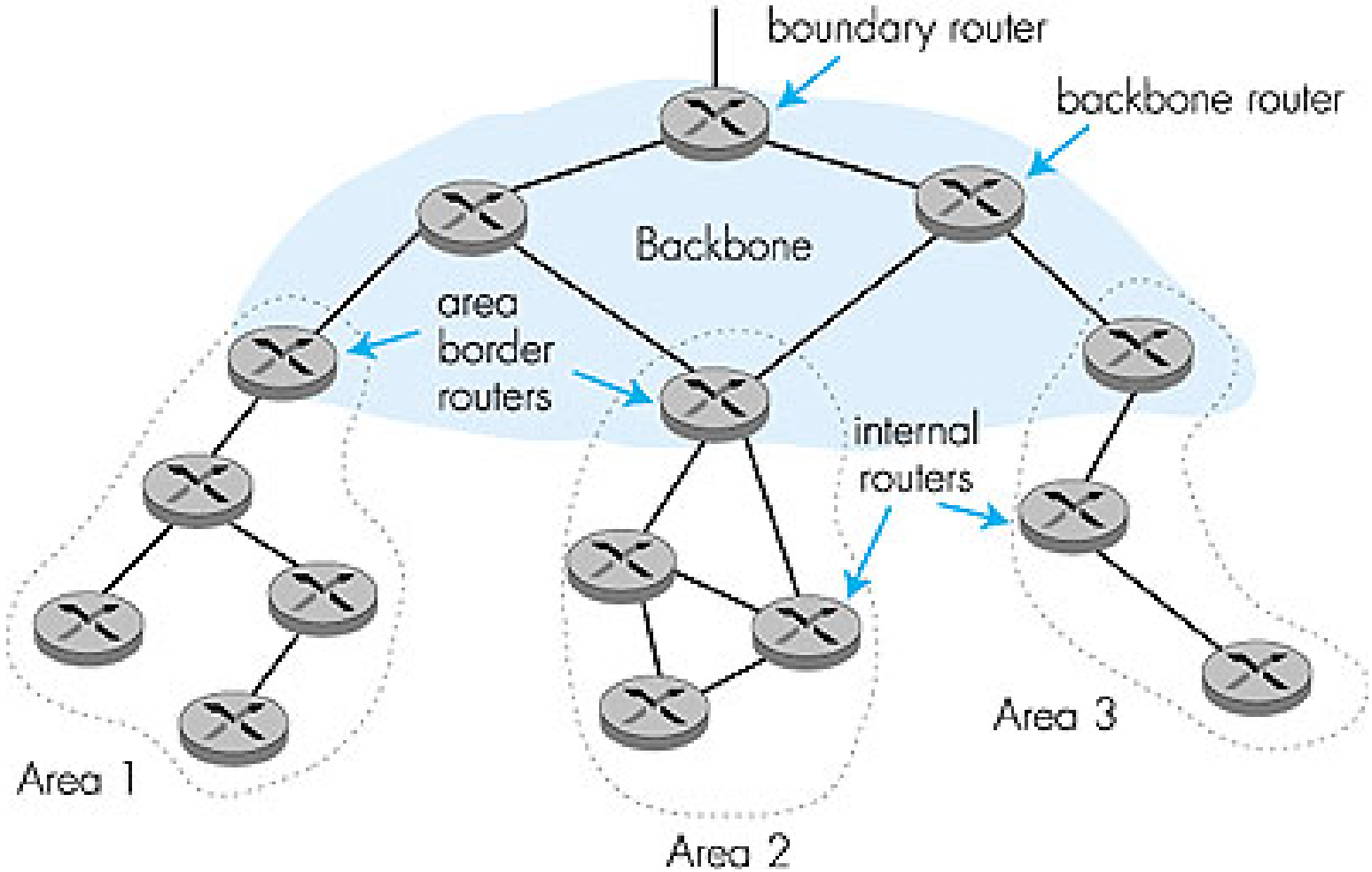
Destination	Gateway	Flags	Ref	Use	Interface
127.0.0.1	127.0.0.1	UH	0	26492	lo0
192.168.2.	192.168.2.5	U	2	13	fa0
193.55.114.	193.55.114.6	U	3	58503	le0
192.168.3.	192.168.3.5	U	2	25	qaa0
224.0.0.0	193.55.114.6	U	3	0	le0
default	193.55.114.129	UG	0	143454	

- Tre reti di classe C attaccate (LAN)
- Il router conosce solo percorsi alle LAN attaccate
- Interfaccia di *loopback* (per il debugging): 127.0.0.1
- Route multicast address: 224.0.0.0
- Router di default usato per "go up"

Instradamento intra-AS in Internet: OSPF (Open Shortest Path First)

- Protocollo "aperto", cioè pubblicamente disponibile
- Basato sull'approccio *link-state*
- Annunci disseminati all'intero AS (via *flooding*)
  - Annuncio OSPF porta una entry per ogni router vicino
- Caratteristiche avanzate rispetto a RIP
  - Sicurezza: autenticazione messaggi (per prevenire intrusioni maligne); uso di connessioni TCP
  - Percorsi multipli con lo stesso costo
  - per ogni link, molteplici metriche di costo per diversi tipologie di servizio (p.es., costo del link satellitare impostato a "low" per il *best effort*; "high" per il *real time*)
  - Supporto integrato uni- e multicast
  - OSPF gerarchico in grossi dominii.

Instradamento intra-AS in Internet: OSPF gerarchico

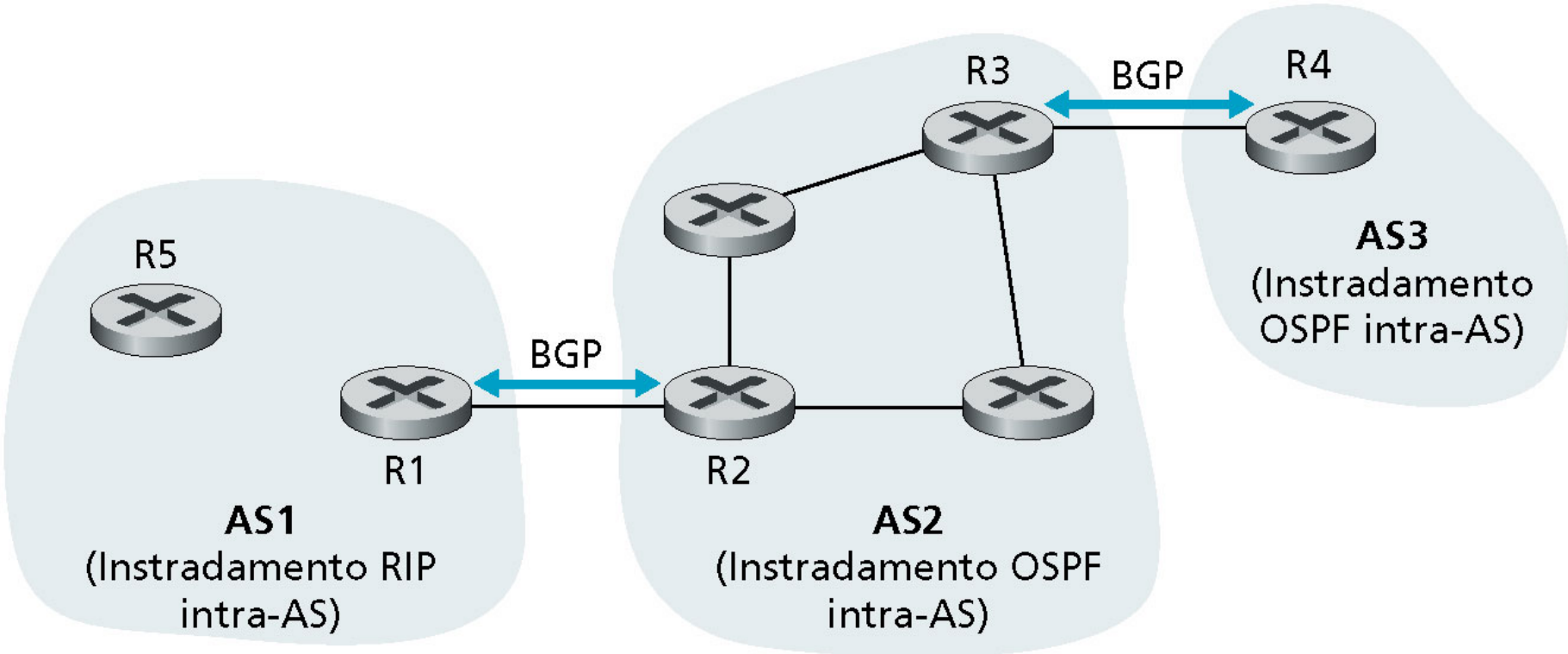


Instradamento intra-AS in Internet: OSPF gerarchico (cont.)

- Gerarchia a due livelli: area locale, dorsale.
  - Annunci link-state solo nell'area
  - ogni nodo ha dettagliata topologia di area; conosce solo direzione (il percorso più breve) alle reti in altre aree.
- **Area border routers:** "riassumono" distanze alle reti nella propria area, inviano avvisi ad altri router di Area Border.
- **Backbone routers:** eseguono instradamento OSPF limitato alla dorsale.
- **Boundary routers:** connettono ad altri AS.

Instradamento inter-AS in Internet: BGP (Border Gateway Protocol)

- Standard de facto per instradamento inter-AS



Instradamento inter-AS in Internet: BGP (cont.)

- Basato sull'approccio *path-vector* (simile al *distance-vector*)
- Ogni Border Gateway invia in broadcasting ai pari (*peer*) il percorso intero (cioè la sequenza di AS) alla destinazione
  - E.g., Gateway X potrebbe inviare il suo percorso alla destinazione Z:

Path (X,Z) = X,Y1,Y2,Y3,…,Z

Instradamento inter-AS in Internet: BGP (cont.)

Supponiamo che: il gateway X invia al peer gateway W il proprio percorso a costo minimo verso Z

- W potrebbe o non potrebbe selezionare il percorso offerto da X per una delle seguenti ragioni:
  - costo, politica (non transita attraverso AS concorrenti), ragioni di prevenzione di loop.
- Se W seleziona il percorso annunciato da X, allora:

  Path (W,Z) = W, Path (X,Z)
- Nota: X può controllare il traffico in ingresso controllando gli annunci di percorso ai suoi pari:
  - p.es., non vuole instradare traffico verso Z -> non annuncia nessun percorso verso Z

Instradamento inter-AS in Internet: BGP (cont.)

- I messaggi BGP sono scambiati usando TCP.
  - OPEN: apre connessione TCP al pari ed autentica il mittente
  - UPDATE: annuncia un nuovo percorso (o withdraws old)
  - KEEPALIVE tiene la connessione viva in assenza di UPDATES; riconosce anche richieste OPEN
  - NOTIFICATION: riporta errori nei precedenti msg; usato anche per chiudere la connessione

Instradamento intra- e inter-AS: perché differenziare?

Politica:

- Inter-AS: amministratore vuole il controllo su come viene instradato il suo traffico, su chi instrada attraverso la sua rete.
- Intra-AS: amministratore singolo, così nessuna decisione politica è necessaria

Scala:

- instradamento gerarchico risparmia grandezza di tabella, ridotto traffico di aggiornamento

Prestazioni:

- Intra-AS: enfasi su prestazioni
- Inter-AS: politica potrebbe dominare su prestazioni

Sommario della prossima lezione: Lo strato di rete (3bis/3)

- Servizi e protocolli dello strato di rete
- Reti a circuito virtuale vs reti a datagramma
- Struttura di un router
- Inoltro e indirizzamento in Internet: il protocollo IP
- Instradamento in Internet
- Approfondimento sugli algoritmi di instradamento