

Internet and Data Centers

protocolli di routing

G. Di Battista, M. Patrignani

copyright notice

- all the pages/slides in this presentation, including but not limited to, images, photos, animations, videos, sounds, music, and text (hereby referred to as “material”) are protected by copyright
- this material, with the exception of some multimedia elements licensed by other organizations, is property of the authors and/or organizations appearing in the first slide
- this material, or its parts, can be reproduced and used for didactical purposes within universities and schools, provided that this happens for non-profit purposes
- any other use is prohibited, unless explicitly authorized by the authors on the basis of an explicit agreement
- this copyright notice must always be redistributed together with the material, or its portions

panoramica

- gli Interior Gateway Protocols (IGP)
 - RIP, OSPF, IS-IS
- coesistenza nella stessa rete di più protocolli di rete e di routing
- gli Exterior Gateway Protocols (EGP)
 - EGP, BGP

protocolli IGP ed EGP

- i protocolli utilizzati all'interno di un dominio amministrativo (ad es. la rete di un singolo provider) vengono chiamati Interior Gateway Protocol (IGP)
- i protocolli usati per trasferire le informazioni routing tra due diversi domini amministrativi vengono chiamati Exterior Gateway Protocol (EGP)

IGP

Interior Gateway Protocols

RIP - Routing Information Protocol

- Routing Information Protocol è un IGP introdotto in TCP/IP nel 1982
- implementa l'algoritmo distance vector con invio dei distance vector ogni 30 secondi
 - lento a convergere ma facile da configurare
- una sola metrica
 - basata sugli hop
 - numero massimo di hop permessi = 15, reti piccole
 - altre metriche non sono considerate

RIP - pacchetti

- i distance vector sono spediti broadcast (RIPv1) o multicast (RIPv2) dalle interfacce di ciascun router
- un pacchetto contiene
 - comando (richiesta, risposta)
 - versione (RIPv1 o RIPv2)
 - lista di subnet descritte da
 - IP address
 - subnet mask
 - solo RIPv2, RIPv1 è “classfull” (!), cioè assume che la netmask si debba desumere dall’indirizzo IP

RIP - pacchetti

- i pacchetti di richiesta chiedono ai vicini i rispettivi distance vector
- i pacchetti di risposta trasferiscono i distance vector richiesti
 - vengono spediti anche in modalità “gratuitous”, ovvero senza richiesta

RIP - temporizzazione

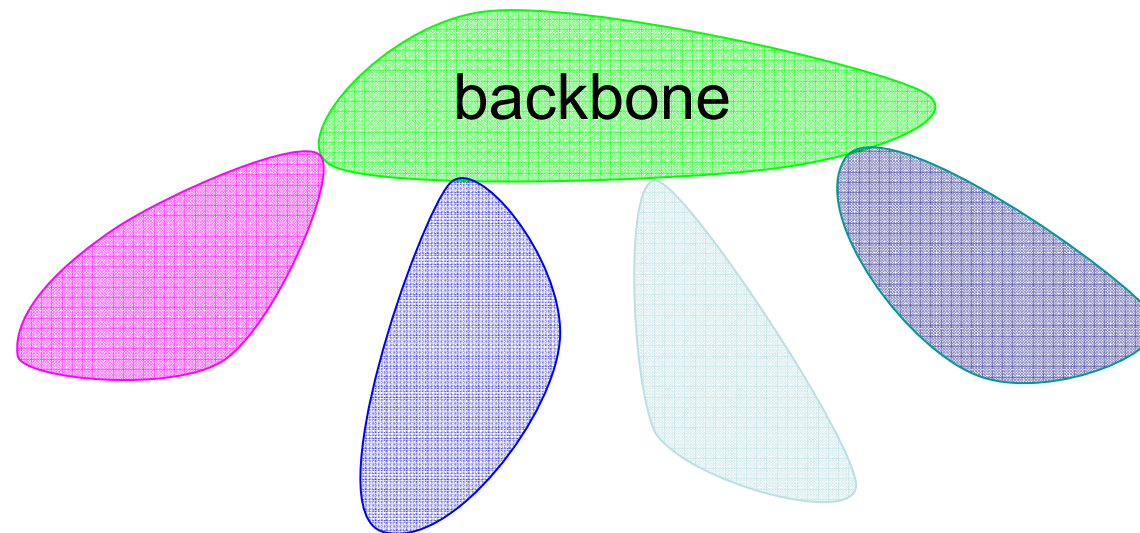
- i pacchetti sono inviati ogni 30 secondi, ai quali viene aggiunto o sottratto un piccolo *offset* random
 - per evitare che la rete si sincronizzi globalmente e che ogni 30 secondi i router calcolino solo la tabella d'instradamento
- un prefisso su cui non arrivino informazioni aggiornate entro un certo tempo (es. 180 sec.) viene considerato non più raggiungibile

OSPF - Open Shortest Path First

- Open Shortest Path First
 - “open” sta per “open literature”, protocollo non proprietario
- probabilmente il più diffuso IGP per TCP/IP
- standard IETF
 - prima descrizione RFC 1131 (1989)
 - versione 2 in RFC 1247 (1994) e RFC 2328 (1998)
 - versione 3 per IPv6 in RFC 5340 (2008)
- è un protocollo basato sull'algoritmo link-state packet
 - la rete viene rappresentata con un grafo

OSPF - aree

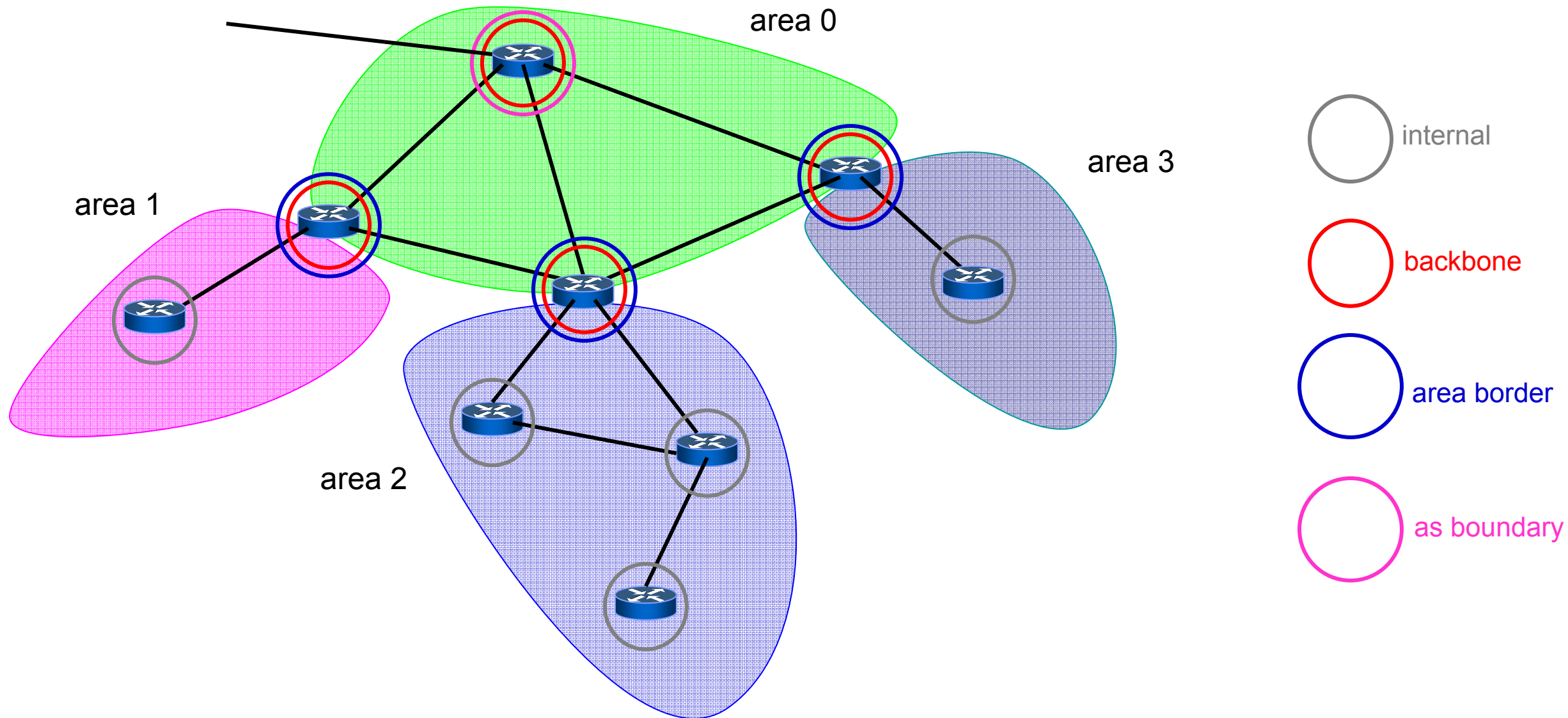
- OSPF è organizzato gerarchicamente
 - la rete è divisa in aree, porzioni connesse dell'intera rete
 - il routing può essere inter- e intra-area
 - un'area speciale, connessa a tutte le altre è chiamata backbone
- la topologia interna a un'area è invisibile alle altre aree



OSPF - tipi di router

- ogni interfaccia è assegnata ad una sola area
- quattro tipi di router, non mutuamente esclusivi
 - **internal**
 - tutte le interfacce del router sono interne alla stessa area non di backbone
 - **backbone**
 - il router ha almeno un'interfaccia sul backbone
 - **area border**
 - il router ha almeno due interfacce su due diverse aree
 - **AS boundary**
 - il router ha almeno un'interfaccia verso l'esterno (verso altri domini amministrativi)

OSPF - tipi di router ed aree



IS-IS - Int. System to Int. System

- protocollo lsp ISO-OSI (2002), descritto successivamente anche da IETF (RFC 1142, RFC 7142)
- simile ad OSPF
- le aree sono definite in modo diverso
 - la frontiera tra due aree adiacenti non passa attraverso i router ma attraverso i link

protocolli di rete e di routing

coesistenza di protocolli diversi

protocolli di rete e di routing

- un protocollo di rete (di livello 3 ISO-OSI)
 - definisce uno schema di indirizzamento
 - determina il formato del pacchetto di rete
 - offre un servizio di consegna ai protocolli del livello di trasporto
 - fa tipicamente uso di tabelle di instradamento
- un protocollo di routing
 - si ispira a un algoritmo di routing (esempio: dv, lsp)
 - fa riferimento ad uno specifico protocollo di rete
 - si occupa dell'aggiornamento delle tabelle di instradamento del protocollo di rete a cui si riferisce

complessità del routing in Internet

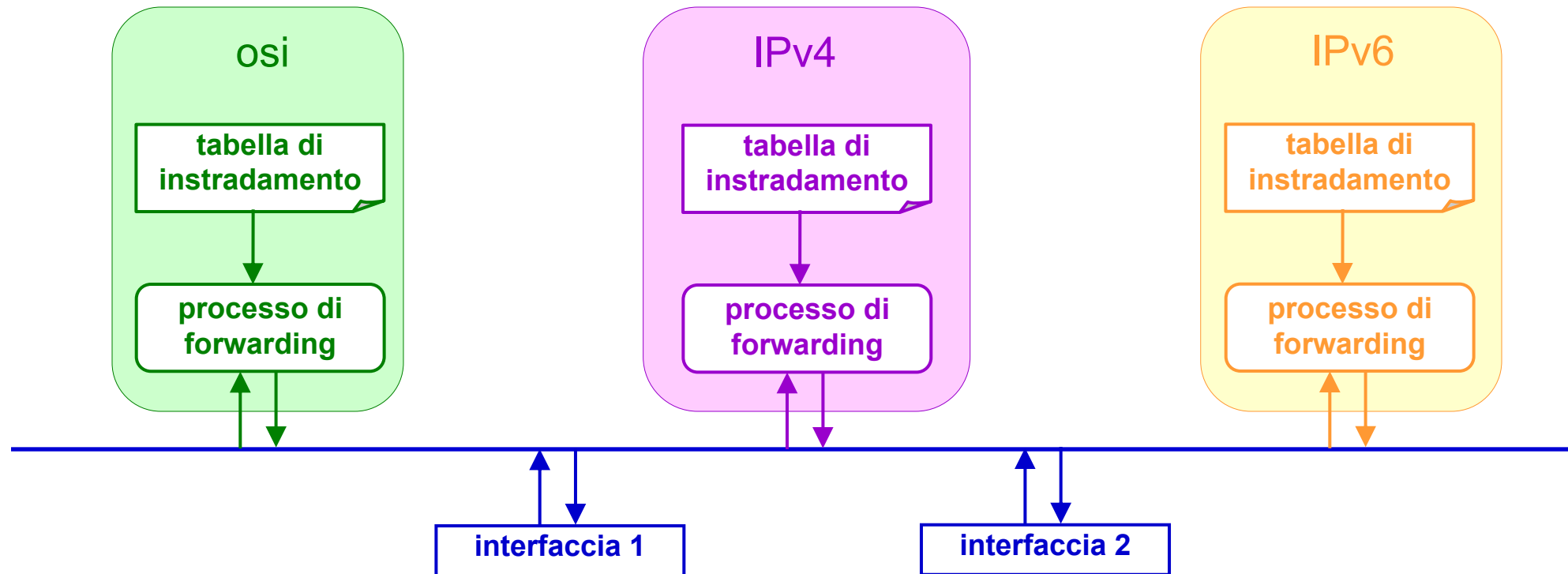
- situazione elementare
 - un solo protocollo di rete (es. IPv4)
 - un solo protocollo di routing (es. OSPF)
- situazione reale
 - più protocolli di rete contemporaneamente presenti
 - sullo stesso computer e sullo stesso router
 - esempio: IPv4 ed IPv6
 - più protocolli di routing
 - sullo stesso router
 - anche relativi allo stesso protocollo di rete

macchine dual-stack

- sia gli end system (computer) che gli intermediate system (router) possono ospitare più protocolli di rete diversi
 - se i protocolli di rete sono due, le macchine vengono dette dual stack
- gli end system dual stack
 - hanno due pile protocollari
 - ciò corrisponde a due librerie api
 - le applicazioni devono scegliere quale pila usare
- gli intermediate system dual stack
 - sono in grado di instradare pacchetti relativi ad entrambi i protocolli di rete

“navi nella nebbia”

- nelle macchine con molteplici stack, i diversi protocolli di rete convivono in totale isolamento

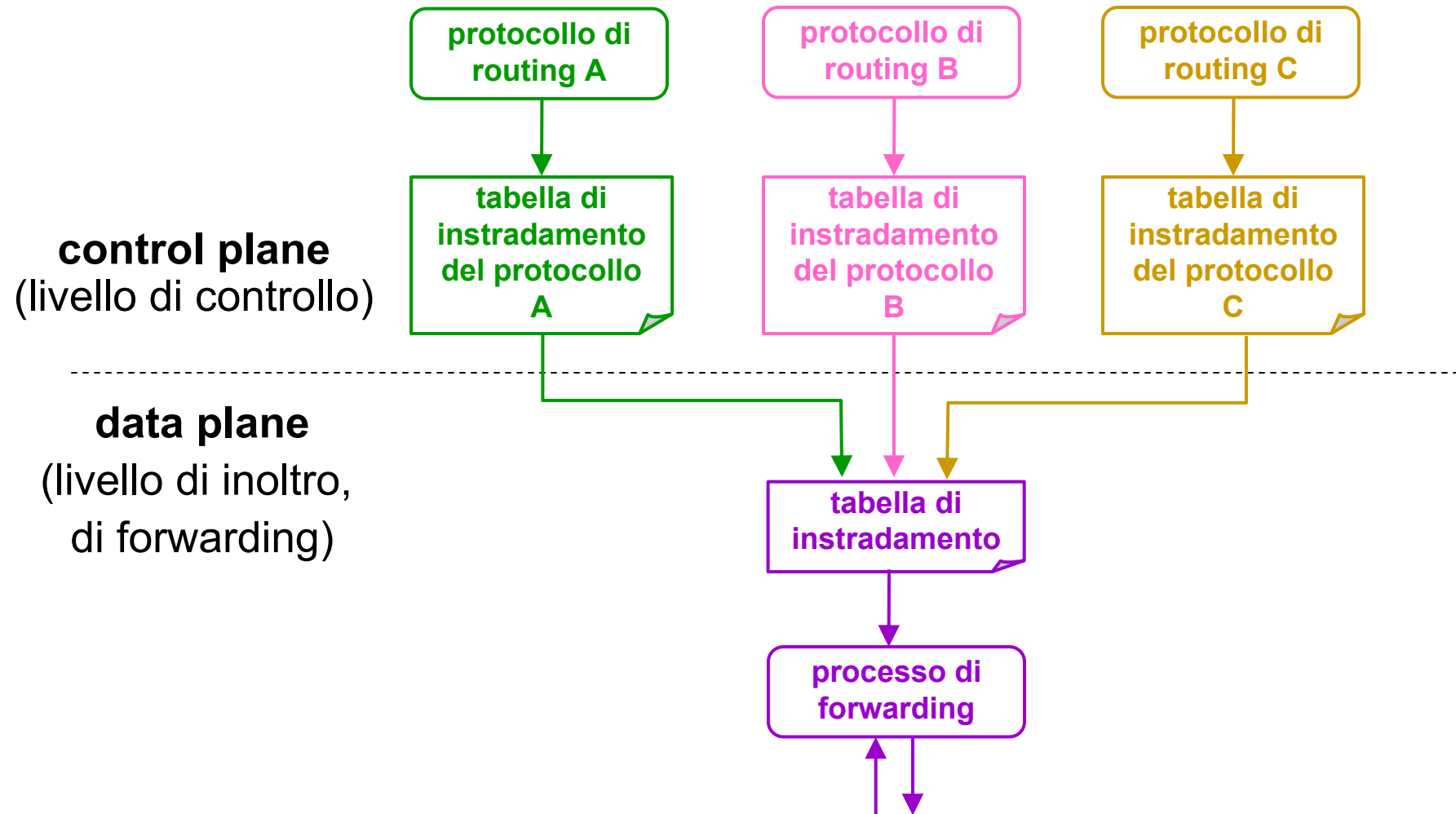


is con più protocolli di routing

- ogni protocollo di routing fa riferimento ad un solo protocollo di rete
- diversi protocolli di routing possono far riferimento al medesimo protocollo di rete
 - ogni protocollo di routing gestisce indipendentemente i suoi dati
 - esempio: una tabella di routing, un database di lsp, ecc
 - le tabelle di routing dei vari protocolli di routing contribuiscono a determinare la tabella di routing utilizzata per l'inoltro dei pacchetti
 - le priorità tra i vari protocolli sono decise dall'amministratore

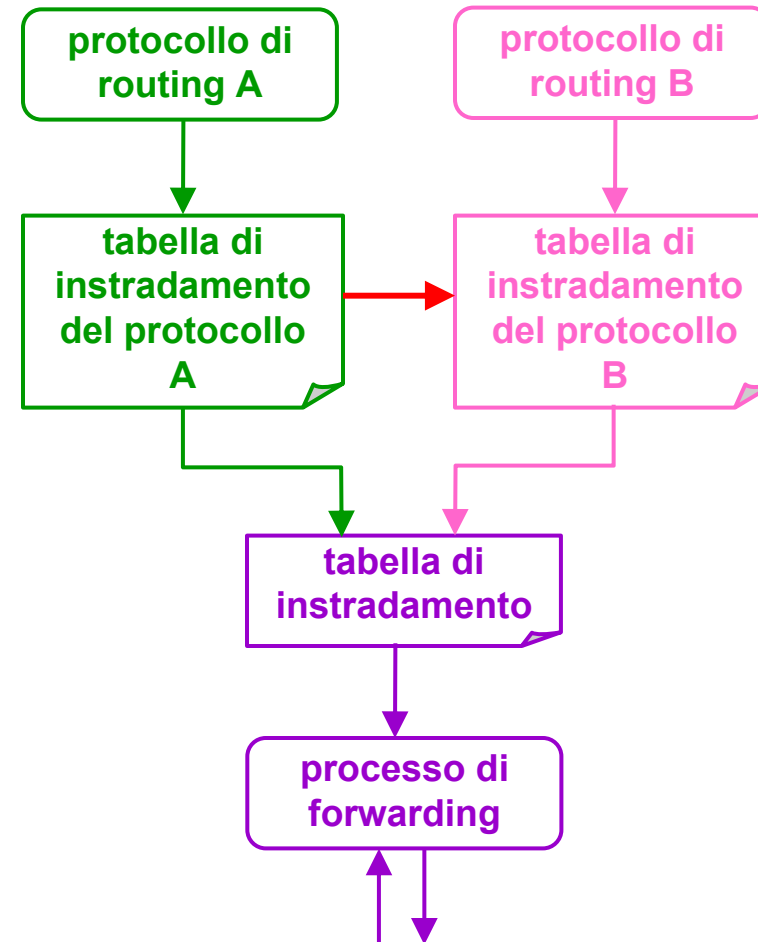
livello di controllo e livello di inoltra

- relazione tra i protocolli di routing e il protocollo di rete



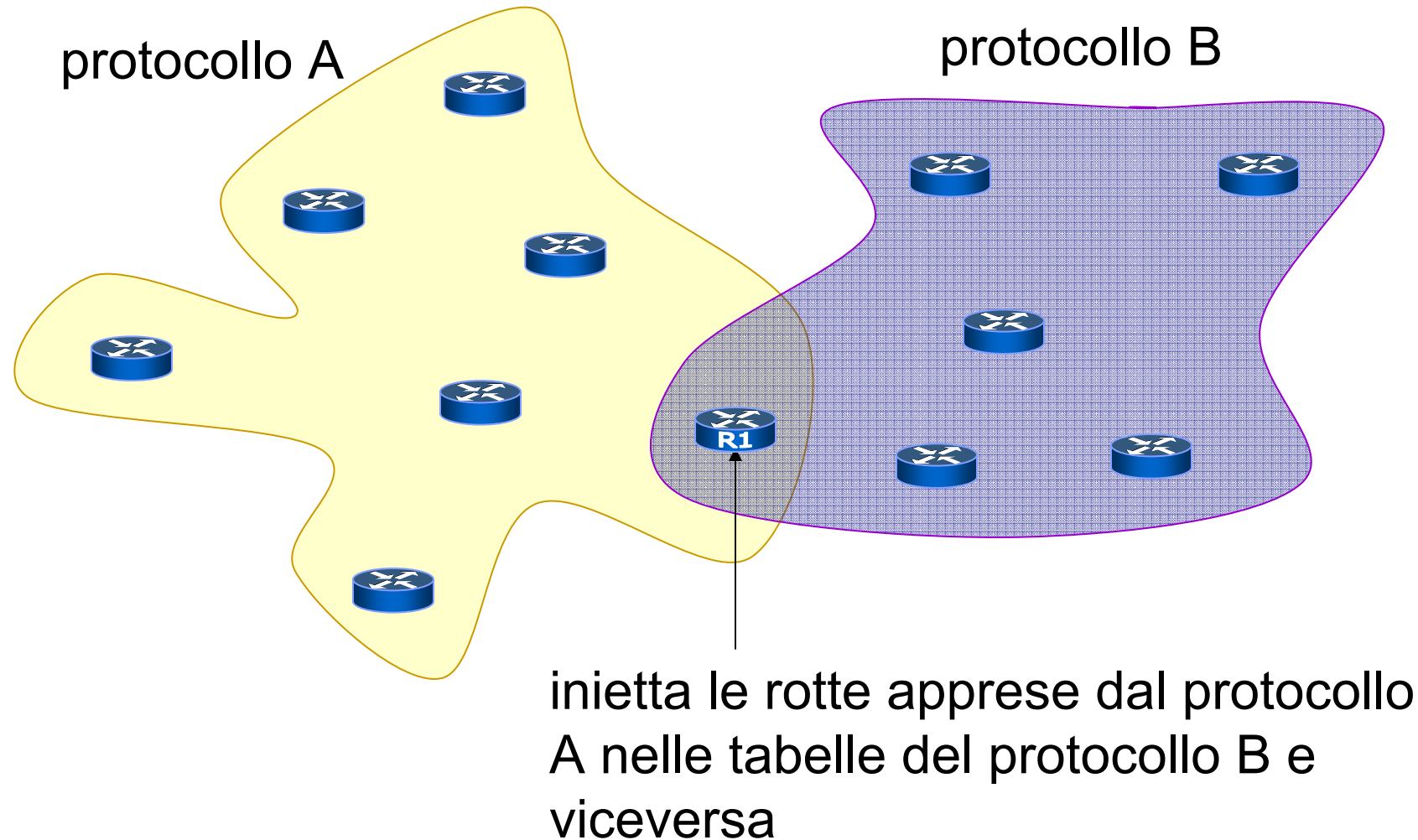
comunicazione tra protocolli di routing

- l'amministratore può governare i passaggi di *rotte* dal un protocollo all'altro
 - le rotte trasferite vengono viste dal protocollo ricevente come “rotte statiche”

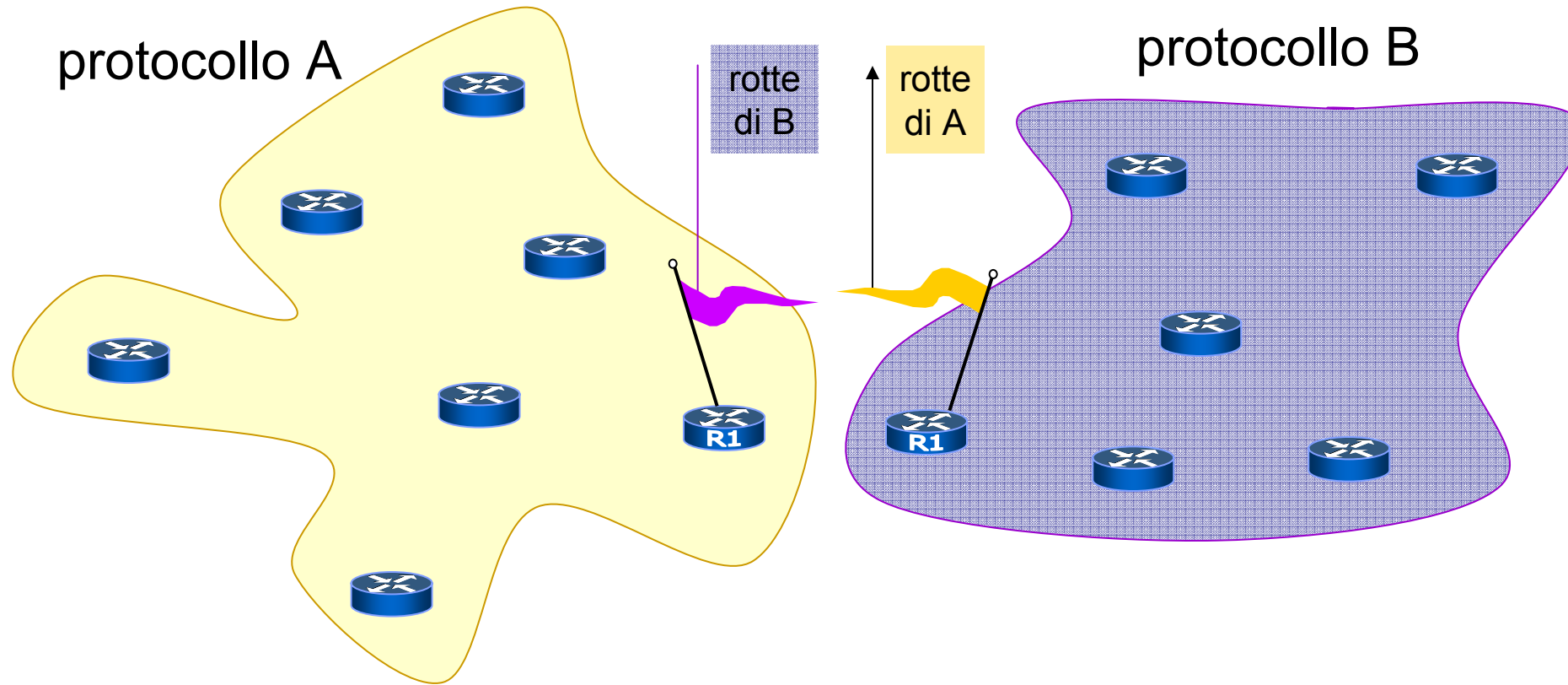


rotta: è una riga di una tabella d'instradamento. Infatti indica il percorso (*route*, *rotta*) per raggiungere una destinazione

comunicazione tra protocolli di routing

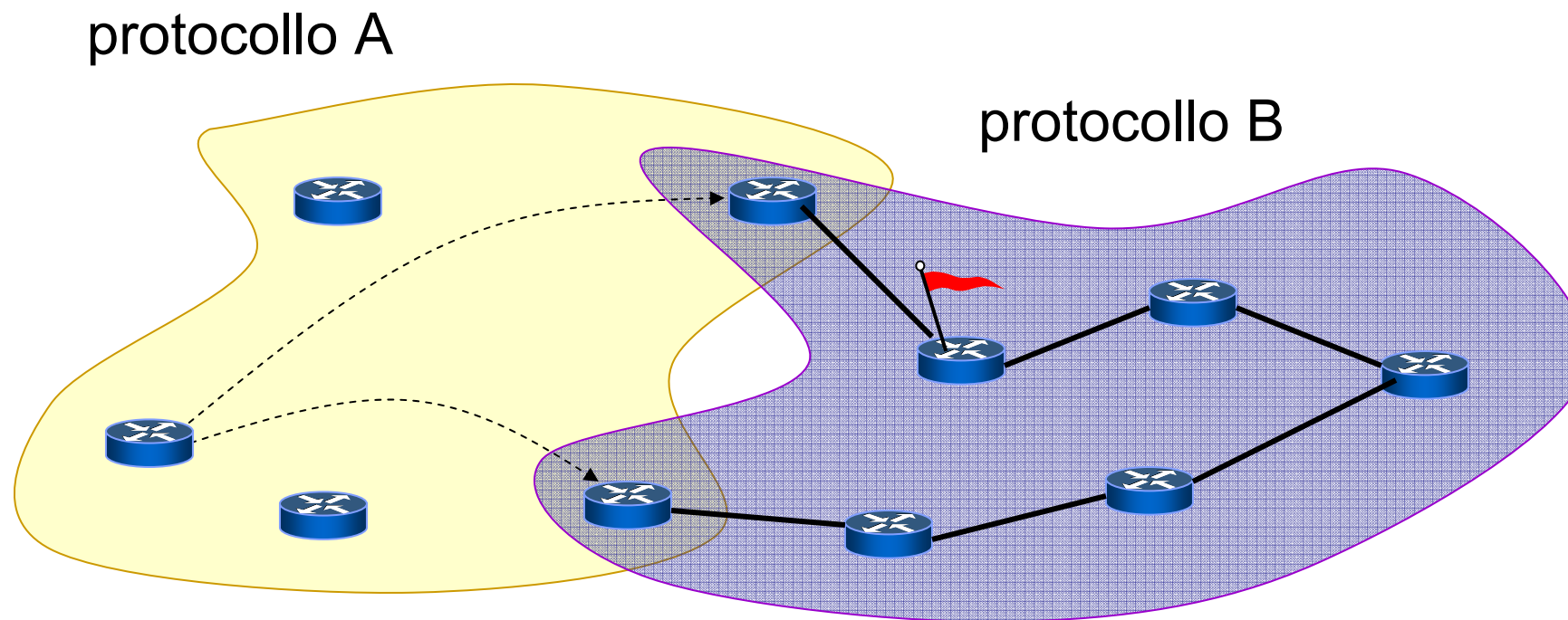


comunicazione tra protocolli di routing



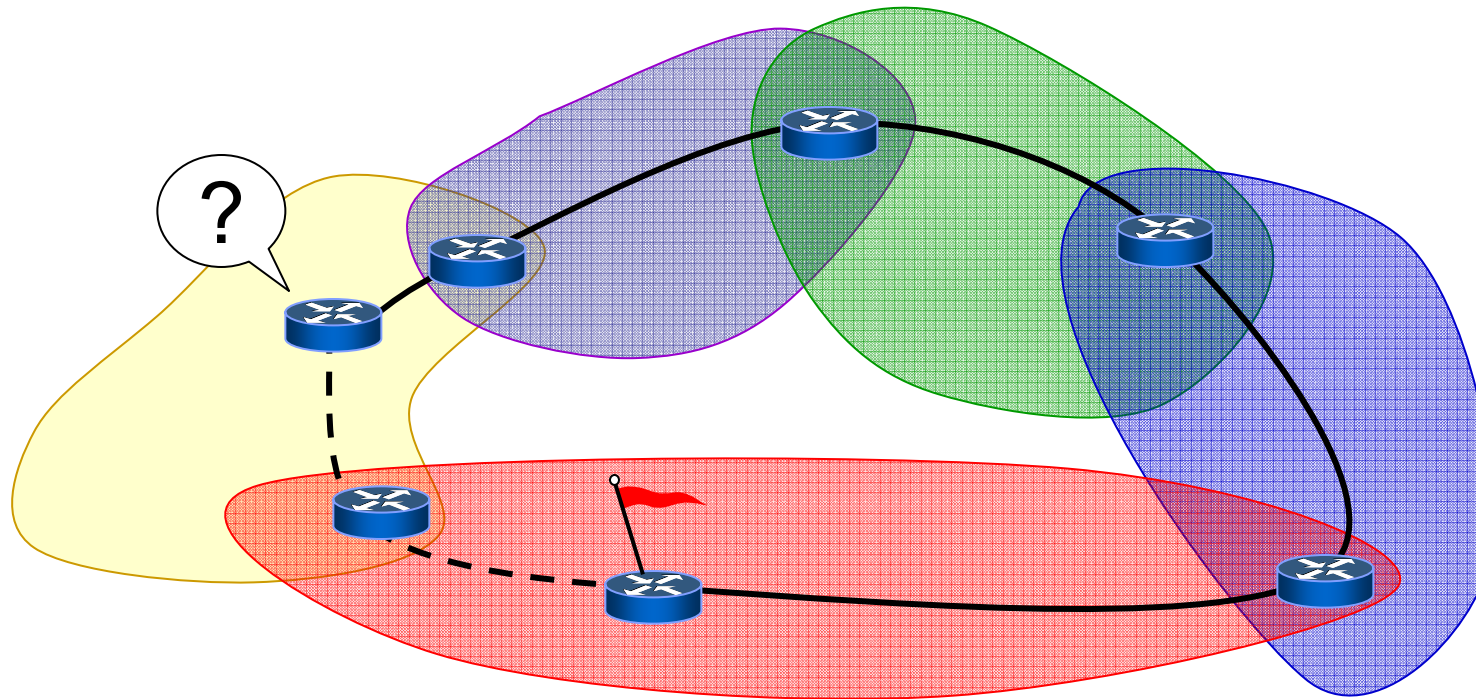
- R1 ridistribuisce (diffonde, inietta)
 - nel protocollo A le rotte apprese dal protocollo B
 - nel protocollo B le rotte apprese dal protocollo A

perdita delle metriche e di ottimalità



- le metriche del protocollo B vengono ignorate dal protocollo A (e viceversa)
 - quindi il cammino scelto per raggiungere una destinazione remota non è necessariamente un cammino minimo

perdita di ottimalità

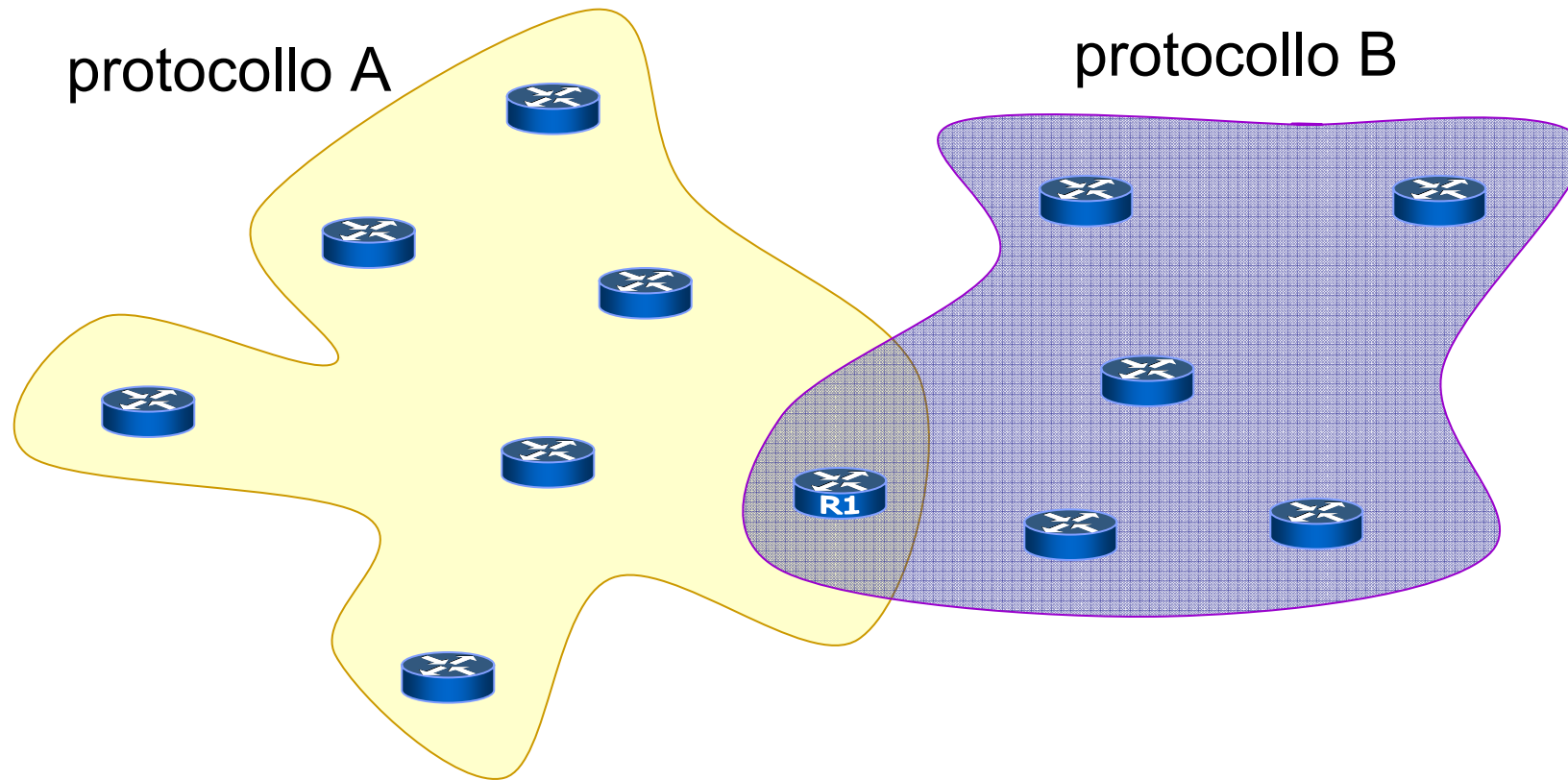


- se la rotta attraversa diversi domini amministrativi la perdita di ottimalità può essere molto rilevante

EGP

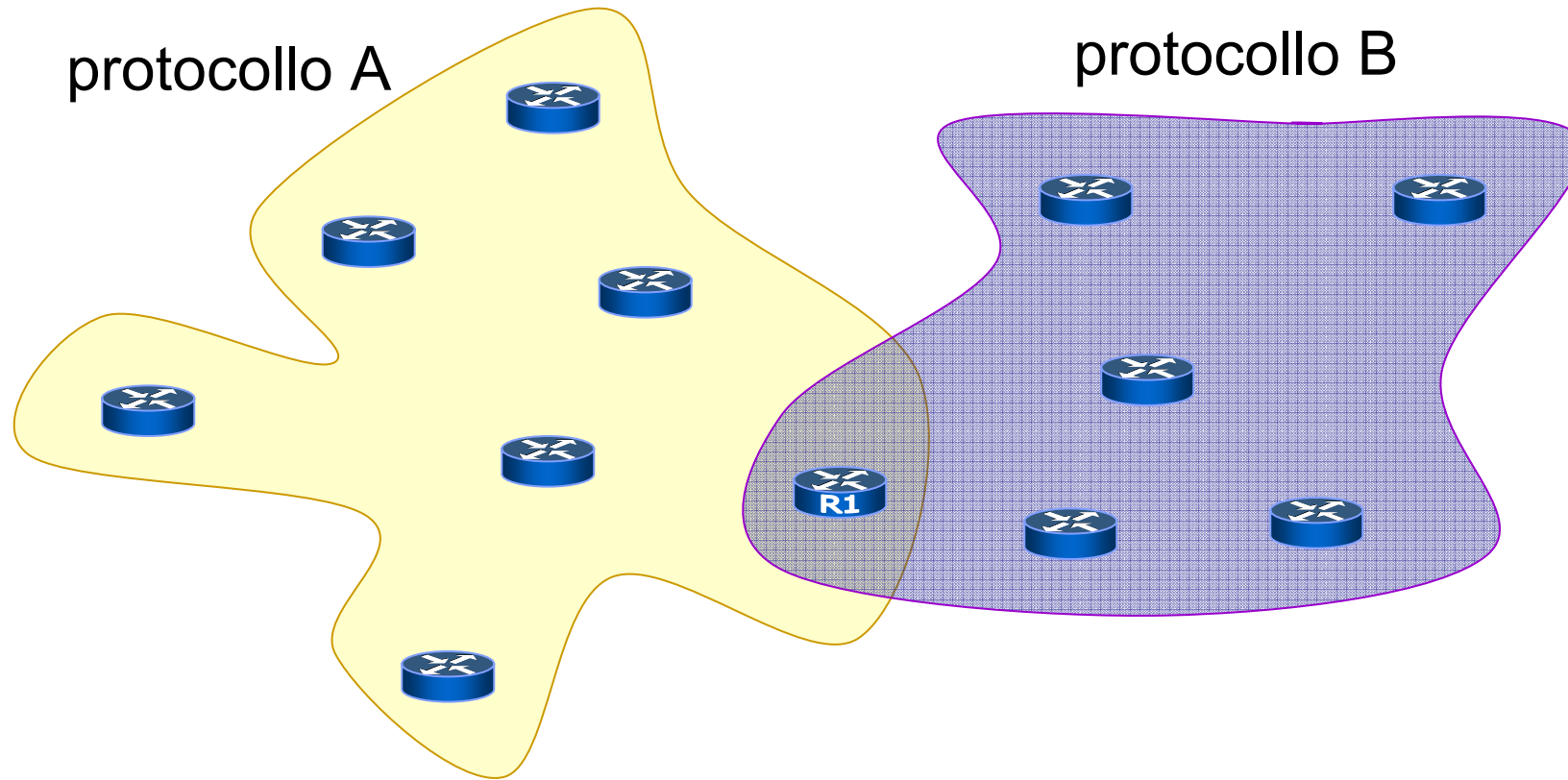
Exterior Gateway Protocols

problemi amministrativi



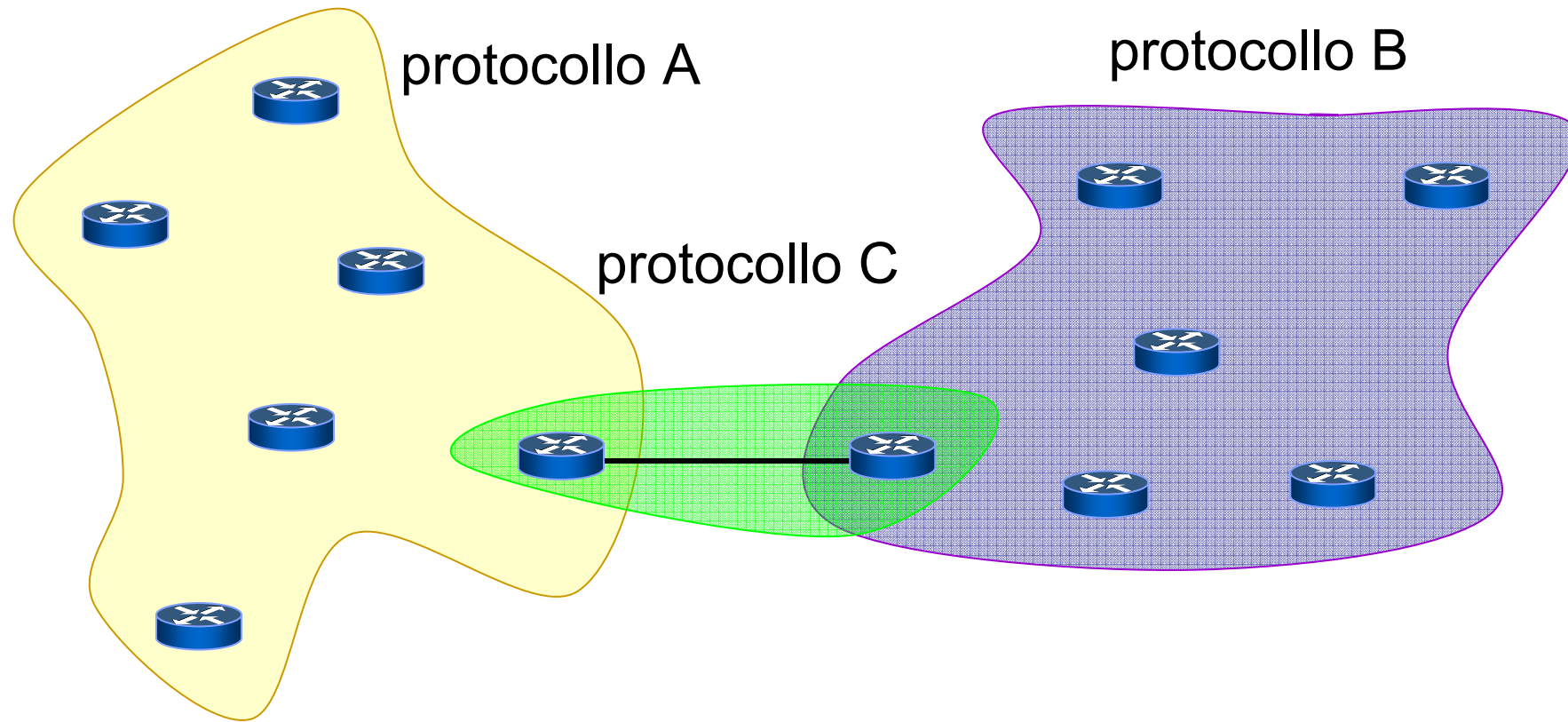
- Internet è formata dall'interconnessione delle reti dei provider (ISP) che ne fanno parte
 - ciascuno di essi è libero di scegliere il proprio IGP

problemi amministrativi



- se due organizzazioni volessero scambiarsi pacchetti in questo modo, dovrebbero cogestire le macchine di frontiera
 - difficile separazione delle responsabilità

routing gerarchico



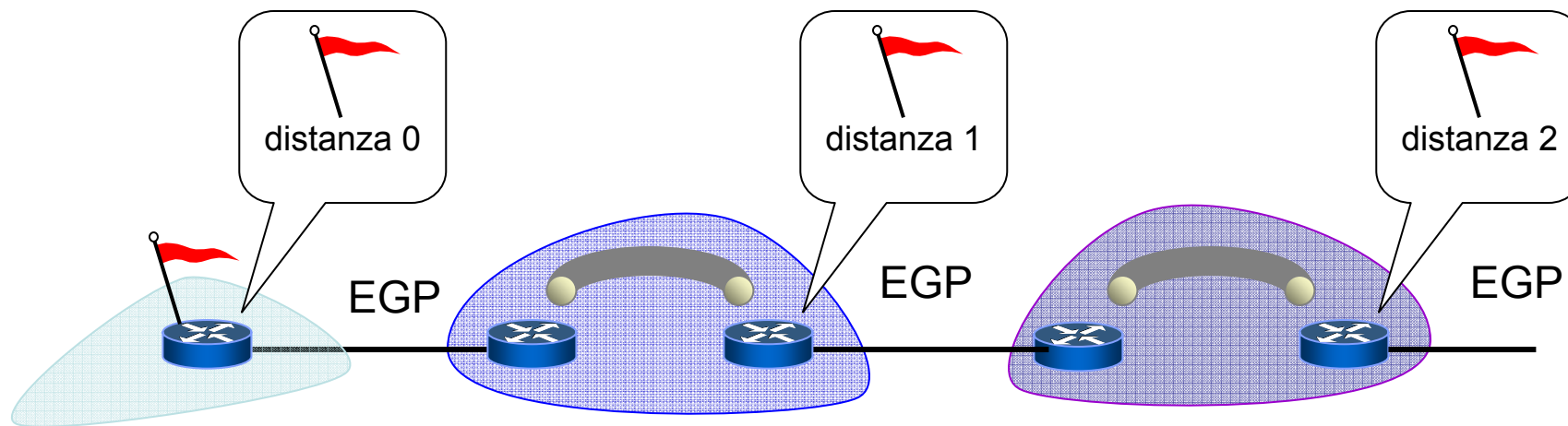
- si preferisce utilizzare un protocollo apposito tra i due domini amministrativi
 - la coesistenza viene limitata ai link di collegamento

Exterior Gateway Protocols

■ obiettivi

- adottare un solo protocollo di connessione tra domini amministrativi diversi
- prediligere le rotte che attraversano meno domini amministrativi
- consentire l'implementazione di politiche commerciali
 - non tutte le rotte possono attraversare un dominio amministrativo
 - le rotte che attraversano uno specifico dominio amministrativo possono essere preferite
- perseguire la trasparenza rispetto agli IGP

protocolli EGP



- le informazioni apprese tramite un EGP
 - sono ridistribuite in un IGP
 - qualora si vogliano rendere raggiungibili dal proprio dominio amministrativo
 - sono trasferite agli altri router di frontiera dello stesso dominio amministrativo
 - generalmente tramite connessioni TCP

EGP - Exterior Gateway Protocol

- il primo protocollo EGP ad essere diffusamente usato (1984)
- simile a distance vector ma solo con indicazione di raggiungibilità
 - nessuna metrica
- molto elementare
 - funzionava esclusivamente su topologie ad albero

BGP - Border Gateway Protocol

- pensato per sostituire EGP, ridefinito nel 2006
 - RFC 1654, RFC 1771 e RFC 4271
- è attualmente l'unico EGP utilizzato
- distance vector con informazioni complete sui cammini
 - per questo viene chiamato anche “path vector”
- necessità di considerare vincoli politici
 - gestiti esplicitamente
- comunicazione tra BGP routers attraverso lo strato di trasporto (port 179) per ragioni di affidabilità