



Politecnico di Milano

Advanced Network Technologies Laboratory



## L'Inoltro e l'Instradamento

---

- Inoltro diretto e indiretto negli host
- Inoltro diretto e indiretto nei router
- Tabelle di routing
- Esempi di inoltro/instradamento con netmask

# Inoltro (forwarding) e Instradamento (routing)

---

## □ Tecnica di inoltro:

- *definisce le regole con le quali un pacchetto viene inoltrato a livello fisico verso l'uscita (normalmente sulla base della lettura di una tabella di instradamento)*

## □ Algoritmo di instradamento:

- *definisce le regole con le quali viene scelto un percorso in rete tra sorgente e destinazione (sulla base delle quali vengono scritte le tabelle di instradamento)*

## □ Protocollo di instradamento:

- *definisce i messaggi che si scambiano i nodi di rete per implementare l'algoritmo di instradamento*

# Inoltro dei pacchetti

- IP è una tecnica di internetworking, quindi nell'inoltro dei pacchetti tra un *router/host* e un altro si serve della capacità di inoltro della reti (locali) che collega
- **Inoltro diretto:**
  - quando la destinazione è nella stessa rete (locale)
- **Inoltro indiretto:**
  - quando la destinazione non è nella stessa rete (locale)

# Inoltro diretto negli host

- Rete locale coincidente con rete / sottorete IP

**IP-B: 193.17.31.55**

**MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b**



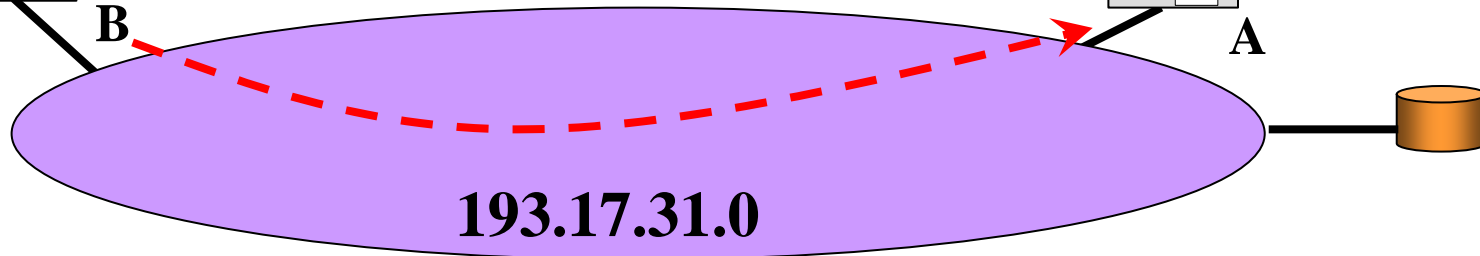
**B**

**IP-A:193.17.31.45**

**MAC-A: 00:9f:7a:89:90:7a**



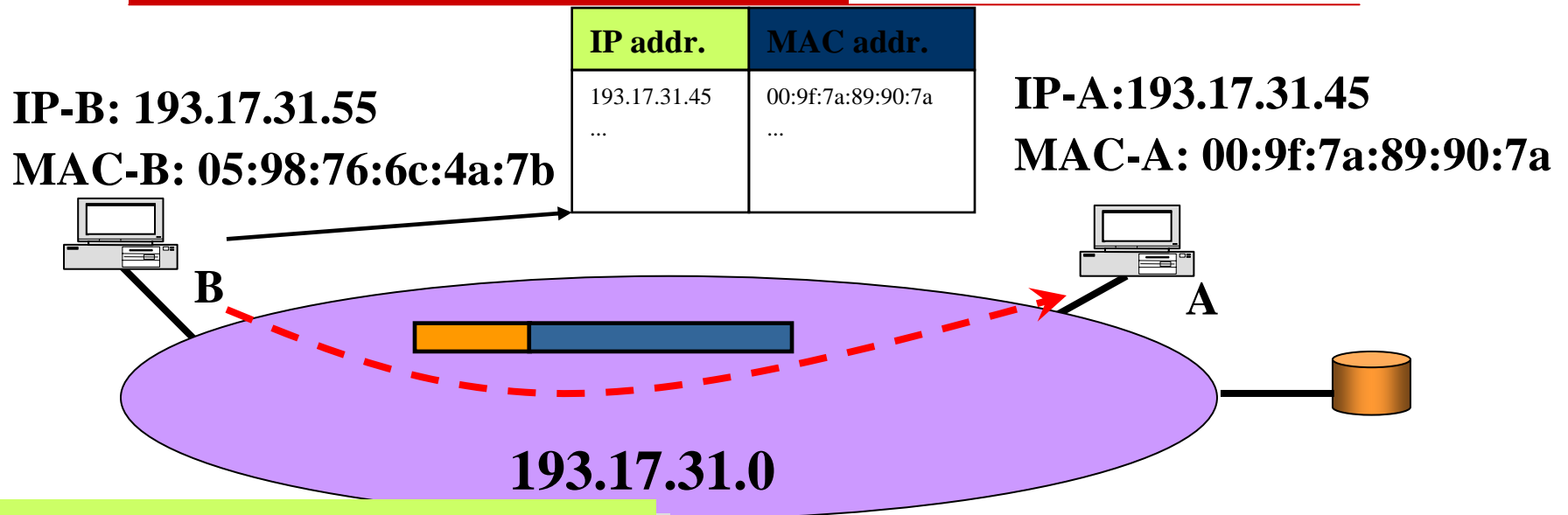
**A**



**1. L'entità IP di B deve spedire un pacchetto all'indirizzo IP-A**

**2. B conosce l'indirizzo IP-B della propria interfaccia e dal confronto con IP-A capisce che A si trova nella stessa rete**

# Inoltro diretto negli host



**3.** B consulta una tabella di corrispondenza tra indirizzi IP e indirizzi della rete (indirizzi MAC nel caso di rete locale) per reperire l'indirizzo MAC-A

**4.** L'entità IP di B passa il pacchetto al livello inferiore che crea un pacchetto con destinazione MAC-A

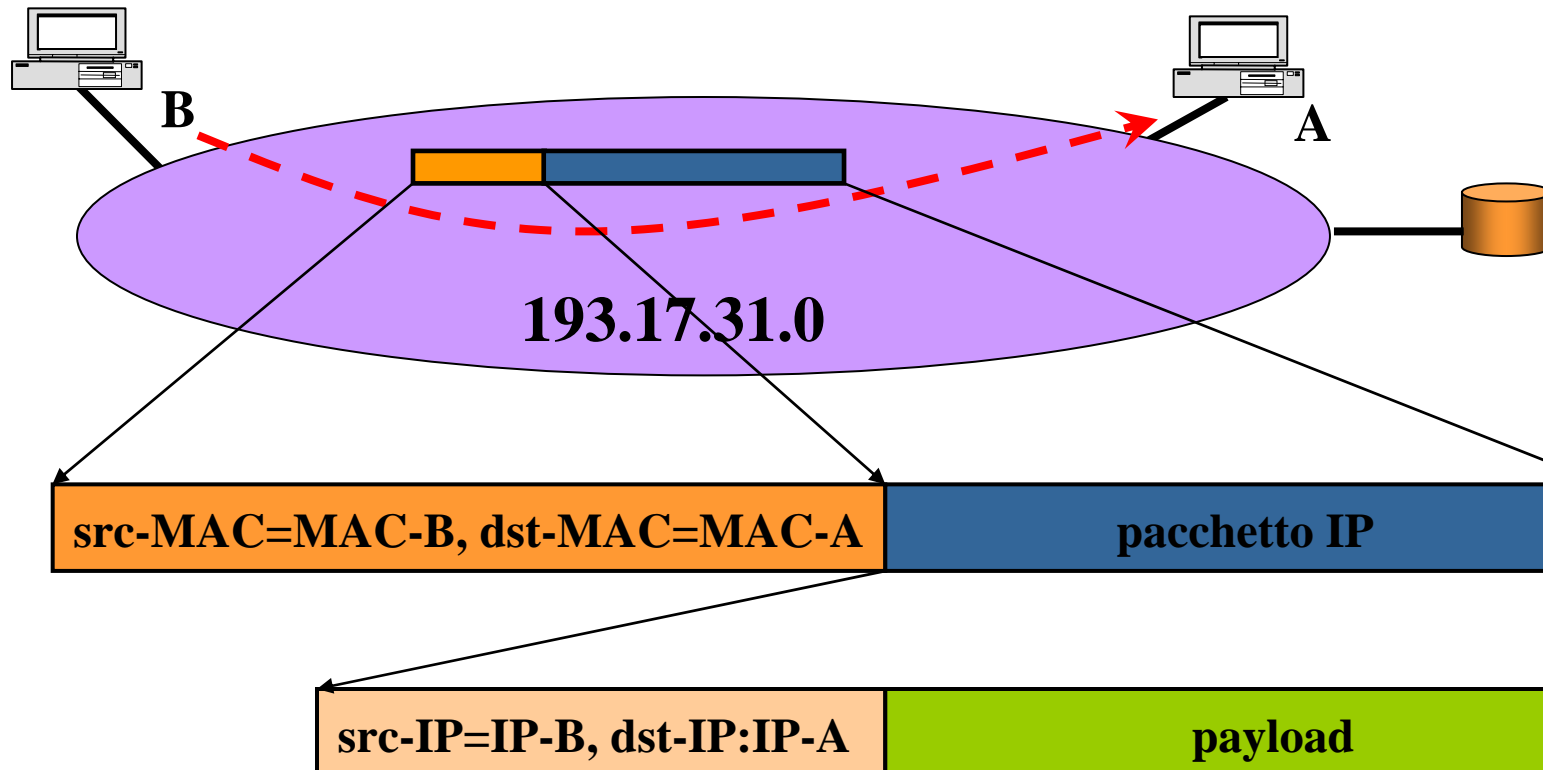
# Inoltro diretto negli host

IP-B: 193.17.31.55

MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b

IP-A: 193.17.31.45

MAC-A: 00:9f:7a:89:90:7a



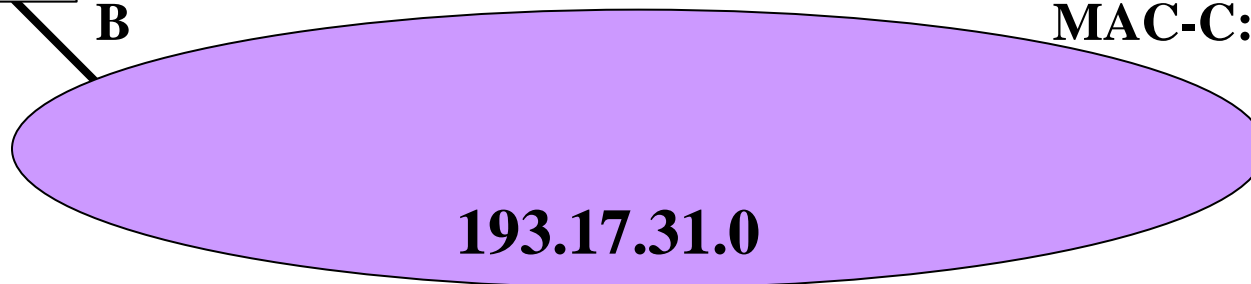
# Inoltro indiretto negli host

IP-B: 193.17.31.55

MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b



B

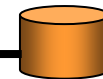


193.17.31.0

C

IP-C: 193.17.31.254

MAC-C: 99:8b:6f:ac:58:7f



**1.** L'entità IP di B deve spedire un pacchetto all'indirizzo *IP-D=131.17.23.4*

**2.** B conosce l'indirizzo IP-B della propria interfaccia e dal confronto con IP-D capisce che D NON si trova nella stessa rete

# Inoltro indiretto negli host

IP-B: 193.17.31.55

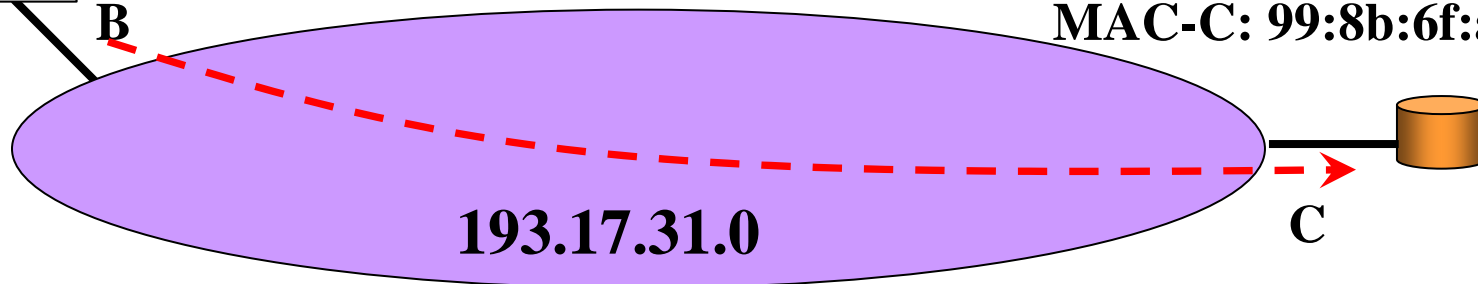
MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b



B

IP-C: 193.17.31.254

MAC-C: 99:8b:6f:ac:58:7f



**3.** B deve dunque inoltrare il pacchetto ad un router (di solito è configurato un solo default router)

**4.** B recupera l'indirizzo MAC del router nella tabella di corrispondenza e passa il pacchetto al livello inferiore

# Inoltro indiretto negli host

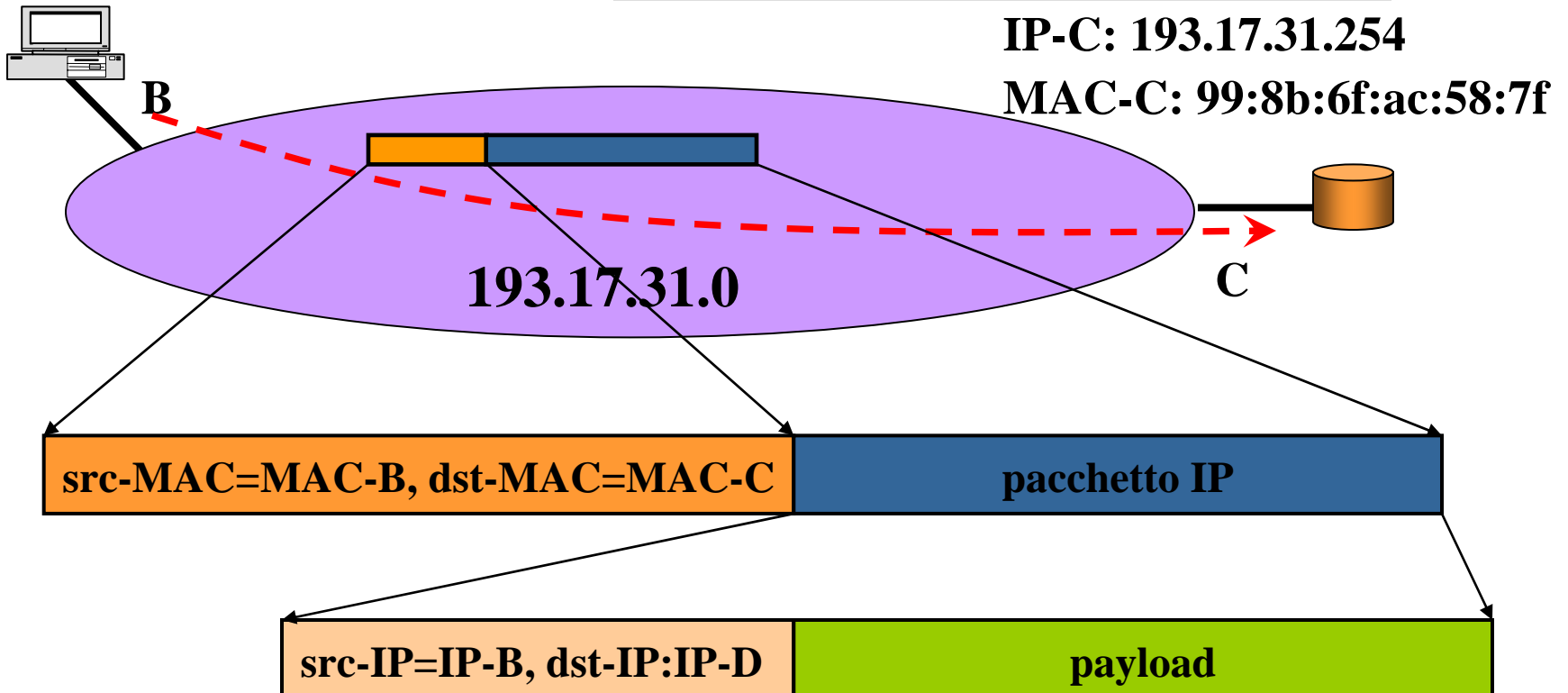
5. il pacchetto viene costruito e spedito sull'interfaccia

IP-B: 193.17.31.55

MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b

IP-C: 193.17.31.254

MAC-C: 99:8b:6f:ac:58:7f



# Configurazione degli host

The image shows three overlapping Windows dialog boxes for network configuration:

- Rete** (Network): Shows installed components including TCP/IP for PCMCIA Fast Ethernet Card.
- Proprietà - TCP/IP** (Properties - TCP/IP): Shows manual IP configuration with:
  - Indirizzo IP: 131.175.21.175
  - Sybnet Mask: 255.255.255.0
- Proprietà - TCP/IP** (Properties - TCP/IP): Shows gateway configuration with:
  - Nuovo gateway: (empty)
  - Gateway installati: 131.175.21.254 (circled in red)

A red dashed arrow points from the circled gateway address to the text **router di default**.

# Inoltro nei router

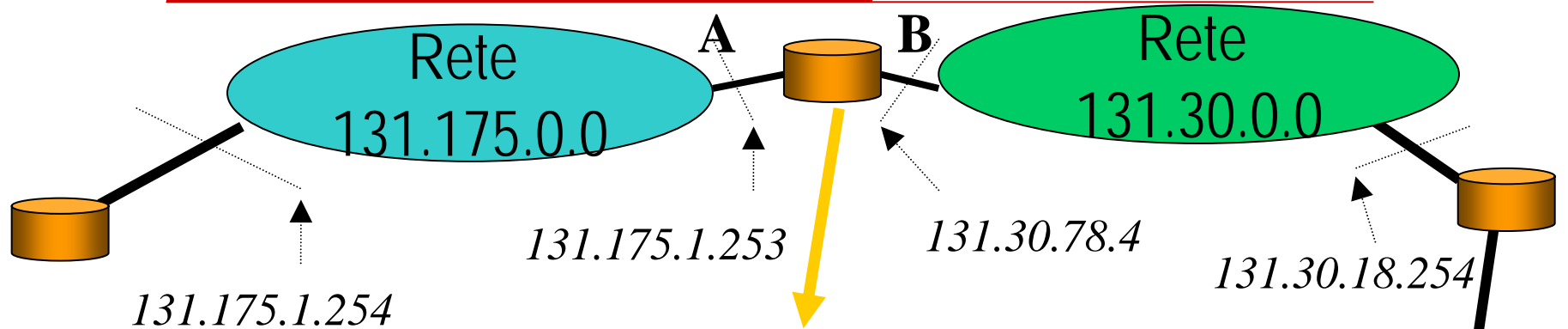
- *Router*: dispositivi di internetworking con interfacce di uscita multiple.
- Anche i *router* seguono le tecniche di inoltro diretto ed indiretto ma:
  - Inoltro diretto: hanno di solito più di una interfaccia dove poter effettuare l'inoltro diretto
  - Inoltro indiretto: si basa su *tabelle di routing* dove è definita la "rotta" di instradamento

# Caratteristiche dell' inoltrò nei router

---

- ❑ **DESTINATION BASED**: L'inoltrò IP è basato sul solo indirizzo di destinazione
- ❑ **NEXT HOP ROUTING**: nelle tabelle di routing per ogni rete di destinazione è indicato solo il prossimo router (next-hop) nel percorso verso la destinazione

# Inoltro nei router



destination network	next-hop
194.34.23.0	131.175.1.254
194.34.34.0	131.175.1.254
140.56.0.0	131.30.18.254
141.56.0.0	131.30.18.254
131.175.0.0	interface A
131.30.0.0	interface B
...	...
default	131.30.18.254

# Inoltro diretto e indiretto con le netmask

---

- ❑ Per inoltrare un pacchetto occorre capire se appartiene alla sottorete di una delle interfacce
- ❑ per effettuare la verifica si fa un AND bit a bit tra indirizzo dell'interfaccia e *netmask* e tra indirizzo di destinazione e *netmask*
- ❑ se i due risultati coincidono allora la sottorete è la stessa e si procede all'inoltro diretto

destinazione: (131.175.21.77) AND (255.255.255.0) = 131.175.21.0

**confronto  
positivo**

interfaccia: (131.175.21.96) AND (255.255.255.0) = 131.175.21.0

# Tabelle di routing con le netmask

---

- ❑ Se i confronti con le interfacce sono negativi occorre procedere ad un inoltro indiretto
- ❑ Se siamo in un *router* occorre analizzare la tabella di *routing*
- ❑ Il confronto riga per riga si effettua allo stesso modo usando la *netmask* relativa a ciascuna riga
- ❑ Se il confronto dà esito positivo per più righe della tabella viene selezionata la tabella con la *netmask* che ha il maggior numero di 1 (si dice comunemente che vale il principio del prefisso più lungo).

# Tabelle di routing con le netmask

network	netmask	first hop
131.175.21.0	255.255.255.0	131.17.123.254
131.175.16.0	255.255.255.0	131.17.78.254
131.56.0.0	255.255.0.0	131.17.15.254
131.155.0.0	255.255.0.0	131.17.15.254
0.0.0.0	0.0.0.0	131.17.123.254

interface eth0

IP address	131.17.123.1
netmask	255.255.255.0

interface eth1

IP address	131.17.78.1
netmask	255.255.255.0

interface eth2

IP address	131.17.15.12
netmask	255.255.255.0


**default router:**  
il confronto dà sempre  
esito positivo ma la  
netmask è lunga 0 bit

# Tablelle di routing: esempio (1)

---

network	netmask	first hop
131.175.15.0	255.255.255.0	131.175.21.1
131.175.16.0	255.255.255.0	131.175.21.2
131.175.17.0	255.255.255.0	131.175.21.3
131.180.23.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.18.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.21.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.0.0	255.255.0.0	131.175.21.5
0.0.0.0	0.0.0.0	131.175.12.254

131.175.21.86



**interfaccia 1: 131.175.21.254, 255.255.255.0**

**interfaccia 2: 131.175.12.254, 255.255.255.0**

# Tablelle di routing: esempio (2)

network	netmask	first hop
131.175.15.0	255.255.255.0	131.175.21.1
131.175.16.0	255.255.255.0	131.175.21.2
131.175.17.0	255.255.255.0	131.175.21.3
131.180.23.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.18.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.21.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.0.0	255.255.0.0	131.175.21.5
0.0.0.0	0.0.0.0	131.175.12.254

X

OK

X

X

X

X

X

OK

131.175.16.65



**interfaccia 1: 131.175.21.254, 255.255.255.0**

**interfaccia 2: 131.175.12.254, 255.255.255.0**

# Tablelle di routing: esempio (3)

network	netmask	first hop
131.175.15.0	255.255.255.0	131.175.21.1
131.175.16.0	255.255.255.0	131.175.21.2
131.175.17.0	255.255.255.0	131.175.21.3
131.180.23.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.18.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.21.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.0.0	255.255.0.0	131.175.21.5
0.0.0.0	0.0.0.0	131.175.12.254

131.180.21.78

X

X

X

X

X

OK

OK

OK



**interfaccia 1: 131.175.21.254, 255.255.255.0**

**interfaccia 2: 131.175.12.254, 255.255.255.0**

# Tablelle di routing: esempio (4)

---

network	netmask	first hop
131.175.15.0	255.255.255.0	131.175.21.1
131.175.16.0	255.255.255.0	131.175.21.2
131.175.17.0	255.255.255.0	131.175.21.3
131.180.23.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.18.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.21.0	255.255.255.0	131.175.21.4
131.180.0.0	255.255.0.0	131.175.21.5
0.0.0.0	0.0.0.0	131.175.12.254

X

X

X

X

X

X

X

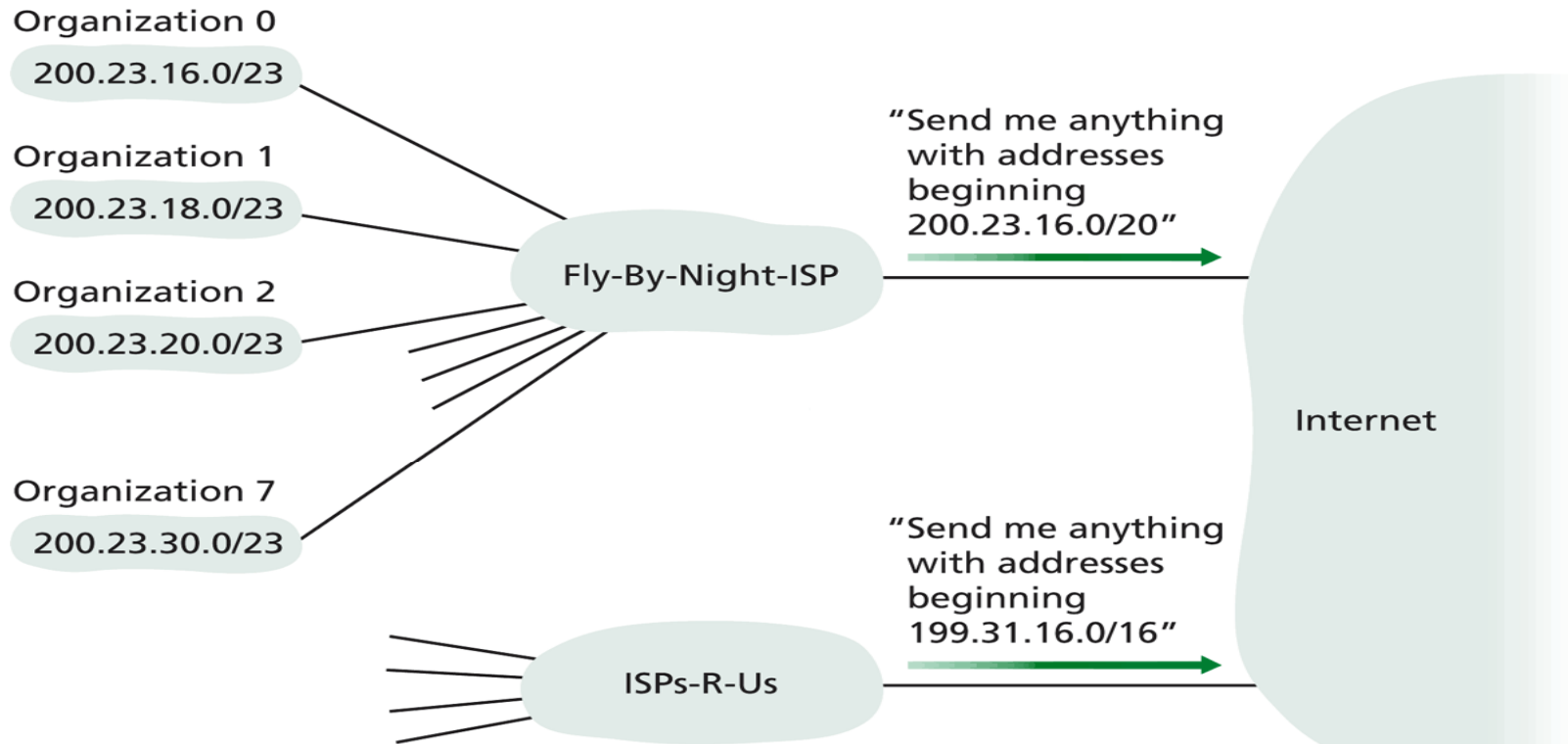
**OK**

**200.45.21.84**

**interfaccia 1: 131.175.21.254, 255.255.255.0**

**interfaccia 2: 131.175.12.254, 255.255.255.0**

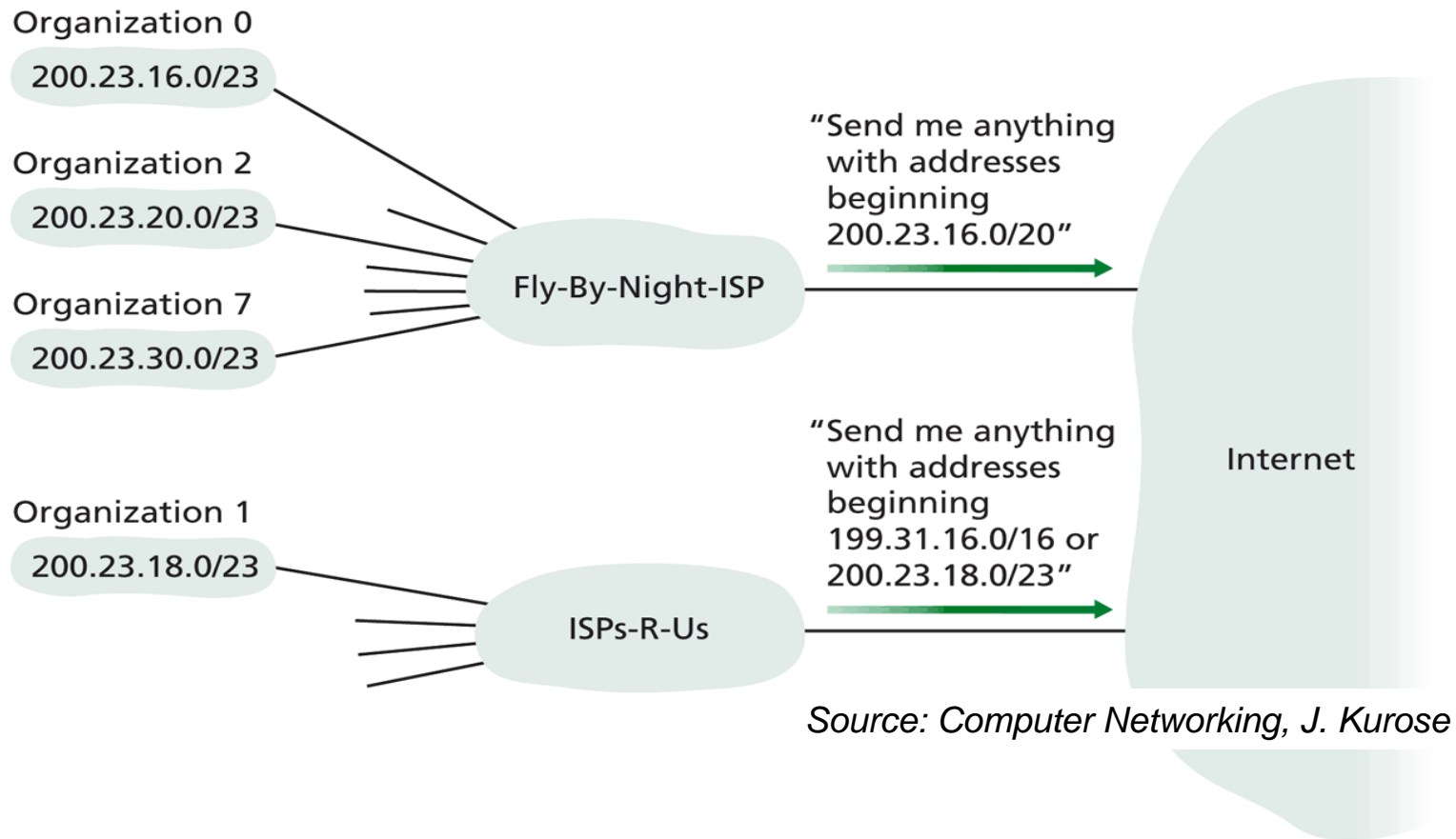
# CIDR: routing gerarchico



Source: *Computer Networking*, J. Kurose

**Il CIDR combinato con un organizzazione gerarchica degli indirizzi permette Di limitare la dimensione delle tabelle di routing**

# CIDR: gestione delle eccezioni



**Il principio del longest match permette di gestire eccezioni nel routing**