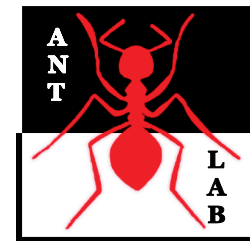




Politecnico di Milano

Advanced **N**etwork **T**echnologies **L**aboratory



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

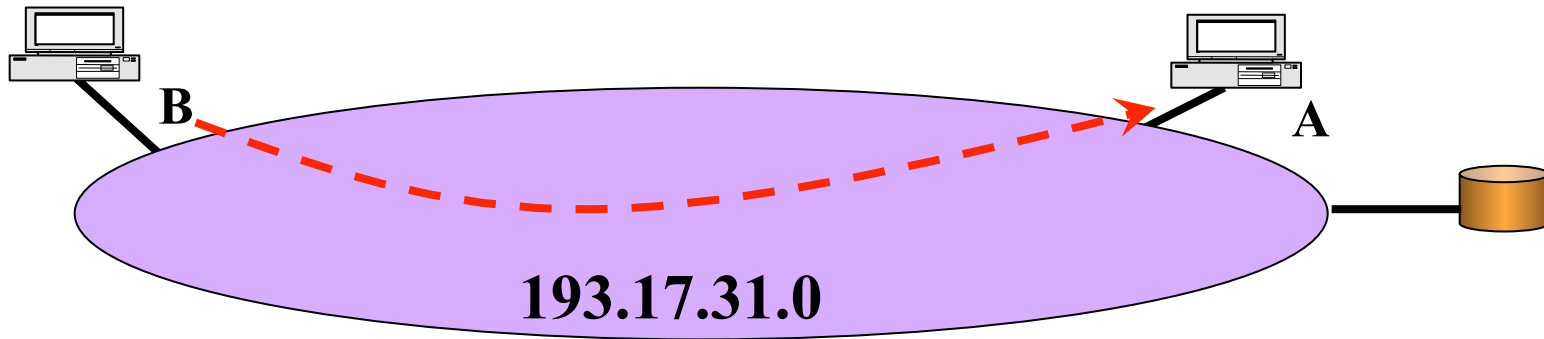
- Rete locale coincidente con rete / sottorete IP

IP-B: 193.17.31.55

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

IP-A: 193.17.31.45

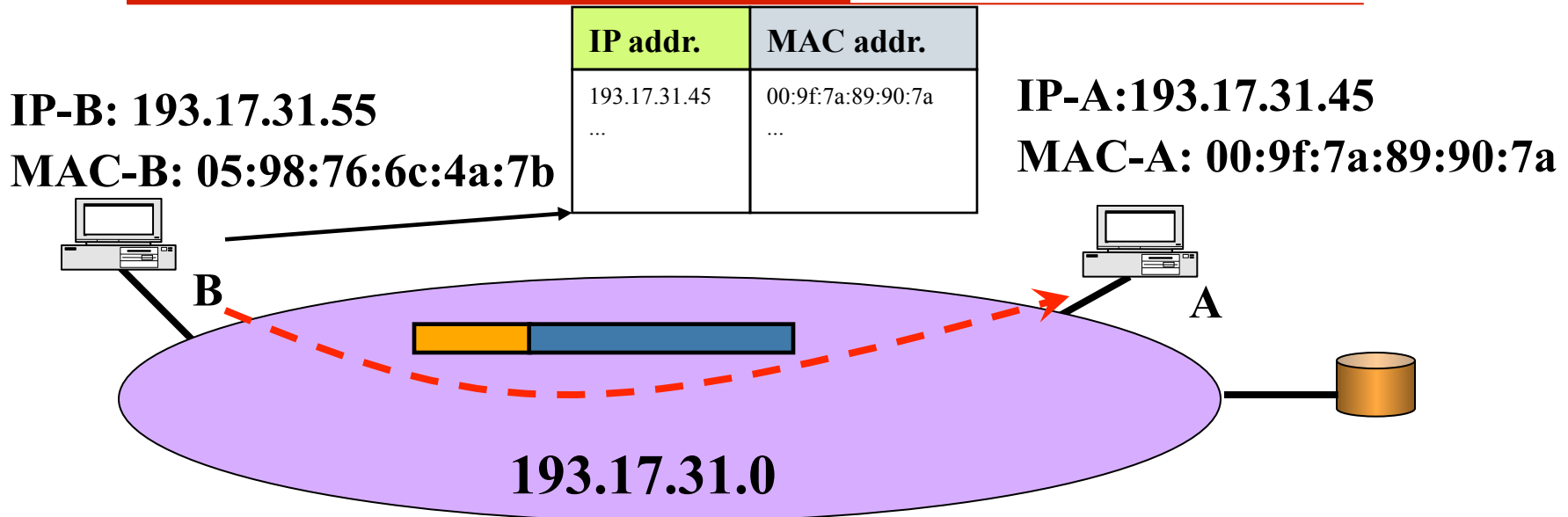
MAC-A: 00:9f:7a:89:90:7a



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 MAC della 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

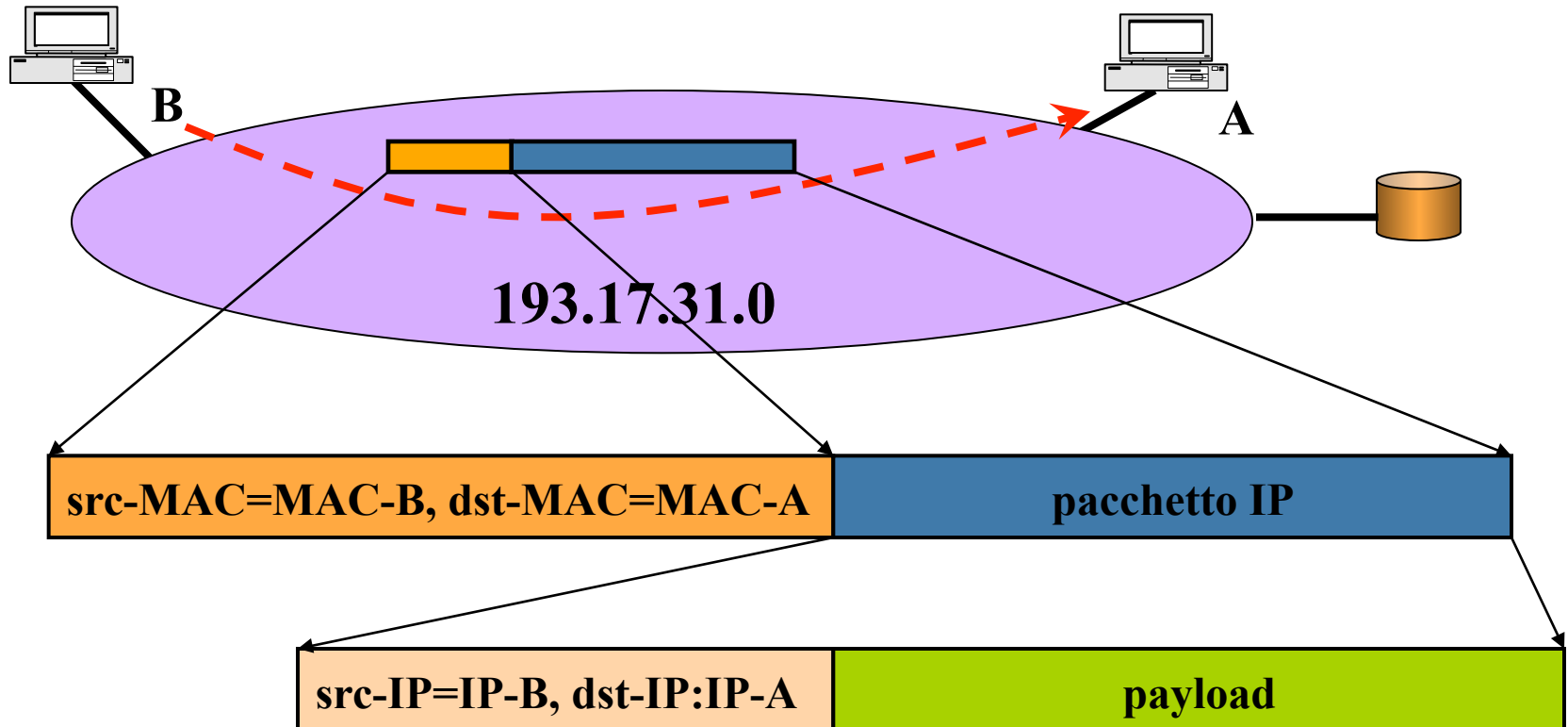
Inoltro diretto negli host

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



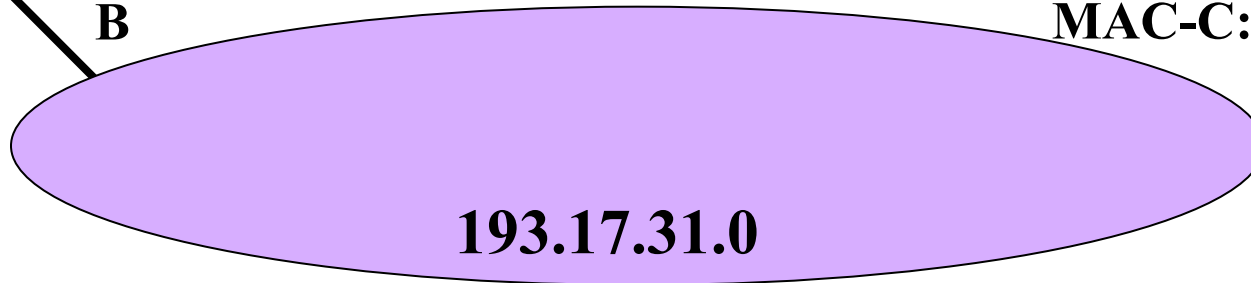
Inoltro indiretto negli host

IP-B: 193.17.31.55

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

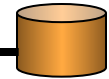


B



IP-C: 193.17.31.254

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



C

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

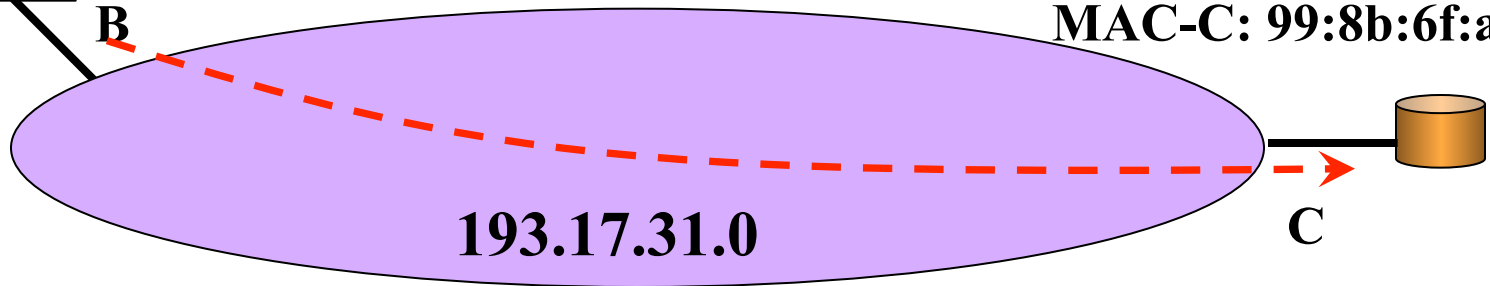
Inoltro indiretto negli host

IP-B: 193.17.31.55

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

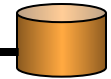


B



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

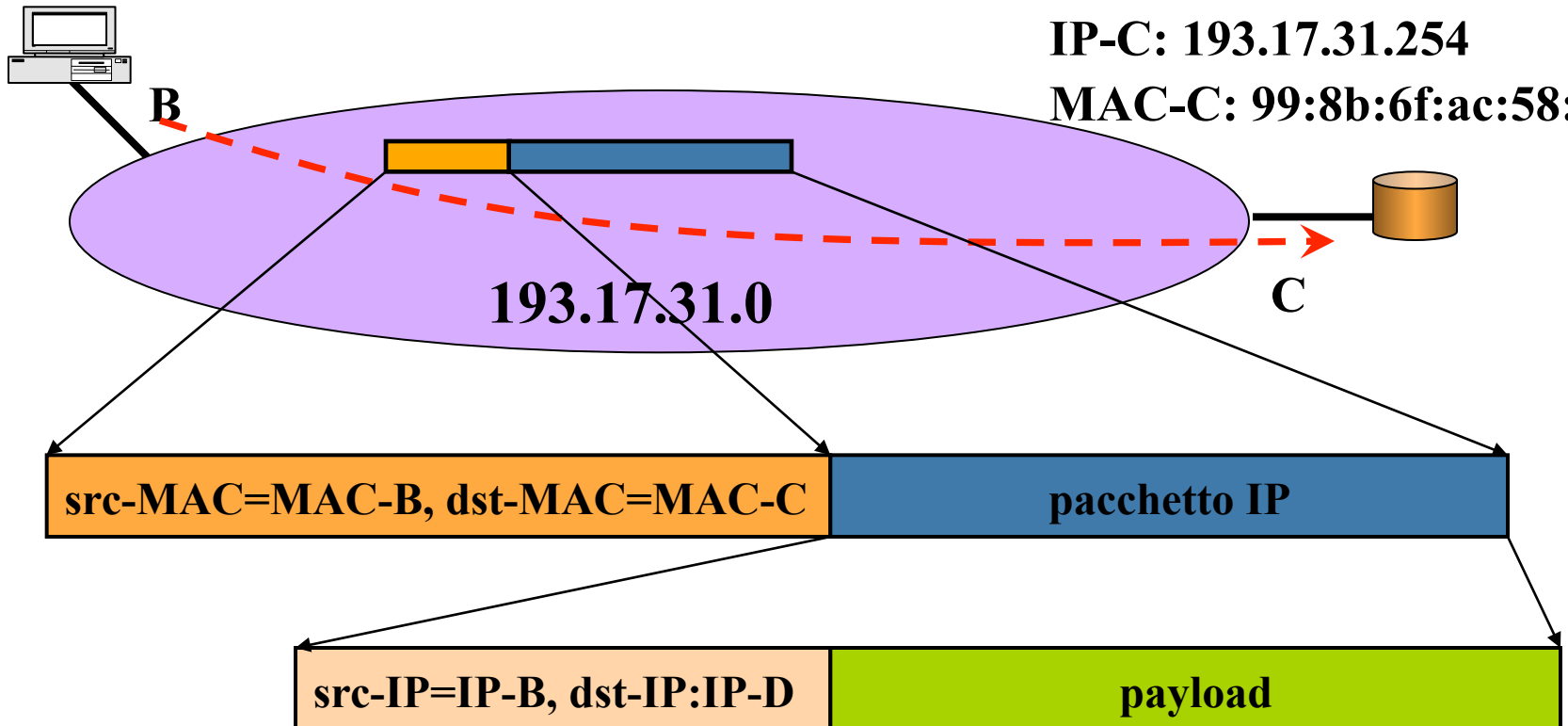
5. Il pacchetto viene costruito e spedito sull' interfaccia

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 displays three overlapping Windows network configuration windows. The background window is the 'Rete' (Network) control panel, showing a list of installed network components including 'TCP/IP -> PCMCIA Fast Ethernet Card'. The middle window is the 'Proprietà - TCP/IP' (TCP/IP Properties) dialog, with the 'Indirizzo IP' (IP Address) tab selected. It shows the option 'Specifica l'indirizzo IP' (Specify an IP address) selected, with the IP address set to '131.175.21.175' and the Subnet Mask set to '255.255.255.0'. The foreground window is another 'Proprietà - TCP/IP' dialog, with the 'Gateway' tab selected. It shows a 'Nuovo gateway' (New gateway) field with three dots, and a 'Gateway installati' (Installed gateways) list containing the entry '131.175.21.254'. A red dashed arrow points from the text 'router di default' to the gateway entry in the foreground window.

router di default

Rete

Configurazione | Identificazione | Controllo di accesso

I seguenti componenti di rete sono installati:

- Protocollo compatibile IPX/SPX -> Dispositivo di Accesso remoto
- Protocollo compatibile IPX/SPX -> PCMCIA Fast Ethernet Card
- TCP/IP -> Dispositivo di Accesso remoto
- TCP/IP -> PCMCIA Fast Ethernet Card
- Condivisione file e stampanti per reti Microsoft

Accesso primario:
Accesso a Windows

Condivisione di file e stampanti...

Descrizione
Il protocollo TCP/IP può essere utilizzato per collegarsi a Internet e ad altre WAN.

OK

Proprietà - TCP/IP

Binding | Avanzate | NetBIOS | Configurazione DNS

Gateway | Configurazione WINS | Indirizzo IP

Un indirizzo IP può essere assegnato automaticamente al computer. Se la rete non assegna automaticamente gli indirizzi IP, richiedere l'indirizzo IP all'amministratore della rete, quindi digitare l'indirizzo nello spazio sottostante.

Ottieni automaticamente un indirizzo IP

Specifica l'indirizzo IP:

Indirizzo IP:

Subnet Mask:

OK | Annulla

Proprietà - TCP/IP

Binding | Avanzate | NetBIOS | Configurazione DNS

Gateway | Configurazione WINS | Indirizzo IP

Il gateway predefinito sarà il primo nell'elenco dei gateway installati. L'ordine dei gateway nell'elenco sarà l'ordine secondo il quale questi verranno utilizzati.

Nuovo gateway:

Gateway installati

131.175.21.254	<input type="button" value="Rimuovi"/>
----------------	--

OK | Annulla

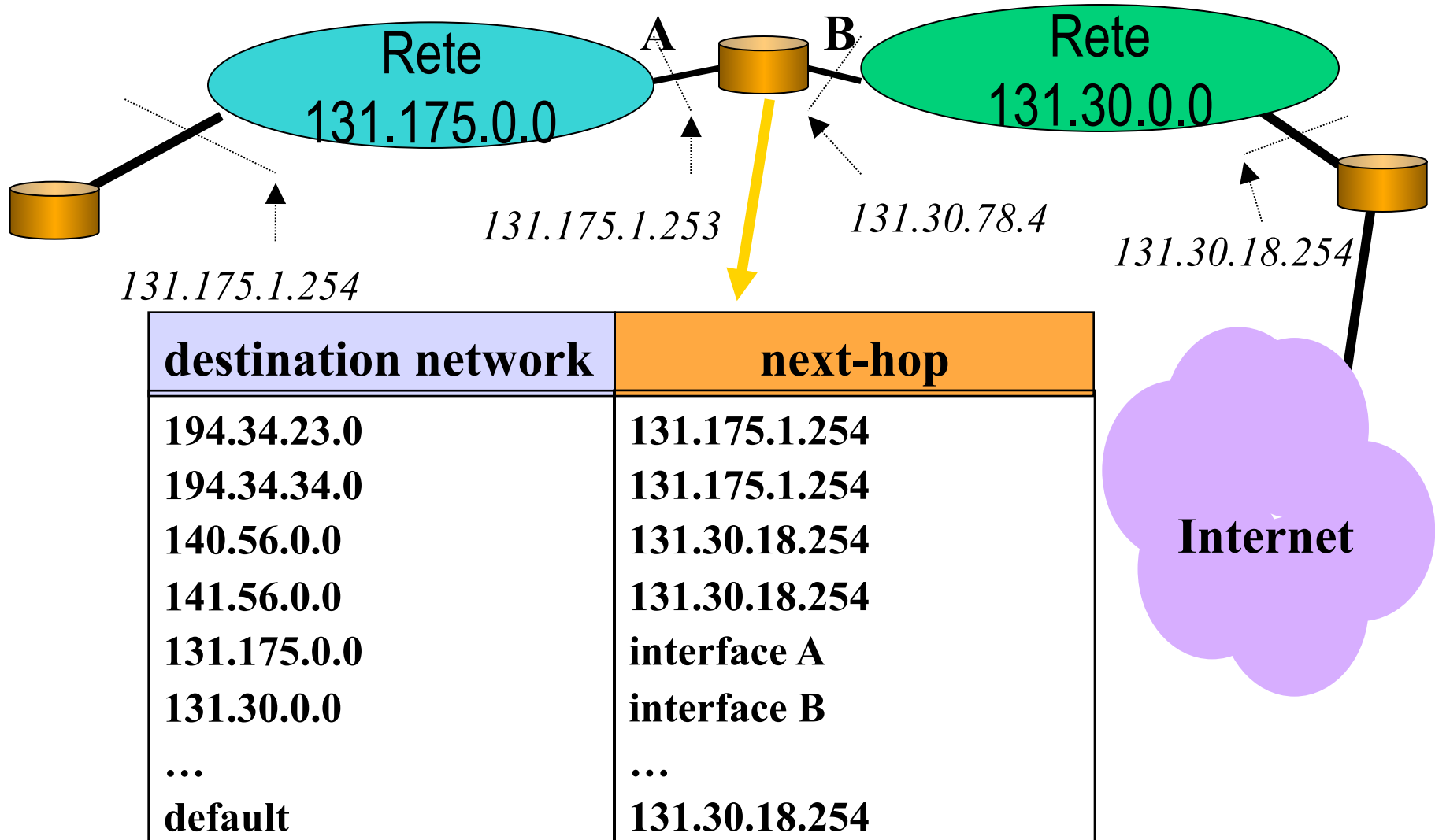
Inoltro nei router

- *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' inoltrato nei router

- ❑ **DESTINATION BASED**: L'inoltrato 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



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: $(131.175.21.77) \text{ AND } (255.255.255.0) = 131.175.21.0$

**confronto
positivo**

interfaccia: $(131.175.21.96) \text{ AND } (255.255.255.0) = 131.175.21.0$

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

Tabella 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

Tabelle 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

Tabella 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

Tabella di routing: esempio (4)

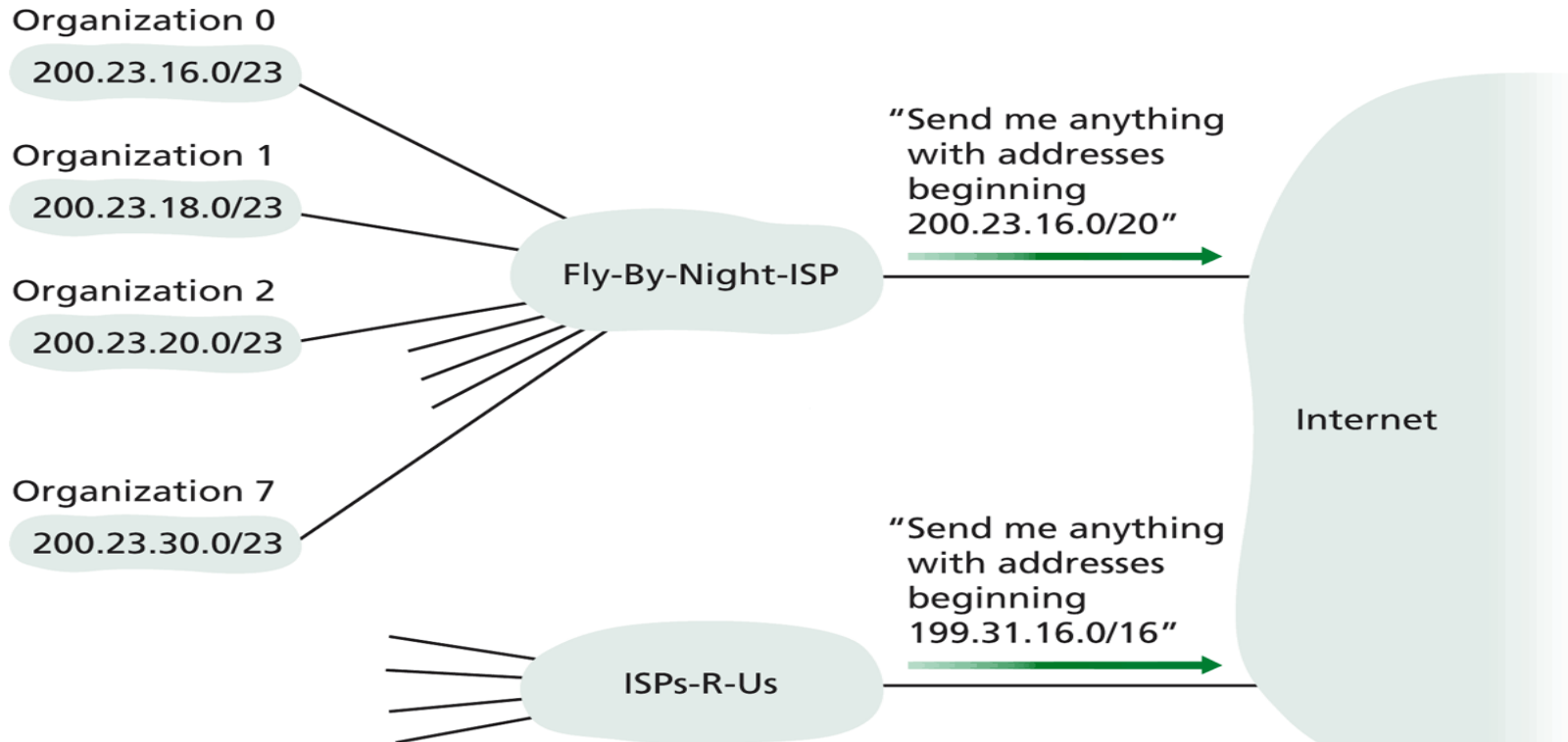
network	netmask	first hop	
131.175.15.0	255.255.255.0	131.175.21.1	X
131.175.16.0	255.255.255.0	131.175.21.2	X
131.175.17.0	255.255.255.0	131.175.21.3	X
131.180.23.0	255.255.255.0	131.175.21.4	X
131.180.18.0	255.255.255.0	131.175.21.4	X
131.180.21.0	255.255.255.0	131.175.21.4	X
131.180.0.0	255.255.0.0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

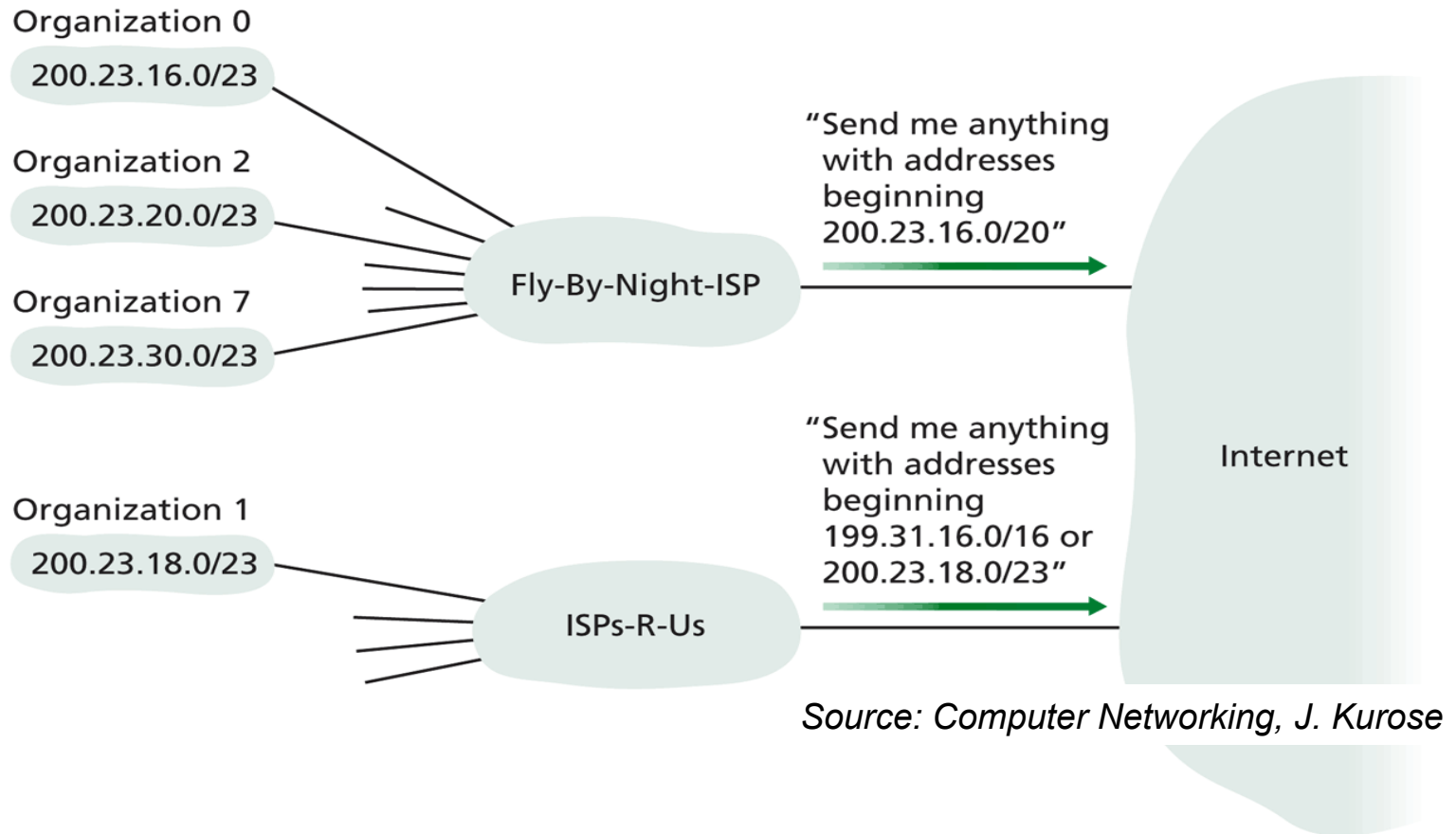
CIDR: routing gerarchico



Source: *Computer Networking*, J. Kurose

Il CIDR combinato con un organizzazione gerarchica degli indirizzi permette di limitare la dimensione delle tabelle di routing comunicando destinazioni con netmask più corte

CIDR: gestione delle eccezioni



Il principio del longest match permette di gestire eccezioni nel routing