

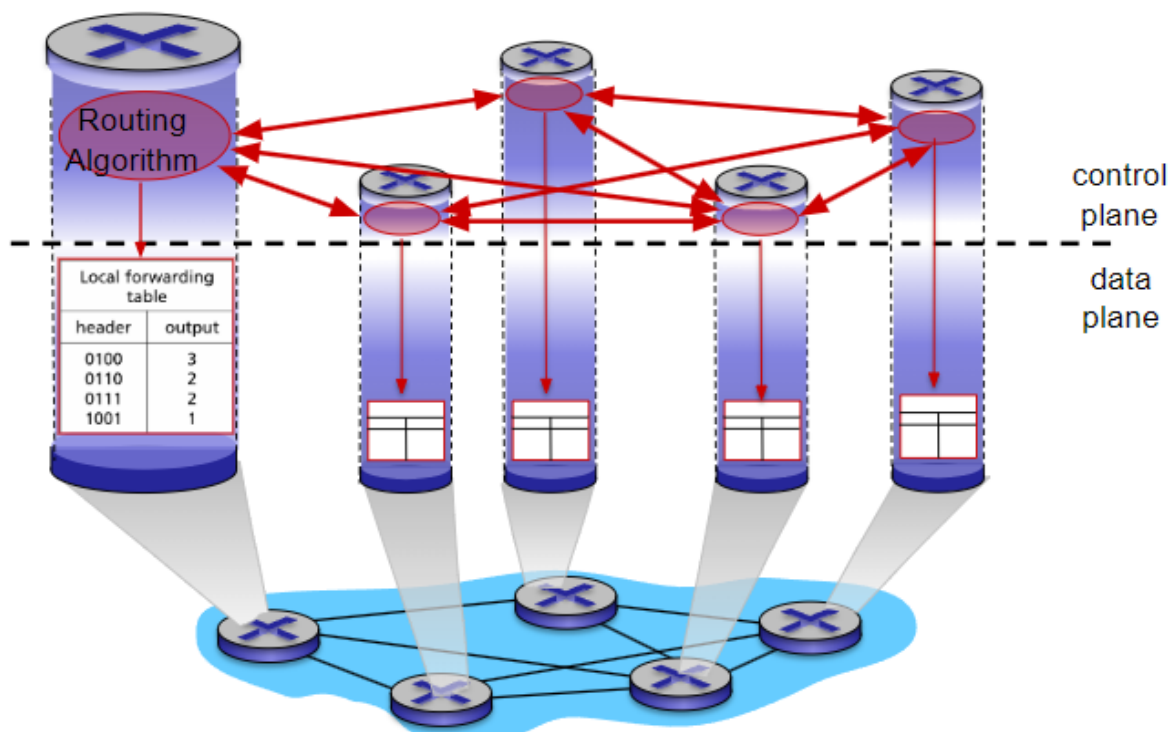


# Control Plane

Il router segue quello che è dentro la tabella di instradamento, ma chi crea questa tabella? La risposta è dal control plane che è l'insieme dei processi decisionali che la portano a crearsi.

Il **data plane** si occupa del **forwarding** ovvero inviare i pacchetti seguendo la tabella, mentre il **control plane** si occupa del **routing** ovvero creare queste regole nella tabella. Ci sono due approcci:

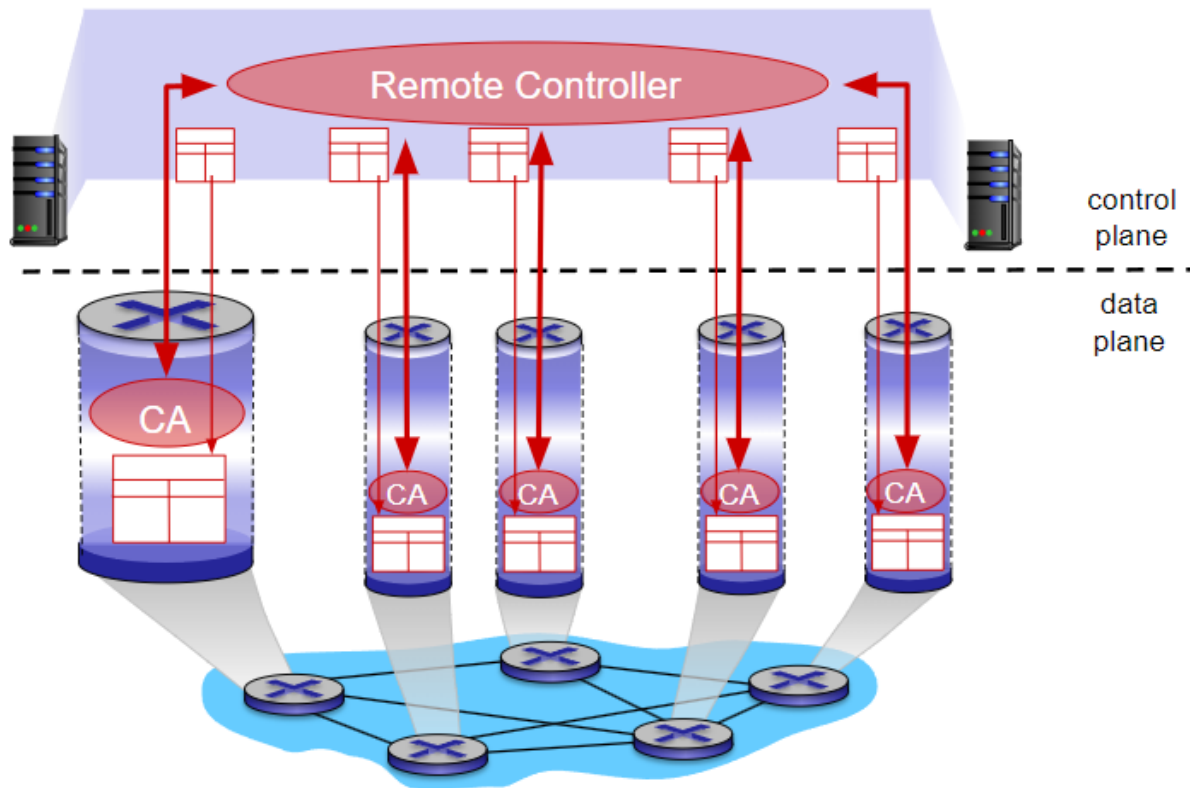
1. I router si scambiano informazioni, lenta (scelta tradizionale perchè non c'è un SPOF Single Point of Failure come invece c'è con il Remote Controller)



Ogni router comunica con i nodi vicini, il control plane è l'algoritmo di routing che deve comunicare con gli altri per capire come costruirla. Il problema è che non c'è

una visione globale ed è molto lenta come soluzione.

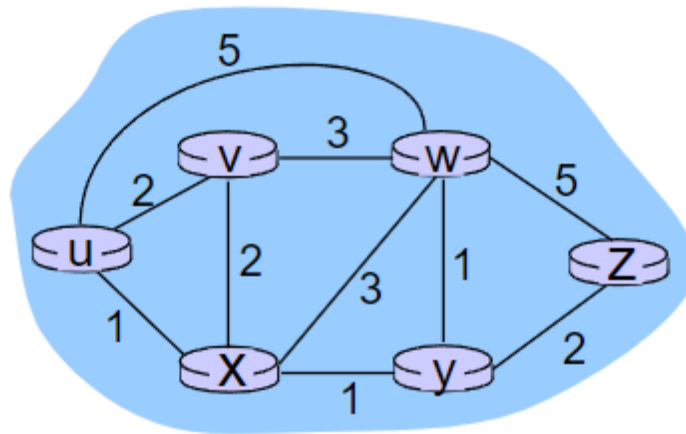
2. Controller centralizzato SDN (Software Defined Network), veloce ma con un SPOF.



Abbiamo in questo caso un remote controller che comunica con dei control agent, inviano al controller le tabelle e ne ricevono delle nuove. Questa scelta è stata presa da molti big della tecnologia come Google o Facebook.

## Protocolli di routing

Il protocollo deve capire qual è il path, ovvero sequenza di routers, è la migliore. Quando parliamo di "migliore" dobbiamo tenere verificare il costo, il meno congestionato o il più veloce, ci sono molte strade e a seconda della caratteristica ci sono diverse strade migliori.



Possiamo vedere come astrazione di una rete il grafo. Dove i router sono i nodi e i collegamenti gli archi.

Ne esistono di due tipi:

- **Globale (LS)**: ovvero si ha una visione globale di tutta la rete con tutti nodi e link, algoritmo di **Dijkstra** nella categoria degli algoritmi **link state**.
- **Decentralizzata (DS)**: i routers hanno informazioni solo sui vicini e si usa l'algoritmo di **Bellman-Ford** per gli algoritmi di **distance vector**.

Gli algoritmi possono essere **statici** (cambiano raramente le tabelle di routing) o **dinamici** (quando gli algoritmi devono cambiare spesso le tabelle di routing).

- **LS**: Abbiamo un **problema di oscillazione** che si verifica quando per motivi più eterogenei come la congestione o la larghezza di banda che cambia, avviene un ricalcolo sul percorso ottimale.

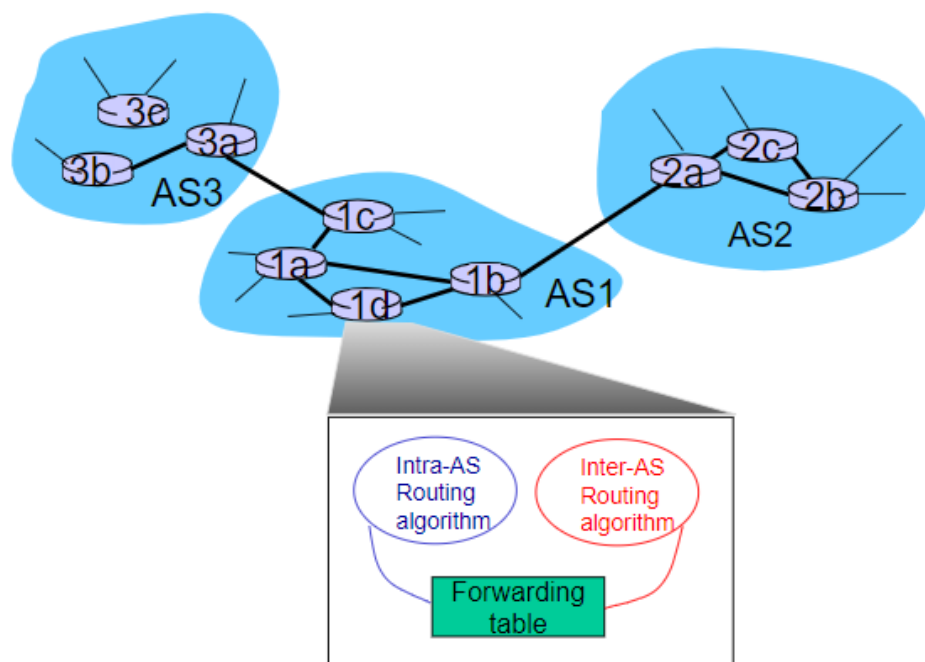
Con l'algoritmo di **Bellman-Ford** non dobbiamo avere la conoscenza globale dei cammini, ma ci basta sapere la distanza tra due nodi.

- **DS**: Quando un peso di un nodo cambia drasticamente nei distance vector abbiamo un **tempo ampio di propagazione dell'aggiornamento** prima che si sistemi.

## Scalabilità delle reti

Ci sono una serie di router aggregati in una regione chiamati **sistemi autonomi (AS)** ovvero i **domini**, un insieme di reti. La rete quindi è composta da tanti AS quindi da tanti domini e ci sono due approcci principali:

- **Intra-AS routing:** algoritmi di routing che agiscono all'interno del AS (ovvero dentro una stessa rete). Usano però dei protocolli di gateway per comunicare con altri AS, ci saranno quindi router di un AS che comunica con un router di un altro AS.
- **Inter-AS routing:** algoritmi di routing che agiscono tra i vari AS.



Ci sono quindi **due tabelle di instradamento**, una che gestisce il **routing interno all'AS** e una per il **routing agli AS esterni**.

## Protocolli IGP

**Interior Gateway Protocols** sono una **serie di protocolli per l'instradamento** interno di un dominio dei pacchetti. I più conosciuti e usati sono:

- **RIP:** Routing Information Protocol
- **OSPF:** Open Shortest Path First

- **IGRP:** Interior Gateway Routing Protocol

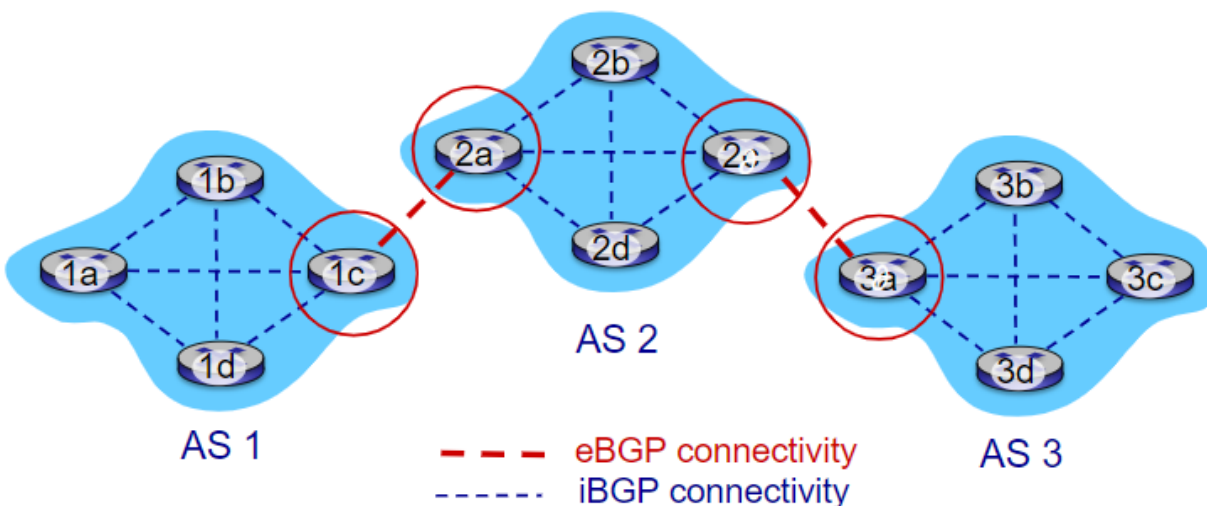
Ad esempio OSPF utilizza algoritmi link state (come Dijkstra) per avvertire tutti i router di un dominio, avendo una visione generale, che è una cosa possibile solo all'interno di un dominio. Ogni router raccoglie informazioni sui router che ha vicino guardando il costo di connessione, così facendo si ha un grafo generale degli algoritmi.

## Protocollo BGP

Il protocollo BGP è la colla che tiene insieme internet, infatti è il responsabile del routing tra diversi AS. Il protocollo BGP ha due componenti:

- **eBGP:** informazioni **esterne** che gli AS si devono scambiare.
- **iBGP:** informazioni **interne** che gli AS si devono scambiare.

BGP deve trovare le migliori rotte, l'efficienza non è sempre la chiave ma ci si basa sulle politiche.



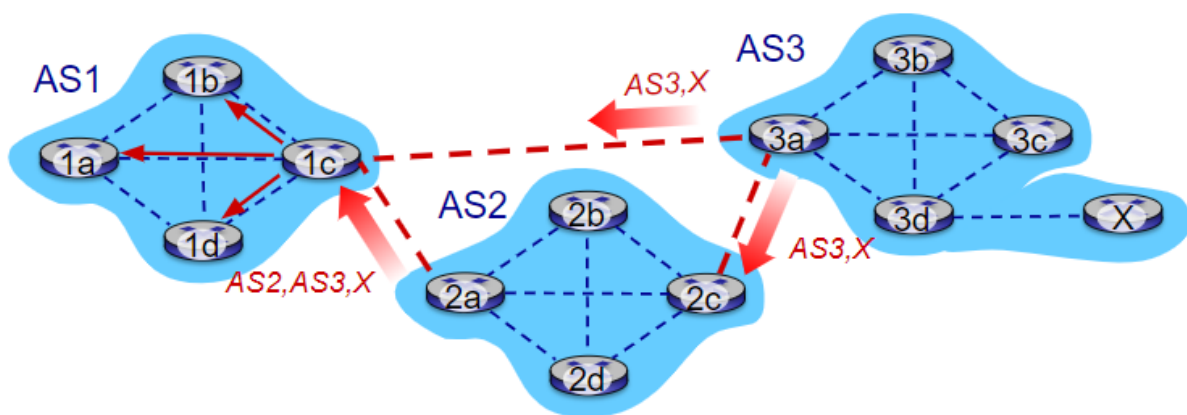
Ci sono routers di gateway (come 3a, 2c, 2a e 1c), che devono avere sia protocolli eBGP che iBGP. Ci sono due attributi molto importanti: **AS-PATH** ovvero il path per un router dentro l'AS e **NEXT-HOP** ovvero all'interno dell'AS quale deve essere il prossimo HOP di instradamento.

Attraverso la propagazione di BGP e IGP possiamo creare le route di comunicazione.

## Messaggi BGP

- **OPEN:** apre una comunicazione TCP con un peer BGP.
- **UPDATE:** informa del nuovo percorso.
- **KEEPALIVE:** mantiene la connessione aperta in assenza di UPDATE o ACKs OPEN.
- **NOTIFICATION:** riporta errori e solitamente chiude la comunicazione.

## BGP, OSPF, Tabelle di instradamento



Il router 1a al suo interno ha una tabella di instradamento che gli indica che l'interfaccia da seguire se vuole inviare ad "X" è l'interfaccia 1 ovvero quella collegata a 1d, a sua volta 1d ha una interfaccia configurata che gli indica che per raggiungere "X" deve seguire la 1 che è il collegamento con 1c ovvero il router da gateway.

## Come si sceglie la tratta?

- Seguendo delle determinate policies
- La route AS-PATH più corta
- Il NEXT-HOP più vicino, con tattica "Hot Potato Routing" ovvero il router gateway più vicino

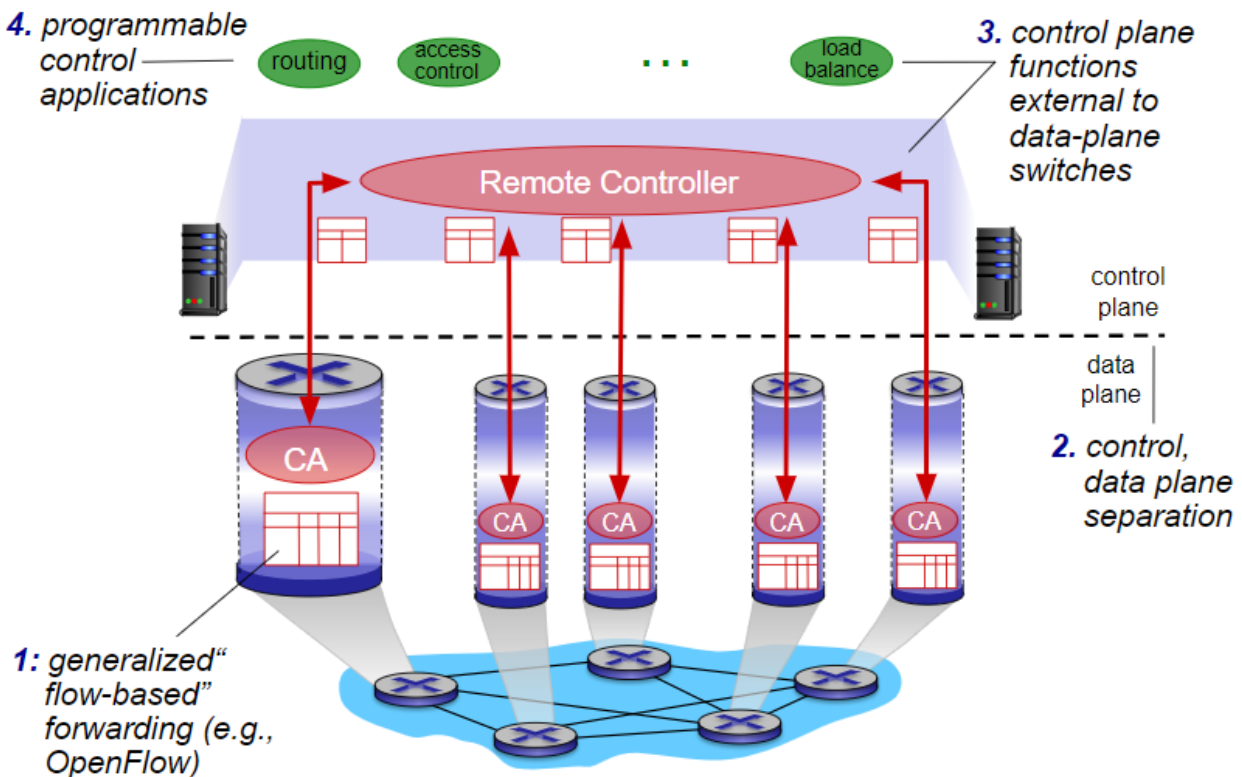
- Criteri aggiuntivi

## Software Defined Networking

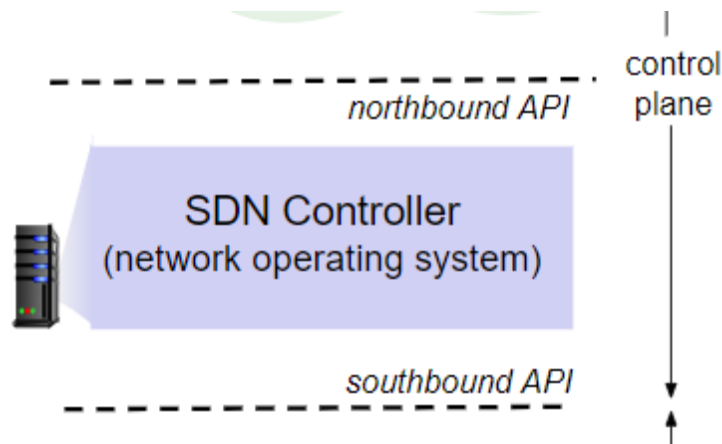
SDN nasce per far fronte a una situazione in cui i router erano dispositivi monolitici ovvero hardware e software erano proprietari e quindi c'era pochissima personalizzazione, ad esempio esisteva Cisco IOS come OS dei router.

Per questo si è pensato di rendere centralizzato il control plane ma solo a livello logico, come vantaggi abbiamo la possibilità di correggere configurazioni sbagliate, e flessibilità, tabelle di instradamento a scelta e che fosse tutto open-source.

Con SDN possiamo programmare i comportamenti dei router, tecnologia open!



Il controller SDN si pone tra il control plane e il data plane della rete, così da poter scegliere **tabelle di instradamento, controllo sugli accessi** e il **load balance**.



Comunica attraverso due tipologie di API: **northbound** e **southbound**. Se un router vede che invia pacchetti su una direzione sbagliata, invia un messaggio al control plane e viene aggiornata la tabella di instradamento.

## ICMP (Internet Control Message Protocol)

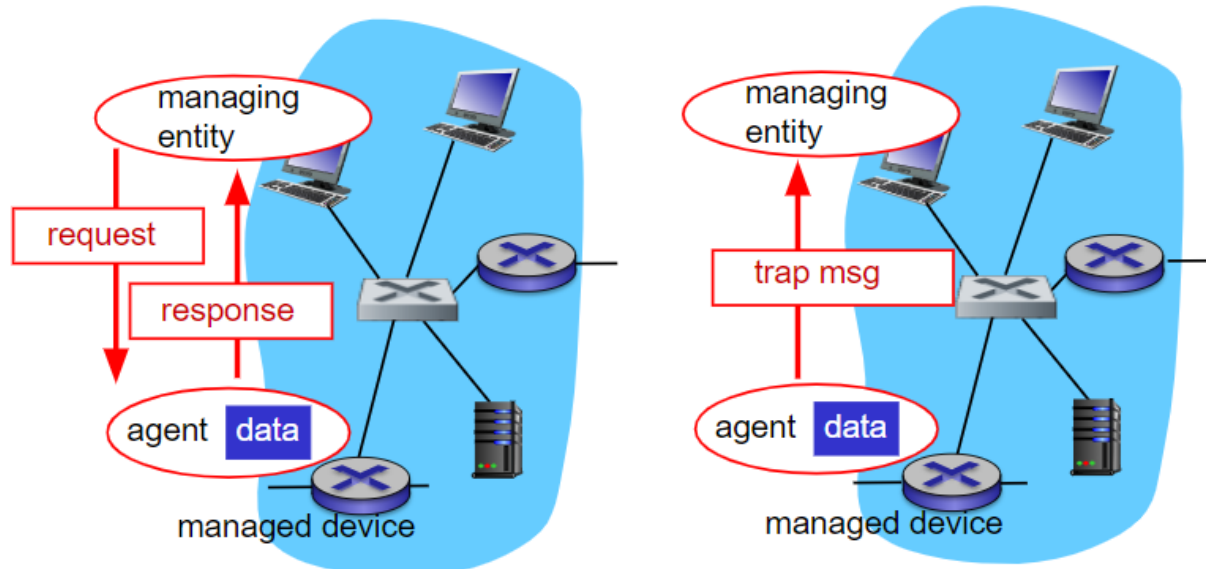
Quando due router devono scambiarsi un messaggio utilizzano questo protocollo, per comunicare a livello di network. Ci sono diversi tipi: reportistica di errori, echo request/reply. Quando nel datagramma IP abbiamo "Type" a 1 e "Protocol" a 0 allora sappiamo che è un pacchetto ICMP.

Ad esempio il comando "traceroute" utilizza una serie di pacchetti ICMP con TTL prima a 1, poi 2 e così via fino a destinazione, ogni volta invia un ICMP Echo Request, la quale permette di ricevere una risposta ovvero "ICMP Time Exceeded" e questo permette di scoprire quale router ha spedito questa risposta, così da poter definire un percorso.

## SNMP (Simple Network Management Protocol)

SNMP è un protocollo standard utilizzato per la gestione e il monitoraggio dei dispositivi di rete in una rete IP. SNMP è ampiamente utilizzato per raccogliere informazioni periodicamente (MIB Management Information Base), configurare dispositivi di rete come router, switch, server, stampanti e altri dispositivi abilitati per la rete, e anche per ricevere notifiche di eventi significativi attraverso trap SNMP.





Abbiamo quindi le richieste e risposte oppure le trap ovvero quando si verifica un problema e il manager riceve un segnale.