



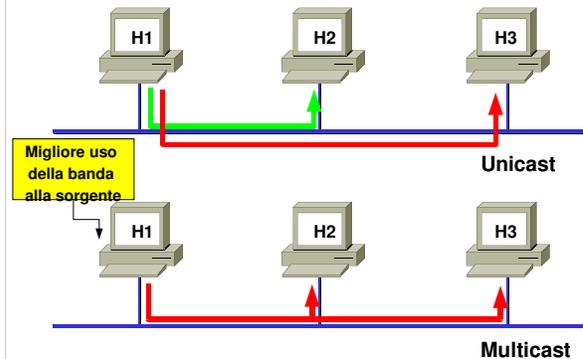
Introduzione a multicast IP

Davide Quaglia
a.a. 2006/2007

(materiale tratto dalla presentazione di David Meyer/Cisco Systems)

1

Unicast vs Multicast su Ethernet



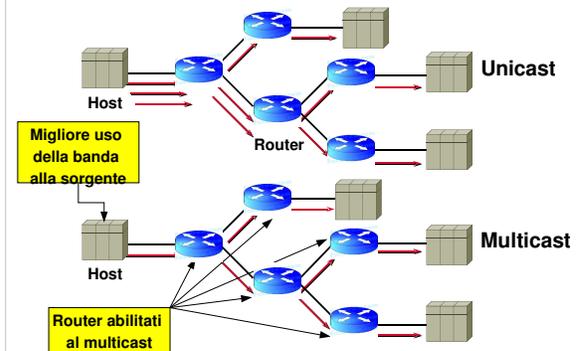
4

Sommario

- Concetti fondamentali
- Indirizzamento
- Multicast su LAN
- Multicast su Internet
 - Protocolli di interfaccia host-router
 - Protocolli di routing
- RTP/RTCP su multicast IP
- Ostacoli all'utilizzo del multicast

2

Unicast vs Multicast su Internet



5

Concetti fondamentali

- Cos'è il multicast
 - tecnica per mandare lo stesso pacchetto a più ricevitori
 - minore utilizzo di banda (soprattutto della sorgente)
 - minore elaborazione nei router
 - non è necessario conoscere l'indirizzo del ricevitore
- Applicazioni (sempre su UDP !!!)
 - multimedia (sia streaming sia interattivo)
 - discovery e annuncio di servizi
 - distribuzione di informazioni

3

Gruppo multicast

- Insieme di tutti gli host interessati a ricevere lo stesso flusso di pacchetti
- Un gruppo non è delimitato da confini fisici o topologici
 - membri su sottoreti diverse purché connesse
 - sparsi su tutta Internet
- Ciascun host interessato a ricevere un dato flusso multicast deve iscriversi (join) al gruppo corrispondente

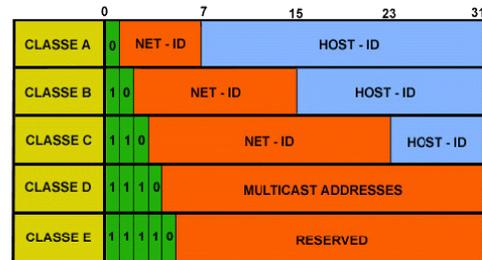
6

Gruppo multicast (2)

- Ciascun gruppo multicast è identificato da un indirizzo IP di classe D
- Ciascun membro dinamicamente può aderire/lasciare un gruppo
- Trasmettitori e ricevitori sono distinti:
 - il trasmettitore di dati in multicast non è obbligato ad appartenere al gruppo corrispondente
 - un membro del gruppo non è obbligato a trasmettere

7

Indirizzi multicast



da 224.0.0.0 a 239.255.255.255

10

Gruppo multicast (3)

- Un pacchetto IP multicast per il gruppo G1 ha:
 - indirizzo sorgente di tipo unicast oppure G1
 - indirizzo destinazione sempre G1

8

Indirizzi locali riservati

- Internet Assigned Numbers Authority (IANA) ha riservato gli indirizzi da 224.0.0.0 a 224.0.0.255 per essere utilizzati da protocolli di gestione nell'ambito di **una sottorete** (*Reserved Link Local Addresses*)
- Pacchetti con tali destinazioni non vengono mai inoltrati da un router su un'altra sottorete diversa da quella di provenienza
- I pacchetti corrispondenti hanno Time-To-Live (TTL) = 1

11

Comportamento dei router

- I router abilitati al multicast
 - ascoltano su tutti gli indirizzi multicast
 - gestiscono i gruppi multicast
 - creano alberi di distribuzione delle informazioni attraverso algoritmi di routing per il multicast

9

Esempi di indirizzi locali riservati

- 224.0.0.1 --> tutti i sistemi (host e router) di una sottorete
- 224.0.0.2 --> tutti i router di una sottorete
- 224.0.0.5 --> tutti gli OSPF router
- 224.0.0.6 --> tutti gli OSPF "designated" router
- 224.0.0.12 --> DHCP server/relay agent
- 224.0.0.13 --> router che supportano il Protocol Independent Multicast (PIM)

12

Mapping tra IP multicast e MAC

- > RFC 1112
- > Si usa un indirizzo MAC corrispondente alla seguente bitmap (MAC multicast)

0000 0001 0000 0000 0101 1110 0xxx xxxx xxxx xxxx xxxx

- > Si sostituiscono le X con i 23 bit meno significativi dell'indirizzo IP multicast

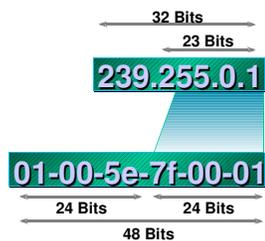
19

Iscrizione ad un gruppo di multicast

- > Lo stack TCP/IP deve programmare la scheda di rete perche' accetti frame con il MAC multicast corrispondente
- > Lo stack TCP/IP deve accettare pacchetti IP destinati al gruppo multicast (l'interfaccia può avere più di un IP sia unicast che multicast).
- > L'host deve comunicare al router la propria iscrizione per poter ricevere pacchetti da fuori della sottorete.

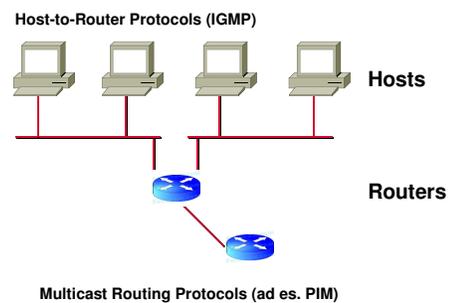
22

Esempio



20

Protocolli per la gestione del multicast IP



23

Problemi

- > I 5 bit più significativi della parte variabile di un indirizzo IP multicast vengono ignorati
- > 32 differenti gruppi multicast vengono mappati sullo stesso indirizzo MAC multicast
- > Per discriminare occorre guardare il pacchetto di livello 3 dopo aver ricevuto il frame

32 - Indirizzi IP Multicast

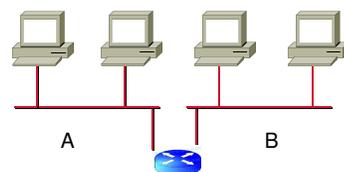
224.1.1.1
224.129.1.1
225.1.1.1
225.129.1.1
.
238.1.1.1
238.129.1.1
239.1.1.1
239.129.1.1

1 - Multicast MAC Address

01:00:5E:01:01:01

21

Comportamento del router



- > Come fa il router a decidere se propagare i pacchetti multicast che arrivano da una sottorete verso l'altra sottorete ?
- > Esso dovrebbe sapere quali host nell'altra sottorete fanno parte di un certo gruppo multicast.

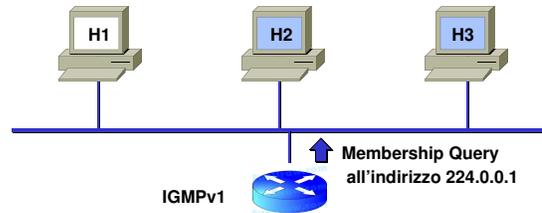
24

Internet Group Management Protocol (IGMP)

- Messaggi scambiati tra host e router abilitato al multicast
- Gli host si iscrivono ad un dato gruppo multicast comunicandolo al multicast router
- Il router invia periodicamente dei messaggi di query su ogni sottorete per scoprire quali gruppi multicast sono ancora attivi
- Messaggi IGMP dentro il payload IP

25

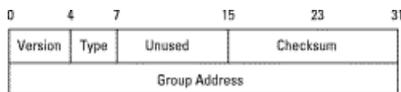
IGMPv1: membership query



- Periodicamente il router invia un pacchetto IGMP di Membership Query all'indirizzo 224.0.0.1 con riferimento al gruppo 224.1.1.2

28

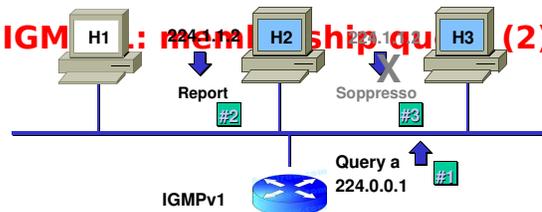
IGMP versione 1



- RFC 1112
- Campo Type serve per definire 2 tipi di messaggi
 - host membership query
 - host membership report

26

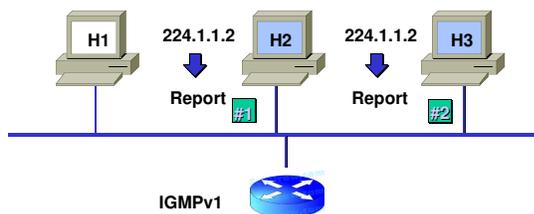
IGMPv1: membership query (2)



- Solo un membro risponde con un IGMP Report all'indirizzo 224.1.1.2
- Gli altri membri sentono e si astengono

29

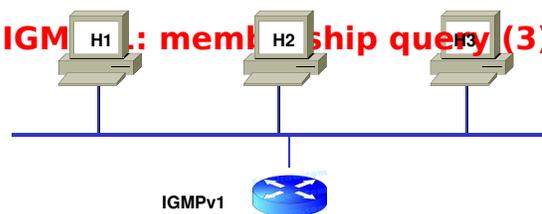
IGMPv1: join ad un gruppo



- Per associarsi al gruppo 224.1.1.2 H2 (e poi H3) manda un pacchetto IGMP Report all'indirizzo 224.1.1.2 con TTL 1

27

IGMPv1: membership query (3)



- Se per 3 volte il router non riceve risposta alla query smette di inoltrare pacchetti del gruppo 224.1.1.2 su tale interfaccia.

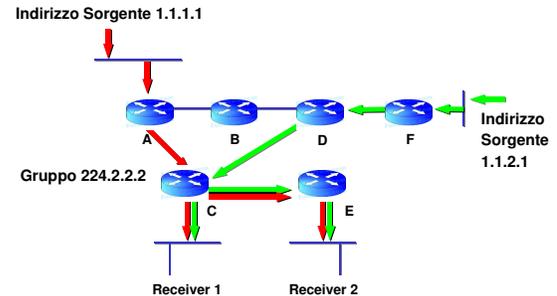
30

IGMP versione 2

- Quattro tipi di messaggi
 - Membership query
 - Version 1 membership report
 - Version 2 membership report
 - **Leave group**
- Un host può abbandonare esplicitamente un gruppo mandando un Leave Message al gruppo 224.0.0.2
- Diminuisce la latenza e il traffico non voluto sulla sottorete

31

Source tree



34

Switch Ethernet e multicast

- Gli switch di norma propagano il traffico multicast e broadcast (di livello MAC) su tutte le porte con conseguente spreco di banda
- Due tecniche per ottimizzare
 - Cisco Group Management Protocol (CGMP) attivo su switch Cisco Catalyst
 - messaggio esplicito dal router allo switch
 - IGMP snooping

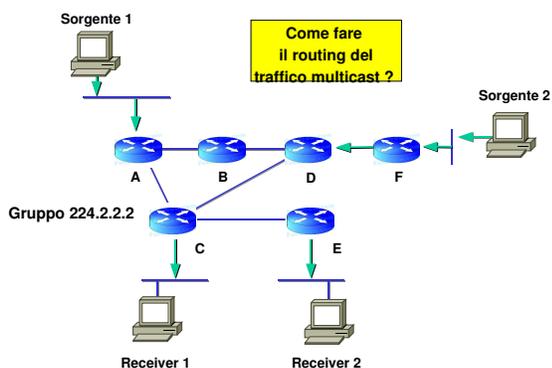
32

Source tree (2)

- L'albero è indicato con la coppia (S, G)
 - S = Sorgente
 - G = Gruppo
- L'albero è generato come uno shortest path tree
- C'è un albero per sorgente
 - (1.1.1.1, 224.2.2.2) e (1.1.2.1, 224.2.2.2)
- Pro: percorsi ottimizzati per ogni sorgente
- Contro: info nei router per ogni sorgente (complessità cresce col numero di sorgenti)

35

Multicast distribution tree



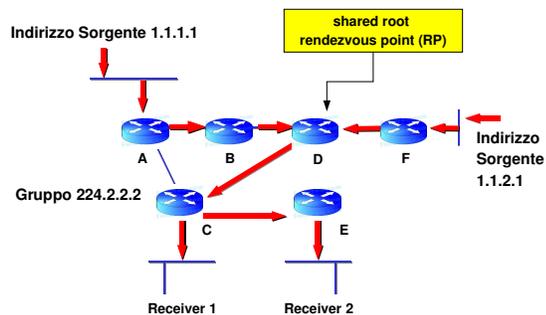
33

Uso dei source tree

- Applicazioni da-pochi-a-molti
 - TV e radio su Internet
- Requisiti di elevato throughput e basso ritardo
- Facilità di controllo della generazione di traffico da parte dell'amministratore
 - rispetto del Service Level Agreement (policing)
- Allocazione di risorse per QoS specifica per ogni sorgente (es. RSVP/IntServ)

36

Shared tree



37

Protocolli di routing multicast

- Scambio di messaggi tra router
- Creazione degli alberi di distribuzione
- Fanno uso delle routing table create staticamente o con i tradizionali protocolli di routing (EIGRP, OSPF, BGP)

40

Shared Tree (2)

- C'è un unico albero indicato con la coppia (*, G)
 - Es: (*, 224.2.2.2)
- Pro: minori info nei router e quindi maggiore scalabilità col numero di sorgenti
- Contro: i percorsi potrebbero non essere ottimali per certe sorgenti che quindi vengono svantaggiate
 - latenze diverse (ad es. problemi in audio-video-conferenza multi-a-molti)

38

Inoltro di pacchetti multicast

- Nel caso tradizionale unicast, il router decide l'interfaccia di uscita del pacchetto sulla base dell'IP di destinazione
- Rischio di pacchetti che girano all'infinito nella rete sprecando risorse
- Nel caso multicast diventa determinante la sorgente del pacchetto al fine di evitare loop nella distribuzione (reverse path forwarding)

41

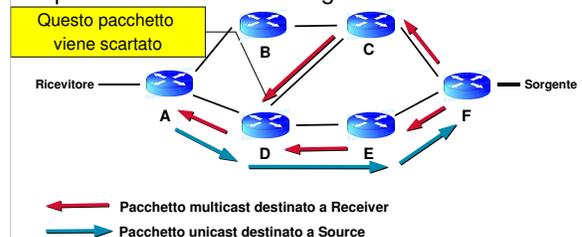
Uso degli shared tree

- Presenza di molte sorgenti a basso bitrate
 - Numero di sorgenti non noto a priori
- Applicazioni che non richiedono bassi ritardi
- Service Level Agreement e allocazione di risorse comune a molte sorgenti
- Casi in cui molti source tree si sovrapporrebbero tra di loro

39

Reverse path forwarding

- Ciascun router inoltra un pacchetto multicast solo se proveniente dall'interfaccia usata per mandare pacchetti unicast alla sorgente



42

Time To Live (TTL)

- Campo dell'header IP (1 byte)
 - Determina il numero massimo di router che possono essere attraversati da un pacchetto
 - Questo campo viene decrementato ad ogni router che il pacchetto attraversa; se viene raggiunto il valore zero, il pacchetto non viene inoltrato
- Può essere utilizzato per limitare il propagarsi dei frame multicast IP
 - *Scope* di un servizio multicast

43

Ostacoli all'utilizzo del multicast (2)

- Le informazioni da mantenere per i source tree diventano onerose se un'applicazione diventa popolare
 - I controlli sulle sorgenti diventano una regola piuttosto che un'eccezione
- La gestione dei gruppi diventa un problema se una certa applicazione su multicast diventa popolare
 - Es. 10000 gruppi formati da 3 host !!!
- Coordinazione tra Internet Service Provider per propagare i pacchetti multicast

46

RTP/RTCP su multicast

- Audio conferenza
 - un solo gruppo multicast
 - una porta per RTP e una per RTCP
- Audio/video conferenza
 - un solo gruppo multicast e due coppie di porte oppure
 - un gruppo multicast + coppia di porte per audio
 - un gruppo multicast + coppia di porte per video

44

Ostacoli all'utilizzo del multicast

- Tariffazione del servizio
 - Si tariffa il servizio che è trasportato dal multicast o il multicast stesso ?
 - Tariffazione riferita alla sorgente/destinazione/entrambi ?
- Controllo di accesso
 - Limitazione di throughput delle sorgenti/destinazioni ?
- Sicurezza
 - Attacchi denial of service su scala globale
 - Maggiore impunità perchè non compare mai l'indirizzo unicast della destinazione

45