

## Monilähetysreititys

- **Paketti lähetetään usealle vastaanottajalle**
- **Miksi?**
  - Monet sovellukset hyötyvät
    - ohjelmistopäivitykset
    - WWW-välimuistien päivitykset
    - etäopetus, virtuaalikoulu
    - videoiden, äänitteiden lähetykset
    - interaktiiviset pelit
  - **Mitä hyötyä?**
    - Nopeus, tehokkuus

14.11.2001

57

## • paketti monelle vastaanottajalle

- useita kaksipistelähetystyyppejä: kaikille oma paketti
- tulvitus
- multideestination routing: kohteet lueteltu paketissa, reititin kopioi kaikkiin tarpeellisiin ulosmenoihin
- lähettäjän virtittävä puu (spanning tree)
  - ei silmukoita
  - yhteinen tai jokaiselle lähettäjälle oma puu
- reverse path -algoritmi (käänteinen polku)
  - estimoit virtittävää puuta

## Monilähetys

- **Monilähetysryhmä**
  - ryhmäosoite (Luokan D osoite)
  - vastaanottajaryhmän hallinta
    - ryhmien muodostus, poistaminen
    - vastaanottajien lisääminen, poistaminen
- **Monilähetysten reitittäminen**
  - reitittimet tietävät ketkä kuuluvat mihinkin ryhmään
    - laskevat lyhimmät reitit vastaanottajiin
    - ohjaavat reititystaulujensa avulla paketit vastaanottajille

14.11.2001

59

## IGMP (Internet Group Management Protocol) (RFC 2236)

- **Monilähetysryhmien hallinta**
  - **IGMP isäntäkoneen ja sen lähimmän reitittimen välillä**
    - isäntäkone ilmoittaa itsensä jäseneksi tiettyyn ryhmään
    - isäntäkone poistaa itsensä ryhmästä
  - **monilähetysreititys algoritmi**
    - reitittimien välillä monilähetysten koordinoimiseksi
    - esim. PIM, DVMRP, MOSPF
    - huom! ryhmän isäntäkoneiden välillä ei ole mitään protokollaa
      - eivät tiedä, ketkä muut kuuluvat ryhmään

14.11.2001

60

## D-osoitteet

- **monilähetykset D-osoitetta käyttäen**
  - 28 bittiä => yli 250 miljoonaa ryhmäosoitetta
  - perilletoimitus 'best effort'
  - pysyviä ryhmiä
    - 224.0.0.1 kaikki lähiverkossa
    - 224.0.0.2 kaikki reitittimet lähiverkossa
    - 224.0.0.5 kaikki OSPF-reitittimet lähiverkossa
    - 224.0.0.6 kaikki 'designated' OSPF-reitittimet lähiverkossa
  - tilapäisiä ryhmiä

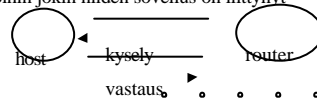
14.11.2001

61

## IGMP:n toimintaperiaate

### • kysely/vastaus

- monilähetysreitittimet kyselevät
  - noin minuutin välein kysyvät kaikilta koneiltaan, mihin ryhmiin kuuluvat
    - 224.0.0.1-osoitteella
- koneet vastaavat
  - ilmoittamalla kaikkien niiden ryhmien D-osoitteet, joihin jokin niiden sovellus on liittynyt



14.11.2001

62

## IGMP-sanomat

- **Membership query**
  - general: mihin ryhmiin kuuluvia?
  - specific: onko tiettyyn ryhmään kuuluvia?
  - Kyselyillä maksimivastausaika
- **Membership report**
  - kone haluaa liittyä tai on liittynyt ilmoitettuun ryhmään
- **Leave group**
  - kone ilmoittaa poistuvansa ryhmästä
  - vapaaehtoinen!
    - Jos ei vastaa kyselyihin, ei ole enää mukana
      - => jäsenyyden voimassaololle aikaraja

14.11.2001

63

## IGMP-sanoma

Type	max. response time	checksum
Multicast Group Address		

Type = mikä sanoma kyseessä

max. response time = maksimivastausaika kyselyissä

Checksum = taskistussumma

Multicast Group Address = monilähetysryhmän osoite

14.11.2001

64

## Maksimivastausaika?

- **Optimointia varten, esim. LAN-verkoissa, joissa kaikki kuulevat kaikki sanomat**
    - reititin haluaa tietää vain onko kukaan sen LANin koneista kiinnostunut tietystä ryhmästä
      - ei sitä ketkä koneista haluavat ryhmän jäseniksi
      - ei edes montako sen koneista on tietyn ryhmän jäseninä
    - koneet vastaavat satunnaisen ajan kuluttua
      - jos joku muu kone jo vastannut, ei enää vastaa
- => vastausten määrä pienenee**

14.11.2001

65

## Internetin monilähetyspalvelumalli

- **Kone ilmoittaa omalle reitittimelleen haluavansa liittyvä tiettyyn ryhmään**
  - IGMP:n membership\_report-sanomalla
- **Reitittimet alkavat välittää koneelle tämän ryhmän viestejä**
- **vastaanottajavetoinen (receiver-driven)**
  - Lähettäjä ei pidä kirjaa ryhmän jäsenistä eikä tiedä kenelle kaikille viesti menee.
- **Kuka tahansa voi toimia lähettäjänä**
  - eri lähettäjien sanomat tulevat sekaisin
- **Monilähetysosoitteita ei koordinoita verkkotasolla**
  - eri ryhmille voidaan valita sama osoite

14.11.2001

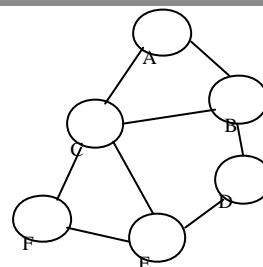
66

## Monilähetysreititys (multicast routing)

- **Ongelma:**
  - Reitittimien on kyettävä rakentamaan 'optimaaliset' reitit ryhmän kaikille vastaanottajille
    - kun mikä tahansa kone voi toimia lähettäjänä
    - ryhmään voi kuulua eri määrä vastaanottajia
      - lähes kaikki isäntäkoneet
      - vain muutama isäntäkone
    - ryhmän jäsenyyden voi olla hyvin dynaamista
  - Tavoitteena on löytää mahdollisimman optimaalinen linkkipuu, joka yhdistää kaikki ryhmän jäsenet
    - sanomien reititys puun linkejä pitkin

14.11.2001

67



A, B, E ja F:  
reitittimillä  
ryhmän jäseniä

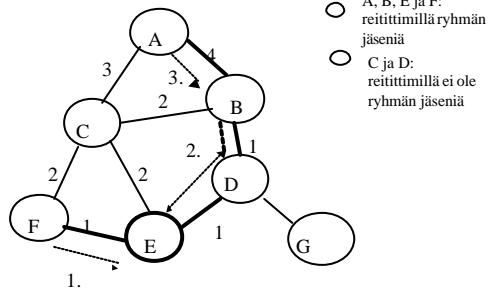
C ja D:  
reitittimillä ei  
ole ryhmän  
jäseniä

14.11.2001

68



## Keskuspohjainen monilähetyspuu



14.11.2001

75

## Jokaiselle lähettäjälle oma puu

- **Tavallisessa reitityksessä jo yleensä lasketaan pienimmän kustannuksen puu lähettäjältä muihin solmuihin**

- Dijkstra => reititystaulu
  - least unicast-cost path tree

- **Reverse path forwarding**

- “Älä turhaan lähetä tänne” (pruning)

- **paljon puuta**

- N lähettäjä => N puuta

- reitityksessä käytetty puu valitaan lähettäjän mukaan

14.11.2001

## Reverse path forwarding -algoritmi

- **idea**

- tuliko paketti portista, josta normaalisti lähetetään paketin aloittaneelle solmulle?

- jos tuli, paketti kopioidaan kaikkiin muihin portteihin
- jos ei tullut paketti tuhotaan kaksoiskappaleena

- **edut**

- tehokas ja helppo toteuttaa
- ei tarvitse tuntea virittävää puuta
- ei ylim. yleisrasitetta (kohdelista, lisäbittejä)
- tulvitus päättyy itsestään

14.11.2001

77

## Monilähetytreititys Internetissä

- **DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol) (RFC 1075)**

- kullekin lähteelle oma puu

- käyttäen ‘reverse path forwarding’-menetelmää ja karsimista (pruning) ja lisäämistä (graft)

- etäisyysvetrori algoritmin avulla kukin reititin laskee lyhyimmän polun jokaiseen mahdolliseen lähteeseen ja tallettaa linkin (next hop)

- tieto puussa ‘alavirtaan’ sijaitsevista reitittimistä, jotta tiedetään, milloin haara voidaan karsia

- kun kaikki reitittimet ilmoittavat, etteivät enää ole kiinnostuneita

14.11.2001

78

## Muita

- **MOSPF (Multicast Open Shortest Path First) (RFC 1584)**

- OSPF:ää käyttävissä AS:issä
- linkkitilailmoituksissa myös tieto monilähetyryhmien jäsenyydestä
- kaikki reitittimet tietävät, mihin monilähetyryhmii muiden reitittimien isäntäkoneet kuuluvat
- voivat laskea kullekin lähteelle oman ennalta karsitun lyhyimmän polun puun kullekin monilähetyryhmälle

14.11.2001

79

## Muita monilähetysprotokollia

- **CBT (Core-based Trees) (RFC 2201, RFC 2189)**

- **PIM (Protocol Independent Multicast) (RFC 2362)**

- dense mode ~ DVMRP

- tulvita ja karsi

- sparse mode ~ CBT

- JOIN-sanomia, jotka ohjataan yksilähetyksenä keskussolmuun

- polullaolevat reitittimet monilähetysmoodiin

- keskussolmu lähettää monilähetyksenä muille

- yksi puu <=> lähettäjälle oma puu

14.11.2001

80