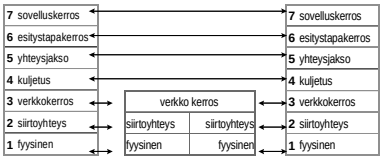
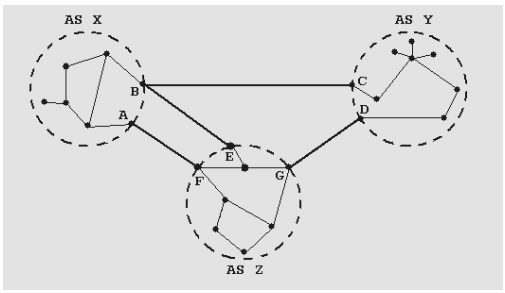
Tietoliikenneverkot

Luento: Reititys

Ja taas OSI



Malliverkko



Terminologiaa

- AS (Autonomous System)
  - Joukko verkkoja, joilla on yhteinen reititys strategia ja joita hallinnoi yksi organisaatio
  - Kaikki osat on sisäisesti kytkettyjä eli jokaisesta AS:n osasta on polku toiseen AS:n osaan käyttäen vain AS:n resursseja
- Alue (Area)
  - AS:n sisäinen yhteinäisten verkkojen ja pätelaitteiden muodostama joukko

Terminologiaa

- IGP (Interior Gateway Protocol)
  - Autonomisen alueen sisällä reititystauluja ylläpidetään sisäisellä reititysprotokollalla
  - Autonomisen alueen ulkopuolinen tieto saadaan ulkoisella reititysprotokollalla, jonka informaatio siirretään sisäiseen protokollaan
- EGP (Exterior Gateway Protocol)
  - Autonomisten alueiden välillä reititys informaatiota siirretään ulkoisella reititysprotokollalla

Terminologiaa

- Reunareititin (Border router)
  - Reititin on reunareitin, jos sillä on vähintään yksi ulkopuolinen naapuri.
- Sisäiset naapurit (interior neighbours)
  - Kaksi reititintä on sisäisiä naapureita, jos ne ovat reunareitittimiä samassa autonomisessa alueessa.
  - Ne voivat olla epäsuorasti kytkettyjä tai suoraan kytkettyjä toisiinsa
- Ulkoiset naapurit (exterior neighbours)
  - Kaksi reititintä on ulkoisia naapureita, jos niillä on yhteinen verkko ja ne kuuluvat eri autonomiseen alueeseen

Terminologiaa

- Topologinen tietokanta
  - Tietokanta verkoista ja niihin liittyvistä reitittimistä
- Alue (domain)
  - Osa verkkoa, jolla on yhteneväinen topologinen tietokanta
  - Usein korvaa termin autonominen alue

Käsiteltävät protokollat

- sisäiset protokollat
  - RIP
  - OSPF
- ulkoiset protokollat
  - EGP
  - BGP
  - CIDR+BGP

RIP

- Router Information Protocol
  - Alunperin Xerox PARC Universal Protocol (GWINFO)
  - Käytettiin Xerox Network System (XNS) protokolla mallissa
  - Formaalisti kuvattu XNS Internet Transport Protocol määrittelyssä (1981) sekä RFC 1058:ssa (1988)
  - Otettiin TCP/IP käyttöön BSD UNIXin myötä vuonna 1982 ohjelmana *routed*

RIP

- Perustuu hajautettuun etäisyysvektori algoritmiin
- Käytetään sekä ajastettua tietokannan päivitysta (joka 30s) sekä herätepohjaista tietokannan päivitystä.

Destination	Next hop	Distance	Timers	Flags
Network A	Router 1	3	t1, t2, t3	x, y
Network B	Router 2	5	t1, t2, t3	x, y
Network C	Router 1	2	t1, t2, t3	x, y
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

RIP sanoman vaihto

- Jokainen reititin lähettää reititystaulunsa muille reitittimille
  - jakelulähetyksenä 255.255.255.255
  - UDP-porttiin 520
  - Joka 30s
  - Reititystaulun muuttuessa (RND 1-5s)

RIP sanoman vastaanottajan tilakone

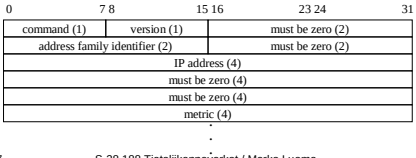
- Sanoman vastaanottaja
  - alustaa reititystaulunsa vastaamaan sanoman sisältöä
  - Alustaa timeout ajastimen 180s
    - » Mikäli reititin ei tämän ajan kuluesa vastaanota päivitystä, oletetaan reitin kadonneen.
- Mikäli reitti katoaa
  - Asetetaan sen etäisyys äärettömään (16) ja alustetaan garbage-collection ajastin 120s
  - Jos ajastin laukeaa, poistetaan reitti reititystaulusta

RIP reititystaulu

- Network - verkon osoite (A, B, C -luokka)
- Next Hop - seuraavan reitittimen osoite
- Distance - etäisyys reitittimestä kohteeseen
- Timers - ajastimet (timeout, garbage-collection)
- Flag - lippu (kuvaa tietoa siitä onko reitti muuttunut edellisen lähetyksen jälkeen)

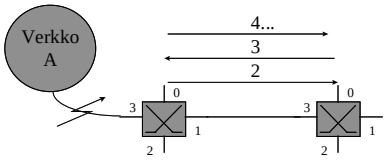
RIP paketti

- Maksimissaan 512 tavua + UDP ja IP otsikot
- Kentät:
  - » Command - request/response
  - » Version - RIP-1
  - » Address… - IP
  - » IP address , metric



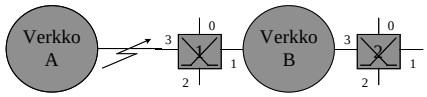
RIP

- Sallii etäisyydelle arvot 1 - 16
  - 16 tarkoittaa tavoittamatonta
  - Nopeuttaa silmukoiden purkautumista
  - RIP ei ole tarkoitettu suurempiin verkkoihin (vrt päivitysten kompleksisuus luennolta 4)



RIP

- Sisältää älykkään reititystaulukoita poistavan mekanismin
  - Yhteyden katkettua verkon A ja reitittimen 1 välillä reititin 1 mainostaa etäisyyttä 16 verkolle A
  - Reititin 2 ei mainosta taulukossa olevaa tietoa (1) sillä se on tallentanut myös tiedon, että kyseinen etäisyys oli reitittimen 1 kautta.
    - » reititin 2 päivittää tietonsa äärettömäksi



OSPF

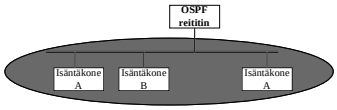
- Open Shortest Path First
  - Avoin kaikille toteuttajille
  - Hyödyntää Dijkstran lyhimmän tien algoritmia
- Perustuu
  - ARPANET reititys kokeiluihin
  - OSIn IS-IS reititysprotokollaan
- Virallinen versio RFC 1247

OSPF

- Nopea ja silmukaton uudelleen reititys
  - Etäisyysvektoriprotokollat muodostavat reitit verkossa, kun taas linkkitila protokolla tekee sen paikallisesti
- Mahdollisuus useisiin etäisyysarvoihin
  - Mahdollistaa eri tyyppisille liikenteille erillaiset ‘lyhimmät polut’
- Mahdollisuus monipolku reititykseen
  - Mahdollistaa useita reittejä samaan päätepisteeseen ja siten kuormituksen jakamisen verkossa
- Mahdollisuus useisiin ulkoisiin reitteihin
  - Osaa neutraloida silmukat sisäisesti

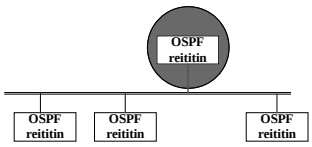
OSPF

- Erotetaan käsitteet päätelaite ja reititin
  - Reititin kokoaa verkon päätelaitteet aliverkoksi



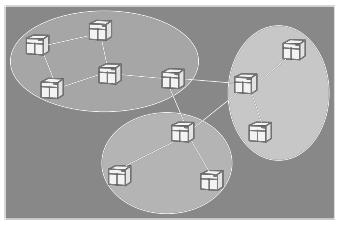
OSPF

- Tuki levitysverkoille
  - Parien välisiä läheisyyksiä puretaan valitsemalla pääreititin, joka toimii isäntänä muille
  - Muut solmivat läheisyyssuhteen vain isäntään



OSPF

- Suurten verkkojen osittaminen
  - Suuret autonomiset järjestelmät on mahdollista osittaa alueisiin



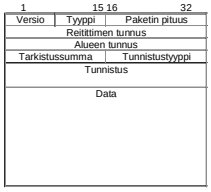
OSPF

- Jokaisella reitittimellä topologiatietokanta
- Topologiatietokanta muodostetaan eri reitittimien linkkitila ilmoituksista kokoamalla

OSPF

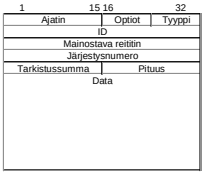
- Uusi reititin sisältää tyhjän topologiatietokannan
- Aluksi muodostetaan naapuruussuhde hello-protokollalla
- Tämän jälkeen linkkitilatietokannat siirretään naapureiden välillä
  - Kahden synkronoidun reitittimen sanotaan olevan läheisiä (adjacent)
- Jokainen reitin lähettää määrävälein linkkitilailmoituksia läheisilleen

OSPF



- Reitittimen tunnus
- Alueen tunnus
- Tarkistussumma
- Tunnistustyyppi:
  - Salasana ...
- Versio: OSPF-versio
- Tyyppi: OSPF-sanomatyyppi
  - Hello
  - Topologiatietokannan kuvaus
  - Linkkitila pyyntö
  - Linkkitila päivitys (vastaus)
  - Linkkitila kuittaus (edelliseen)
  - Reitittimen linkki-ilmoitus
  - Verkkolinkki-ilmoitus (monipääsyverkoissa)
  - Linkkikoosteilmoitus
  - Ulkoisten linkkien ilmoitus
- Paketin pituus

OSPF



- Ajastin: ensimmäisestä ilmoituksesta kulunut aika
- Optiot: Tuki TOS:lle (muut määrittelemättä)

- Tyyppi: Tietokannan tyyppi
  - reititin
  - verkko
  - kooste IP-verkosta
  - kooste reunareitittimistä
  - ulkoinen
- ID: riippuu mainostavasta reitittimestä ja käytettävästä linkistä
- Mainostava reititin
- Järjestysnumero
- Pituus: koko ilmoituksen pituus

OSPF

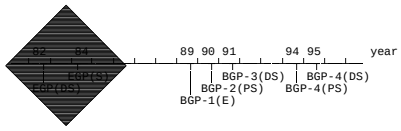
- Reititin ilmoitus
  - Lähetetään tieto, jokaisen linkin tyypistä
    - » yksipiste
    - » kauttakulkuverkko
    - » aliverkko
  - Linkin tunnus
  - Ilmoittavan laitteen tunnus
  - TOS-kenttä ja sitä vastaava etäisyys
- Verkko ilmoitus
  - Määrätty reititin lähettää kauttakulkuverkkoon
  - Sisältää lähettäjän tiedon
  - Verkko tai Aliverkkomaski
  - Kaikkien liitettyjen reittitimien tunnukset

OSPF

- Koostelinkit
  - Reunareitittimet lähettävät
  - Riippuen reitittimestä lähettäjä tunnus on
    - » reunareittimen IP-osoite
    - » verkon osoite
    - » aliverkon osoite
  - Verkkomaski lähettäjä tunnusta vastaten
  - Etäisyys määritykset
- Ulkoiset linkit
  - Reunareittimet lähettävät
  - ID on kohteen osoite
  - Verkkomaski on kohteen maski
  - TOS-arvo ja sitä vastaava etäisyys
  - Lisäkenttä ylimääräisen reititysinformaation vaihtoon

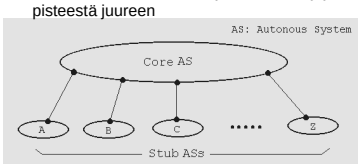
EGP

- Exterior Gateway Protocol
  - RFC 904 (1984)
  - Korvasi vanhan Gateway to Gateway protokollan, jolla ensimmäiset reitittimet kommunikoivat keskenään



EGP

- Perustuu 80-luvun alun periaatteeseen, että internet
  - on puumainen rakenne, jossa ei ole silmukoita
  - sisältää kaksi hierarkia tasoa
    - » juuri: ARPANET + SATNET
    - » lehdet: Yksittäiset alueet, jotka on liitetty yhdestä pisteestä juureen



EGP

- Puu rakenne
  - ei silmukoita
    - » ei silmukoita poistavia mekanismeja
  - yksi reitti runkoon
    - » ei monta reittiä mahdollistavaa valintaa
- Ulkoiset naapurit
  - vaihtavat keskenään tietoa mitä verkkoja niiden kautta tavoitetaan
  - ensinmäinen välireititin (first-hop) ja sen etäisyys ilmoitetaan EGP sanomassa
    - » etäisyys on 0-255 (255 tarkoitaa tavoittamatonta)

EGP

- Tilakone ja sen toiminta
  - Naapurin hankinta - kaksi ulkoista naapuria sopivat vaihtavansa EGP tietoa keskenään
  - Naapurin saavutettavuus - ulkoiset naapurit vaihtavat määrävälein (30s) sanomia varmistaakseen linkin toiminnan
  - Verkon saavutettavuus - ulkoiset naapurit vaihtavat määrävälein (120s) tietoa heiän kauttaan saavutettavista verkoista

EGP



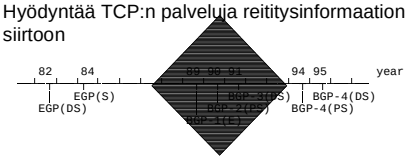
- Versio: EGP:n versio
- Sanomatyyppi:
  - Naapurin hankinta
  - Naapurin saavutettavuus
  - Verkon saavutettavuus (poll)
  - Reitityksen päivitys
  - Vika
- Koodi: erottele alasanomatyypit
- Tila: erilaisia vikatilan tarkennuksia
- Tarkistussumma
- AS:n tunnus
- Järjestysnumero: kysymys/vastaus sanomien kohdistaminen

EGP

- Ongelmia
  - Säännölliset koko saavutettavuus informaation siirrot reitittimeltä toiselle vaativat erittäin suurta MTU:n kokoa. Käytännössä sanoma joudutaan osittamaan useaan pakettiin, joiden katoaminen aiheuttaa koko sanoman uudelleen lähetyksen
  - Ei tarjoa minkäänlaista suojaa väärinkäytöksiä vastaan
  - Käytännössä verkossa on aina silmukoita ja niitä tuleekin olla varmistuksien takia

BGP

- Border Gateway Protocol
- Virallinen määrittely RFC 1163
- Seuraavan sukupolven EGP
- Hyödyntää TCP:n palveluja reititysinformaation siirtoon

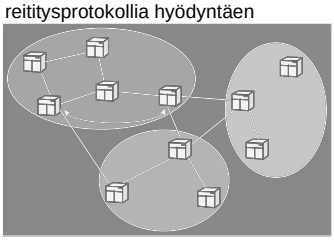


BGP

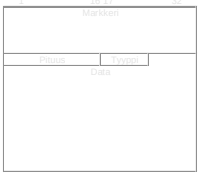
- Mallintaa Internetin topologiaa yleisenä graafina (vrt OSPF)
  - autonomiset järjestelmät ovat graafin kytkentäpisteitä
  - yhteydet autonomisten järjestelmien välillä ovat graafin särmiä
- Purkaa reitityssilmukoita polkuverktorilla
  - Mainostetava reitti sisältää polkuvektorin, joka kuvaa kauttakulku alueita (AS)
  - Reunareititin ei hyväksy reittiä, mikäli sen oma alue on jo polkuvektorissa

BGP

- Autonomisen alueen sisäisten naapureiden välillä reititys informaatio siirretään suorina yhteyksinä EI sisäisiä reititysprotokollia hyödyntäen



BGP



- Markkeri: Sisältää autentikointiin tarvitavaa tietoa, jonka vastaanottaja voi ennustaa
- Pituus: koko sanoman pituus
  - 10 - 8192 tavua
- Tyyppi: määrittelee sanomatyypin
  - Avaus
  - Päivitys
  - Ilmoitus
  - Ylläpito

BGP

- Avaus
  - Naapurin hankinta
  - Kaksi naapuria sopii reititys informaation vaihdosta
  - TCP-porttiin 179
  - Hyväksyntä ylläpitosanomalla
- Päivitys
  - Reititysinformaation vaihto
  - Sanomat sisältävät polun tiettyyn AS:n
  - Verkot, jotka on saavutetavissa tässä AS:ssa

BGP

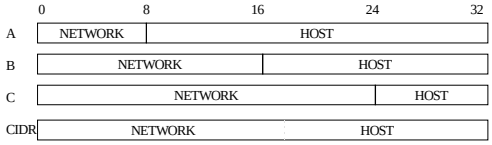
- Ilmoitus
  - Virheilmoituksien siirtoon käytetty sanomatyyppi
  - Sisältää
    - » virheilmoituksen
    - » virheen aiheuttaneen tietueen
- Ylläpito
  - Avauksen hyväksynttään käytetty sanoma
  - määrävälein yhteyden tarkistus (120s)

CIDR

- Classless Inter-Domain Routing
- B-luokan osoiteavaruuden rajoitukset
  - B-luokan osoitteiden määrä 63555
  - C-luokan verkot liian pieniä suurelle osalle yrityksiä
- Reititysinformaation räjähdysmäinen kasvu
  - Reitittimien muisti ja prosessori kapasiteetti ei riittänyt turvaamaan nopeuksien pysymistä kohtuullisina

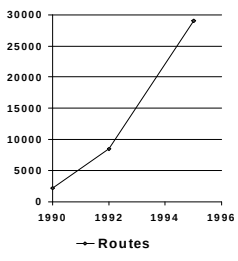
CIDR

- C-luokan osoiteavaruus 256 osoitetta on liian pieni suurelle osaa yrityksiä
- Tarvitaan isompia lohkoja osoitteita
- B-luokan osoiteavaruus 65535 osoitetta on vastaavasti aivan liian iso



CIDR

- Joulukuussa 1990 Internetissä oli 2190 reittiä
- Joulukuussa 1992 Internetissä oli 8500 reittiä
- Heinäkuussa 1995 Internetissä oli yli 29000 reittiä



CIDR

- Ajatus on suorittaa reittien kokoamista perustuen osoiteavaruuden kattavaan kuvaamiseen:
  - verkko-osoitteella
  - verkko maskilla
- Kyseinen osoiteistus mahdollistaa myös osoiteavaruuden jakamisen 2:n potensseina

[xxx.xxx.xxx.xxx zzz.zzz.zzz.zzz]

CIDR

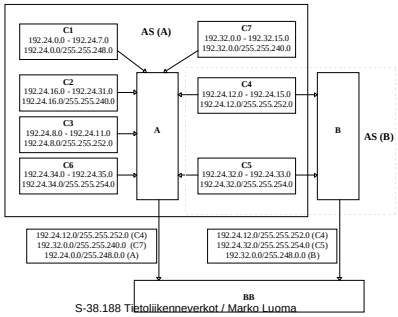
- Toiminta edellyttää, että osoitteet on jaettu topologisesti mielekkäästi:
  - Palvelun tarjoalla on yhtenäinen osoiteavaruus
  - Palvelun käyttäjällä on yhtenäinen osoiteavaruus

Multi-regional	192.0.0.0 - 193.255.255.255
Europe	194.0.0.0 - 195.255.255.255
Others	196.0.0.0 - 197.255.255.255
North America	198.0.0.0 - 199.255.255.255
Central/South America	200.0.0.0 - 201.255.255.255
Pacific Rim	202.0.0.0 - 203.255.255.255
Others	204.0.0.0 - 205.255.255.255
Others	206.0.0.0 - 207.255.255.255

CIDR

- Reittien ilmoittamisen säännöt:
  - Reititys kaikkii verkkoihin täytyy tehdä pisimmän yhtäläisyyden perusteella
    - » Monikotiset alueet täytyy ainaa ilmoittaa yksilöllisesti
  - Reitittimen, joka suorittaa reittien kokoamista, täytyy hylätä paketit, jotka ovat kootun reitin osia mutta eivät kuulu yhteenkään yksilölliseen reittiin.

CIDR



CIDR

- Reititysprotokollat
  - Alueen sisäinen
    - » Alueiden väliset protokollat toimivat myös alueiden sisällä
    - » Käyttää protokollaa, joka tukee kokooma informaation levitystä
      - OSPF
      - RIP II
      - Integrated IS-IS
      - E-IGRP
  - Alueiden välillä
    - » BGP-4.

CIDR

- CIDR-pohjaisissa verkoissa täytyy reititystietoa vaihdettaessa huomioida
  - Vaihdettavan informaation tyyppi:
    - » Oletus reititin
    - » Perinteinen verkkokohtainen informaatio
    - » CIDR informaatio
  - Molemmissa päissä täytyy huolehtia osoitteiden oikeasta käsittelystä (kokoaminen ja purkaminen)