

S-72.253 Datasiirto ja tietokoneverkot

Laskuharjoitus 10/1999

Ratkaisut

1. Esimerkkinä protokollan toteutuksesta tarkastellaan ISON kuljetuspalveluprotokollaa.

Kuljetustason tiedonsiirto muodostaa kaksisuuntaisen yhteyden kahden (samassa tai) eri tietokoneessa toimivan prosessin (ohjelman) välille. Käyttöjärjestelmässä, jossa on samanaikaisesti käynnissä useita, toisistaan verraten riippumattomia töitä, kuljetustason ohjelmisto on siten melko tiiviissä yhteydessä käyttöjärjestelmään ja muodostaa yhteyden tiedonsiirtoa käyttävän ohjelman ja järjestelmän yhteisten tietoliikenneliitäntöjen välille.

Kuljetustason on peitettävä sekä tietoliikenneverkkojen että käyttöjärjestelmien väliset erot, ja kuljetuspalvelun käyttäjälle tarjottava tietoliikenneyhteys on jo monessa suhteessa ideaalinen. Toisin kuin muilla hierarkiatasoilla, kuljetustasolla on vain kaksi standardisoitua ja laajassa käytössä oleva protokollaa, **ITU-T:n protokolla X.224 (ISO 8073)** ja sitä toiminnallisesti vastaava Internetin TCP-protokolla. Tutustumme näistä protokollaan X.224.

Kuljetuspalvelun rajapinta on kaikille käyttäjille sama ja riippumaton sekä käytetystä tietoliikennetarkistuksesta että tiedonsiirtoa käyttävästä sovellutuksesta. Palvelu on esitetty CCITT:n suosituksessa X.214 (ISO 8072). Kuljetuspalvelun käyttäjien toisilleen lähettämät sanomat (TSDU, Transport Service Data Unit) muodostavat kaksi yksisuuntaista jonoa.

Tiedonsiirto jakaantuu kolmeen vaiheeseen:

- yhteyden muodostaminen
- varsinainen tiedonsiirto ja
- yhteyden purkaminen.

Yhteyden muodostamisvaiheessa käytetään suosituksen X.214 mukaan seuraavia kommunikointiprimitiivejä (sanomatyyppejä):

- T-CONNECT request (Transport Connection Request) Yhteyden muodostamispyyntö toiselle osapuolelle.
- T-CONNECT indication Toiselta osapuolelta tuleva yhteyden muodostamispyyntö.
- T-CONNECT response Vastaus saatuun yhteyden muodostamispyyntöön.
- T-CONNECT confirm Toiselta osapuolelta tuleva vastaus.

Varsinaiseen tiedonsiirtoon käytetään seuraavia primitiivejä:

- T-DATA request Varsinaista siirrettävää tietoa sisältävä sanoma.
- T-DATA indication Sisältää saapuvaa tietoa.
- T-EXPEDITED-DATA request Lyhyt kiireellinen sanoma. Tällä sanomalla on oikeus kiilata jonossa.
- T-EXPEDITED-DATA indication Saapuva kiireellinen sanoma.

Yhteyden katkaisemiseen käytetään primitiivejä:

- T-DISCONNECT request Yhteyden katkaisupyyntö. Tällä sanomalla on oikeus kiilata jonossa eikä sen jälkeen tulevia sanomia välitetä.
- T-DISCONNECT indication Tuleva yhteyden katkaisupyyntö.

Kuhunkin em. primitiiviin liittyy joukko parametreja, jotka sisältävät ohjaustietoa ja varsinaista siirrettävää tietoa, joka välitetään sellaisenaan vastaanottajalle.

Yhteyden muodostaminen aloitetaan kutsumalla primitiiviä T-CONNECT request. Parametreina annetaan kutsuvan ja kutsutun prosessin osoite ja tietoja halutusta palvelutasosta.

Kuljetuspalvelu välittää nyt pyynnön kutsutulle prosessille, tarvittaessa alemman tason tiedonsiirtoyhteyden välityksellä, käyttäen primitiiviä T-CONNECT indication. Parametrien arvot ovat samat tai, mikäli kuljetuspalvelu ei pysty tukemaan vaadittua palvelutasoa, alemmat kuin alkuperäisessä yhteydenmuodostamispyyntöissä.

Kutsuttu prosessi tutkii nyt saamansa pyynnön ja, mikäli yhteys voidaan muodostaa, vastaa siihen käyttäen primitiiviä T-CONNECT response. Parametrina on mm. vastanneen prosessin osoite ja tietoja palvelutasosta. Tämän jälkeen kutsuttu prosessi siirtyy tiedonsiirtovaiheeseen.

Kuljetuspalvelu välittää vastauksen parametreineen kutsuneelle prosessille käyttäen primitiiviä T-CONNECT confirm. Yhteys on nyt muodostettu ja myös kutsunut prosessi siirtyy tiedonsiirtovaiheeseen.

Prosessien välille on nyt muodostettu kaksisuuntainen tiedonsiirtoyhteys ja kumpi tahansa prosessi (lähettävä prosessi) voi lähettää tietoa käyttäen primitiiviä T-DATA request. Kuljetuspalvelu välittää tiedot toiselle prosessille (vastaanottava prosessi) samassa järjestyksessä ja mahdollisista vastakkaiseen suuntaan lähetetyistä tiedoista riippumatta käyttäen primitiiviä T-DATA indication. Em. primitiivien parametrina voi olla mielivaltaisen määrä tietoa, kuljetuspalvelu huolehtii tiedon jakamisesta verkkoyhteydellä sopivan mittaisiin ryhmiin ja näiden jälleenyhdistämisestä. Palvelutasosta riippuen kuljetuspalvelu voi huolehtia käyttäjälle näkymättömästi myös mm. verkkoyhteyden hallitusta uudelleenmuodostamisesta sen jostain syystä katketessa ja tiedon uudelleenlähettämisestä virhetilanteissa.

Kumpi tahansa prosessi voi koska tahansa pyytää kuljetusyhteyden purkamista käyttäen primitiiviä T-DISCONNECT request, jolloin yhteys purkamista pyytäneen prosessin kannalta katkeaa heti. Kuljetuspalvelu välittää pyynnön toiselle prosessille primitiiviä T-DISCONNECT indication käyttäen, jonka jälkeen yhteys on purkautunut. Yhteyden muodostamisvaiheessa kutsuttu prosessi voi myös kieltäytyä yhteyden muodostamisesta vastaamalla pyyntöön primitiivillä T-DISCONNECT request.

Kuljetusprotokolla sanan kapeammassa merkityksessä on ohjelma (oik. kahden keskenään kommunikoivan ohjelman muodostama kokonaisuus), joka toteuttaa edellä esitetyn palvelun. Tässä tarkoituksessa kuljetusprotokolla käyttää hyväkseen olemassaolevaa lähinnä alemman kerroksen, verkkokerroksen, tiedonsiirtopalvelua.

Tehtävänsä suorittaessaan kuljetusprotokollan toteuttavat ohjelmat lähettävät toisilleen seuraavan tyyppisiä sanomia:

- CR (Connection Request), yhteyden muodostamispyyntö
- CC (Connection Confirm), vastaus yhteyden muodostamispyyntöön
- DT (Data Transfer), varsinaisia siirrettäviä tietoja
- AK (Acknowledgement), edellisen kuittaus
- RJ (Reject), hylkäävä kuittaus
- ED (Expedited Data), kiireellisiä siirrettäviä tietoja
- EA (Expedited Data Acknowledgement), edellisen kuittaus
- DR (Disconnect Request), yhteyden purkamispyyntö
- DC (Disconnect Confirm), purkamispyyntöön kuittaus ja

- ER (Error), virheilmoitus.

Näiden sanomien (TPDU, Transport Protocol Data Unit) esitysmuoto on yksityiskohtaisesti määrätty standardissa ISO 8073. Sanomat välitetään toiselle ohjelmalle tavallisena tietona verkkoyhteyden välityksellä.

2. (kotitehtävä) Olet laatimassa ohjelmaa joka siirtää mahdollisesti varsin suuren tiedoston koneelta toiselle. Vertaa hyviä ja huonoja puolia, kun ohjelma rakennetaan siten, että se käyttää hyväkseen olemassaolevaa

- a) UDP-palveluohjelmistoa**
- b) TCP-palveluohjelmistoa**
- c) ISON yhteyspohjaista OSI-kuljetuspalvelua.**

- a) UDP ja IP, jota UDP puolestaan käyttää, ovat datagrammipohjaisia palveluja. UDP-kehyyksessä on kyllä mahdollista käyttää tarkistussummaa, mutta mahdollisista uudelleenlähetysistä on palvelun käyttäjän huolehdittava itse. Käyttäjän on myös varauduttava kehysten häviämiseen matkalla. Virheiden todennäköisyys riippuu puolestaan siitä, millaisen verkon varaan IP-palvelu on rakennettu. Paikallisverkoissa todennäköisyys on paljon pienempi kuin esim. puhelinverkossa. Datsiirtoon tarkoitetuilla, puhelinverkon varaan rakennetuilla yhteyksillä (esim. X.25 tai virheenkorojauksella varustettu modemi) on tosin omat sisäänrakennetut virheenkorojausmenettelynsä, jolloin verkon käyttäjän kannalta ratkaiseva jäännösvirhesuhde on tavallista puhelinyhteyttä parempi. UDP on siten käyttökelpoinen siirrettäessä tiedostoja oman organisaation sisällä (samassa rakennuksessa) lähiverkon välityksellä varsinkin, jos kysymys on esimerkiksi tavallisesta tekstistä eivätkä yksittäiset pikkuvirheet ole kohtalokkaita.
- b) Kuten edellinenkin, TCP käyttää hyväkseen Internetin datagrammipohjaista IP-protokollaa. TCP sensijaan on yhteyspohjainen protokolla, jossa on varauduttu virhetilanteisiin ja kehysten uudelleenlähetysiin siirron aikana. TCP soveltuu siten tiedoston siirtoon internetin välityksellä, kun siirtotie on pitkä ja monipolvinen eikä siirron laadusta ole takeita tai siirtotietä ei edes tarkkaan tunneta tai kun siirron virheettömyys on tärkeää. TCPn käyttö edellyttää kuitenkin Internet-yhteyden (tai muun IP-protokollaa käyttävän yhteyden) olemassaoloa.
- c) Tämä ISON ja ITU-Tn standardoima protokolla tarjoaa käyttäjälleen olennaisesti samat palvelut kuin TCP, mutta tämä koskee vain käyttäjälle näkyvää palvelurajapintaa. Protokollan sisäinen toteutus, sen käyttämät alemman tason protokollat ja ohjelmien toisilleen lähettämät kehykset ovat erilaisia. Protokolla on suunniteltu toimimaan X.25- tms. telelaitosten asiakkailleen tarjoaman verkkoliittymän päällä.

TCP:tä käytettäessä kaikki palvelut, joita TCP ei tarjoa, jäävät sovellutusohjelman vastuulle. OSIn kuljetustason protokollan ja sovellutusohjelman välissä on sensijaan korkeamman hierarkiatason protokollia, joiden tarjoamat palvelut helpottavat sovellutusohjelman tekoa: Istuntotason (session) palveluihin sisältyy mm. standardoitu tarkistus- ja uudelleenaloituspisteiden käsittely, jota käyttäen suuren tiedoston siirtoa ei ole pakko saada päätökseen yhden istunnon aikana eikä kaikkea tarvitse aloittaa alusta uudelleen sekaannuksen sattuessa. Esitysmuototasolla muunnetaan siirrettävät tietoalkiot (kokonaisluvut, liukuluvut, merkkijonot...) standardoituun esitysmuotoon (ASN.1), joten erot tietojen koodauksessa eri valmistajien tietokoneiden välillä eivät haittaa. Sovellustasolla on standardoitu mm. FTAM-protokolla File Transfer Access and Management), joka mahdollistaa kaikista käyttöjärjestelmistä tutut tiedosto-operaatiot - kuten tiedoston

avaamisen, lukemisen, kirjoittamisen ja tiedoston sulkemisen - myös eri käyttöjärjestelmää käyttävien tietokoneiden välillä.

OSIn ylempien tasojen palveluja toteuttavia protokollaohjelmia ei ole markkinoitu läheskään yhtä aktiivisesti, kuin vastaavia TCP/IP-maailman ohjelmia. Lähinnä suuret telepalvelujen tarjoajat (HPY, Sonera...) ovat tehneet tai teettäneet ohjelmia omaan käyttöönsä. Asiakkailleen nämä yritykset puolestaan tarjoavat valmiita laitteet, ohjelmat ja yhteydet käsittäviä palvelupaketteja esim. sähköpostia tai kauppa-asiakirjojen sähköistä siirtoa (EDI) varten. Sensijaan WWW-palvelu on niin sidoksissa Internet-maailmaan ja IP-osoitteisiin, ettei vastaavaa ISON ja ITU-T:n standardeihin pohjautuvaa palvelua ainakaan vielä ole olemassa.