

Harjoitus 2

Nelli Sviili

nekasvii@student.jyu.fi

TIES536 Sulautettu Internet

Informaatioteknologian tiedekunta

9.1.2020

Sisällys

1.	6LoWPAN.....	3
2.	Referaatti artikkelista “Routing Challenges in Internet of Things”	5

1. 6LoWPAN

6LoWPAN on IPv6-protokolla pienimuistisille laitteille ja se tulee englanninkielisestä termistä IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks. Se on avoin standardi, joka on määritelty IETF:n standardina **RFC 6282**. 6LoWPAN-protokolla on saanut myös lisämäärittelyksiä standardeissa **RFC 4919** (6LoWPAN yleiskatsaus, oletukset, ongelmista ja tavoitteista), **RFC 4944** (IPv6-pakettien siirto IEEE 802.15.4-verkkojen kautta), **RFC 8025** (6LoWPAN ohjattu lähetys, paging dispatch), **RFC 8066** (6LoWPAN ESC-lähetyskoodipisteet ja ohjeet) ja **RFC 8138** (6LoWPAN reititysotsikko).

6LoWPAN verkkoteknologia tukee muun muassa IEEE 802.15.4 -standardin määrittelemiä pienitehoisten langattomien verkkojen käyttöä 2,4 GHz:n kaistalla. 6LoWPAN-tekniikka toimii täysin sopusoinnussa IP-tekniikan kanssa hyödyntäen jo olemassa olevia avoimia standardeja ja yhteensopivuutta Internetin kanssa. IP-pohjaiset ja pienitehoiset solmut (nodes) ja laaja mesh-verkko ovat hyvä verkkoyhteyshyönteinen esineiden Internetin (IoT) sovelluksille. Tekniikka muuttaa merkittävästi asioiden Internetin, IoT:n ympäristöä. 6LoWPAN mahdollistaa datan siirtämisen IEEE 802.15.4 -standardin mukaisten radiolinkkien yli tuomalla mukautuskerroksen (adaption layer) IP-pinon linkin ja verkkokerroksen välille.

6LoWPAN-verkko voidaan kytkeä laajempaan IPv6-verkkoon esimerkiksi reunareitittimien (edge router) välityksellä. Tällöin kyseinen reunareititin toteuttaa tiedonvaihdon 6LoWPAN-laitteiden ja IPv6-verkon välillä, 6LoWPAN-verkon sisäisen tietoliikenteen ja radioalaverkon luomisen ja ylläpidon. 6LoWPAN-viestin otsikkokentän tiivistämisen standardimuotoisuus mahdollistaa 6LoWPAN-liikenteen yli perinteisten IP-verkon. IP-pohjaiset reitittimet, toisin kuin esimerkiksi ZigBee, Z-wave ja Bluetooth, eivät kiinnitä huomiota 6LoWPAN-sovellusprotokoliin. Tästä syystä reunareitittimien prosessointitehorasitus on matalampaa, joka taas mahdollistaa sulautettujen laitteiden käytön verkossa. Linkkiyhteys voidaan toteuttaa minkä tahansa linkin kautta, kuten WiFi-, Ethernet- tai 3G/4G-linkkien kautta.

Tiedonsiirtoprotokollien Open Systems Interconnection Reference model eli OSI-mallinen TCP/IP-pino koostuu fyysisestä tasosta, siirtokerroksesta, verkkokerroksesta, kuljetuskerroksesta ja sovellustasosta. Fyysinen taso muuttaa datan bitit ilmateitse lähetettäväksi ja vastaanotettaviksi biteiksi. Siirtokerros taas tarjoaa luotettavan linkin kahden yhdistetyn noodin välillä ja korjaa fyysisellä kerroksella sattuneet datavirheet. Siirtokerroksella MAC-kerros huolehtii CSMA-CA:n avulla siitä, ettei kukaan muu lähetä dataa ennen kuin lähetyksessä oleva tieto on lähetetty kokonaan.

Datapaketin kehystäminen tapahtuu myös MAC-kerroksella. Verkkokerros reitittää datapaketin verkon yli ja IP-protokolla mahdollistaa datapakettien siirron laitteiden välillä.

Kuljetuskerros vie datapaketin sovellukselta toiselle. Perinteisesti Internetissä käytetään kuljetuskerroksella TCP-kuljetusprotokollaa, joka huolehtii datapaketin suojauksesta, mutta kuluttaa paljon resursseja. 6LoWPAN-protokollan mukaisessa dataliikenteessä näitä resursseja ei ole saatavilla. Näin ollen datapaketin suojaus toteutetaan 6LoWPAN-protokollan mukaisessa dataliikenteessä TLS (Transport layer security) -salausprotokollalla. Kyseinen protokolla on aiemmin tunnettu nimellä SSL (Secure sockets layer). Viimeisenä sovelluskerros huolehtii osaltaan tietojen muotoilusta ja oikeellisuudesta.

6LoWPAN-protokollan yksi merkittävimmistä eroista suhteessa IPv6-protokollan mukaiseen perusdatapakettiin on datapaketin otsikkokentän tiivistäminen. Datapaketin kehystäminen tapahtuu MAC-kerroksella. Datapaketti koostuu vain UDP- ja ICMP-kerrosten datasisällöstä, jolloin TCP-kerroksen data voidaan suoraan jättää viesteistä pois. 6LoWPAN-viestissä 127B IEEE 802.15.4-standardin mukainen datapaketti koostuu 9B MAC-osasta, 2B perustiedosta, 4B UDP-osiesta, 108B dataosasta ja 4B tarkistusosasta. Näin siis itse siirrettävälle datasisällölle jää 108B tilaa verrattuna IPv6-protokollan mukaiseen pakettiin, jossa datalle jää tilaa vain 53B.

Datapakettiin mahtuu loppuen lopuksi otsikkokentän tiivistämisenkin jälkeen suhteellisen vähän tietoa, vain 108B edestä. Tällöin 6LoWPAN-protokollan mukaiseen datapakettiin voidaan käyttää datan fragmentointia. Dataa voidaan fragmentoida eli jakaa useampaan eri pakettiin, jolloin yksittäisen datapaketin otsikkokenttään lisätään tieto siitä, miten paketit saa koottua uudelleen oikeassa järjestyksessä. Koonnin jälkeen fragmentoinnin seurauksena lisätty tieto poistetaan. Mesh-underreitityksessä fragmentoitu datapaketti kootaan uudestaan vasta lopullisessa kohteessaan, kun taas route-over-verkoissa datapaketit kootaan jokaisen linkkien välisen hypyn jälkeen. Datapaketin rikkoutuminen aiheuttaa uuden datapaketin lähettämisen.

Osion lähteet:

IETF:n standardit

kurssin videoluento aiheesta 6LoWPAN

Olsson, J. (2014). 6LoWPAN demystifier. Texas Instruments.

2. Referaatti artikkelista "Routing Challenges in Internet of Things"

Dhumanen ja Prasadin artikkelissa pohditaan IoT-laitteiden eli asioiden internettiin kytkettyjen laitteiden reitityshaasteita. Artikkelitoteaa, että IoT-laitteiden yleistyessä maapallon pinnalle on kertynyt valtavasti erinäisiä antureita, joiden lukumäärä on kasvamaan päin. Antureiden toimintaa kuvataan kuin eräänlaiseksi maapallon digitaaliseksi ihoksi. Asian keskiössä on datavirran linkittäminen lähteen ja tietovaraston välillä. IoT-laitteiden kommunikointi tapahtuu erilaisin verkkostandardein usein epäsäännöllisesti. Tästä seuraa monia reitityshaasteita, joita ei ole perinteisissä reititysprotokollissa. Tulevaisuuden verkkoyhteyksiä mietittäessä on ensisijaisesti tärkeää ymmärtää IoT-laitteiden reitityshaasteet.

IoT-tekniikan vallankumouksen tavoitteena on lisätä internetin yleiskäyttöä integroimalla jokainen vuorovaikutuksessa toimiva objekti sulautettuihin järjestelmiin. Tästä seuraa hyvin hajautettu laitteiden verkosto, joka on yhteydessä muihin laitteisiin ja ihmisiin. IoT-tekniikan tavoitteena on laajempi laitteiden yhteen liittäminen, intensiivisempi tiedon havaitseminen ja kattavampi tiedustelu. Lyhyen kantaman verkot käsittävät langattomat sensoriverkostot (WSNs), radiotaajuustunnistuksen (RFID), Bluetooth- ja Zigbee-verkkoja. Nykyisin on rakennettava viitearkkitehtuurimalli, joka sallii yhteensopivuuden erilaisten järjestelmien kanssa. IoT-tekniikan uudet tutkimussuunnat keskittyvät luomaan heterogeenisen tiedonsiirtomallin laitteiden välillä. Heterogeenisyys voidaan synnyttää suhteessa laitteen kokoon, laskentatehon, muistin tai energian suhteen.

IoT-laitteiden viestintä on mahdollista toteuttaa monilla eri tavoilla, kuten laitteelta laitteelle, laitteelta ihmiselle tai ihmiseltä laitteelle. Kommunikointi voi tapahtua verkkoalueen sisällä tai verkkoalueiden välillä ja se voi sisältää yhden tai monta hyppyä reitittimeltä toiselle. Tiedon liikennekuviot ja tiedonsiirto voi olla hyvin haarautuvaa. IoT-laitteiden heterogeenisyys vaatii älykkäämpiä viestintäprosesseja. Laitteella tulee olla kyky hahmottaa ympäristöään ja tehdä yhteistyötä muiden laitteiden kanssa. Monet IoT-laitteet omaavat niukat energiavarastot. Energian vähyys rajoittaa laitteen mahdollisuuksia ottaa yhteyttä ulkopuoliseen verkkoon. Tämä aiheuttaa sen, että IoT-laitteiden verkkoon liittyminen ja siellä olo aika on ennustamattomissa.

Artikkeli luokittelee reititysprotokollat proaktiivisiksi, reaktiivisiksi ja hybridireititysprotokolliin reitityspäätöstensä suhteen. Proaktiivisille reititysprotokollille on tyypillistä ylläpitää reittitiedot taulukkomuodossa, reaktiivisille tyypillistä on rakentaa kysyntään perustuvan reitin, kun taas hybridi

yhdistää sekä pro- että reaktiivista reititysprotokollaa. Jotkut tutkijat ryhmittelevät reititysprotokollat eri tavoin.

Älykkäiden objektien ainutlaatuiset ominaisuudet johtivat uuden WG:een muodostumiseen eli ROLL:iin. Sen tarkoituksena on määritellä reititysprotokolla matalan energiatarpeen omaaville lossy-verkoille, joita kutsutaan RPL-nimellä. Artikkelin nimeä IoT-laitteiden reititysprosessien suurimmiksi haasteiksi reitityssolmujen käyttöönoton, heterogeeniset laitteet, monipuoliset verkostandardit, ajoittainen liitettävyyden verkkoon, monihyppyinen yhteyden muodostusmekanismi, heikko vikasietoisuus, reitityksen turvallisuusongelmat ja kontekstietoisuuden, jonka alakohtaisia haasteita ovat kontekstin hankkiminen, sen mallintaminen ja perustelu sekä kontekstin konfliktin ratkaisu että niiden hallinta.

Artikkeli kävi läpi nopean katsauksen reitityksen perusteisiin ja mekanismeihin IoT-laitteiden osalta. Internet on tullut tutuksi ihmiskunnalle ja nyt on aika liittää kaikki mahdollinen verkkoon helpottaakseen ihmiskunnan eloa. Tällöin esiin nousee väistämättä reititysongelmat, joihin artikkelissa pureudutaan. Päästäksemme käsiksi tulevaisuuden internettiin, on ensisijaisen tärkeää rakentaa reitityksestä kontekstietoinen mekanismi.