

Harjoitus 2

Nelli Sviili

nekasvii@student.jyu.fi

TIES436 Langattomat teknologiat
Informaatioteknologian tiedekunta

24.2.2020

Sisällys

1.	SU-MIMO ja MU-MIMO.....	3
2.	Massive MIMO ja Beamforming.....	5

1. SU-MIMO ja MU-MIMO

MIMO-antennitekniikka mahdollistaa useiden Wi-Fi-laitteiden datavirtojen samanaikaisen vastaanottamisen. Tekniikka nopeuttaa yleisellä tasolla datan lähettämistä ja vastaanottamista usean vastaanottimen ja lähettimen avulla. MIMO-tekniikalla parannetaan tukiasemien ominaisuuksia, kuten datanopeutta ja laitteen tehoa. SU-MIMO (single-user mode) on esitelty jo kymmenisen vuotta sitten IEEE-standardissa 802.11n. SU-MIMO-tekniikka tarjoaa kerrallaan kahden laitteen välille mahdollisuuden käyttää useita datavirtoja. Myöhemmissä IEEE-standardeissa on laajennettu teoriaan myös MU-MIMO-tekniikka (multi-user mode) eli monikäyttöinen MIMO-tekniikka, jossa laitteita voi olla useampia.

802.11ac IEEE-standardin mukainen MU-MIMO toimii vain langattomilla tukiasemilla ja vain langattomat reitittimet ja tukiasemat kykenevät lähettämään samanaikaista datavirtaa useille käyttäjille. Langattomat laitteet eivät itse kykene lähettämään yhtäjaksoista datavirtaa, vaan niiden tulee lähettää vuorotellen langattomalle reitittimelle tai tukiasemalle. IEEE-standardi 802.11ax tukee useita samanaikaisia MU-MIMO-lähetystyyppejä ja kun 802.11ac standardi mahdollistaa jo neljä samanaikaista lähetystä, 802.11ax:n myötä samanaikaisia lähetystyyppejä voi olla jopa kahdeksan. Tämän seurauksena lähetysnopeus ja -kapasiteetti kasvavat merkittävästi.

IEEE-standardi 802.11ax mahdollistaa myös MU-MIMO:n toiminnan sekä 2,4GHz että 5GHz taajuuksilla. Aiemmat standardit rajoittivat SU-MIMO:n toiminnan 2,4GHz taajuudelle ja MU-MIMO:n toiminnan 5GHz taajuudelle. MU-MIMO:ssa käytetään säteenmuotoilua (beamforming) ohjaamaan signaalia oikeaan suuntaan langattomia laitteita kohti. Säteenmuotoilunkin seurauksena MU-MIMO-tekniikan avulla voidaan lisätä verkon kapasiteettia ja siitä on suurta hyötyä etenkin tiheän verkon alueilla. Myös tietoturvan kannalta MU-MIMO-tekniikka tuo kehitystä. Reititin tai tukiasema sekoittaa datan ennen sen lähettämistä siten, että vain tietty vastaanottajalaite voi järjestellä datan uudelleen oikeaan järjestykseen. MU-MIMO luo maskin suojaamaan dataa, jolla estetään lähellä olevien mahdollisten salakuuntelijoiden pääsy dataan.

MU-MIMO on monipuolinen, edistysellinen ja edullinen tekniikka siirtää dataa langattomasti laitteiden välillä. Sillä on monia etuja verrattuna edeltäjänsä SU-MIMO:on. Datapakettien siirtäminen on aiempaa nopeampaa ja turvallisempaa MU-MIMO:n avulla.

Osion lähteet:

Geier, E. (2019). 10 things you need to know about MU-MIMO Wi-Fi. Networkworld. Viitattu: 24.2.2020. <https://www.networkworld.com/article/3256905/13-things-you-need-to-know-about-mu-mimo-wi-fi.html>

Thompson (2017). SU-MIMO vs. MU-MIMO. Viitattu: 24.2.2020. University of MassachusettsAmherst. <https://blogs.umass.edu/Techbytes/2017/01/19/su-mimo-vs-mu-mimo/>

2. Massive MIMO ja Beamforming

Massive MIMO-tekniikka (m-MIMO) käsittää tukiasemat, joissa on suuret määrät antennoja, jotka kykenevät kommunikoimaan samanaikaisesti useiden laitteiden kanssa samalla taajuudella. Massive MIMO-tekniikka lisää tiedonsiirron nopeutta ja vastaanottamista langattomilla tukiasemilla ja sopii erinomaisesti kaupunkiympäristöön. Kaupungeissa signaali ei usein pääse kulkemaan suoraan. Signaali voi heijastua rakennuksista ja muista esteistä synnyttäen dataviivettä, signaalin vaimenemista tai poikkeavan signaalin saapumissuunnan.

Massive MIMO-tekniikkaa tehostetaan beamformingin eli säteenmuotoilun avulla. Säteenmuotoilulla muokataan antenniryhmän tuottama säde tiettyyn haluttuun muotoon, säteilykuvioon. Siinä suhteelliset amplitudi- ja vaihesiirrot toistetaan jokaiselle antennille rakentaen antennijärjestelmä (antenna array), joka yhdistää antennien lähettämät signaalit johdonmukaisesti yhteen muodostaen optimaalisen lähetys- ja vastaanottokulman datalle. Sama signaali lähetetään useilla antenneilla, joiden ympärillä on vähintään puoli aallonpituutta tilaa naapuriantenniin. Säteenmuotoilu voi olla joko digitaalista, analogista tai näiden hybridi.

Massive MIMO-tekniikan tietoturvaa tehostaa se, että reitittimien sekä tukiasemien ja laitteiden välillä kulkeva datavirta suodatetaan ympäristöstä. Massive MIMO soveltaa erillistä esikoodausta kullekin datavirralle huomioiden laitteiden sijainnit. Tämä suojaa datavirtaa ja laitteita häiriöiltä.

Massive MIMO määritellään tyypillisesti järjestelmäksi, jossa antennien lukumäärä ylittää käyttäjien lukumäärän. Massiivisuus vaatii sitä, että tukiasemassa on oltava loogisia antenniportteja 32 tai enemmän. Usein puhuttaessa Massive-MIMO:sta ja säteenmuotoilusta viitataan 5G-verkkoon. Tällöin kuitenkin antenniportteja tulisi olla vähintään 64 kappaletta tukiasemassa.

Osion lähteet:

Masterson, C. (2017). Massive MIMO and Beamforming: The Signal Processing Behind the 5G Buzzwords. Analog Dialogue. Viitattu 24.2.2020. <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/massive-mimo-and-beamforming-the-signal-processing-behind-the-5g-buzzwords.html#>

Passoja, M. (2018). 5G NR: Massive MIMO and Beamforming – What does it mean and how can I measure it in the field? RCRWirelessNews. Viitattu 24.1.2020. <https://www.rcrwireless.com/20180912/5g/5g-nr-massive-mimo-and-beamforming-what-does-it-mean-and-how-can-i-measure-it-in-the-field>