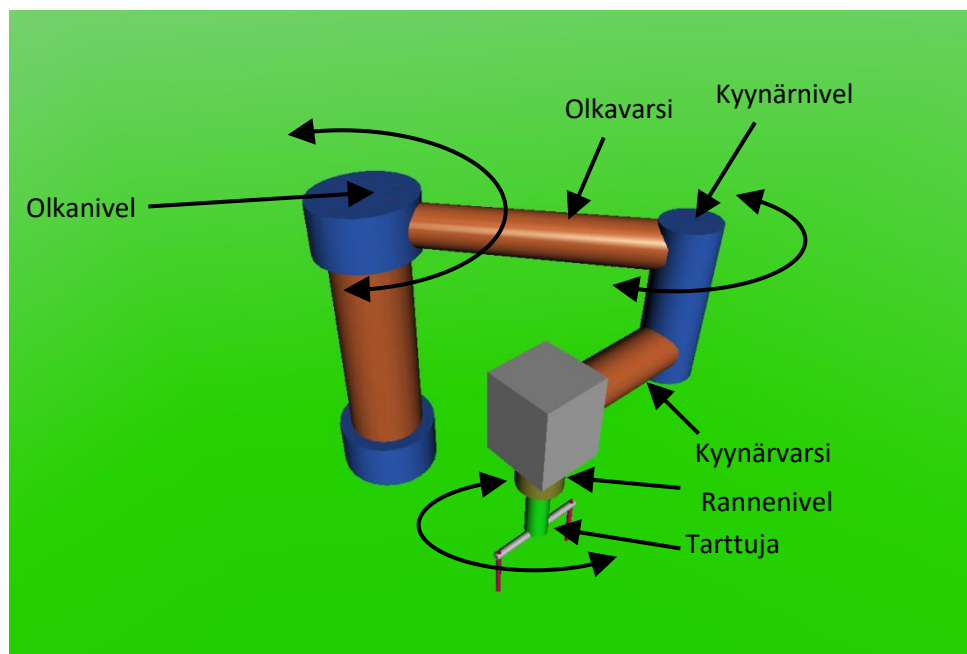


Johdanto

Kurssin harjoitustöissä tarkastellaan robottikäsijärjestelmää, joka kuvaillaan lyhyesti tässä tiedostossa. Varsinaiset tehtävät julkaistaan erikseen kurssin edetessä. Kaikki tämän tiedoston sisältämät tiedot eivät välttämättä ole tarpeellisia kaikissa harjoitustöissä. Harjoitustöiden yleiset ohjeet (ryhmät, aikataulu, palautus, arvostelu, ...) löytyvät MyCoursesin harjoitustyöt-sivulla.

Järjestelmä

Harjoitustöissä tarkasteltavan robottikäsijärjestelmän virtuaalimalli on esitetty kuvassa 1. Robotin osien nimitykset juontuvat etäisesti ihmisen käsivartta muistuttavasta rakenteesta. Tämä on tyyppillistä robottikäsiarsien osien nimeämisessä. Robotilla on kaksi vartta, olkavarsi ja kyynärvarsi, joita ohjataan säätämällä olkanivelen ja kyynärnivelen kulmia. Kyynärvarren päässä on rannenivellellä pyöritettävä tarttuja, jolla robotti voi poimia siirrettäviä tavaroita esimerkiksi tuotantolinjalla. Robotin ohjaus tapahtuu muuttamalla nivelissä olevien moottoreiden vääntömomenteja sopivasti. Kaikki kolme niveltä (olkanivel, kyynärnivel ja rannenivel) pyörivät rajattomasti.



Kuva 1. Harjoitustöissä tarkasteltava robottikäsi.

Robotin nivelet noudattavat kukin pääosin samaa dynamiikkaa, jonka mallintamisessa pitää huomioida seuraavat kolme asiaa:

1. Kussakin nivelessä on moottori, jonka vääntömomentilla kyseistä niveltä ohjataan.
2. Kussakin nivelessä on pyörimiseen vaikuttavaa kitkaa.
3. Kussakin nivelessä on robotin osien aiheuttamaa hitautta.

Loput voimat voidaan jättää huomiotta. Harjoitustyössä tehdään siis monia yksinkertaistavia oletuksia, esimerkiksi seuraavat:

- Niveltä ohjaavan moottorin sisäistä toimintaa ei mallinneta, vaan moottorin vääntömomentille annetaan suoraan haluttu lukuarvo.
- Yksittäisen nivelen vääntömomentti ei näy suoraan muissa nivelissä.
- Keskipakois-/keskihakuvoimaa, Coriolis-voimia, ilmanvastusta tai muita mainitsematta jääneitä luonnonilmiöitä ei huomioida.
- Liikettä tarkastellaan ainoastaan tasossa. Robotti ei liiku ylös tai alas.

Kunkin nivelen dynamiikkamallissa täytyy siis huomioida ainoastaan

- 1) niveltä ohjaavan moottorin vääntömomentti,
- 2) nivelen kitka ja
- 3) nivelen hitaus.

Nivelen kitkaan vaikuttaa todellisuudessa monta tekijää, mutta se mallinnetaan näissä harjoitustöissä kokonaan viskoosina kitkana, joka on suoraan verrannollinen pyörimisnopeuteen. Nivelen hitautta puolestaan mallinnetaan nivelelle ominaisella hitausmomentilla. Nivelten hitausmomentit ja kitkaan liittyvät vaimennusvakiot on listattu taulukkoon 1, josta löytyy myös olka- ja kyynärvarren pituudet. Alaindekseillä O, K ja R viitataan olkaniveleen, kyynärniveleen ja ranneniveleen. Olkanivelen hitausmomentti on muihin niveliin nähden hieman monimutkaisempi, koska olkaniveleen kohdistuu myös kyynärvarren vaikutus. Tarttujan asennon vaikutus olka- ja kyynärniveleen on häviävän pieni. Olkanivelen hitausmomentti siis riippuu kyynärnivelen kulmasta, mutta kyynärnivelen ja tarttujan hitausmomentit ovat vakiot. Tässä ja harjoitustöiden ohjeissa mainituin osin hitausmomentin voi siis olettaa vakioksi, vaikka näin ei aina ole.

Taulukko 1. Robotin nivelille ominaiset hitausmomentit, kitkan vaimennusvakiot sekä varsien pituudet.

Suure	Lukuarvo/kaava
I_O : Olkanivelen hitausmomentti	$(5 \cos \phi_K) \text{ kgm}^2 + 10 \text{ kgm}^2$, jossa ϕ_K on kyynärnivelen kiertymiskulma
I_K : Kyynärnivelen hitausmomentti	2 kgm^2
I_R : Rannenivelen hitausmomentti	$0,10 \text{ kgm}^2$
b_O : Olkanivelen vaimennusvakio	$0,20 \text{ Nms/rad}$
b_K : Kyynärnivelen vaimennusvakio	$0,20 \text{ Nms/rad}$
b_R : Rannenivelen vaimennusvakio	$0,20 \text{ Nms/rad}$
L_O : Olkavarren pituus	$1,00 \text{ m}$
L_K : Kyynärvarren pituus	$0,50 \text{ m}$