

# **Retsensioon Andres Hunti bakalaureusetööle**

## **“Segmenteeritud IPMC manipulaator ja selle juhtimine”**

Andres Hunti bakalaureusetöö “Segmenteeritud IPMC manipulaator ja selle juhtimine” uuritakse võimalusiioonjuhtivate polümeeri-metallikomposiitide (IPMC) ja neil põhinevate seadmete juhtimiseks ning selle juhtimise täpsust. Ioonjuhtivad polümeeri-metallikomposiidid on elektroaktiivsete polümeeride üks liike. Elektroaktiivsed polümeeride kui materjalide üks huvipakkuvaid omadusi on nende kuju muutumine vastuseks välisele elektrilisele stimuleerimisele. Nende omadused on üsna sarnased bioloogiliste lihastega, mistõttu neid kasutatakse bioloogiast inspireeritud seadmete loomiseks, mille üheks näiteks oleks niinimetatud kunstlihas.

Käesolevas töös käsitletud manipulaator on selle poolest huvitav, et ta koosneb kahest osast: mõne millimeetri pikkune IPMC-riba, mille otsa on kinnitatud jäik pikendus. Selliselt moodustub kahelüliline manipulaator, mis võib huvi pakkuda näiteks robotika-alastes rakendustes. Ühte otsa pidi elektrodide vahele pandud lihas reageerib välisele ärritusele ehk pingele ja kõverdub, liigutades seega enese teise otsa kinnitatud teist lüli ehk siis jäika pikendust.

Töö sissejuhatuses antakse lühikene ülevaade IPMC olemusest ja juhtimisprobleemidest. See osa oleks võinud olla küll veidi sisutihedam vähemasti viidete poolest, mis oluliselt toetanuks esitatud probleeme. Positiivne on, et selgelt on formuleeritud töö eesmärgid.

Täpselt sama etteheide – suhteline lühidus ja viidete vähesus – kummitab ka kirjanduse ülevaadet. TTI IMS labori veebis olevad artiklid oleks võinud rahumeeli lahti rääkida ja tulemuseks oleks olnud töö temaatikale kena taustapilt.

Seevastu on mahukas objektide, meetodika ja aparatuuri kirjeldus, hõlmates praktiliselt kolmandiku paaberimahust, millele töö on prinditud. Lähemalt kirjeldatakse nii IPMC materjali, manipulaatori juhtimise matemaatikat, juhtimissignaale, katseseadet, manipulaatorit kui ka juhtimisprogramme.

Töö eksperimentaalne osa on meeldivalt eksperimentaalne, s.t. ei tegeldud aparadihitusega, mille tulemus tavaliselt kaitsmiseks tööle ei hakka, vaid tehti reaalseid katseid reaalsete lihastega ja nagu tekstist vilksamisi aimub, siis mitte just väikesemahulisi katseseeriaid. Siit tulenebki kerge etteheide, et katseseeriade arv ja muu katseandmetesse ning -teostamisse puutuv info oleks võinud olla enam avalikustatud.

Katseandmete analüüsist ilmneb, et töö oli tegelikult mahukam kui ehk bakalaureusetöö maht ette näeb, seda eelkõige IPMC materjalide ebastabiilsuse tõttu. Üldjoones on tulemuste analüüs korralikult teostatud. Pisut norimist pakub veaanalüüs, kus kasutatakse hinnanguid á la “oluliselt suurem” ja “piisavalt väike”. Kui oli juba numbrilised andmed katsetest olemas, siis oleks võinud ka välja tuua, kui suur oli see “oluliselt suurem” või kui väike “piisavalt väike”.

Seevastu kokkuvõte võtab selgelt ja ülevaatlikult tulemused kokku ning tõdeb, et tööle seatud eesmärgid praktiliselt saavutati, kuigi selgus uusi ja huvitavaid nüansse, millest mõnigi vajaks tulevikus eraldi uurimist ja ületaks ilmselgelt bakalaureusetöö mahu. Positiivne on konverentsiteesideks valminud artikli käsikiri.

Vormistuslikud puudujäägid puudutaksid eelkõige jooniseid, võiks olla tsentreeritud ja ilma ääristava tekstita, sest antud teostuse puhul tekkis tihti lugemisel kergesti arusaamatus, kus asub tekst ja kus pildiallkiri. Viimased olid segadusseajavalt lähemal tekstile kui joonisele ja muust tekstist suhteliselt eristamatud. Traditsiooniliselt ei saa jätta mainimata ka õigekirjavigu, aga nendes ei tahaks pikemalt

süüvida.

Mõningaid küsimusi:

1. Mis ühik on MS/s (mainitud DA kiiruse juures)?
2. Punktis “4.2 Manipulaatori juhtimine” on esitatud MathCADi valemite näited teisenduste kohta. Kas  $T(l_1, l_2, \phi_1, \phi_2) := Trans(0, l_2, 0) \cdot Rot_X(\phi_2) \cdot Trans(0, l_1, 0) \cdot Rot_X(\phi_1)$  teine nihe  $l_1$  jaoks ja sellest tulenevalt ka lõpptulemus on õiged?
3. Kas otsitud ja mitteleitud lineaarne sõltuvus nurga ja rakendatava pinge vahel oleks leidmise korral olnud üldine omadus või oleks lineaarsus olnud tingimuslik, s.t. kehtinud ainult teatud tingimuste korral? Kui tingimuslik, siis milliste tingimuste korral?
4. Tekstis pole mitte sõnagi joonisest 22, samas on ühesuguse allkirjaga joonised 23 ja 24, mis muidu identse vormistuse poolest kujutavad erinevaid graafikuid? Mida nimelt? Ja kas tekstis mainitud “(joonis 23 ja 24)” on näpuviga “(joonis 22 ja 23)” jaoks?
5. Kas 10-protsendiline viga tuleneb mõõtmisprotsessist või iseloomustab materjali ebastabiilsust? Kas nii suurt viga saab juhtimisel lugeda “piisavalt täpseks”?

Käesolev töö on oma loomu poolest mahukas, saadud tulemused vastavad püstitatud eesmärkidele ja vääriks läbiviidud eksperimentaalse osa poolest hinnet “suurepärane” (“A”). Samas ei saa soovitada töö vormistuslikule osale üle hinde “väga hea” (“B”).

Retsensent

30.06.2007, Tartu

Heiki Kasemägi  
TÜ Tehnoloogiainstituudi teadur