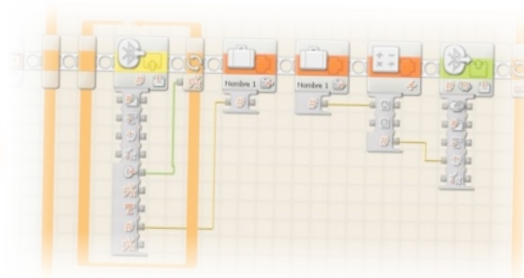
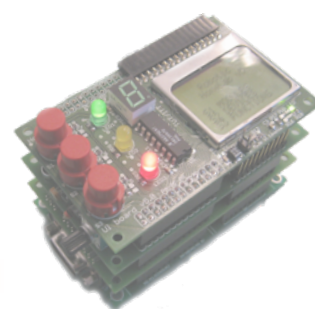
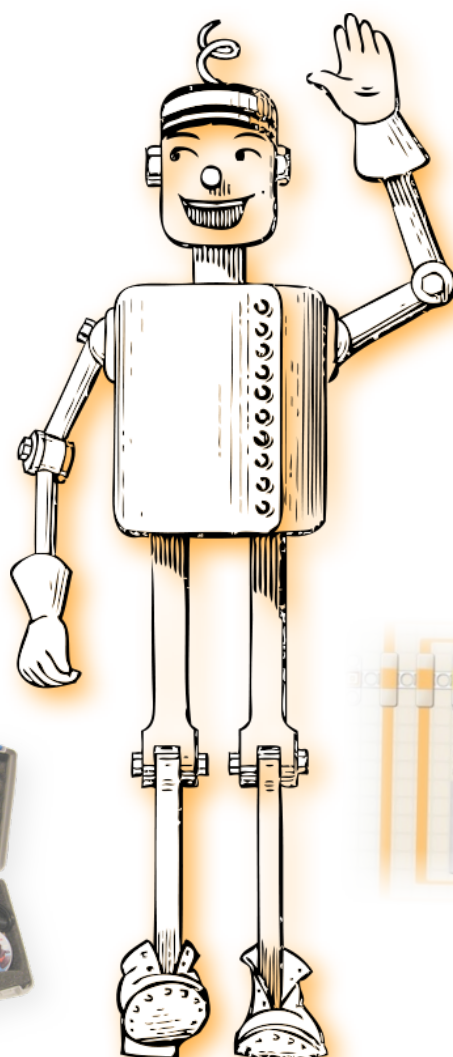




Robotika gümnaasiumile

Õpetajaraamat robotika õpikule



Kujundus ja küljendus: Taavi Duvin

Fotod, joonised, ekraanitõmmised: Heilo Altin, Taavi Duvin, Sven Hendrikson, Illo Jõe, Heiko Pikner, Ramon Rantsus, Ranel Sarapuu, Raivo Sell, Anne Villems, Eero Väljaots

Õppematerjali valmimist toetas Eesti Teadusagentuur TeaMe programmist.



TeaMe



See teos on litsentseeritud Creative Commonsi 3.0 Eesti litsentsiga. Autorile viitamine +
Mitteäriline eesmärk + Jagamine samadel tingimustel



Tartu Ülikool
Tartu 2013

Autorid: Heilo Altin, Taavi Duvin, Sven Hendrikson, Illo Jõe, Heiko Pikner, Ramon Rantsus, Ranel Sarapuu, Raivo Sell, Anne Villems, Eero Väljaots

Sissejuhatus	4
Valikkursuse kirjeldus	4
Õppe alustamise ja kursuse läbimise tingimused	8
Hindamine	8
Iseseisvad tööd	8
Sissejuhatus abistav materjal	9
Programmeerimine	10
Robotika süsteemid ja kontrollid	11
Näidikud ja ekraanid	12
Elektrimootorid I ja II tase	13
Analoogandurid I ja II tase	15
Digitaalandurid I ja II tase	16
Liikumismehhanismid I ja II tase	17
Andmeside I ja II tase	18
Andmete kogumine I ja II tase	19

Sissejuhatus

Käesolev õpik on esimene spetsiaalselt koolidele koostatud mehhatroonika ja robotika õpik Eestis. Robotikaga tegeldakse koolides aga alates 2007.a.-st mil Tiigrihüpe toetas esimest koolirobootika programmi. Selle programmi toel aastate jooksul üle saja kooli muretsenud endale esimesed robotikakomplektid. Käesolev metoodiline materjal aitab õpetajaid mehhatroonika ja robotika kursuse õpetamisel.

Valikkursuse kirjeldus

Ainete integreerimine on olnud eesti koolihariduse valupunktiks juba aastaid. Lisaks on suur osa gümnaasiumiastmes õpetatavast LTT teemadest üsna abstraktsed, olgu selleks siis füüsikaseadused, matemaatika arvutuseeskirjad või raku ehitus bioloogias. Kui IKT-s on nähtud võluvitsa ainete integreerimise suunal, siis saavutatakse see tüüpiliselt ainult siis, kui neid rakendatakse läbi aktiivõppe meetodite, koolide- ja riikidevaheliste projektide, mis kõik on gümnaasiumi astmes väga visad levima. Robotika on ka oma lihtsamates vormides integreeriv juba oma olemuselt. Ja robotika õpetamisel ei ole võimalik vältida aktiivõppe meetodeid. Robotika ning mehhatroonika süsteemide loomisel peab õpilane kasutama teadmisi füüsikast, keemiast, matemaatikast ning informaatikast. Maailmas on puudus just inseneridest, kes suudaksid autonoomseid süsteeme luua ja neid hallata. Sellel kursusel hakkavad õpilased tegelema, sarnaselt inseneridele, lahenduste otsimisega etteantud probleemidele. Hilisemas karjääris tuleb oskus lahendada probleemi õiges järjekorras ning õigete meetoditega ainult kasuks.

Robotika abil on võimalik siduda kõigi LTT ala aineid. Praeguse 35-tunnise kava teemade kohta näitame iga teema seotust füüsika, matemaatika ja informaatikaga. Lisaks anname robotikaga ja tema käsitletava teema nähtustega seotud ingliskeelse terminoloogia. See on välja toodud sõnastikuna. Viimane tuleb kasuks, kui õppijad tahavad ise omal käel edasi tegutseda või ingliskeelset kirjandust näiteks referaadi kirjutamisel kasutada. Põhimõtteliselt on robotika abil võimalik siduda veel palju aineid, muusikaõpetusest kehalise kasvatuseni.

Selle 35 tunnise kursusega tahaksime õppijaid (ja ka nende õpetajaid) nakatada robotika pisikuga. Et nad tunneksid rõõmu sellest, et suudavad roboteid oma tahte kohaselt tööle panna ja selle tegevuse käigus saavad ise paremini aru, kuidas looduses "rattad ringi käivad". Koolidel on võimalus valida, millise platvormi (MINDSTORMS NXT, Kodulabor) peal kursust läbi viiakse. Käesolev valikkursus peaks siduma käelise töö abstraktse arusaamisega, integreerima rühmaga tehtava praktilise töö kaudu mitmed ained ja pakkuma koolides kaduma kipuvat koolirõõmu.

Mehhatroonika ja robotika kursus toimub paaristundidena, sest ühest tunnist jääb ajaliselt väheks, et tutvustada tunni teemaga seonduvat teooriat ning seejärel sooritada praktiline ülesanne. Suurem paus teooriatunni ja praktilise töö vahel pärsib oluliselt kursusest saadavat kasu. Lisaks on ajakulukas ühe robotika klassi riistvara üles seadmine ja maha võtmine.

Robotika praktilised tööd ja projekt viiakse läbi selleks ette nähtud riistvaralahenduse - robotika õppekomplektidega. Soovitav on kasutada TÜ ja TTÜ poolt toetatavaid komplekte: LEGO MINDSTORMS NXT / NXT-G v NXC ja Robotika Kodulabor. Soovi korral võib kasutada ka muid selleks sobivaid lahendusi, nn Arduino, TI Development Toolchain, jt. Järgnevalt on toodud kursuse struktuur teemade kaupa.

Iga peatüki alguses on kirjeldatud lühikese lõiguna omandatavad pädevused ning taotletavad õpitulemused. Eraldi on need kopeeritud järgnevalt ka kursuse struktuuri kirjeldusse. Huvi tekitamine LTT ainete vastu toimub reaalse seose loomisega õpitava ja maailma vahel. Kõik, mida siin kursusel õpitakse, leidub peaaegu kõigil kodus erinevate kodumasinade, telefonide ja muu tehnika näol. Õpilastes tekkiva äratundmisrõõmu tekitamiseks on välja toodud iga teema juures idee, mis suunas vestlust arendada.

Kursuse läbinud õpilased on universaalsed spetsialistid, kellel on robotika süsteemide disainimise oskus ning kes saavad neid oskusi kasutada ka teistes tehnikaga seotud eluvaldkondades. Kursuse vältel on soovitatav külastada mõnda laborit või tehnoloogiaalast ettevõtet. Võimalusena saab kaaluda ka Tartu Ülikooli Tehnoloogia Instituuti www.ims.ut.ee, AHHA teaduskeskust, Tallinna Tehnikaülikooli Biorobotika keskust .

Robotika põhialused (4 t)

Tund 1.-2.

- **Sissejuhatus** / loeng
- Robotika ajalugu, kasutamine igapäevaelus, programmeerimine, põhiterminid, näidisplatvormide tutvustus, ohutustehnika.
- Õpitulemused: uuritakse mõisteid robot, robotika, manipulaator, mehhatroonika, andur, täitur ja kontrollid . Lisaks suudavad õpilased peale peatüki läbimist otsustada mille järgi kuulub robot 1., 2. või 3. põlvkonda ning selgitada robotite ja inimeste vahelisi suhteid I.Asimovi seaduste kaudu.
- Võib tuua näiteid sellest, kuidas tehnoloogia on läbi ajaloo arenenud ning muutnud inimese elu lihtsamaks alustades tehastes rutiinse töö väljavahetamisest ning lõpetades testautodega, mis sõidavad iseseisvalt teed mööda.Kõik sellise tehnoloogia arendamine nõuab teadmisi reaallainetest.

Tund 3.-4.

- **Robotika süsteem: andur-kontroller-täitur** / loeng-praktiline töö
- Andur-kontroller-täitur süsteem, mikrokontroller, selle programmeerimine, programmi silumine ja kompileerimine.
- *Seosed: füüsika ja matemaatika (seoste loomine), bioloogia (võrdlus inimesega, mis on inimese kontroller, andurid ja täituriid?) informaatika (programmeerimine graafiliselt ja tekstiliselt, algoritmid ning nende koostamine)*
- Õpitulemused: õpilane tunneb mehhatroonikasüsteemi, selle komponente ning ülesehitust. Lisaks oskab seletada lahti kontrolleri funktsionaalsust ja lihtsat digitaalsignaali. II tasemes tunneb kontrolleri lihtsustatud arhitektuuri ning loetleb kontrolleri funktsioone ja levinumaid sisend-väljund seadmeid.
- Robotika süsteemid eksisteerivad igal pool meie ümber. Õpilased tuleks meelitada mõtlema stiilis, kuidas on pesumasin või mõni muu kodumasin andur-kontroller-täitur süsteem. Näiteks pesumasinal on anduriks temperatuuriandur, kontroller mõõdab selle abil vee temperatuuri ning küttekeha on täituriks. Nii tekib arusaam ning äratundmine koduse maaima ning robotika vahel.

Täituriid (4 t)

Tund 5.-6.

- **Ekraanid** / loeng-praktiline töö
- Õpitakse tunda erinevaid ekraanitüüpe: alfabeetiline, graafiline, 7-segmendiline numbritabloo.
- *Seosed: matemaatika (graafika, x, y koordinaatsüsteem ning kuidas see avaldub ekraanidel, nt ruutvõrrandi ekraanile joonistamine), informaatika (programmeerimine, algoritmid)*
- Õpitulemused: õpilane tunneb visuaalseid info edastamise seadmeid. Pärast peatüki läbimist oskab valida robotile sobiva infoedastuse seadme.
- Õpilastele võiks selgitada või lasta uurida, milline ekraan on nende telefonil? Mitu pikslit sellel on? Kas nende telefoni kaamera tehtud pilti saab vaadata nende telefoniga täissuuruses ilma skaleerimata? (Enamasti ikka ei saa, kuna kaamera teeb suurema resolutsiooniga pilti, kui telefonide ekraanid võimaldavad näidata)

Tund 7.-8.

- **Mootoriid** / loeng-praktiline töö

- Õpitakse tunda erinevaid mootoreid: Elektrimootorid, alalisvoolu mootorid, servomootorid, samm-mootorid. Ülevaade alternatiivtäituritest (lineaarmootor, solenoid, kunstlihas).
- *Seosed: matemaatika, füüsika (elektrimootorid, -generaatorid, ülekanne, hõõrdumine, inerts, kiirendus), informaatika (programmeerimine, algoritmid)*
- Õpitulemused: õpilane tunneb erinevaid elektrimootoreid, nende erinevusi. Pärast peatüki lugemist oskab valida elektrimootoreid sõltuvalt vajadusest. Pärast II taseme läbimist teab õpilane alalisvoolumootori töö põhimõtet, H-silda, selle vajalikkust ning servo- ja sammumootori juhtimissüsteeme.
- Kas mobiiltelefonis on mõni mootor? (Vibroalarmi tekitamiseks on küll) Mis mootoreid kasutavad elektriautod? Mootorid on praegusel hetkel levinuim viis elektrienergia muutmiseks mehhaanilises energiaks. Missuguseid mootoreid kasutatakse pesumasinatel? (vahelduvvoolu- ja invertermootoreid)

Andurid (8 t)

Tund 9.-12.

- **Andurid / sissejuhatas**
- Analoogandurid / loeng-praktiline töö
- Õpitakse tundma analoogandureid ja vaadeldakse näiteid. A/D muundur.
- *Seosed: füüsika (valguse peegeldumine erinevatelt pindadelt; palju peegeldab must ja valge pind, sellisel põhimõttel töötab valguseandur; puuteandur, kui elektriline lüliti; analoogandurid töötavad väljastavad analoogsignaali ehk ajas pidevalt muutuvat elektrilist pinget); informaatika (programmeerimine, tingimuslaused if, switch, tsükkel)*
- Õpitulemused: pärast I ja II taseme läbimist tunneb õpilane analoogandurite tööpõhimõtet, A/D muundurit, pingejagurit, A/D muunduri lahutusvõimet ning viisi selle leidmiseks.
- Missuguseid analoogandureid leidub kodudes? (Ukse kell, pesumasin, temperatuuriandur, analoogmikrolaineahju kell jne) Kas uuematel telefonidel on mõni analoogandur? (Enamasti ei ole)

Tund 13.-16.

- **Digitaalandurid / loeng-praktiline töö**
- Õpitakse tundma digitaalandureid ja vaadeldakse näiteid.
- *Seosed: füüsika (saab rääkida helilainetest, nende peegeldumisest, sest nii töötab sonar, matemaatika (näitena saab tuua diskreetseid funktsioone, mille sisendväärtuse andmisel ei moodustu pidev väljundsignaal), informaatika (programmeerimine, tingimuslaused if, switch, tsükkel)*
- Õpitulemused: õpilane tunneb lihtsamaid digitaalandureid, nende tööpõhimõtet ja digitaalsignaali. Pärast peatüki läbimist oskab valida robotile sobivaid andureid. Pärast II taseme läbimist tunneb õpilane enamlevinud andurite sideliideseid, lidari ja güroskoobi tööpõhimõtet. Lisaks saab teada, milliste andurite abil saab robot navigeerida.
- Kas õpilased oskavad nimetada kodus leiduvaid digitaalandureid? (Erinevalt analooganduritest, leidub digitaalandureid kodutehnikas juba rohkem. Näiteks, puutepaneelid, arvutihiir jne)

Liikumismehhanismid ja positsioneerimine (2 t)

Tund 17.-18.

- **Liikumismehhanismid ja positsioneerimine / loeng-praktiline töö**
- Õpitakse tundma erinevaid robotite liikumismehhanisme: diferentsiaal-, omniratastega-, auto tüüpi robot. Raskemas tasemes proovitakse lihtsamat roboti positsioneerimise algoritmi.
- *Seosed: matemaatika (võrrandid, trigonomeetria), füüsika (elektrimootorid, -generaatorid, ülekanne, hõõrdumine, inerts, kiirendus ratta ja roomiku korral, kas roomikud tagavad parema hõõrdumise, hõõrdejõudude leidmine roomiku ja ratta korral), informaatika (programmeerimine, algoritmid)*

- Õpitulemused: õpilane tunneb erinevaid liikumismehhanisme ja nende omadusi. Pärast peatüki läbimist oskab valida liikumismehhanismi sõltuvalt maastikust. II tasemes omandab õpilane roboti positsioneerimise põhiviisid ning tunneb lihtsaimat algoritmi roboti positsioneerimiseks.
- Kuidas liiguvad isesõitvad autod? Mis positsioneerimismeetodeid need masinad kasutavad? Missuguseid liikumismehhanisme oskavad õpilased igapäeva elust näiteks tuua? Missuguse liikumismehhanismiga on autod? (ratastega, diferentsiaalne)

Infotöötlus (8 t)

Tund 19.-22.

- **Andmeside** / loeng-praktiline töö
- Tunnis läbitakse põhilised enim kasutatavad andmeside pidamisviisid sinihammas, kaabel, jada- ja paralleelühendused
- *Seosed: füüsika (raadiolained ning nende levimine erinevates tingimustes nagu maastik ja linnakeskkond, raadio, telekommunikatsioon, mõõtmine, andmeedastus juhtme abil)*
- Õpitulemused: õpilane tunneb digitaalsidet, selle põhimõtet. Lisaks uurib andmesidet ning selle omadusi ning oskab koostada andmevahetuse põhimõtteskeeme. Pärast II taseme läbimist teab õpilane arvestada sidelahenduste eeliste ja puudustega ning tunneb sidelahenduste üldist tööpõhimõtet. Pärast peatüki läbimist oskab valida robotika süsteemi sobiva andmeside lahenduse.
- Milliseid andmeside viise kasutatakse telefonides (telefonid omavahel suhtlevad sinihamba abil), televiisor puldiga (juhtmeta, IR valguse abil)?

Tund 23.-26.

- **Andmete kogumine ja töötlemine** / loeng-praktiline töö
- Selgitatakse andmekogumise põhjuseid, -põhimõtteid, -viise ja andmetöötlust.
- *Seosed: informaatika (tsükkel), matemaatika (statistika, graafikud), füüsika (andmete kogumise sagedus Hz).*
- Õpitulemused: õpilane teab robotiteid, mis koguvad andmeid. Pärast peatüki läbimist oskab põhjendada robotite vajalikkust andmete kogumisel. Lisaks teab, kuidas andmeid hoitakse ning kuhu need robotist edasi satuvad.
- Milliseid andmeid kogutakse koolis? Kas see on kuidagi automatiseeritud? (Asutustes, kus on läbipääs kaardisüsteemiga, kogutakse andmeid inimeste liikumise kohta) Milliseid andmeid kogub telefon? (kõneaeg, andmemahut jne).

Projekt (9 t)

Tund 27.-35.

- **Intelligentne robotika süsteem** / praktiline töö
- Kogu eelnevat õpitut koondav ülesanne, mis sisaldab endas järgnevaid tegevusi: projektijuhtimine ja organiseerimine, uurimus, meeskonnatöö, iteratiivne arendus, juhtmevaba suhtlemine, dokumenteerimine, aruandlus, esitlus, kaitsmine
- Platvormist sõltuv projekt.
- Õpitulemused: õpilane oskab rakendada kursusel senini kogutud teadmisi mehhatroonika ja robotika süsteemi loomisel projektipõhises töös.

Kokkuvõte

- Eesmärk on koondada kõik kursuse vältel kogutud teadmised ning analüüsida nende põhjal Marsi roboti elulugu.

Õppe alustamise ja kursuse läbimise tingimused

Mehhatroonika ja robotika kursusega võib alustada alles siis, kui õpilastele on tagatud võimalus praktilises kursuse osas robotite (kas LEGO MINDSTORMS NXT, Kodulabori vms.) kasutamise võimalus. See tähendab, et kas koolile on muretsetud robotika komplektid või leitakse mingi muu võimalus kursuse praktilise osa läbiviimiseks (laenatakse robotid naaberkoolist, õppekeskusest või mujalt). Kuna kursuse mahust suurem osa on pühendatud praktilisele tegevusele robotitega, siis ilma robotiteta ei ole võimalik antud kursust õpetada.

Kursuse teoreetilise osa põhiteadmiste kohta on loodud testid. Õpetajal on alati võimalus olemasolevaid teste modifitseerida või luua uued testid. Kursuse praktilise osa jaoks on loodud palju ülesandeid, mis on esitatud töövihikus. Ülesannete juures õpetajale mõeldud raamatus on olemas ka töövihiku ülesannete lahendused.

Kursuse läbimiseks peavad õpilased suutma lahendada enamuse praktilisi ülesandeid. Edasijõudnute jaoks on olemas nn. tärniga ülesanded, mis pole kohustuslikud.

Soovitav on robotika tunnid panna tunniplaani paaristundidena. Esimese tunni algus pühendada teoreetiliste teadmiste omandamisele. Kogu esimesest tunnist ülejääv aeg ja teine tund pühendada praktilisele tegevusele robotitega. Kuna praktilise tegevuse puhul kulub erinevatel õpilastel ülesandele väga erinev aeg, robotite kokkupanemist ja programmeerimist-katsetamist on raske pooleli jätta, oleks väga soovitatav, et robotika tunnid oleks koolipäeva viimased tunnid.

Hindamine

Robotika kursuse hindamine peaks toimuma jooksvalt, praktiliste tööde põhjal. Tunnitöö hindamisel tuleks arvestada robotika kursuse eripäradega, et 100% töötava lahenduseni jõudmine ei pruugi alati õnnestuda. Seega tuleks rõhku panna töö protsessile ja valminud lahenduse analüüsile. Mis sa hästi, mis halvasti, mida oleks võimalik muuta, et tulemus oleks olnud parem. Kindlasti on oma osa ka suulisel tagasisidel, kus õpilased peavad valminud lahendust seletama. Tähelepanu tuleks pöörata valminud programmidele ja sellele kui hästi õpilased valminud programme lahti oskavad rääkida.

Kõige olulisimaks õpiülesandeks on kindlasti kursuse lõpuks valmiv projekt, mis võtab kokku kursuse jooksul omandatud teadmised. Projekti hindamisel tuleks rõhku panna lahenduse terviklikkusele. Hindamisel tuleks vaadata valminud süsteemi erinevaid osi: mehaanikat, programmi, meeskonnatööd, dokumentatsiooni ja esitlust.

Iseseisvad tööd

Õppematerjalide juures ei ole iseseisvaid töid ette nähtud. Lähtuvalt asjaolust, et õpilased on erinevad ning tunni aeg on limiteeritud, võivad õpetajad siiski õpilastele iseseisvaid ülesandeid anda. Näiteks on enamus peatükke ilmestatud erinevate näidete ning mõtlemisülesannetega. Antud ülesandeid on soovitatav arutada tunnis, kuid vajadusel sobivad need ka iseseisvaks mõtlemiseks. Ülesannete ja näidete eesmärk, ei ole mitte niivõrd uute teadmiste omandamine, kuivõrd oskuste ja teadmiste süstematiseerimine ning seose ja üldise arusaamise parandamine. Kõige selle saavutamiseks peaks õpilastel olema võimalus loetu üle järele mõelda ning ise analoogseid näiteid ja seoseid luua. Õpetaja peab tähelepanu pöörama sellele, et teemast arusaamiseks on iseseisva tegevuse korral oluline hilisem arutelu ningtagasiside, see välistab ka õpilastel vääratele järelduste kinnistumise.

Sissejuhatuse abistav materjal

Selles peatükis saavad õpilased ettekujutuse robotika ja mehhatroonika üldisest olemusest. Nad saavad teada, millised on robotika ja mehhatroonika seosed meie eluga ning kuidas need aitavad lahendada igapäevaseid probleeme. Lisaks õpivad nad tundma I.Asimov-i robotika põhiseadusi.

Robotika ajaloost on pikemalt juttu inglise keeles siin: <http://robotics.megagiant.com/history.html>
Olenevalt roboti mõiste tähendusest ei saa ka kindlalt väita, milline oli esimene robot. Selle kursuse ning uuema aja mõistes loetakse esimeseks robotiks General Motors tehases töödanud "Unimate". Tšehhi kirjanik Karel Capek tutvustas sõna "Robot" 1921 oma etenduses R.U.R (Rossum's Universal Robots). Robot tuleneb Tšehhi keele sõnast "robota", mis tähendab "kohustuslikku tööd".

Vastavad videod youtube-st:

<http://www.youtube.com/watch?v=EzjkBwZtxp4&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=5BLIztQNEmM>

<http://www.youtube.com/watch?v=2STTNYNF4Ik&feature=related>

Lisalugemist Kodulaborist

<http://home.roboticlab.eu/et/kit>

Lisalugemist LEGO robotist

<http://www.horisont.ee/node/56>

Roboteid mujalt maailmast

<http://www.robotika.ee/index.php/Uudised>

Programmeerimine

Selle peatüki eesmärk õpikus on teadvustada programmi rolli robotika komplektis ja jõuda äratundmisele, et robot on nii tark või rumal, kui tark on teda juhtiv programm.

Käesolevat õpikut võib kasutada kas LEGO MINDSTORMS NXT robotikakomplektiga või Kodulabori robotikakomplektiga. Kui teie kool on valinud NXT, siis on selle peatüki 2. osal, mis puudutab programmeerimist keeles C, vajalikke teeke ja algoritmi graafilist üleskirjutamist, ainult õpilaste silmaringi laiendav roll.

Programmeerimisoskust ei ole võimalik omandada teoreetilise jutuga - nagu kõik oskused, tuleb see omandada tegevusega, ise programmeerides. Aga alguses võib õpilastele anda ülesande olemasoleva programmi järgi samasuguse programmi koostamise, et õppida programmeerimise keskkonnaga toime tulema, programmi robotisse laadima ja käivitama.

Robotika süsteemid ja kontrollid

Selles peatükis antakse ülevaade mehhatroonika ja robotika süsteemidest ning nende peamistest komponentidest.

Tutvustatakse lühidalt täitureid, andureid ja pikemalt mikrokontrollerit.

Mikrokontrolleri põhjalikum selgitus Atmel AVR kontrolleri näitel on leitav siit:

<http://home.roboticlab.eu/et/avr>

Mikrokontrollerit ja digitaalsignaali võib tutvustada ka läbi analoogide, näiteks mehaanikast, hüdraulikast, vms.

Näide hüdraulikast:

Veetoru, millel on kraan.

- Kraan on lahti, vesi voolab torus - olek loogiline 1
- Kraan on kinni, vesi ei voola torus - olek loogiline 0

Viiteid kontrolleri tööpõhimõttele:

- <http://home.roboticlab.eu/et/avr>
- <http://electronics.howstuffworks.com/microcontroller.htm>

Näidikud ja ekraanid

Selles peatükis tutvustatakse erinevaid näidikuid ja ekraane, mis on rakendatavad robotika ja mehhatroonikas.

LED indikaator on üks esimesi rakendusi, millega tavaliselt kontrolleri õppimisel alustatakse.

Keerukuselt järgneb LED indikaatorile 7-segmendiline numbernäidik ja siis LCD ekraan.

Viiteid:

- <http://electronics.howstuffworks.com/led.htm>

Elektrimootorid I ja II tase

Selle peatüki esimeses pooles antakse lühike ülevaade erinevatest robotikas kasutatavatest elektrimootoritest. Iga mootori juures on ka pilt, mis aitab erinevat tüüpi mootoreid kergemini meelde jätta. Samuti mainitakse iga mootori positiivsed ja negatiivsed küljed. Teise taseme juures räägitakse alalisvoolu mootori juhtimisest ja H-sillast. Samuti antakse põgus ülevaade servomootori juhtimisest ja modifitseeritud servomootorist ning viimase osana püütakse õpilastele seletada ka samm-mootori toopõhimõtet ja selle juhtimist.

Pikemalt ei peatuta vahelduvvoolu mootorite juures, sest neid ei kasutatata koolirobootika juures, siin võib lihtsalt ära mainida tööõpetuse klassis oleva puur- ja freespingi, mis selliseid mootoreid kasutavad. Samuti võiks klassis ära mainida lineaarmootori ja näidata mõnda head videot - eriti soovitan mõnda kiiret rongi näidata!

Hea oleks, kui õpetaja leiaks koolist ka mõne elektrimootori (olgu selleks siis vahelduvvoolu mootor, alalisvoolu mootor, servomootor või koguni samm-mootor). Samas võib julgustada õpilasi otsima erinevate mootorite pilte ka internetist või erinevate mootorite kohta videoid youtube veebilehelt. Mõningased näited:

Vahelduvvoolu mootori sisu animatsioon:

<http://www.youtube.com/watch?v=Q4FIUP-kJe8>

Vahelduvvoolu lineaarmootoriga liikuv ülikiire rong:

<http://www.youtube.com/watch?v=ltqp4McM2wY>

ja selle tööpõhimõtet selgitav kooliprojektina tehtud mootor:

<http://www.youtube.com/watch?v=ZzrBDMXBk8g>

Alalisvoolu mootori tööpõhimõtte meeldetuletus (inglisekeelne video):

<http://www.youtube.com/watch?v=RAc1RYilugl>

Alalisvoolumootori tööpõhimõtte 2 (inglise keeles):

<http://www.youtube.com/watch?v=0ajvcdfC65w&feature=related>

Servomootoreid kasutava Hexapodi kohta on näitlikustav video järgmine:

<http://www.youtube.com/watch?v=msaWXY3OuQQ>

Servomootoritega ehitatud robotkäsi:

<http://www.youtube.com/watch?v=v4L9e0Z--Go>

ja samuti servomootoreid kasutav humanoidrobot Robonova:

<http://www.youtube.com/watch?v=8pH3t2zNgWw>

Samm-mootori näide:

http://www.youtube.com/watch?v=IQhRwDK4_tU

<http://www.youtube.com/watch?v=K0wz1ZyGOag>

http://www.youtube.com/watch?v=IQhRwDK4_tU

Eestis ehitatud mannekeenrobot, mis kasutab kehapaneelide liigutamiseks lineaaraktuaatoreid:

<http://www.youtube.com/watch?v=z1fWvP9gGwA>

Lineaaraktuaatori videod:

<http://www.youtube.com/watch?v=RfT4yBPdNU&feature=related>

Ja lineaaraktuaator seespoolt:

http://www.youtube.com/watch?v=Hccy_g6Aqgg&feature=related

Analoogandurid I ja II tase

Selles peatükis tuleb juttu analoogandurite üldisest tööpõhimõttest. Lisaks räägitakse analoog-digitaalmuundurist, mis on väga oluline seade analoogandurite kasutamisel digitaalsüsteemides. Juttu tuleb ka analoogandurite eelistest ja puudustest võrreldes digitaalaanduritega.

Peatüki põhiohk on anduritel, mida peamiselt kasutatakse väiksemate robotikasüsteemides. Juttu tuleb pingejagurist, mida saab kasutada takistuslike andurite ja mikrokontrolleri omavaheliseks ühendamiseks. Pingejagur on kahest takistist koosnev pingeahel, kus üks takistitest on asendatud takistusliku anduriga.

Pikemalt tuleb juttu infrapuna kauguseandurist ja selle tööpõhimõttest. Peatüki lõpus pööratakse suurem tähelepanu analoog-digitaalmuundurile (A/D muundur). Räägitakse A/D muunduri erinevatest parameetritest, nagu bittide arv ja resolutsioon.

Robot mis reageerib valgusele, väldib objekte infrapuna kaugusanduriga ja jälgib joont valgusanduritega: <http://www.youtube.com/watch?v=KX8DNvfFuFU>

Laua serva tuvastav robot: <http://www.youtube.com/watch?v=Z0V2O2zmLXo>

Eriti kiire ja huvitava mehaanilise lahendusega joont jälgiv robot: <http://www.youtube.com/watch?v=4XiRxNkZleY&feature=related>

Kolme anduriga LEGO NXT joonejälgija: <http://www.youtube.com/watch?v=CviRh0g1sZQ>

LEGO NXT joonejälgija: <http://www.youtube.com/watch?v=7XL83VGEYjU&feature=related>

Alternatiivne joonejälgimise lahendus: <http://www.youtube.com/watch?v=YKSjOvscYZc>

Digitaalandurid I ja II tase

Digitaalandureid kasutatakse laialdaselt erinevates robotikasüsteemides ja nendest ülevaate omamine on küllaltki tähtis. Antud peatükk kirjeldab enamlevinuid digitaalandureid.

Andurite valik on tehtud lähtudes väiksemate robotite vajadusi silmas pidades, mida kasutatakse enamasti robotivõistlustel ja kodulabori komplektis. Keerulisemate andurite, näiteks lidari kirjeldus on mõeldud silmaringi laiendamiseks.

Teema sissejuhatamiseks tuleb kõigepealt selgitada lihtsa digitaalsignaali olemust, rääkides ka seda, mis vahe on analoog ja digitaalsignaali. Seejärel on sobiv aeg anda ülevaade lihtsamate digitaalandurite tööpõhimõttest. Õpilasetele võib näidata mõnda andureid sisaldavat seadet, kus nad peavad andurid üles otsima või lasta lihtsalt erinevaid andurite näiteid tuua.

Keerulisemate digitaalandurite teema sissejuhatamist võib alustada lühiülevaatega digitaalsignaali abil info edastamisest. Seejärel rääkida keerulisemate digitaalandurite tööpõhimõttest ja kasutamisvaldkondadest. Asja ilmestamiseks võib välja otsida mõne komplekse robotikasüsteemi kirjelduse ja selgitada seal olevate andurite koostööd.

Digitaalandurite harjutused võimaldavad tegeleda probleemidega, mis digitaalandureid kasutades võivad tekkida. Keerulisemad ülesanded on soovitatav tunnis koos lahendada. Vajadusel jätta ka koduse tööna lõpetada või lahendada.

Praktiliste ülesannete lahendamise käigus õpitakse andureid reaalselt kasutama ja sealt saadavat infot töötlemas. Kuna ülesandeid on palju ja aeg piiratud, siis võib mõned neist välja valida ja tunnis grupitööna lahendada.

Liikumismehhanismid I ja II tase

Selles peatükis õpivad õpilased tundma põhilisi liikumismehhanisme, mille abil robotid liiguvad. Enamasti on neid ainult kaks - roomikud ja rattad.

Lisaks tutvustatakse ka omniratast, mis on põhimõttelt kahes suunas liikuv ratas.

Näidisvideo:

<http://www.youtube.com/watch?v=5vJCucpVdX0&feature=related>

Omniratta tööpõhimõtte selgitamisel on kindlasti vaja näidata videot.

Oluline on õpilastel eristada kolme seadet: manipulaator, telerobot ja robot.

Näiteks puldiauto on täielik manipulaator.

Liikumismehhanismidest võib lisaks näidata:

<http://www.youtube.com/watch?v=WcR7U2tuNoY&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=H5NsmZcLAdM&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=MvRTALJp8DM>

II tasemes näevad õpilased viit põhilist tüüpi kolmerattalisi roboteid. Youtube abiga saavad õpilased ettekujutuse, milline on diferentsiaalne ning omniratastega robot. Ülejäänud tüübid on põhimõttelt sarnased pisikeste erinevustega.

Diferentsiaalne robot on nt LEGO MINDSTORMS baasrobot.

Üks näide diferentsiaalse sõitmissüsteemiga robotist:

<http://www.youtube.com/watch?v=s9aAY5zDuLo>

Lisaks liikumismehhanismidele tutvuvad õpilased ka positsioneerimisega. Positsioneerimine on robotika üks aktuaalsemaid probleeme. Lisatud arvutuskäik on üks lihtsamaid näiteid alguskohast sihtkohta jõudmiseks. Arvutuse võiks tahvil läbi teha ning seejärel eraldi gruppides erinevate koordinaatidega.

Andmeside I ja II tase

Andmesidesuutlikkus on mikrokontrollerite juures väga oluline omadus, see võimaldab koostada neist suhtlusvõrke või saata andmeid arvutisse. Ühe väikese mikrokontrolleri jõudlus on üsna piiratud, mistõttu paratamatult ei suuda see tihti keerukate arvutustega hakkama saada. Samuti ei piisa mikrokontrolleri sisse integreeritud liidestest kõikvõimalike rakenduste jaoks - ei saa kasutada GPS-i ega hoida mälus suurt hulka andmeid. Selleks saab kontrolleri kasutada väliseid tarku mikroskeeme või mooduleid, millega aga peab suhtlema digitaalsignaali vahendusel.

Mõned sidelahendused on lihtsad, kuid piiratud ja kasutatavad praktiliselt ainult ühe seadme piires, teised aga keerukamad, häirekindlamad ja suurema ulatusega. Esimeste jaoks on liidesed ehitatud juba mikrokontrollerisse sisse, nagu UART, I2C ja SPI. Nende kasutamist on vaadeldud põhjalikumalt, sest seda on väga vajalik tunda. Seda enam, et keerukamate sidelahenduste kasutamine toimubki enamasti nende vahendusel. Keerukamaid lahendusi, nagu USB, Bluetooth, Ethernet jt on vaadeldud põgusalt, piirdudes ainult põhilise ülevaate esitamisega.

Teema sissejuhatuseks võib õpilastel lasta rääkida, kus meie ümber ja mille jaoks andmesidet kasutatakse - näiteks digifotoaparaadist piltide laadimisel arvutisse, projektori kaugjuhtimispuul, internet, mobiiltelefonid jms. olmeelektroonika.

Andmeside harjutused võimaldavad saada põhilise ülevaate andmeside praktilisest alustest ja probleemidest erinevate sideliikides kasutamisel. Ülesannete lahendamiseks piisab elementaarsest matemaatikast või loogikaoskusest. Mõnel juhul on vajalik teisendada kümnendsüsteemi arve kahendsüsteemi, mida saab teha paljude tavaliste kalkulaatoritega või kasutada Windows-i kalkulaatorirakendust. Mitmete harjutusülesannete lahendamine on palju lihtsam arvuti ja tabelarvutusprogrammi abil (graafikute joonistamine, tabelite täitmine). Juhtmevaba võrgu praktilised ülesanded on läbi viidavad paarides, ülejäänud üksikult.

Andmete kogumine I ja II tase

Õpikus on praegu kaks näidet andmeid koguvate robotite kasutamisest: Jaapani 2011. a. maavärina järgsest radiatsiooni uurimisest ja Eesti maanteeameti liiklussageduse andmete hankimisest. Soovitav oleks ajakirjandusest leida uuemaid teateid ja aktuaalseid näiteid. Maanteeamet avaldab igal aastal uue aastaraamatu - soovitame kasutada viimase kättesaadava aastaraamatu andmeid, jooniseid ja tabelleid.

Õpikus on mõtlemis- ja arutlusülesanne roboti eelistest võrreldes mehitatud andmekorjamisjaamaga. Soovitavalt võiks õpilased leida näiteks järgmised omadused, miks robot on parem andmete korjaja kui inimene:

- Robot saab andmeid korjata keskkonatingimustest sõltumatult - ta saab töötada ebatervislikes keskkondades (kuumus, kemikaalid, radiatsioon).
- Robot suudab salvestada andmeid kiiresti - ta saab vajadusel ajaühikus rohkem mõõtmisi teha kui inimene.
- Roboti jõudlus on suurem - ta ei vaja und, puhkepause, söögi- ja suitsupause, ei väsi ära, ei karda monotoonsust .
- Roboti täpsus on suurem - inimesel on inimlik mõõde, robotil programmeeritud täpsus. Vajadusel on teda võimalik programmeerida töötama mikromeetri täpsusega.
- Robot teeb vähem vigu - inimene kipub monotoonse töö juures vigu tegema, robot teeb vigu, kui ta on halvasti programmeeritud või kui ta läheb katki ettenägematute olukordade tõttu.
- Robotit saab saata kohtadesse, kuhu inimest ei saa või on liiga kallis saata (teised planeedid, ookeanipõhi)

Mille poolest inimene on andmete korjamisel parem:

- Inimene suudab ülesandele läheneda loominguiliselt - ta võib toime tulla ka siis, kui olukord natuke muutub, robot ei saa ettenägematute olukordadega hakkama.
- Inimese visuaalse töötamise võime (näit. metsas jooksmisel puude kauguse tuvastus) on kiirem kui praeguste arvutite peal olevad programmide pilditöötamise oma. See ei pruugi muidugi enam kauaks nii jääda.

Õpilastega võiks arutleda ka andmete visualiseerimisest erinevate sihtrühmade jaoks. Kasutame maanteeameti aastramatust pärit liiklussageduse andmeid. Mida on hea lugeda tablist? (Näiteks konkreetse punkti loendatud liiklejate arve). Mida on hea lugeda graafikult? (Näiteks aastaga muutunud liiklustiheduse üldpilt). Mida saab välja lugeda kaardilt, kus teed on värvitud erineva värviga sõltuvalt liiklussagedusest? (näit. millist teed kasutatakse kõige sagedamini Tartusse sõitmiseks sealt lahkumiseks - Võru maanteed).

Andmete töötlemise teise taseme peatüki kaudne eesmärk on ultraviolettkiirgusega (UV-kiirgus) seotud probleemide teadvustamine. Enam infot UV-kiirguse toimest ja mõõtmisest leiab Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi kodulehelt <http://www.emhi.ee/index.php?ide=29,720,1034> ja Tõraverre Observatooriumi kodulehelt <http://sputnik.aai.ee/koduleht/uv.php> .

UV andmete korjamine on huvitav ülesanne ka andmete töötlemiseks. Tõraveres on UV-kiirguse andmeid korjatud juba aastaid - iga minuti tagant on mõõdetud uus tulemus. Mõõtmistulemused on kaasas õpiku õpetajaraamatus oleva CD-plaadiga ja samuti on need olemas kursuse materjalide hulgas. Esitatud on kaks faili - 2007 aasta kõik andmed ja lisaks 2007 aasta juulikuu andmed. Andmed on esitatud toorkujul, st selliselt nagu nad tulevad andmekogumisrobotilt.

Enne andmetega töötlemist võiksid õpilased meelde tuletada eelmist peatükki ja uurida, kuidas kuidas andmed Tõraverest veebi satuvad, mis kujul need on, kuidas neid esitletakse.

Juhul kui koolil on olemas firma Vernier UV andurid (uurida füüsika õpetajatelt) võiks ka realselt anduriga katseid teha.