

Robottiohjelmoinnin harjoitustyö

Kopittelurobo

Crista Kaukinen (yhteistyössä Atte Hanskin kanssa)
014089952
crista.kaukinen@helsinki.fi

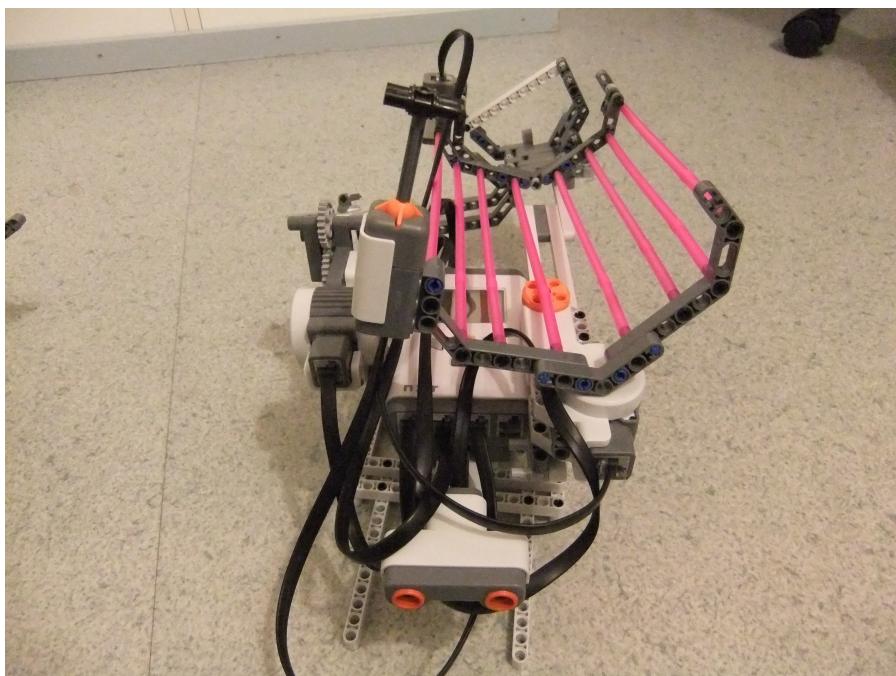


Kopittelurobon kuvaus

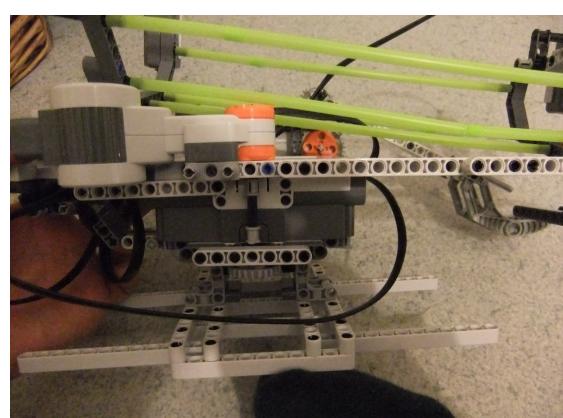
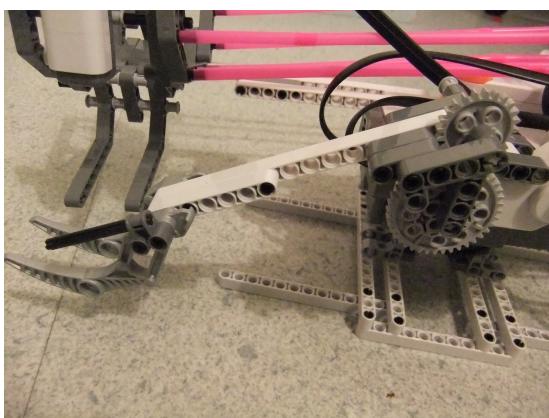
Kopittelurobo heittelee palloa toisen samanlaisen robotin kanssa. Kopitteluoohjelman käynnistyessä kalibroidaan valaistus siten, että robo tunnistaa pallon valosensorilla yleisvalaistuksesta. Kalibroinnin jälkeen robo heittää palloa toiselle robottiille, kun se tunnistaa, että pallo on sillä. Kopittelurobo tietää etäisyyden kopittelukumppaniinsa ja osaa heittää pallon suuripiirtein toisen robon pallon vastaanottokouruun. Robo pystyy tähtämään toisen robon kouruun noin etäisyksillä 40-60 senttimetriä. Roboa voi myös kään்�taa akselinsa ympäri vasemmasta ja oikeasta nuolinäppäimestä, jotta se kohdistuisi toista robottia kohti mahdollisimman tarkasti. Robotin voi hätätilanteessa pysäyttää painamalla kosketussensorin pohjaan.

Robon heittotarkkuus saattaa vaihdella paljonkin, noin 20 senttimetriä. Useimmiten se kuitenkin heittää noin viiden sentin tarkkuudella kohteeseensa.

Robotin rakenne

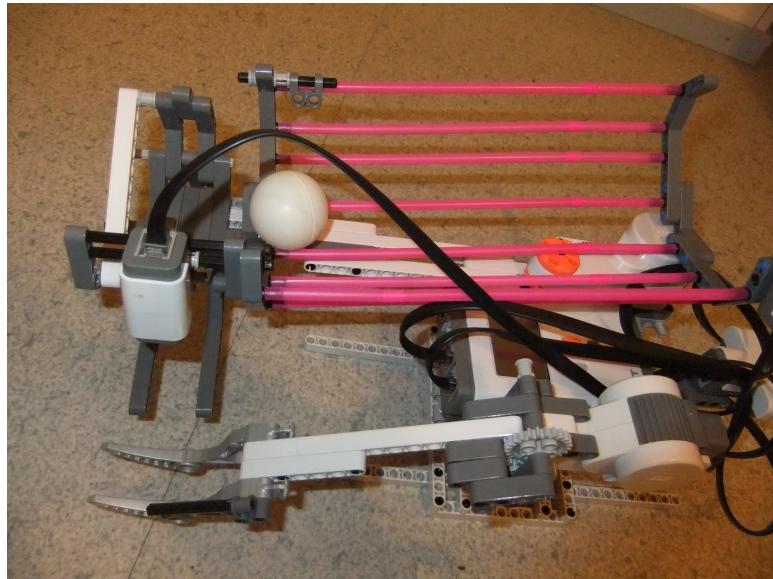


Robotin keskusyksikkö on noin 10 cm korkeudella maasta tukirakenteen ansiosta. Tukeen on kiinnitetty rattailla moottori, joka mahdolistaa robotin pyörimisen akselinsa ympäri. Moottori on kiinnitetty aivan keksusyksikön viereen. Toisella puolella keskusyksikköä on robotin toinen moottori, joka liikuttaa pallonheittokouraa. Koura on noin 18 sentin pituinen ja lepotilassa noin 50 asteen kulmassa alhaalta. Molemmilla kopittetelevilla roboteilla tulisi olla saman pituiset kourat, sillä pallon heittovoimaa laskettaessa tämä on otettava huomioon.

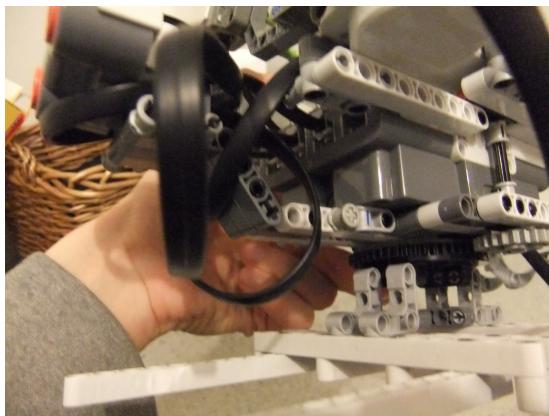


Keskusyksikön päällä on isokokoinen pallon vastaanottoon tarkoitettu kouru, jota pitkin pallo vierii heittokouraan. Kouru on rakennettu lego-osista sekä ohuista juomapilleistä. Pillien päälle voi laittaa paperipalan, joka vähentää

pallon pomppimista ja edestauttaa pallon vierimistä kourua pitkin heittokouraan. Paperiksi sopii kahtia taiteltu A4-kokoinen kopipaperi. Paperia on hyvä kiertää rullalle, jotta se pysyisi kourun muotoisena.



Robottiin on kiinnitetty kolme sensoria: valosensori, ultraäänisensori ja kosketussensori. Ultraäänisensori on kiinni tukirakenteessa ja osoittaa pallon heittosuuntaan noin kymmenen senttiä maan pinnasta. Se tunnistaa näin toisen samanlaisen robotin edessään. Valosensori on sijoitettu kourun loppuosaan robotin peräpäähän 5,5 cm kourun yläpuolelle osoittuen pallon vierimisreitille. Valosensori pystyy tunnistamaan tilanteet, joissa pallo vierii sensorin alta. Kosketussensori on kiinni kourussa robotin etupäässä sellaisella paikalla, josta siihen pääsee helposti käsiksi.



Heittokouraa liikuttavaan moottoriin ja itse kouraan on kiinnitettyä kaksi ratasta, jotta moottorin väentöä saataisiin nostettua. Rattaiden suhde on 1,66:1.

Koodin rakenne

Koodi koostuu kuudesta luokasta: Kopittelija (main-luokka), Heitto (heitää pallon), Lepo (odottaa tekemättä mitään), KaannosVasempaan (kääntyy vasemmalla napin painalluksesta), KaannosOikeaan (kääntyy oikealle napin painalluksesta) ja HataSammatus (kosketussensorin painalluksesta sammuttaa keskusyksikön).

Käytin projektissa behavior-ohjelmointia. Eri robotin suorittamat osatehtävät ovat kukin oma behaviorinsa, joista arbitraattori valitsee kulloinkin relevanteimman.

Kopittelija-luokka luo behaviorit ja arbitraattorin sekä käynnistää arbitraattorin. Ennen arbitraattorin käynnistämistä kutsutaan ValoKalibrointi-metodia, joka kalibroi yleisvalaistuksen ja pallon antamat valosensorin arvot. Kun arbitraattori on käynnistynyt, niin robotti suorittaa yhden arbitraattorin valitseman behaviorin kerrallaan.

Behavioreiden prioriteetti on seuraava korkeimmasta matalimpaan: HataSammutus, KaannosOikeaan, KaannosVasempaan, Heitto ja Lepo. Kosketussensorista robotti sammuttaa itsensä välittömästi. Robotti käännyy oikelle tai vasemmalla milloin tahansa nappeja painettaessa. Jos sekä oikea että vasen nuolinäppäin on painettuna, robotti käännyy oikealle. Jos valosensorin alta kulkee pallo, niin robo odottaa sekunnin ja heilauttaa kouraansa 90 astetta singoten pallon. Heittovoiman laskemisessa käytetään laskeNopeus-metodia. Muuten robotti odottaa paikallaan tekemättä mitään.

Koodiin on jätetty kommentoituna kaksi muuta behavior-luokkaa, joille ei ole enää käyttöä. Testiheitto-luokka toteutti heiton testaamiseen hyödyllisen toiminnan, jossa mootori heitti pallon maksiminopeudella ja palasi lähtöasentoon. Etsinta-luokka taas sai robotin pyörimään, kunnes kantamalla oleva kohde havaittasiin. Se kuitenkin poistettiin käytöstä, sillä se oli epäkäytännöllinen ja sai robon jumittumaan väillä.

Testaus

Testitapaus 1.

Testasimme robon heittotarkkuutta. Laitoimme robotin heittämään paloa suurin piirtein täydellä teholla, 900 astetta sekunnissa. Laitoimme pallon laskeutumispaijalle 4 A4-kokoista paperia ja merkkasimme paperille pallon laskeutumiskohdat. Toistimme kokeen kymmenen kertaa kummallekin robotille. Pallot osuivat maahan noin 20 cm vaihtelulla, mutta suurin keskittymä oli noin 5 cm halkaisijaltaan.

Robo heittää paloa siis melko epätarkasti. Siksi vastaanottokourun tulee olla isokokoinen.

Testitapaus 2.

Testasimme robotin heittokantamaa. Nyt käytössä oli tähtäysalgoritmi. Laitoimme kirjan robotin eteen ja katsoimme, millä etäisyyksillä robo osaa tähdätä oikein. Robotin maksimiheittoetäisyys oli 70 cm ja lyhin etäisyys, jolla robotti voi mielekkäästi heittää paloa oli 40 cm.

Testitapaus 3.

Testasimme valosensoria erilaisissa valaistusolosuhteissa. Kirkkaassa valaistuksessa robo ei toiminut kunnolla, mutta hämärässä aivan tavallisesti.

Testitapaus 4.

Testasimme ultraäänisensoria laittamalla robot vastakkain ja katsomalla mitä lukemia sensori antaa. Robojen alla oli paperista tehty mittanauha. Väillä sensori näytti paljon pienempää lukemaa kuin sen olisi pitänyt, joka johtuu siitä, että sensorit olivat vastakkain. Tasaista estettä vastaan sensori antoi normaaleja lukemia.

Rajoitukset ja tulevaisuus

Robotin heittotarkkuus on loppujen lopuksi melko huono. Toisenlaisella koura-designilla saattaisi saada aikaan paremman heittotarkkuuden. Vaihtoehtoisesti pallon voisi lingota tai antaa kulkea kahden renkaan välistä, mutta näiden heittomenetelmien tarkkuudesta ei ole tietoa. Myös tähtäämisalgoritmia voisi hioa, vaikka se toimiikin yllättävän hyvin (vaikka kirjoitin käytössä olevan algoritmin testaamatta sitä robotilla missään vaiheessa).

Nykyään robo heittää paloa maksimissaan melko lyhyelle etäisyydelle, vain noin 50 cm päähän. Jälleen kouran erilainen muotoilu saattaisi mahdollistaa paremman kantaman. Esimerkiksi pidempi koura heittäisi pallon pidemmälle, mutta saattaisi heikentää heittotarkkuutta. Toinen vaihtoehto olisi lisätä rattaiden väintöä, mutta käytännössä oli vaikea saada pienimmät ratat olemaan luiskahtamatta niitä väännettääessä.

Ultraäänisensori ei aina tunnistaa lähellä olevaa robottia, vaan heittää pallon tarpeettoman lujaa. Toisen robotin tunnistamistarkeutta voisi lisätä rakentamalla robotin etuosaan kiinteän, kovasta materiaalista tehdyyn levyn ja sijoittamalla ultraäänisensorin siten, että se osoittaisi keskelle toisen robotin levyä. Ultraäänisensori myös luultavasti häiriintyy toisen robon ultraäänisensorista, sillä väillä lukema näyttää etäisyyden olevan pienempi kahden robotin väillä kuin se oikeasti on. Sensorit voisivat sijoittaa siten, että ne eivät olisi aivan vastakkain.

Kun robotit ovat hetken heitelleet palloa, moottorien väntö saa ne kiertämään hiukan vasemmalle. Tämä aiheuttaa sen, että pallo ei hetken päästää lennää suoraan toisen robotin kouruun. Robottia joutuu silloin käantämään uudestaan toista roboa pän. Tukevampi rakenne saattaisi auttaa tähän ongelmaan.

Robon heittämä pingispallo pomppii toisinaan pois kourusta. Kouruun asetettu paperi vähentää pomppimista, mutta sekään ei poista ongelmaa kokonaan. Pingispallo oli kuitenkin ainoin tarpeeksi kevyt ja pieni pallo, jonka robo pystyy heittämään.

Käyttöohje

Ensin rakenna robotti (tai robotit) kuvien ja rakenteen kuvalun perusteella. Varmista, että robottien ultraäänisensorit ovat samalla korkeudella ja kourat saman pituiset. Pidä mielessä myös, että tähtäysalgoritmin virheetön toiminta vaatii, että rattaiden suhteet ovat robotin rakenteet-kohdassa mainitut ja kouru alkaa enintään 15 cm ultraäänisensorin takaa.

Tämän jälkeen aja build.xml tiedosto ja varmista, että robotti on päällä ja kytketty tietokoneeseen USB-johdolla.

Ohjelma käynnistyy Kopittelija-tiedostosta. Aluksi robotti mittaa yleisvalaistuksen ja pyytää laittamaan pallon valosensorin alle. Pidä huolta että sensorin punainen LED-valo valaisee pallon ja paina mitä tahansa nappia pallo sensorin alla. Kun painat vielä kerran nappia, niin ohjelma käynnistyy ja robo on valmiina kopittelemaan!

Aseta robotit vastakkain noin 30-50 cm päähän toisistaan. Tarvittaessa paina oikeaa ja vasenta nuolinäppäintä kohdistaksesi robotit hyvin. Aseta pallo toisen robotin kouruun ja anna sen valua heittokouraan. Tämän jälkeen robotit kopittelevat palloa itsenäisesti – teoriassa. Luultavasti pallo ei aina osu kouruun tai satunnaisesti kimpoaa siitä pois. On kuitenkin hauska seurata, kun robotit kopittelevat monta kertaa onnistuneesti peräkkäin. Robotin voi häättilassa tai muuten vain sammuttaa painamalla kosketussensorin pohjaan.

Työnjako

Tein tämän projektin toisen opiskelijan (Atte Hanski) kanssa yhteistyönä. Robottimme ja koodi ovat lähestulkoon identtiset, lukuunottamatta pieniä, toiminnan kannalta epärelevantteja yksityiskohtia. Atte vastasi enemmän robotin rakenteesta. Suunnittelimme heittokouraa ja kourua yhdessä, mutta Atte rakensi prototyypit ja robotin pyörivän alustan kokonaan. Koodia suunnittelimme ja toteutimme yhdessä. Minä vastasin kokonaan robotin tähtäysmetodista (laskeNopeus).