

# **Robottiohjelmoinnin harjoitustyö – "LuovaRobo" -piirtäjärobotti**

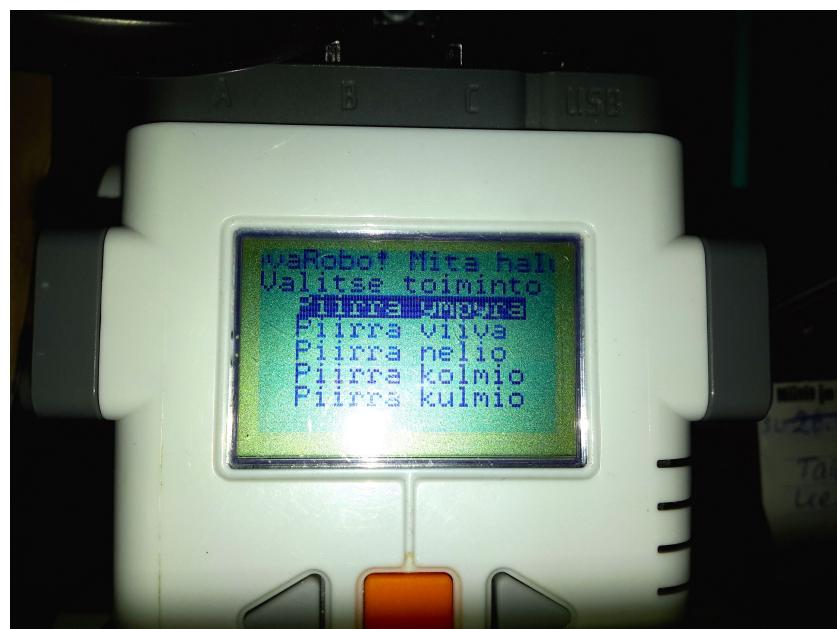
Arto Ylhävuori  
014417977  
[arttu.ylhavuori@helsinki.fi](mailto:arttu.ylhavuori@helsinki.fi)

11.1.2015

# 1 LuovaRobon kuvaus

LuovaRobo on Lego NXT-robotti, joka osaa piirtää käyttäjän määrittelemiä yksinkertaisia, geometrisia kuvioita: ympyröitä, viivoja, neliöitä, tasasisuvisia kolmioita sekä säännöllisiä monikulmioita. Robotin käynnistyessä LejOS:sta robotin näytölle aukeaa päävalikkonäkymä, josta käyttäjä pystyy valitsemaan, minkä kuvioista hän haluaa piirtää. Valittuaan kuvion, aukeaa ruudulle piirtovalikko, josta käyttäjä pystyy määrittelemään kuvion. Kuvion mitat määritellään piirtovalikon aseta-vaihtoehdosta, esimerkiksi ympyrässä määritellään ympyrän säteen suuruus ja piirrettävä kulma. Kustakin aseta-vaihtoehdosta aukeaa oma tekstinsyöttötilansa, jossa käyttäjä syöttää numeroarvoina kuvion kyseessä olevan mitan näytöllä näkyvän näppäimistön avulla. Arvot asetettuaan käyttäjän tarvitsee vain valita piirtovalikosta "Piirra!" ja robotti piirtää halutun kuvion. Lopuksi robotti palaa päävalikkoon, josta käyttäjä voi joko piirtää minkä tahansa toisen kuvion tai sulkea robotin (eli palata takaisin LejOS:iin) painamalla esc-näppäintä (tumman harmaa painike).

LuovaRobon piirtotoiminnot toimivat parhaiten kahden paljaalle lattialle vierekkäin teipatun tai sinitarralla kiinnitetyn A3-paperin kanssa. Pienempien papereiden kanssa on vaarana, että piirustustila loppuu kesken ja robotti eksyy piirtämään viivaa paljaalle lattialle.



Kuva 1: LuovaRobon päävalikko, josta kuvioiden piirtotoiminnot käynnistetään.

## 2 Robotin rakenne

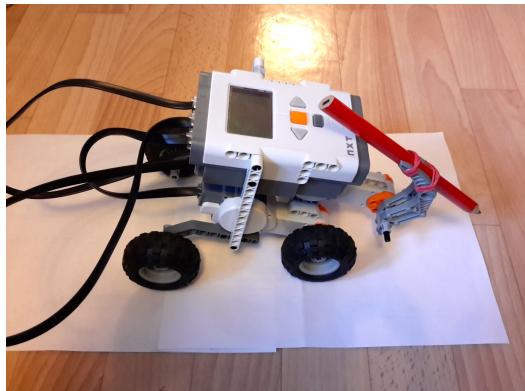


Kuva 2: LuovaRobon versio 1.0

ni kynätelineen ja kynää kääntelevän lähes sellaisenaan käytössä myös lopullisessa versiossa.

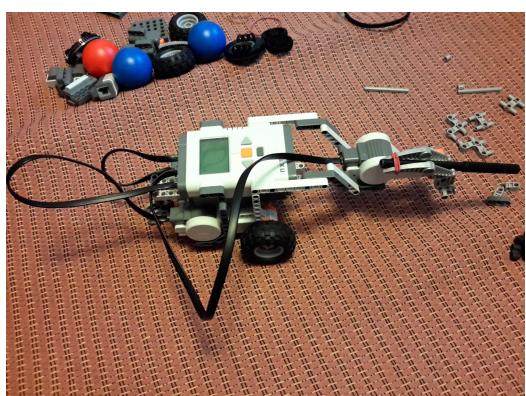
Toista versiota varten jouduin nostamaan ylemmäksi NXT-älypalikkaa, jotta sain kynämoottorin mahdumaan pyörien moottoreiden päälle. Toisen version ongelmana oli se, ettei robotti pystynyt piirtämään kunnolla kuin suoria viivoja. Ympyrän, neliön ja kolmion piirtäminen ei siltä luonnistunut, sillä kumiset etupyörät estivät sitä tekemästä tarkkuutta vaativia käänöksiä ja piirusitusjälki esimerkiksi neliön kohdalla oli pelkkää hieman viistoa katkoviaa.

Rakensi LuovaRobosta kurssin aikana rakenteeltaan kolme erilaista versioita. Kaksi ensimmäistä tein omasta päästääni rakentamalla, mutta kolmannen version kohdalla jouduin katsomaan internetistä mallia. Ensimmäinen LuovaRobo-versio ei kyennyt vielä piirtämään, sillä se koostui käytännössä pelkistä neljästä kumipyörästä moottoreineen, NXT-älypalikasta ja robotin kasassa pitävistä muovilistoista. Robotin toiseen versioon lisäsini kehittelemää moottorin. Tämä "kynämoottori" on



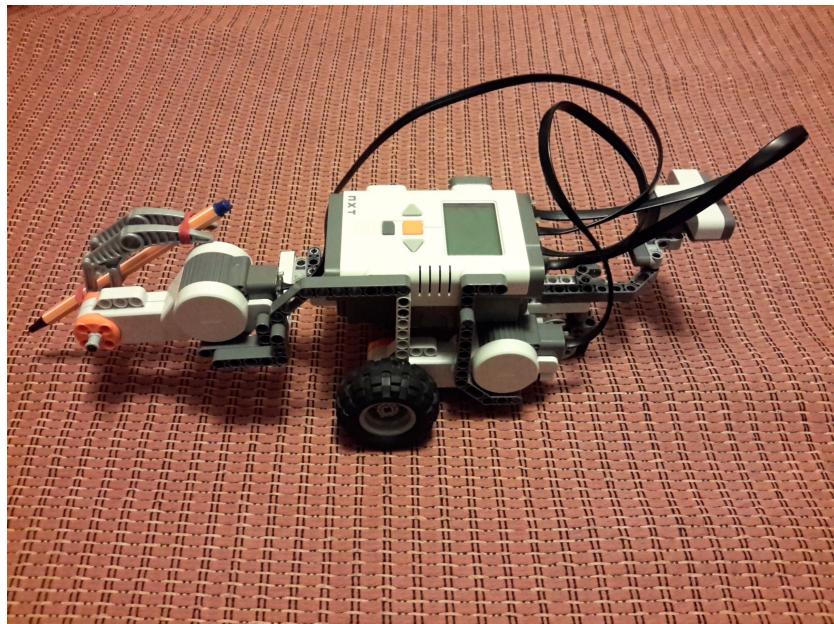
Kuva 3: LuovaRobon versio 2.0

Kolmatta LuovaRobon versiota varten sain vinkin kaveriltani: jäykät etupyörät kannattaisi vaihtaa yhteen kääntyväen etupyörään, jotta robotti kääntyisi sulavammin. Internetistä löytyikin sopiva kasausohje kolmipyöräisen NXT-robotin rakentamiseen (ks. linkki). Tätä ohjetta noudataan rakensi kolmannen pyörän kahdesta pyöreästä rattasta ja kun



Kuva 4: LuovaRobon versio 3.0

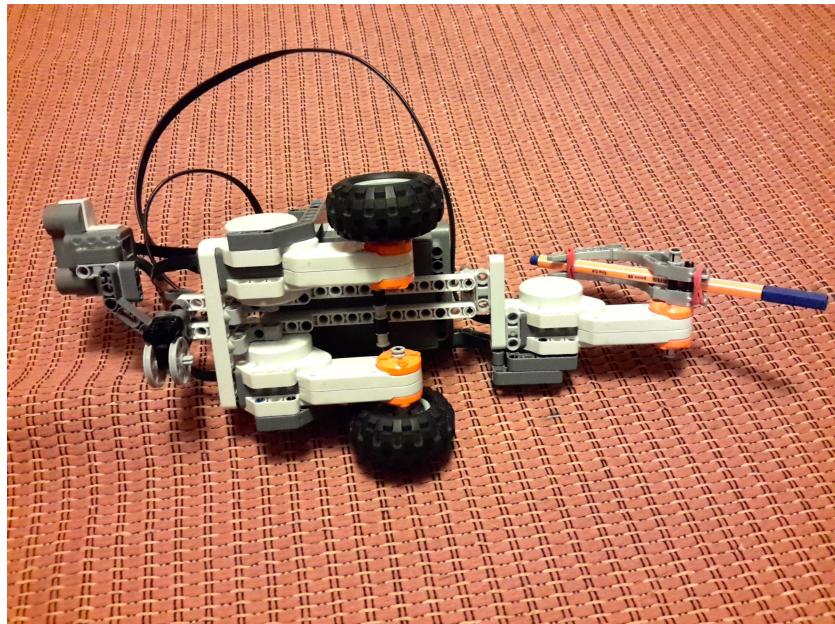
en saanut sitä suoraan sopimaan aiemmankin kehikkoon, rakensi koko robotin uudelleen em. ohjeiden mukaisesti. Liitin robottiin vielä kynämoottorin, niin kolmas versio oli siinä. Tästä versiosta tein vielä päivityksen, kun totesin, ettei robotin piirtojälki edelleenkään ollut paras mahdollinen nelion ja kolmion kohdalla. Siirsin kynämoottoria leveyssuunnassa keskemmälle robottia ja lisäsin vielä robotin keulaan ultraäänianturin tuomaan vastapainoa. Robotin strategiset mitat ovat tässä: pyörien halkaisija 5,6 cm, takapyörien etäisyys toisistaan 12 cm, kynän maahan lasketun kärjen ja takapyörien keskikohdan etäisyys 18 cm, edessä roikkuva ultraäänisensori kantotelineineen 11 cm.



Kuva 5: Nykyinen LuovaRobo, versio 3.5

### 3 Koodin rakenne

Lähdin alunperin kehittämään koodia ajatuksella "antaa katsoa, mitä syntyy kokeilemalla". Tältä pohjalta syntyi ensimmäinen versio koodista, nykyiseltä nimeltään VanhaMain.java. En kuitenkaan ollut tyytyväinen siihen, ettei tässä versiossa pystynyt vaikuttamaan suoraan robotista valitsemalla, min-kä kokoisia kuvioita haluaa robotin piirtävän. Keksin, että robotti tarvitsee



Kuva 6: LuovaRobo 3.5 alapuolelta kuvattuna

käyttöliittymän, jolla käyttäjää pystyy säätämään kuvioiden koot. Tältä pohjalta syntyi nykyinen koodiversio, yksinkertaisesti nimeltään Main.java.

Koodi perustuu LCDUI.javaan, joka on yksi RojbOS-käyttöjärjestelmän Eclipseen valmiiksi sennetusta LejOS:n käyttöesimerkeistä. Koodissa esiintyvät muutamat alkuperäiset komennot olen käännyttänyt niin pitkälle kuin mahdollista suomeksi omaa ohjelointityötäni helpottamaan. Jatin koko koodin yhteen luokkaan, sillä en nähnyt tarpeelliseksi ryhtyä sitä hajottamaan puutteellisen graafisen käyttöliittymän ohjelointitaitoni vuoksi. Ohjelma käynnistyy metodissa kaynnista(true). Koodissa luodaan komponentit päävalikolle sekä ympyrän, viivan, neliön, kolmion ja monikulmion List-tyyppisille piirtovalikoille. Piirtotoiminoissa tarvittavat arvot syötetään piirtovalikoissa olevien TextBox-kenttiin. Kun piirtotoiminto käynnistyy, tarkistetaan, ovatko annetut arvot korrekteja (onko kyseessä numeroarvo) ja suoritetaan annetut komennot (ympyrä, viiva) tai suoritetaan suoraan metodi moniKulmionPiirtaminen() (neliö, kolmio, monikulmio). Koodista löytyvät myös metodit robotin eri käyttövaiheissa käytettäviin äänimerkkeihin ja graafiseen käytömpäristöön liittyvä metodi commandAction(), joka seuraa, minkä valikon kohdan käyttäjä valitsee. Poikkeavien syötteiden varalta olen luonut koodiin List-tyyppisen valikon, joka ilmestyy aina, kun syöte on jotakin muuta kuin numero.

## 4 Testaus

Päätin keskittyä testauksissani havaitsemiini robotin mahdollisiin puutteisiin tai suoranaisiin kiireessä tehtyihin bugeihin.

**Testitapaus 1:** Testasin, heittääkö LuovaRobo virheviestin (eli meneekö se "poikkeustilaan"), jos sen piirrettävän kuvion arvoiksi ei syötä mitään, jos arvoiksi syöttää numeron sijaan kirjaimen tai jos numeron eteen laittaa nollan. Syötin ympyrän kaaren arvoksi "q" ja kulman arvoksi "w". Piirtämisen aloittamisen sijaan robotti siirtyi ohjelmoimaani poikkeustilaan. Seuraavaksi kokeilin nollan laittamista numeron eteen. Syötin neliön sivun pituuden arvoksi "01". Robotti ryhtyi piirtämään neliötä aivan kuin mitään poikkeavaa ei olisi tapahtunut. Viimeisenä kokeilin vielä tekstikentän jättämistä tyhjäksi monikulmion piirtämisen kohdalla. Nyt robotti siirtyi jälleen poikkeustilaan. Testi onnistui täydellisesti. Poikkeustilan ansiosta ohjelma ei kaadu, vaan päästäään palaamaan nopeasti takaisin päävalikkoon.

**Testitapaus 2:** Toisena testinä kokeilin, kykeneenkö LuovaRobo piirtämään erikokoisia ympyröitä. Olen ollut havainnoivani, että riippumatta syöttämästäni ympyrän säteestä robotti piirtää aina saman kokoinen ympyrän. Ensin syötin ympyrän kaaren arvoksi nollan ja robotti piirsi paikaltaan ympyrän. Sitten syötin kaaren arvoksi yhden ja robotti piirsi täsmälleen samalaisen ympyrän. Kuitenkin kun syötin kaaren arvoksi kymmenen, alkoi robotti piirtämään edellisiä laajempaa ympyrää. Sama toistui, kun syötin kaaren arvoksi 20: robotti ryhtyi kaartamaan entistä loivemmin ympyrää. Testi onnistui täydellisesti. LuovaRobo piirtää toisiaan erikokoisia ympyröitä.

**Testitapaus 3:** Viimeisenä testinä testasin, miten säädöllisen monikulmion piirtovalikon kautta onnistuvat erikokoisten monikulmioiden lisäksi kolmion ja neliön piirtäminen (jälkimmäisille on lisätty myös tuki, jota ei koodausvaiheessa tullut kiireen takia testattua). Ensin testasin, miten robotilta onnistuu kolmion piirtäminen. Samanlainen kolmio syntyi kuin jos olisi käytänyt suoraan kolmion piirtovalikkoa. Sitten testasin, miten neliön piirtäminen luonnistuu. Hyvin näytti sekin toimivan samalla tavalla kuin suoraan neliön piirtovalikosta valittuna. Testi onnistui täydellisesti. Robotti piirtää myös monikulmion piirtovalikon kautta neliötä ja kolmioita.

## 5 Rajoitukset ja tulevaisuus

Robotin kehityksessä jäi kesken useita asioita. Jos aikaa ja intoa olisi ollut vielä enemmän, olisin mm. hienosääntänyt neliön, kolmion ja monikulmion piirtotoimintoja. Nykyinen piirtojälki on nimittäin hieman katkonaista käänöksiä välillä. Lisäksi olisin lisännyt robottiin paremman tavan syöttää arvoja: ideoituina vaihtoehtoina olisivat olleet radiobutton-tyyppinen lista arvoista (esim. väleillä 0,5,10,15,...) sekä arvon valitseminen robotin oikea- ja vasen-näppäimiä käyttämällä (näytöllä näkyvä arvo suurenee ja pienenee). Yhtenä toiveena olisi myös ollut luoda jo jonkinlainen versio robotin näkökyvystä, joka kykenisi tunnistamaan ja piirtämään näkemänsä objektiin.

## 6 Käyttöohje

Kun robotti on koottu edellä olevien kuvien mukaiseksi, pitää se liittää USB-johdolla tietokoneeseen ja suorittaa Main.javasta löytyvä build.xml ANT-buildina.

1. Käynnistä Main.java LejOS:sta (robotti päästää äänimerkin ohjelman käynnistymisen kunniaksi) ja aseta robotti lattialle teipatun tai sinitarralla kiinnitetyn paperin päälle paperin vasempaan alalaitaan. Varmistaa, että ympäristössä on robottille riittävästi liikkumistilaa.
2. Valitse haluamasi kuvion piirtotoiminto.
3. Syötä kuvion tarvitsemat numeroarvot näppäimistöllä. Löydät numeronäppäimistön kirjainnäppäimistön vasemmasta alakulmasta painiketta "123" painamalla.
4. Valitse "Piirrä!". Robotti ilmoittaa äänimerkillä aloittavansa ja se piirtää valitsemasi kuvion syöttämälläsi tai syöttämälläsi arvoilla.
5. Robotti ilmoittaa äänimerkillä olevansa valmis. Näytölle ilmestyy päävalikko.
6. Valitse uusi piirtotoiminto tai sulje robotti painamalla esc-näppäintä (tumman harmaa painike).
7. Mikäli valitsit robotin sulkemisen, vahvista lopettaminen painamalla robotin oikea-näppäintä. Näytölle "No-sanan tilalle "Yes-sana. Vahvista sammutus painamalla enteriä (oranssi painike). Robotti päästää äänimerkin ja palaa takaisin LejOS:iin.