

# **Robottiohjelmoinnin harjoitustyö**

Joulu 2014

## **Säveltäjärobotti**

<https://github.com/viipu/massive-ironman>

Virpi Sumu

014026669

virpi.sumu@cs.helsinki.fi

## Säveltäjärobotin kuvaus

Sibbe Säveltäjärobotti on eräänlainen interaktiivinen peli, jossa käyttäjä voi robotin fyysisistä ympäristöä muokkaamalla luoda musiikkikappaleita. Robotti liikkuu itsenäisesti ja mittaa jatkuvasti etäisyyttään edessä oleviin esineisiin, joita se osaa väistellä (tiettyin varauksin). Kun robotti havaitsee seinän lähellä edessään, se tarkistaa missä suunnassa on vapaampaa tilaa, ja käännyy siihen suuntaan (vasemmalle tai oikealle). Ympäristön kohteista mittaaomiensa etäisyyksien perusteella robotti ”laulaa”, ja käyttäjä voi muokata laulua sijoittamalla esineitä robotin tielle. Robotti tallettaa syntyneen laulun muistiin, josta käyttäjä voi soittaa sen uudestaan, joko heti tai vaikka seuraavalla käynnistyskerralla.

Ultraäänisensorin rajoitusten vuoksi ympäristöä on parasta muokata isoilla, tasaisilla esineillä, kuten pahvilaatikoilla. Pöydänjalat esimerkiksi ovat varsinaisia ansoja tälle robotille.

## Robotin rakenne



Säveltäjärobottiin tarvitaan kaksi moottoroitua rengasta sekä yksi tukipyörä, moottoroitu ultraäänisensori ja tuntosensori. Robotin rakenteen tärkeimmät huomionkohteet ovat maavara, ultraäänisensorin vaakataso ja riittävä käänymistila sekä tuntosensorin sijoittaminen tarpeeksi eteen, jolloin se suojelee ultraäänisensoria. Ultraäänisensorin moottorille täytyy myös jättää tilaa, ja johtojen sijoitteluun kannattaa kiinnittää huomiota. Nämä yksityiskohdat voisi varmasti toteuttaa optimaalisemmin kuin oheississa kuvissa on esitetty.

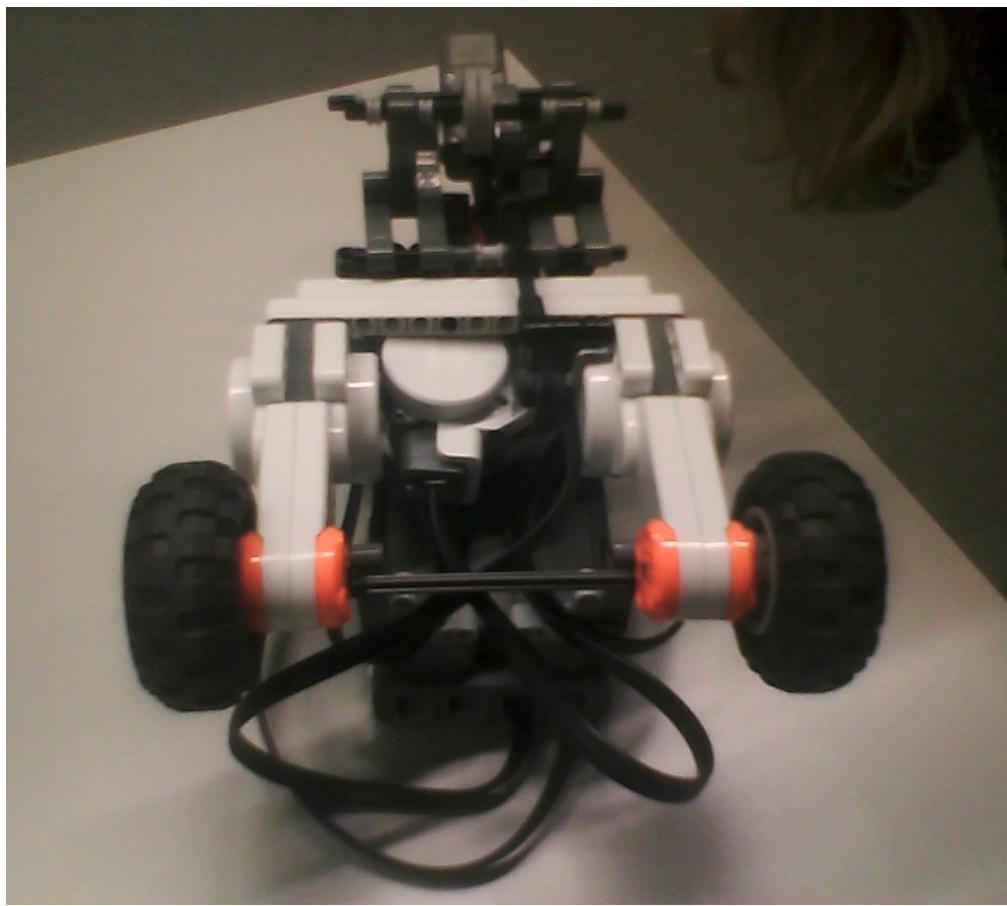
Kuva 1: Ultraäänisensorin täytyy päästää käänymään 90 astetta molempiin suuntiin. Toisaalta tuntosensorin on hyvä tulla ultraäänisensoria edemmäs.

Robotin kolla ei ole niin väliä, mutta on tärkeää, että renkaiden koon ja akselin pituuden suhde pysyy samana (tai että niistä riippuvia arvoja koodissa muokataan). Näistä saadaan yksinkertainen kaava astemääärälle, jonka renkaan täytyy pyöriä, jotta robotti käännyy haluttuun kulmaan:

$$\text{astemäärä} = \frac{\text{akselin pituus}}{\text{renkaan koko}} \times \text{kääntökulma}$$

Saatua arvoa voi joutua vielä kokeilemalla säätämään, mutta suuruusluokan pitäisi olla oikein. Tässä mallissa renkaan koko oli 56mm, ja akselin pituus 144mm, jolloin  $90^\circ$  käännyksen moottorin astemääräksi tulee noin 237.

Halusin robolleni vähän reippaammin maavaraa, jotta se pystyy liikkumaan matoilla ja pikkuesineiden yli. Siksi laitoin alunperin kumipyörän myös eteen, mutta tämä teki käänymisestä vaikeasti ennustettavaa, joten vaihdoin muoviseen. Kynnysten ylittämisestä tuli tällöin vaikeampaa, mutta robotti käännyy luotettavammin.



Kuva 2: Vatsapuolella tekee vähän tiukkaa, kun suolet valuu kadulle. Vai onko nuo matoja?

Maavarantakin robottini moottorit ovat ylösalaisten, ja robotin vartalo on ikäänsuin vinossa. Suosittelen tälläistä projektia kokeilevalle jotakin muuta ratkaisua, koska ultraäänisensorin saaminen suunnilleen vaakatasoon aiheutti pientä epätoivoa. Sensorin moottorin turhan monimutkainen kiinnitys irtoli välillä robotin törmäillessä, ja tästä syystä laitoiin eteen vielä tuntosensorin, ikäänsuin puskuriksi. Tuntosensori auttaa myös hieman ultraäänisensorin heikkouksien (pehmeät tai erittäin lähellä olevan kohteet, kiiltävät pinnat jne.) kanssa. Projektin edetessä kaivoin täitä legopalikkakuoppaani vain syvemmäksi, enkä enää voinut pilkkoa rakennelmaani kappaleiksi ja aloittaa alusta, vaikka olisi ehkä pitänyt.

Näitä luomiani hankaluksia huomioonottamatta robotin rakenteessa ei ole mitään kovin erityistä. Se on suhteellisen yläpainoinen, ja sopivan rampin kohdateessaan kellahtaa selälle, mutta muuten selviytyy ympäristön haasteista melko hyvin. Suurimmaksi ongelmaksi osoittautuvat robotin johdot, joiden sijaintia ja jäykkyyttä en ottanut rakennusvaiheessa tarpeeksi huomioon - erityisesti sensorin kääntyminen oli ongelmallista. Lopulta teippasin johtoja kiinni, vaikka se ei kovin elegantilta näytäkään. Robotin rakenteellisissa osissa en teippiä tai vastaavaa kuitenkaan halunnut käyttää.

## Koodin rakenne

Koodin pääasia löytyy aikamoisenä sekasotkuna luokasta "Saveltaja". Tässä luokassa hallitaan robotin liikkumista ja reagointia sensorien antamiin arvoihin. Apuluokkina ovat "Nuotit", joka huolehtii ultraäänisensorin antamien arvojen muuntamisesta kromaattisen asteikon mukaisiksi sekä nuottien soittamisesta, ja "Tiedostot", joka huolehtii tiedostoon kirjoittamisesta ja sieltä lukemisesta.

Säveltäjän ytimenä on itsenäinen huoneessa liikkuminen ja ultraäänisensorin antamien arvojen muuntaminen säveliksi eli eräänlainen "laulaminen". Ohjelman suoritus alkaa kuitenkin pienellä valikko-jumpalla: käyttäjä saa valita, tarkistetaanko, onko edellisiltä käynnistyskerroilta jäänyt sävellyksiä talteen. Jos käyttäjä haluaa tarkistuksen, ja sävellystiedostoja löytyy, käyttäjä voi kuunnella nämä läpi, nauhoittaa uutta tai lopettaa ohjelman suorituksen.

Muussa tapauksessa siirrytään suoraan laulamaan ja nauhoittamaan. Ensin valitaan korkeampi tai matalampi lauluääni, jonka jälkeen robotti on valmis lähtemään liikkeelle. Nauhoitus on pituudeltaan pisimmillään minuutin ( $120 * 500\text{ms} = 60\text{s}$ ), mutta sen voi lopettaa kesken painamalla ENTER-näppäintä. Nauhoituksen jälkeen päästään taas edellämainittuun valikkoon, jossa voidaan kuunnella nauhoituksia, nauhoittaa lisää tai poistua ohjelmasta..

Robotin aika karkea hätäpäsytyks toimii ESCAPE-napilla, ainakin kokeilemani mukaan kaikissa tilanteissa. Se ei kyllä poistu ohjelmasta mitenkään erityisen nätisti, mutta siksi sen nimi onkin hätäpäsytyks. En törmänyt vakaviin viliintymisongelmiin robon kanssa, joten ehkä nappia ei kauheasti tarvita. Tosin valikkoja rakentelin roboon ehkä vähän liikaa, joten niistä namiskalla ainakin pääsee pois äkkiä.

Tein Nuotit-luokkaan tarkoitukSELLA kaikkea turhaa, kun ajattelin, että siitä voisi ehkä olla myöhemminkin jotain hyötyä. Näin jälkikäteen ajateltuna olisi ehkä ollut fiksumpaa jättää viittaukset Sound-luokkaan kokonaan pois ja hoitaa soittaminen Saveltaja-luokan puolella, jotta Nuotit olisi ihan NXT-vapaa.

## Testaus

### Testitapaus 1: Kääntyminen 90 astetta.

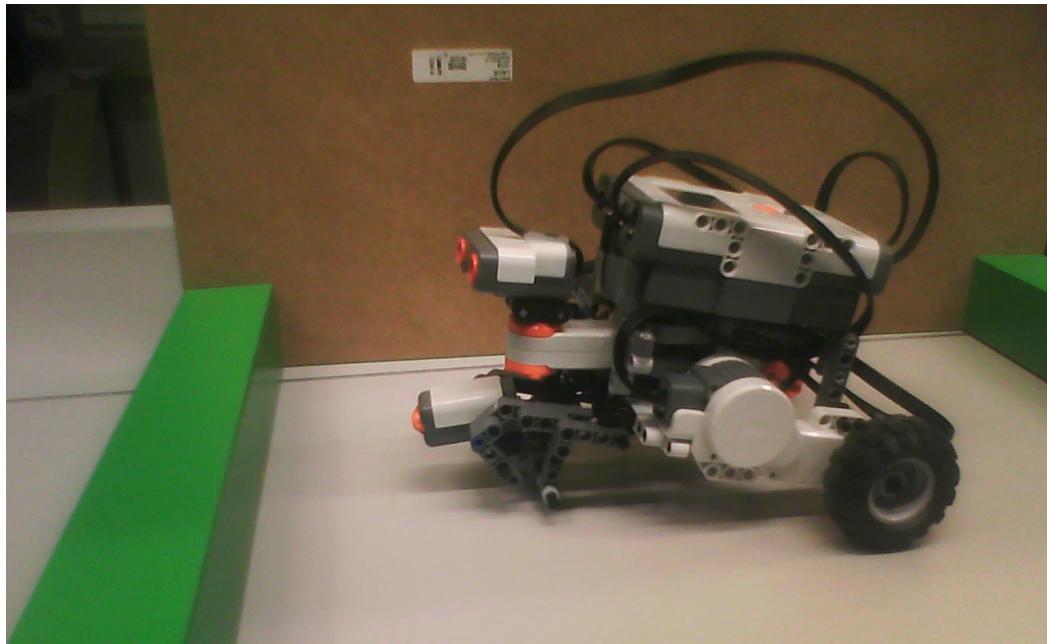
Säädin robotin kääntymistä kohdalleen `Saveltaja.kaantymistesti(int asteet)`-metodin avulla, jonka jatin jatkosäätöä varten vielä koodiin mukaan. Suoritin kyseistä metodia aina neljän käännöksen sarjoissa eri arvoilla, ja päädyin moottorin astemäärään 240. Tämä on optimoitu suhteellisen liukkaalle linoleumi-lattialle, mutta esimerkiksi matolla kääntyminen oli jo huomattavasti epätarkempaa. Linkki-luokassa testaillessani robotti kääntyi pöydällä mallikkaasti, mutta lattialla vähän temperamenttisesti.

### Testitapaus 2: Selkeä seinä

Asetin robotin kohtisuoraan seinää kohti. Lähestyessään robotin pitämä ääni muuttui jatkuvasti matalammaksi, eli sensorin ja nuotinvalinnan yhteispeli näyttäisi toimivan. Päästyään lähelle seinää robotti hidasti vauhtia, ja aivan lähellä pysähtyi, ”katsoi” ultraäänisensorilla vasemmalle ja oikealle, ja lähti ainakin silmämäärisesti enimmäkseen suuntaan, jossa oli enemmän tilaa. Kapeat huonekalut hämmensivät robottia selvästi, ja se saattoi lähteä pöydänjalkoja kohti, vaikka toisessa suunnassa olisi tilavampaa. Tälle en nyt tähän hätäään osannut mitään tehdä, koska olin optimoinut robon vallan toisenlaiseen (pahvilaatikkoseen) maastoon.

### Testitapaus 3: Huonekaluviidakko

Päästtin robotin olihuoneen siron pöydän alle. Lopputuloksena ultraäänisensori irtosi, kosketussensori sojotti aivan väärään suuntaan, moottorit ulisivat ja kaiuttimet vinkuivat. En uskaltanut toistaa koetta edes pienen rakenteellisen järjestelyn jälkeen. Tämä robotti on tehty laatikkomaisiin tiloihin.



Kuva 3: Mitenkäs tästä selvitäään?

Testitapaus 4: Karkaaminen avoimesta karsinasta

Linkki-luokan vihreä pöytä tarjosi oivan mahdollisuuden kokeilla tuntosensorin toimivuutta. Kyljelleen nostettuna pöydän jalat eivät rekisteröidy ultraäänisensoriin, joten robotti voisi jäädä vallan jumiin. Tuntosensorin aktivointiin liitetty paniikkiperuutus kuitenkin hoiti homman, ja robotti tunnisti myös oikein, ettei kannata lähteä kohti pöydän kannen pohjaa, vaan kohti vapautta vastakkaiseen suuntaan



Kuva 4: Voittajan on helppo, öh, tähtäillä lamppuihin.

## Rajoitukset ja tulevaisuus

Säveltäjärobottini toimii oikeastaan kivoiten kun siitä ottaa moottoripiuhat irti ja heiluttelee vain kättä tai lehteä ultraäänisensorin edessä. Pahoin pelkäään, ettei maailmassa ole sellaista pahvilaatikkotaivasta, josta roboni selviäisi. Ehkä täytyisi viedä se vierailulle Ikeaan.

Olin yllättynyt, miten hyvältä "sävellys" lopulta kuitenkin kuulostti (jälkkäteen kuunneltuna kun moottoreiden rutina ei peittänyt sitä alleen). Olisi kiva jos sävellykset saisi jossakin järkevämmässä muodossa ulos koneesta - ajattelin tavuina tallentaessani vain NXT:n rajallista tallennuskapasiteettia.

Nuotit-luokalle löydän toivottavasti käyttöä vielä myöhemminkin, pienen siivoilun jälkeen.

## Käyttöohjeet

Lataa koko git-repolainen sopivalla työympäristöllä varustettuun koneeseen (lisätiedot osoitteessa <https://github.com/robokurssi-joulu14/massive-ironman/wiki>).

Kokoa haluamasi näköinen robotti, josta kuitenkin löytyy nuo tärkeät kolme moottoria ja kaksi sensoria. Laske yllä esitellyn kaavan avulla tarvittava rotaatioaste ja sijoita luku metodiin Saveltaja.suuntaa(). Kun olet valmis, yhdistä robo koneeseen USB-piuuhalla, laita se päälle ja aja projektin build.xml.

Ohjelma käynnistetään tiedostosta Saveltaja.xnj. LCD-näytöltä saat jatko-ohjeita. Ensin Sibbe kysyy sinulta, haluatko tarkistaa, onko muistissa jo sävellyksiä. Voit kuunnella ne halutessasi. Voit myös teettää Sibbellä uusia sävellyksiä. Päästä se vain kulkemaan vapaasti sopivan laatikkomaisessa tilassa, ja Sibbe laulaa sinulle. Kappaleet ovat maksimissaan minuutin pituisia, mutta voit keskeyttää laulun painamalla oranssia ENTER-näppäintä. Jos Sibbe menee sekaisin, hätäpysäytys tapahtuu harmaasta ESCAPE-napista.

Iloisia lauluhetkiä!