

Robottiohjelmoinnin harjoitustyö

Kissarobotti (Pöydänthyhennysrobotti)

Ville-Veikko Saari

ville-veikko.saari@cs.helsinki.fi

Kissarobotin kuvaus

Rakentamani robotin tarkoitus on tyhjentää pöytä kaikista esineistä työntämällä ne alas pöydän reunalta. Sen sensorit kalibroidaan ja se lasketaan suhteellisen keskelle pöytää. Tämän jälkeen se lähtee pyörimään etsien esineitä sen havaintoetäisyyden sisältä. Havaittuaan esineen se etsii sen keskipisteen ja lähtee sitä kohti ja tiputtaa sen pöydältä. Se pysähtyy itse ennen pöydän reunaa ja pakittaa takaisin lähtöpisteesseen. Se toistaa toimenpiteen niin monta kertaa, että se pääsee pyörätämään kokonaisen kierroksen löytämättä yhtään esinettä. Samalla se näyttää sensorien tietoja näytöllä lähinnä testaus ja virheenhavaitsemistarkoituksesta.

Robotin rakenne

Kissarobotin havaintokyky koostuu kahden sensorin datasta. Ultraäänisensorilla se havaitsee esineet ja niiden sijainnin. Sen työntäessä esinettä pois pöydältä se havaitsee pöydän reunan käyttäen valoisuussensoria valolla havaitakseen heijastumisen puuttumisen sensorin mennessä pöydän reunan yli.

Kissarobotti on käytännössä kolmirenkainen auto, joka pystyy pyörimään paikallaan. Kaksi renkaista ovat motorisoituja ja ne hoitavat liikkumisen. Kolmas rengas on vapaasti pyörivä rengas, joka pyrkii aiheuttamaan mahdollisimman vähän vastusta pyörimiselle ja muulle liikkumiselle. Se tarkoitus on toimia vain tukipisteenä jotta robotti pysyy pystyssä.

Robotti on noin 10 cm korkea, noin 30 cm pitkä ja noin 16cm leveä suurimmilta arvoiltaan. Sen rengasväli on 11,8cm ja renkaan ympärysmitta 5,6cm. Ultraäänisensori on noin viiden sentin korkeudella, jotta se havaitisi matalalla olevat esineet myös läheltä. Valoisuussensori osoittaa alaspin pintaa kohti mahdollisimman matalalla ilman, että se koskee siihen, jotta se havaitsee heijastumisen johdosta puuttuvan valonmuutoksen helposti.

Koodin rakenne

Robottia ohjaava ohjelmisto koostuu neljästä luokasta. Kissarobo-luokka on ohjelman pääluokka, joka käynnistää logiikkaa ohjaavan Logic-luokan. Logic-luokka käyttää apunaan Movement-luokkaa, joka sisältää moottorien liikuttamiseen tarvittavat käskyt, sekä Sensors-luokkaa, joka sisältää käskyt sensoreiden lukemiseen.

Logic-luokassa aluksi määritellään muutamia muuttujia. Sen jälkeen ohjelma pyytää muutamia kalibointitietoja. Sen tarvitsee saada maksimietäisyys ultraäänisensoria varten, sekä korkean ja matalan valon määreet valoisuussensoria varten.

Seuraavaksi se menee odottavaan tilaan, jossa sillä pitää antaa enterin painalluksella käsky alkaa tyhjentää pöytää. Se alkaa pyöriä vasemmalle etsien samalla kohteita kalibroinnissa määritellyn etäisyyden sisältä. Kun se havaitsee esineen se jatkaa kunnes löytää sen toisen reunan ja sitten keskittää itsensä koteen keskelle. Sen jälkeen se lähtee kohdetta pään työntäen sitä kunnes havaitsee olevansa pöydän reunalla. Tässä vaiheessa oletetaan, että esine on pudonnut, sillä sensorin pitäisi joka tilanteessa olla vasta esineen jälkeen reunan yli.

Kun robotti havaitsee reunan, se pakittaa takaisin lähtöpisteesensä ja jatkaa pyörimistä vasemmalle. Se toistaa työntämisen niin monta kertaa ettei se enää löydä yhtään kohdetta kokonaisen kierroksen aikana. Tämän jälkeen se pysähtyy odottamaan käskyä etsiä uudestaan tai lopettaa ohjelma.

Testaus

Aluksi testaus koostui lähinnä sensorien toiminnan tutkimisesta. Laitoin karkeaan versioon robotista kiinni sensoreita ja laitoin ohjelman tulostamaan tietoja niistä laitteen näytölle. Käytin myös RojbOS mukana tulevia hallintatyökaluja sensorien arvojen tutkimiseen ja moottorien avulla robotin liikutteluun.

Tästä havaitsin pian, etten saanut luotettavia arvoja moottoreiden liikkeistä liikkeen jo tapahduttua ja koodissani otin tämän huomioon. Jouduin tekemään hieman tökkivää liikettä joissain tilanteissa, jotta pystyin pitämään kirjaan liikutuista matkoista kohdistaakseni robotin oikein ja saadakseen sen takaisin lähtöpisteeseen. Käyttämäni matkan ja käänymisen määreet ovat kuitenkin suhteellisia, joten tarkkoja arvoja jossain olemassaolevassa mittayksikössä en juuri tarvinnut.

Robotin liikkumista testatessani jouduin hylkäämään monta rakennetta. Osa ei liikkunut juuri mitenkään oikein, mutta tärkeämpi ongelma lopulta oli saada robotti käänymään paikallaan. Tämä oli olennaista pöydän tarkkailun suhteen, koska ultraäänisensori oli kiinteä ja luotti robotin käänymiseen kattaakseen koko alueen. Lopullinen rakenne käännyy erittäin hyvin paikallaan.

Varsinainen kissarobotin ohjelmakoodin testaus oli kokonaisuudessaan fyysistä. Ohjelmakoodi on melko lyhyt ja sille ei ole ohjelmallisia testejä. Kissarobotin testaus todellisessa käyttöympäristössä, eli pöydällä, oli kuitenkin laajaa. Kaikkia testejä edeltää kalibointi, jonka toimivuuden testasin sensoreita testatessa aiemmin.

Testitapaus 1:

Ensimmäinen koetus robotilleni oli asettaa tyhjä muovipullo pöydälle ja kokeilla havaitaanko se ja saadaanko se pudotettua pöydältä.

Robotti onnistui tehtävästään hyvin, vaikka ensimmäisillä kerroilla jouduin hieman hiomaan koteen keskelle kohdistumista.

Testitapaus 2:

Asetin useampia esineitä pöydälle, osan lähekkäin ja osan etäälle toisistaan. Tavoitteena nähdä miten robotti käyttäätyy, kun sen tulee toimia muuttuvissa tilanteissa.

Robotti ei onnistunut aluksi kunnolla havaitsemaan lähellä olevia esineitä erillisinä kohteina. Lisäsin koodiin osioita joiden tarkoitus on pyrkiä havaitsemaan eri etäisyyksillä olevat esineet erillisinä. Myös niiden välissä oleva väli pyritään havaitsemaan ja eriyttämään esineet täten erillisiksi kohteiksi.

Lopulta sain robottini selviämään näistä tilanteista yleisesti hyvin. Joskus voi vaatia useamman yrityksen, mutta lopulta esineet ovat pois pöydältä.

Testitapaus 3:

Asetin robotille liian painavan esineen tai asetin pöydän lähelle seinää.

Esineet joita robotti ei pystynyt siirtämään ovat ongelma sille. Se ei selviä niistä lainkaan. Sillä ei ole kykyä havaita renkaiden sutimista ja se pyrkii poistamaan näitä kohteita loputtomasti. Tätä ongelmaa ei ole ratkaistu, vaan tämä on yksi robottini rajoitteista.

Muuta testausta:

Tein myös testausta pienien esineiden kanssa. Pienet esineet voivat olla myös hankalia, jos ne ovat niin pieniä, että ne menevät Kissarobottini nokan alta. Lisäksi ajatuksena kävi, ettei robotti ehkä

toimi oikein lasipöydällä, mutta sellaista minulla ei ollut käytössä testejä varten.

Rajoitukset ja tulevaisuus

Robotti ei toimi seinien tai muiden sen liikuttamiskyvyn rajojen ulkopuolella olevien esineiden sijaitessa sen toimintasäteen sisällä. Myös olennaista toiminnalle on, että pöydällä on reunat joiden yli kohteet voi tiputtaa. Tähän voisi ehkä keksiä ratkaisuja havaita nämä ongelmalliset kohteet, esimerkiksi, jos toimintoon menee liian kauan aikaa. Tämä vaatisi kuitenkin lisäksi jonkinlaisen kyvyn muistaa näiden esineiden sijainti ja kyky tietää robotin sijainti tarkasti, jotta robotti pääsisi joskus tilanteeseen jossa se voi todeta tyhjentäneensä pöydän kykynsä rajoissa.

Robotti ei myöskään kykene havaitsemaan liian matalia esineitä, tosin testeissäni tälläisiä olivat lähinnä erittäin litteät esineet kuten paperi tai muut suunnilleen alle 1cm korkuiset esineet.

Joissain erikoistilanteissa robotin rengas saattaa pystyä putoamaan pöydältä. Tämä vaatii kuitenkin hyvin tarkan kulman tai erikoisen muotoisen pöydän. Rajoituksena lähinnä siis pöytä, jonka muotoon ei kuulu esimerkiksi kapeat railot. Tälläisessä tilanteessa valosensori voisi olla pöydällä, vaikka robotin rengas putoaisikin siitä pois.

Käyttöohje

1. Kun robotti on koottu ja sovellus on ladattu robotille, ohjelma käynnistetään LeJOS käyttöjärjestelmässä.
2. Robotti käännyy vähän matkaa molempien suuntiin testatakseen moottoreita ja pitoa.
3. Tee käskyjen mukaiset kalibrointitoimenpiteet
 1. Näytä robottielle etäisyys jonka päästä haluat sen etsivän kohteita asettamalla kohde sopivan etäisyyden päähän ja painamalla enteriä.
 2. Aseta robotti pöydälle niin, että valosensori on pöydän päällä ja paina enteriä.
 3. Aseta robotti pöydälle niin, että valosensori on pöydän reunan yli ja paina enteriä.
 4. Lopuksi tarkista näytöltä, että arvot näyttävät oikeelta ja paina enteriä tai jotain muuta painiketta, jos haluat kalibroida uudestaan.
4. Aseta robotti sopivalle aloituspaikalle, eli esimerkiksi keskelle pöytää. Päästä siitä irti ja paina enteriä.
5. Robotti alkaa pyörimisensä paikallaan vasemmalla päin, kunnes löytää kohteen tai on pyörinyt kokonaisen kierroksen löytämättä kohdetta.
6. Jos robotti havaitsee kohteen, se kohdistuu siihen ja työntää sen pois pöydältä.
7. Päästyään loppuun robotti odottaa komentoa. Enter aloittaa etsimisen uudestaan ja Escape lopettaa sovelluksen.

Pöydän pitäisi nyt olla tyhjä esineistä.

Rakennusohje

Sensorit:

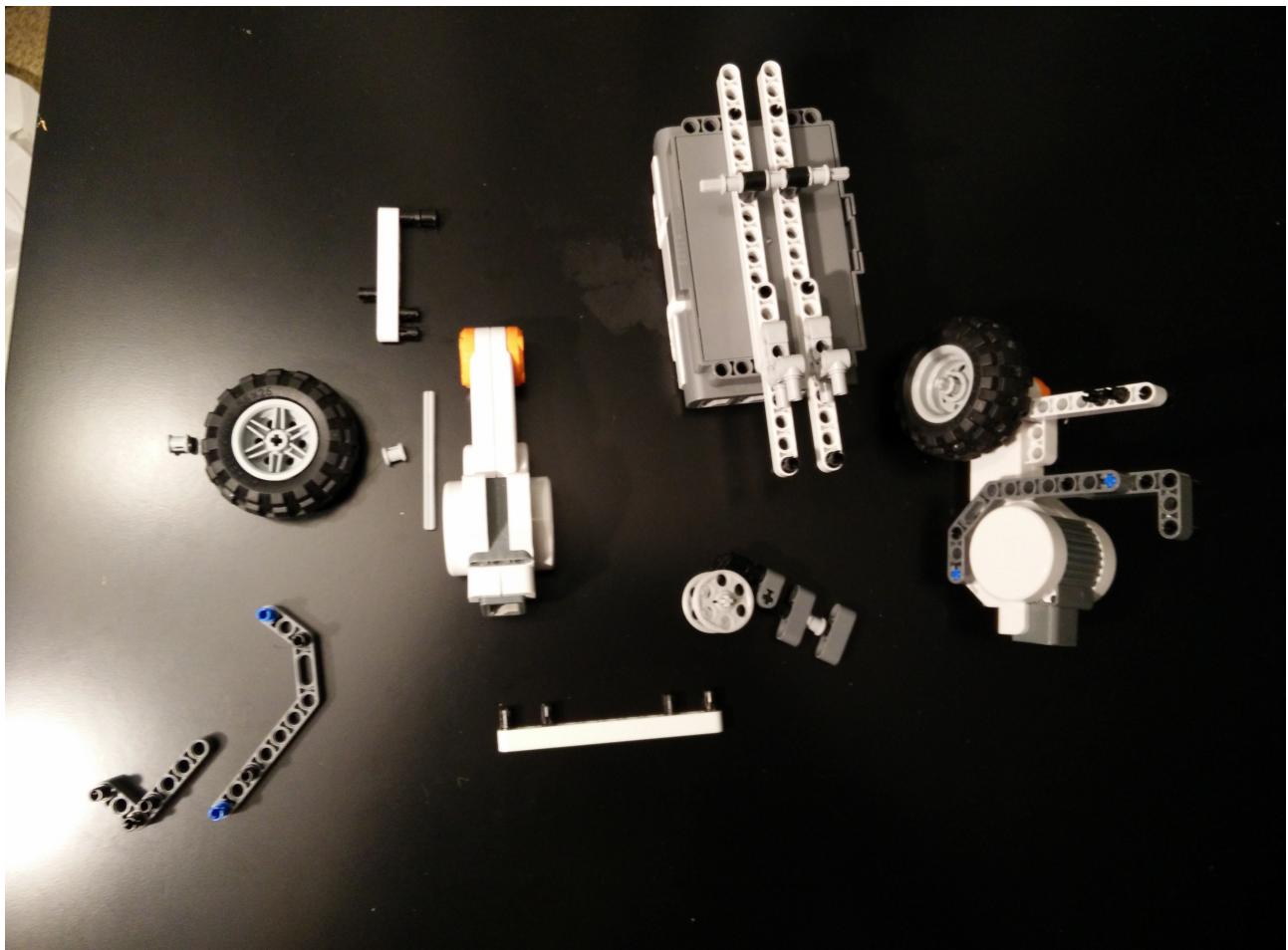
Ultraäänisensori portissa 4

Valosensori portissa 1

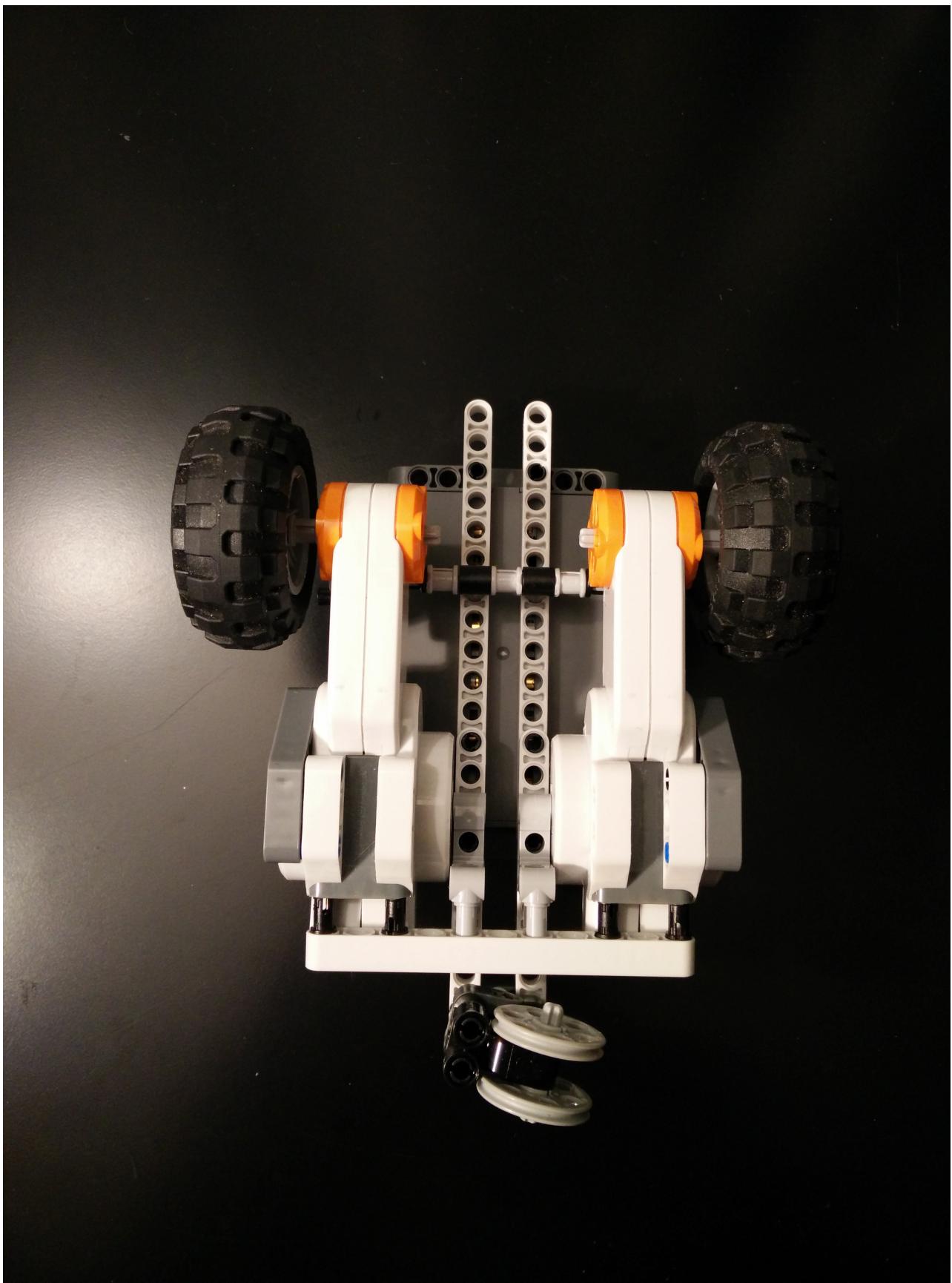
Moottorit:

Oikea portissa C

Vasen portissa A



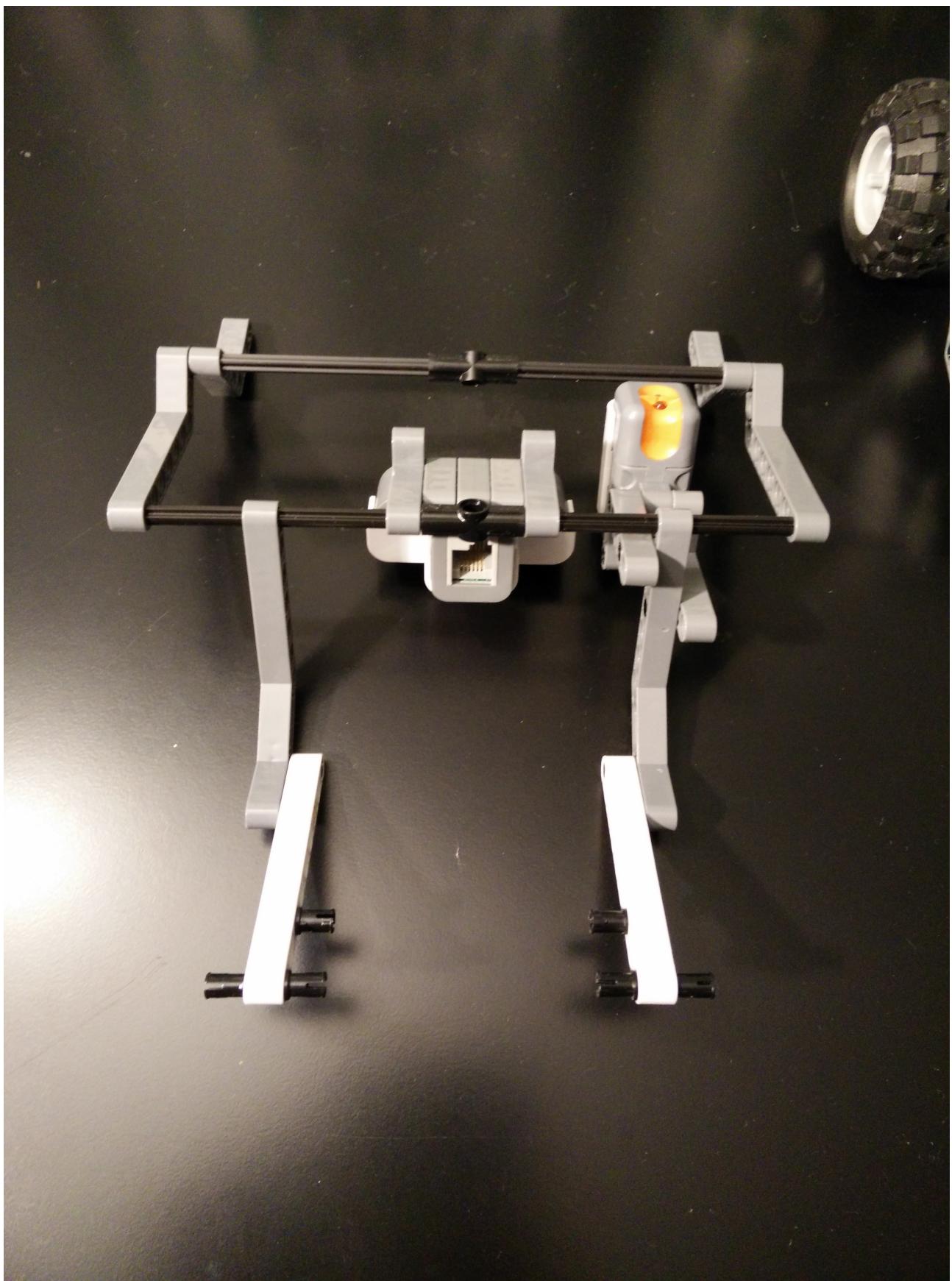
Tässä rakennuksen alkuvaihe pohjasta päin. Vasemmalla näkyy osina oikealla oleva moottori-rengas kokoonpano.



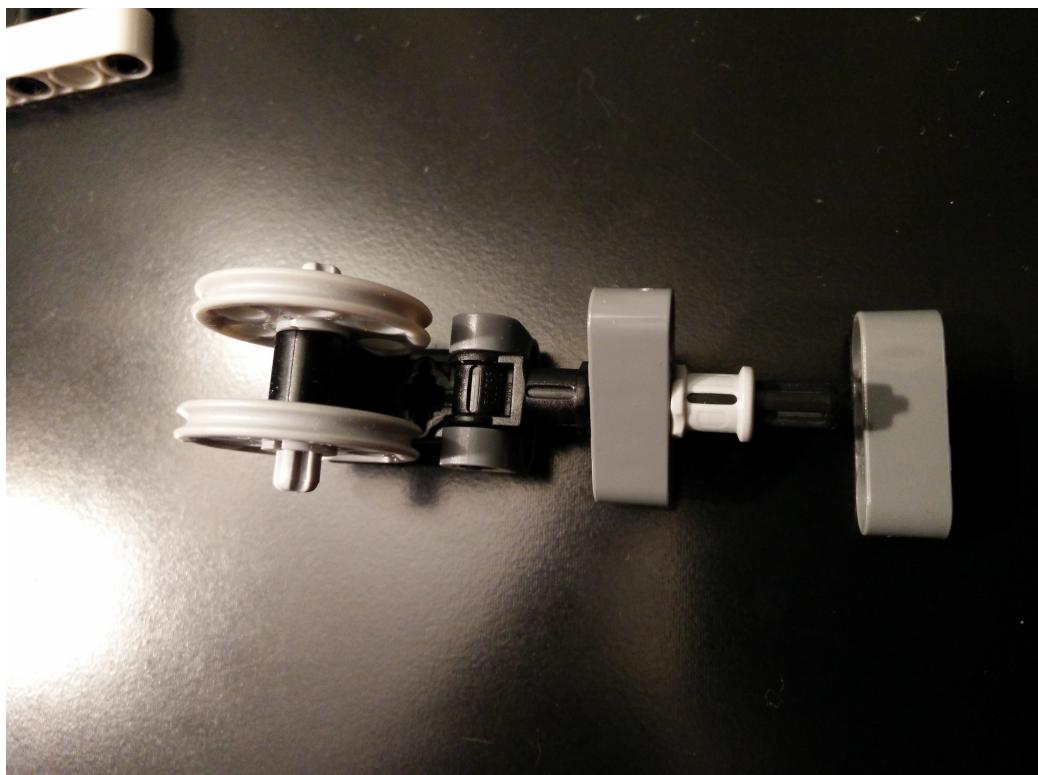
Kuvassa Moottorit ja vapaasti käännyvä eturengas kasattuna.



Osina seuraavalla sivulla oleva etuosan kokoonpano. Osat on järjestelty suurin piirtein suhteellisesti sijainnin kannalta



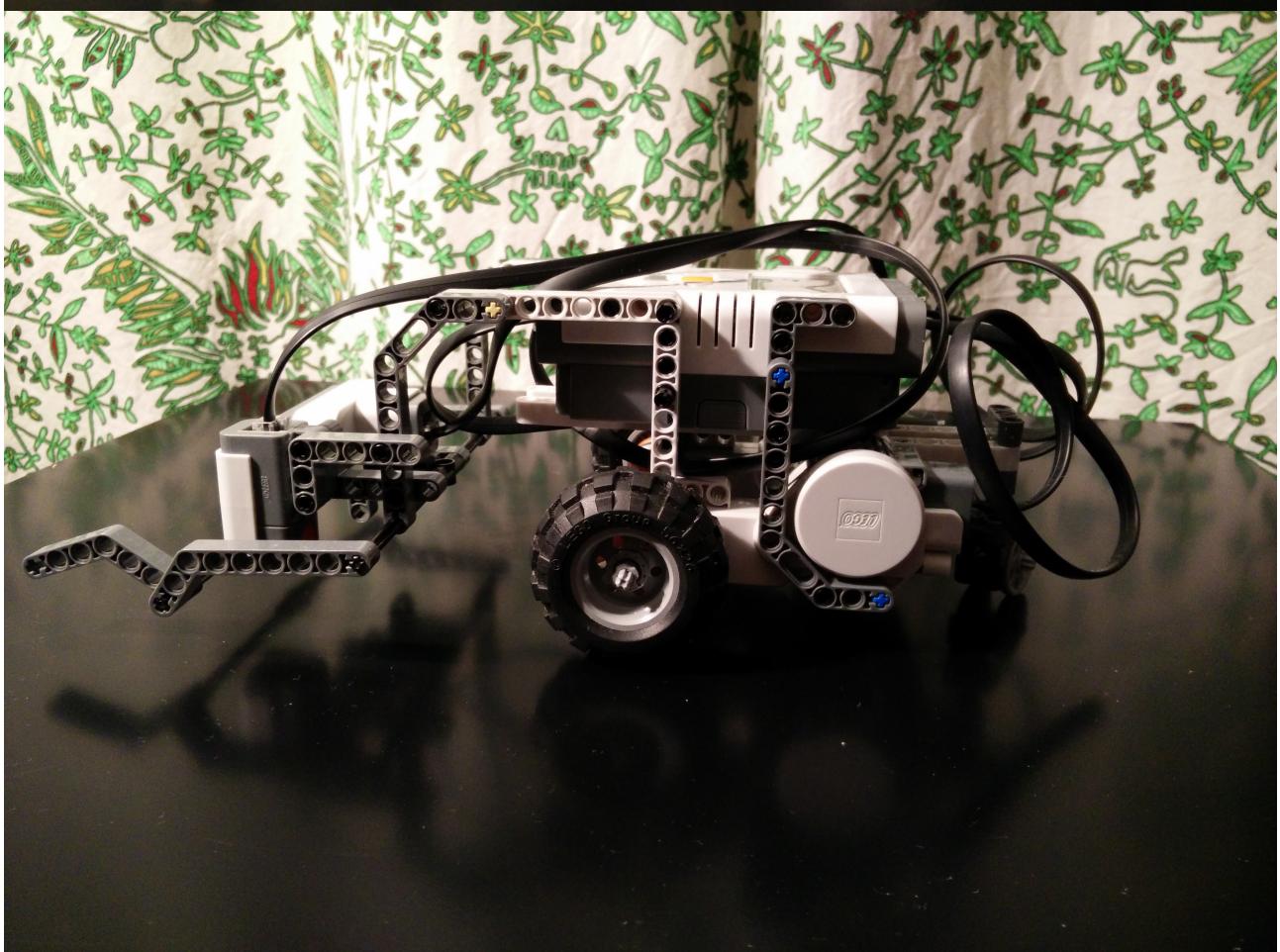
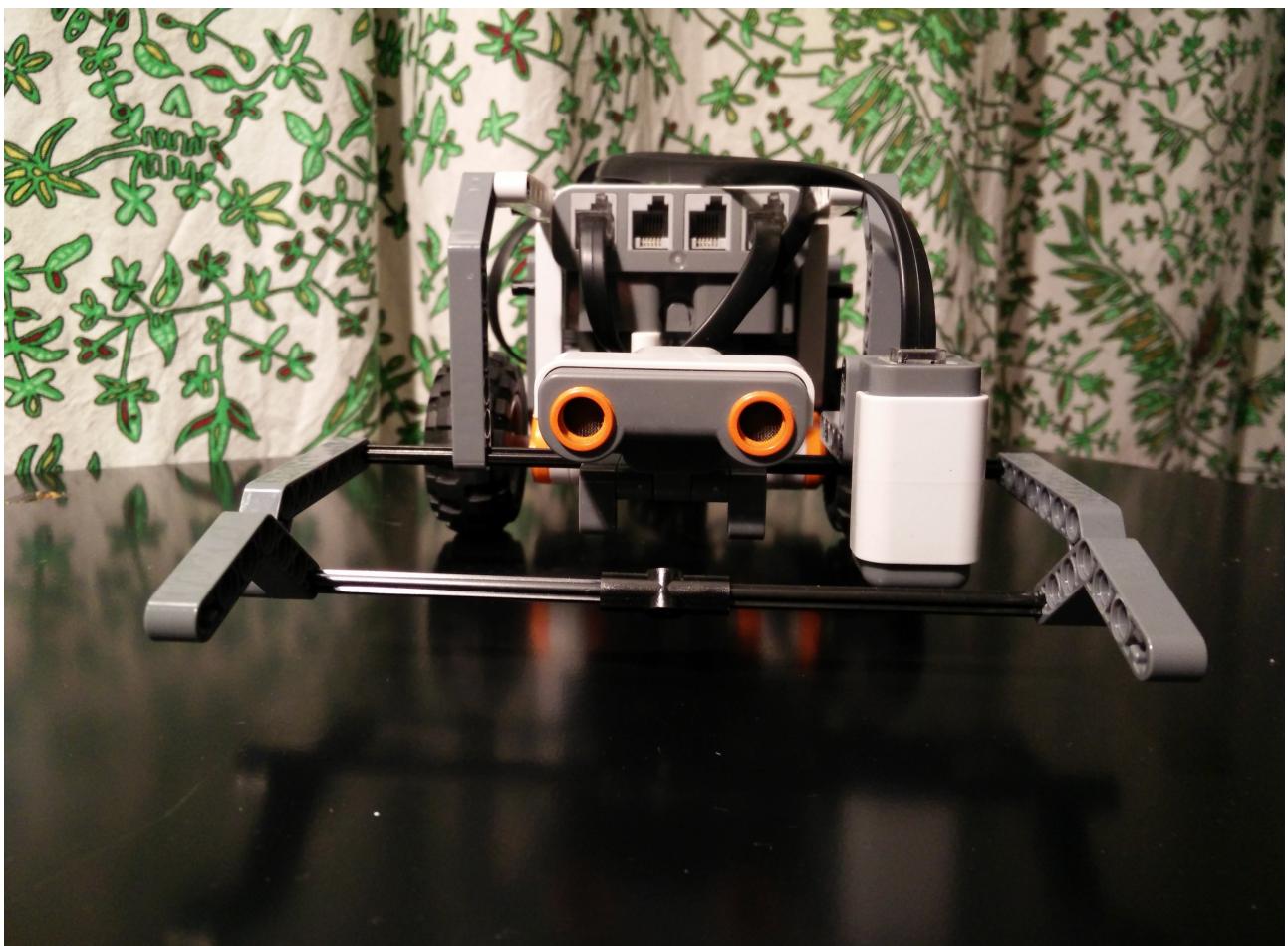
Koottuna työntävä osa sensoreiden kera.



Tarkempi kuva kolmannesta renkaasta.



Kuva Kissarobotin pohjasta.



Muutama kuva valmiiksi kootusta Kissarobotista.