



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Automaatiotekniikan laboratorio
AS-84.3147 Automaation käyttöliittymät, kevät 2007

**Harjoitustyön dokumentti:
KARHUKOPLA-robotin käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus**

RYHMÄ 2

Espoossa, 11.5.2007

Alex Mattsson, 57764E, akmattss@cc.hut.fi
Tuomas Lopenen, 61357H, tjlopone@cc.hut.fi
Sakari Aulanko, 57440D, asaulank@cc.hut.fi
Antti Liesjärvi, 57611D, ajliesja@cc.hut.fi
Erkki-Juhani Lämsä, 57903M, e-j@iki.fi

Sisällysluettelo

KÄYTTÖLIITTYMÄSUUNNITELMA.....	2
ANALYYSI	2
<i>Robotin käyttötarkoitus</i>	2
<i>Robotin toiminnot</i>	2
<i>Robotin käyttötilanteet ja ympäristöt</i>	2
<i>Robotin käyttäjät</i>	3
KÄYTTÖMÄÄRITTELY	3
<i>Liikkumisen kontrollointi</i>	3
<i>Kartoitus</i>	3
<i>Ympäristön tarkastelu</i>	3
<i>Terroristien tunnistus ja eliminointi</i>	3
<i>Automaattimoodi</i>	4
KÄYTTÖLIITTYMÄN SUUNNITELMA	4
<i>Rajattomien resurssien suunnitelma</i>	4
Laitteisto	4
Käyttöliittymä.....	5
<i>Kurssin puiteissa toteutettava suunnitelma</i>	5
Kamerat	5
Kartta	5
Kontrollointi	5
PROJEKTIN AIKATAULU	6
<i>Raakaversio viikottaisesta aikataulusta</i>	6
<i>Osatehtävät ja arvioidut suoritusajat</i>	6
<i>Vaiheittainen aikataulu</i>	7
1. vaihe	7
2. vaihe	7
3. vaihe + harjoittelu kisaa varten	7
4. vaihe	7
SUUNTAVIIVAT OHJELMOINTIIN	7
LOPPURAPORTTI.....	8
TOTEUTETUN KÄYTTÖLIITTYMÄN KUVAUS	8
<i>Käyttöliittymän yleinen kuvaus</i>	8
<i>Kamerat</i>	9
<i>Robotin liikuttelu</i>	9
<i>Laserdata</i>	9
<i>Kameroiden kääntöpää</i>	9
<i>Ympäristön kartoitus</i>	10
<i>Hienosäätö kisaa varten</i>	10
Kartoituksen avustus.....	10
Ohjauksen hienosäätö	10
ANALYYSIÄ JA KOMMENTTEJA KISASUORITUKSESTA	11
Nopeusnäkökohdat ja käyttöliittymän vasteaika.....	11
Robotin liikuttelu	11
Laserdata.....	11
Kameroiden kääntöpää	11
Ympäristön kartoitus	12
Hienosäädöstä	12
Loppudemo.....	12
PALAUTE	12
ARVIO TYÖMÄÄRÄSTÄ.....	13

Käyttöliittymäsuunnitelma

Analyysi

Robotin käyttötarkoitus

Robotti on osa anti-terrorismiyksikköä, jossa sille on määritetty kaksi hieman erityyppistä roolia: etsi- ja-tuhoa –tyyppiset tehtävät, sekä ympäristön tiedustelu. Robotti on suunniteltu ensisijaisesti jälkimmäiseen, mutta sopivalla varustelulla se kykenee hoitamaan melko tehokkaasti myös ensiksi mainittuja tehtäviä.

Etsi- ja-tuhoa tehtävissä robotti siis lähetetään terroristien valtaamaan ympäristöön, jossa se paikallistaa kaikki terroristit ja eliminoi ne.

Tiedustelussa robotti taas pyrkii kartoittamaan ympäristöään ja pysymään huomaamattomana. Robotti pyrkii löytämään tärkeitä kohteita, joita ovat esimerkiksi terroristit, heidän aseensa ja asevarastonsa, panttivangit ja muut tärkeitä/ vaarallisia kohteita (esimerkiksi ympäristöön mahdollisesti asennetut räjähteet).

Kaikki nämä asettavat itse robotille useita vaatimuksia. Sen on oltava luotettava, tehokas ja tarvittaessa nopea. Toisaalta sen on oltava hiljainen, ja sen täytyy pystyä sulautumaan ympäristöönsä riittävän hyvin.

Robotin toiminnot

Robotti osaa liikkua suoraan eteen ja taaksepäin, sekä lisäksi kääntää itseään akselinsa ympäri, jolloin se siis kääntyy. Robotissa on kattavat anturit terroristien paikallistamiseen sekä ympäristönsä kartoittamiseen: siinä on videokamera sekä laserskanneri. Jälkimmäistä käytetään lähinnä etäisyyksien arvioimiseen. Robotissa on myös toteutettu odometria, jonka avulla se siis kartoittaa omaa paikkaansa.

Robottiin on mahdollista asentaa vaihtuva aseistus edellä mainittuja etsi- ja-tuhoa –tehtäviä tai omasuojaa varten. Rajoituksia asettavat robotin paino (aseissa ei voi olla liikaa rekyyliä) sekä itse aseiden koko.

Robotin käyttötilanteet ja ympäristöt

Robotti voi toimia melko vapaasti missä tahansa urbaanissa ympäristössä, kunhan sääolot ovat sallivat (ei sadetta, ukkosta, kovaa tuulta jne.). Maasto-olosuhteisiin robotti ei toistaiseksi sovellu kovinkaan hyvin pienten ja huonosti pitävien pyöriensä takia. Toisaalta oikeilla lisävarusteilla olisi teoriassa mahdollista liikkua myös vaikeammassa olosuhteissa.

Robotille ensisijaisesti suunniteltu ympäristö on kuitenkin erilaisten rakennusten sisätilat. Robotti ei valitettavasti pysty kovin hyvin siirtymään vertikaalisesti, ja esimerkiksi portaat ovat sille ylivoimainen este. Teoriassa se voi siirtyä ylös ja alas hissillä, mutta sen manipulointikyvyt ovat masentavan rajalliset.

Ympäristössä olevat toimijat asettavat omat rajansa ja vaatimuksensa robotin toiminnalle. Varovaisuuden aste on erittäin tärkeä asia, ja se pitää ottaa huomioon tarkasti. Jos ympäristössä on

esimerkiksi panttivankeja tai ohjattavia räjähteitä, tulee robotin pysyä huomaamattomana mahdollisimman pitkään, ja toimia nopeasti ja tehokkaasti oikealla hetkellä. Tämä ilmenee usein etenkin tiedustelutehtävissä. Jos tarkoituksena on pelkästään terroristien eliminointi, on pääpaino lähinnä sillä, että heidät kaikki saadaan toimintakyvyttömiksi tehtävän aikana (terroristien pakoon pääseminen olisi erittäin epätoivottava lopputulos).

Robotin käyttäjät

Periaatteessa kuka vain, joka pääsee käsiksi robotin hallintalaitteisiin voi käyttää sitä. Käytännössä käyttäjinä toimivat anti-terrorismiyksikön ATK-orientoituneet, tehtävään koulutetut jäsenet. Tämän takia käyttöliittymän ensimmäinen prioriteetti onkin tehokkuus ja nopeus; kaikkien monimutkaisten toimintojen ei välttämättä tarvitse olla nopeasti hahmotettavia tai itsestään selviä, koska käyttäjät tietävät täsmälleen mitä tekevät ja millä välineillä.

Toisaalta huhujen mukaan myös teekkarit käyttävät robottia aika ajoin, joten käyttöliittymä ei voi olla täysin kryptinen.

Käyttömäärittely

Robotille on ylemmiltä johtoportailta asetettu muutamia vaatimuksia, jotka sen täytyy ehdottomasti täyttää. Näitä on esitelty seuraavassa.

Liikkumisen kontrollointi

Robotin mahdollisia liikkeitä on kyettävä kontrolloimaan tarkoin. Käyttäjän on pystyttävä helposti määräämään robotin nopeus ja suunta. Erilaiset vaihtoehtoiset kontrollointimahdollisuudet (joystick, hiiri, näppäimistö) ovat ehdottomasti plussaa.

Kartoitus

Robotin täytyy pystyä piirtämään karttaa omasta ympäristöstään sitä mukaa, kun se liikkuu siellä. Karttaan tulee merkitä ainakin sen kohtaamat seinät, sekä kaikki mielenkiintoiset kohteet (terroristit, panttivangit, muut ihmiset, aseväköt jne.).

Ympäristön tarkastelu

Robotin käyttöliittymästä täytyy pystyä vapaasti tarkastelemaan ympäristöä, jossa se liikkuu. Käyttäjän on pystyttävä katsomaan kuvaa robotin kameroista, sekä hyödyntämään vapaasti sen laserskanneria, esim. manuaaliseen etäisyyden tarkistamiseen.

Terroristien tunnistus ja eliminointi

Kohdatessaan terroristin robotin on tietenkin pystyttävä tunnistamaan se omien havainnointivälineidensä avulla. Kun terroristi on paikannettu ja tunnistettu, tulee robotin voida tehdä sopiva toimenpide tilanteesta riippuen.

Automaattimoodi

Halutessaan käyttäjä voi valita automaattimoodin, jossa robotti käy läpi ympäristön, johon se on asetettu, kartoittaa sen, tunnistaa terroristit ja halutessa myös eliminoi ne.

Käyttöliittymän suunnitelma

Rajattomien resurssien suunnitelma

Tämä on suunnitelma tilanteeseen, jossa käytössä olisi periaatteessa rajattomasti aikaa ja rahaa itse robotin, sen ohjauslaitteiden sekä itse käyttöliittymän toteuttamiseen.

Laitteisto

Robottia käytetään erityisiltä kannettavilta tietokoneilta. Vaikka nämä kannettavat ovat tehtävään erikseen räätälöityjä, ja siten eroavat paljonkin tavallisista koti- tai yrityskannettavista (lähinnä lujemman rakenteensa, erilaisten kontrolliominaisuuksiensa sekä erikoisohjelmistojensa takia), on niiden peruskomponenttien rakenne niin yleinen, että koneita on helppo tuottaa lukuisia kappaleita. Tämä varakoneiden hyvä saatavuus on tärkeää jo kahdestakin syystä. Ensinnäkin, yksittäisen kontrollilaitteen hajoaminen (esim. sen pudotessa tai jos sen päälle kaatuu kuumaa kahvia) ei saa olla hidastetta suurempi riski. Toisekseen, useiden koneiden avulla useat eri yksiköt voivat samanaikaisesti tarkkailla robotin toimintaa, ja halutessaan ohjata sitä itse. Oikeudet robotin ohjaukseen jaetaan tilanteen mukaan, ja niitä voidaan tarvittaessa muuttaa lennosta.

Kannettava sisältää tehokkaat laitteet, jotka mahdollistavat langattomien signaalien vastaanottamisen ja lähettämisen laajalle alueelle. Kannettava on myös hieman tavallista suurempi. Tässä päätekijä on hallintalaitteiden käytön helpottaminen. Koska operaattorit saattavat esimerkiksi joutua pitämään hansikkaita käsissään, tulee koneen kontrollien olla riittävän suuret luotettavaa käyttöä varten. Myös kestävyys on tärkeää, ja pienet kolhut eivät haittaakaan kannettavan käyttöä mitenkään. Nämä syyt tekevät kannettavasta hieman normaaleja tietokoneita painavamman, mutta tehtävään koulutetut operaattorit pystyvät kuitenkin helposti ja nopeasti siirtämään kannettavaa paikasta toiseen.

Tämä ratkaisu aiheuttaa luonnollisesti haasteita operaattoreille, sillä heidän tulee nopeasti löytää paikka, jossa he ensinnäkin ovat itse turvassa terroristeilta tai muilta uhilta, mutta toisaalta myös riittävän lähellä itse robottia, jotta sen ohjaaminen olisi mahdollista. Toisaalta tämä mahdollistaa usean operaattoriryhmän helpon yhteistoiminnan alueella, kuten edellä on jo lyhyesti mainittu.

Toinen vaihtoehto olisi ollut erillisen komentokeskuksen tai vastaavan rakentaminen suojattuun paikkaan, josta robottia ohjattaisiin tarkasti räätälöidyillä välineillä ja laitteilla. Ratkaisussa on hyviäkin puolia: robottia käyttävä miehistö olisi jatkuvasti täysin turvassa, koska he sijaitsisivat kaukana itse alueelta, josta robottia käytetään. Tämä saattaisi mahdollistaa myös hieman tehokkaamman käytön, sillä ylimääräisiä häiriötekijöitä ei juuri esiintyisi. Mielestämme tämä lähestymistapa sisältäisi kuitenkin enemmän huonoja kuin hyviä puolia. Ensinnäkin ratkaisu olisi kallis, ja sen huoltaminen hankalaa. Erikoislaitteiden korjaamiseen tai vaihtamiseen kuluva aika olisi luultavasti liian pitkä. Ehkä tärkein syy on kuitenkin viestiyhteyksien takaaminen. Jos robotin toiminta-alue sijaitsee kaukana komentokeskuksesta, ei langattomien viestiyhteyksien toimintaa välttämättä voida taata. Jo yhden tukiaseman hajoaminen jostakin välistä saattaisi aiheuttaa täydellisen yhteyden menettämisen robottiin.

Käyttöliittymä

Käyttöliittymällä on lukuisia ominaisuuksia. Ne on listattu alla:

- Automaattinen kohteiden (terroristit, panttivangit, aseet, jne.) tunnistus automaattisesti ja reaaliaikaisesti kamerakuvasta, kohteiden merkitseminen muistiin ja tiedon välittäminen eteenpäin
- Jatkuva, automaattinen kartoitus (sisältää myös tärkeät kohteet, katso edeltävä kohta)
- Karttanäkymät sekä liikkumiseen että yleiskuvan antamiseen. Kumpikin sisältää lisäksi portaattoman zoomin, mutta niiden rajat ovat erilaiset (liikkumiseen tarkoitettua näkymää ei voi zoomata yhtä kauas kuin yleiskarttaa)
- Kamerakuvan näyttäminen

Kurssin puitteissa toteutettava suunnitelma

Tässä on esitetty suunnitelma, jonka koemme olevan mahdollista toteuttaa kurssin rajatun aikataulun ja resurssien puitteissa.

Jotta robotista saataisiin kaikki irti, tulee sillä olla selkeä ja helppokäyttöinen graafinen käyttöliittymä. Tämän suunnitelma esitetään seuraavassa.

Käyttöliittymä rakentuu yhden, suuren graafisen ikkunan ympärille, josta kaikki merkittävät toiminnot voidaan hoitaa nopeasti ja helposti. Siinä on seuraavia komponentteja:

Kamerat

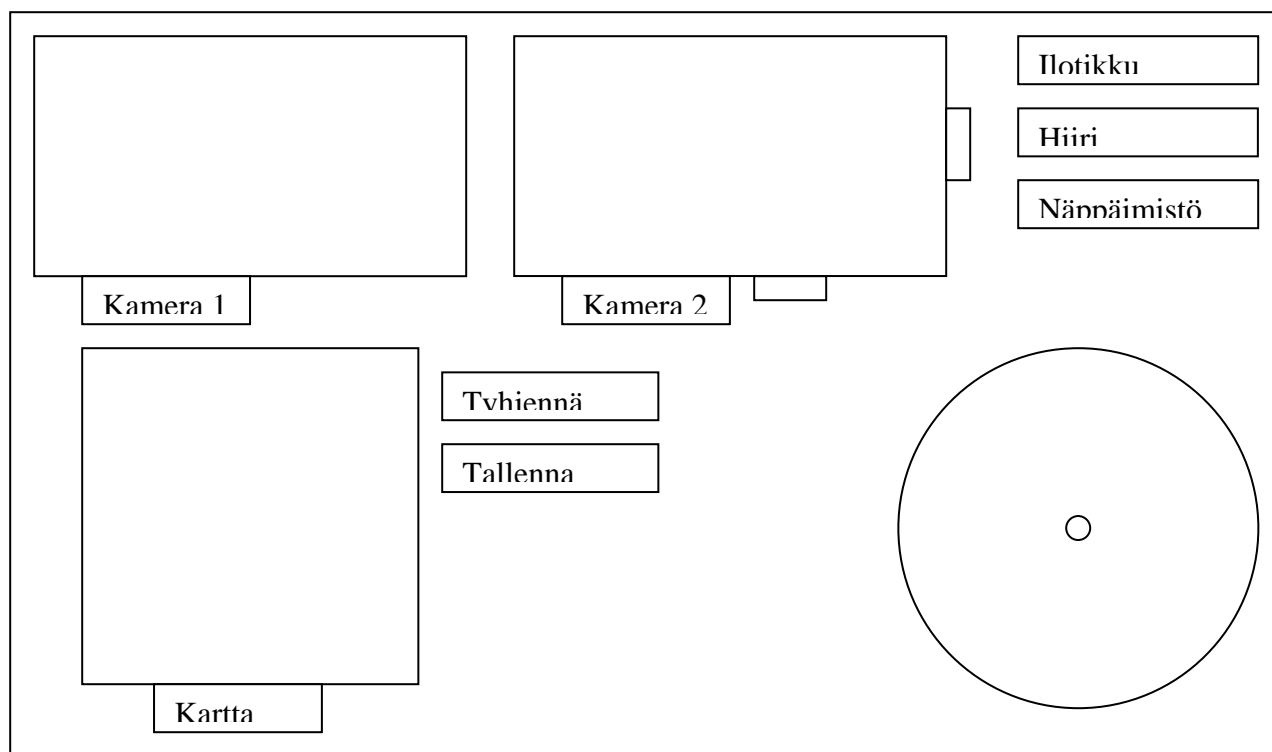
Käyttöliittymässä on kaksi ikkunaa, joissa näytetään koko ajan reaaliaikaista videokamerakuvaa. Tämän avulla käyttäjä voi suunnistaa robotin ympäristössä. Kameroita voi kääntää sivu ja pystysuunnassa.

Kartta

Kartta piirtyy automaattisesti robotin laserskannerin avulla, kun se liikkuu ympäristössään. Käyttäjä voi karttaa klikkaamalla lisätä sinne terroristeja, kun hän sellaisia havaitsee. Nämä voi luonnollisesti myös poistaa kartalta. Kartan voi lisäksi tyhjentää kokonaan, tai tallentaa tiedostoon.

Kontrollointi

Ensisijainen kontrollointioptio on ilotikku (eli joystick). Jos tämä optio ei ole saatavilla, voi käyttäjä asiaan liittyvillä napeilla valita lisäksi hiiren tai näppäimistön. Hiirellä kontrollointi hoidetaan ikkunassa alaoikealla olevan ympyrämäisen kontrollipinnan kanssa.



Kuva 1: Hahmotelma käyttöliittymästä

Projektin aikataulu

Raakaversio viikottaisesta aikataulusta

Vk 13: Suunnitelman tekoa ja alustavaa koodausta / testailua

Vk 14: Suunnitelman tekoa ja suunnitelman esittely

Vk 15: ohjauksen toteutusta, suunnitelman viimeistelyä

Vk 16: koodausta, testausta

Vk 17: koodausta, testausta

Vk 18: hullua koodausta, testausta, harjoittelua kisaa varten ja esittelydemo

Osatehtävät ja arvioidut suoritusajat

1. Näppäimistöohjaus, kr 3h
2. Joystick-ohjaus, kr 6h
3. Hiiriohjaus, kr 6h
4. Käyttöliittymän komponenttien rakentaminen ja asettelu, km 8h, kr 1h
5. Laserdatan piirto, kr 9h
6. Laserdatan (kartan) tallennus tiedostoon, km 2h, kr 1h
7. Kamerakuvan piirto, kr 1h
8. Kamerakuvan tallennus tiedostoon, km 2h, kr 1h
9. Ohjelman osien yhdistäminen kokonaisuudeksi, km 6h, kr 2h
10. Testaus, km 4h, kr 6h
11. Harjoittelu kisaa varten, kr 3h

Yhteensä: km 22h, kr 39h (13*3h)

Kr = koodausta robotilla

Km = koodausta maarilla

Vaiheittainen aikataulu

1. vaihe

Vk 13 ja 14

1. vaiheen ominaisuudet

- Kamerakuvaa molemmista kameroista
- Robotti liikkuu nuolinäppäimillä

2. vaihe

Vk 15 ja 16

2. vaiheen lisäominaisuudet (ensimmäinen kisakelpoinen versio)

- Laserdatan piirto ruudulle (kartan piirto paperille)
- Kameroiden kääntöpää liikkuu hiiren avulla tai näppäimistöltä

3. vaihe + harjoittelu kisaa varten

Vk 17 ja 18

3. vaiheen lisäominaisuudet (tällä pärjää jo mainiosti)

- Laserdatan tyhjennys ja tallennus tiedostoon
- Terroristien merkkkaus karttaan
- Joystick ohjaus kääntöpäälle

4. vaihe

Toteutetaan jos aikaa jää.

4. vaiheen lisäominaisuudet (tämä on jo ihan extraa)

- SLAM
- Kamerakuvan tallennus tiedostoon tarvittaessa
- Terroristien tunnistus kuvista
- Kääntöpään asento suhteessa nolla-tasoon näky kamerakuvasta

Suuntaviivat ohjelmointiin

1. Tavoitteena on, että on aina olemassa jokin toimiva versio ohjelmasta, jota voidaan käyttää kisassa.
2. Ohjelmaan lisätään ominaisuuksia vähitellen, sitä mukaa kun ne valmistuvat.
3. Jokaisen lisäyksen jälkeen testataan, että ohjelma toimii vielä oikein.

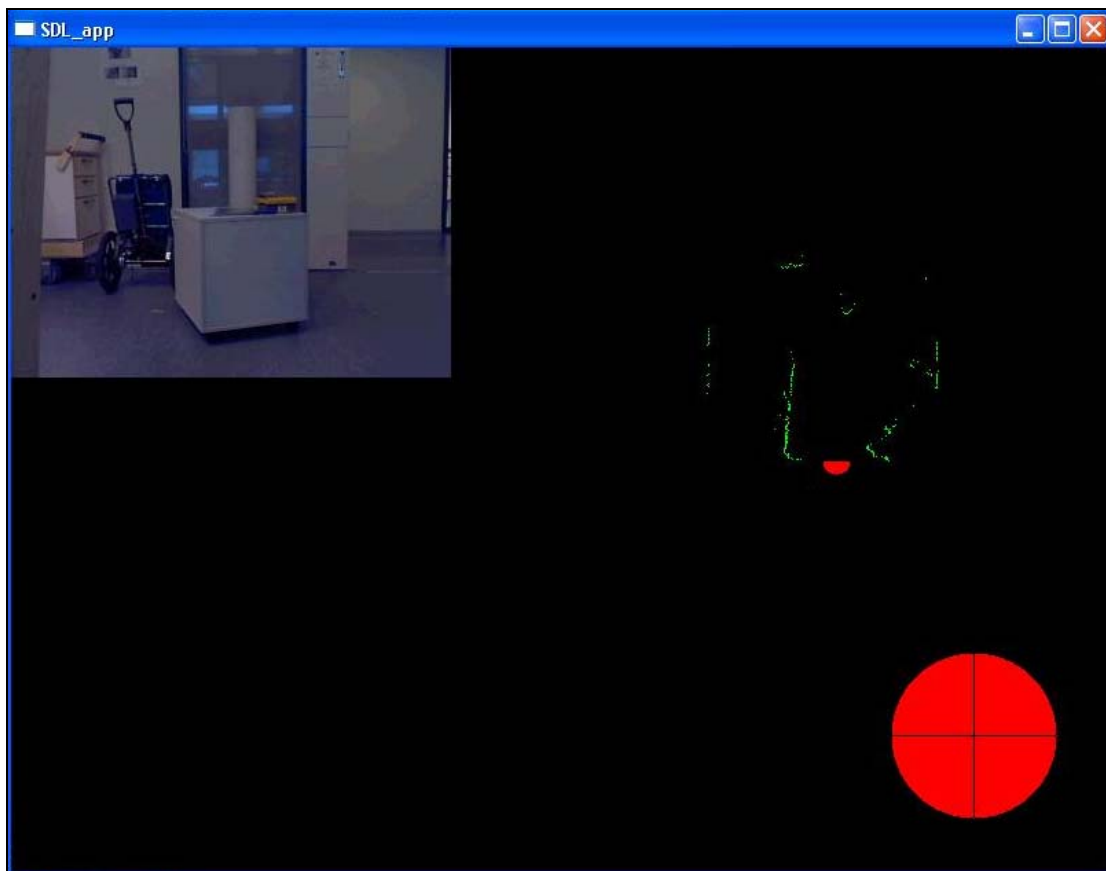
4. Jokainen väliversio ohjelmasta pidetään tallessa, jotta on helppo palata askel taaksepäin, mikäli ohjelma lakkaa toimimasta jostakin käsittämättömästä syystä, eikä sen korjaukseen riitä enää aikaa.
5. Koodia tulee kommentoida niin, että muutkin ymmärtävät mitä siinä tehdään, jos esimerkiksi itse sairastuu juuri ratkaisevalla hetkellä. Muilta osin dokumentointiin ei tarvitse kiinnittää erityistä huomiota.

Loppuraportti

Toteutetun käyttöliittymän kuvaus

Käyttöliittymän yleinen kuvaus

Käyttöliittymän toteutuksessa lähdettiin alusta asti siitä, että sen tulisi olla mahdollisimman kevyt sekä intuitiivinen ja helppo käyttää. Ohjelmaan ei haluttu sisällyttää mitään turhaa ominaisuutta, mikä olisi vain hidastanut sen toimintaa. *Kuvassa 2* nähdään kuvankaappaus lopullisesta käyttöliittymästä. Jo siitä nähdään, että tavoitteessa onnistuttiin melko hyvin. Käyttöliittymä ei myöskään sisällä yhtään nappia, koska niiden käyttö olisi vain hidastanut suoritusta. Komennot annetaankin pääosin näppäimistöä tai ohjaussauvalta. Vain kameran kääntöpään ohjaus haluttiin toteuttaa käyttöliittymää klikkaamalla. Tästä ratkaisusta enemmän myöhemmässä kappaleessa.



Kuva 2: Kuvankaappaus käyttöliittymästä

Kuvan 2 vasemmassa yläkulmassa on robotilta saatava kamerakuva, oikeassa yläkulmassa laserdatan perusteella piirrettävä reaaliaikainen kartta, oikeassa alakulmassa kääntöpään ohjaukseen käytettävä

ohjauspallo ja vasemmassa alakulmassa on tilaa laserdatan tilannekuville. Käyttöliittymäikkunan koko on 800x600 pikseliä, mikä riitti juuri sopivasti tarpeisiimme. Sen pienentäminen tätä pienemmäksi ei testiemme mukaan olisi enää tuonut suurta hyötyä nopeuteen ja käyttöliittymän komponenttien koko alkoi jo olla alarajoilla.

Kamerat

Koska harjoitustyöhön oli käytettävissä suhteellisen rajallisesti aikaa, niin lähdimme liikkeelle käyttöliittymän toteutuksessa perustoiminnoista. Ensimmäiseksi halusimme saada kuvaa robotin kameroilta, sillä ilman ympäristön visuaalista kuvaa kohteiden tunnistaminen loppudemossa ei olisi onnistunut. Telepresenssin aikaansaamiseksi visuaalisuus onkin yksi merkittävä tekijä (esimerkkinä Sheridanin kolme tekijää). Saimme kuvan näkymään käyttöliittymässämme suhteellisen vaivattomasti. Ensimmäisessä sovelluksessa oli havaittavissa hieman viivettä, mutta pienimuotoisilla koodin muutoksilla pääsimme lähes reaaliaikaiseen kuvaan käsiksi. Jouduimme kuitenkin tyytymään vain yhden kamerakuvan käyttöön ja kamerakuvan kokoa päätettiin myös rajoittaa.

Robotin liikuttelu

Tietenkin meidän tuli pystyä liikuttamaan robottia, joten robotin liikuttaminen ympäristön xy-koordinaatistossa oli seuraava toteutettava asia käyttöliittymäämme. Ensiksi halusimme ohjata robottia tietokoneen näppäimistöltä. Saimmekin tehtyä toimivan näppäimistö-ohjauksen, mutta emme toteutuksen myöhemmässä vaiheessa tyytyneet siihen, sillä se tuntui liian jäykältä loppudemoa silmälläpitäen. Myös käyttöliittymän punaisen ohjauspallon, jonka xy-koordinaatiston avulla robottia pystyttiin ohjaamaan, käyttöä robotin liikuttamiseen kokeiltiin, mutta se ei osoittautunut hyväksi. Halusimme robotin liikuttamisen tuntuvan mahdollisimman luontevalta, joten päädyimme lopulta toteuttamaan sen perinteisellä ohjaussauvalla. Tämä osoittautuikin hyväksi ja tehokkammaksi ohjaustavaksi käytettävyyden ja tuloksellisuuden kannalta.

Laserdata

Kun olimme saaneet ohjauksen näppäimistön avulla tehtyä, siirryimme tärkeysjärjestyksessä seuraavaan toteutettavaan käyttöliittymän toimintaan, laserdatan käsittelyyn. Ryhmässämme oli 3 henkilöä, jotka olivat käyneet palvelurobotiikan kurssin aikaisemmin, joten kokemuksen ja intuition perustella päätimme piirtää laserdatan käyttöliittymänäkymään mahdollisimman yksikertaisesti ja havainnollisesti. Piirsimme ja päivitimme laserdataa käyttöliittymässä siten, että robotin suunta ei muuttunut sen kääntyessä, vaan laserdata havainnollistettiin aina samassa kohdassa seinien ”pyöriessä” robottia kuvaavan punaisen puolikaaren yllä. *Kuvasta 2* näkyy selkeästi tämä toteutusperiaate. Toteutuksesta tuli lopulta yllättävän havainnollinen ja käyttökelpoinen, sillä huomasimme robotin ajamisen pelkän kamerakuvan avulla olevan paljon hankalampaa. Laserdatan esittäminen lisäsi siis huomattavasti robotin käyttöliittymän käytettävyyttä ja tehokkuutta, ajatellen sen käyttötarkoitusta. Robottia esittävän puolikaaren lisääminen kuvaan auttoi myös välttämään törmäyksiä, kun oli helpompi hahmottaa robotin mittasuhteet suhteessa kuvaan.

Kameroiden kääntöpää

Kameroiden kääntöpäätä oli alunperin tarkoitus liikuttaa vastaavasti kuin nykyisissä tietokonepelissä liikutetaan hahmon päätä hiirellä. Tämä tapa tuntui kuitenkin ensikokeilujen perusteella hyvin kömpelöltä. Suurin tämän ohjaustavan huono puoli oli se, että kääntöpään asema suhteessa nollatasoon

oli hankala hahmottaa. Myös viiveet ohjauksessa aiheuttivat ongelmia. Keksimmekin kokeilla alunperin robotin ohjaukseen kehitettyä punaista ohjauspalloa kääntöpään ohjaukseen ja se toimikin siinä mainiosti. Hyvänä puolena oli ohjauksen täsmällisyys ja jatkuva tieto siitä missä kohdassa ollaan suhteessa nollatasoon. Palloa tuli klikata hiirellä siitä kohti, mihin halusi kameran osoittavan robotin koordinaatiston suhteen. Ohjaus toimi tällöin myös siten, että kun pallon alueella piti hiiren nappia pohjassa, niin kamerapää seurasi hiiren liikkeitä. Näin ollen pallon ja hiiren avulla oli nopea siirtää kameraa joko suoraan haluttuun suuntaan tai käydä läpi tietty liikerata. Tämä ominaisuus lisäsi nopeutta ympäristön kohteiden havainnoimisessa. Robottia liikuteltaessa halusimme kameran osoittavan suoraan eteenpäin, joten lisäsimme käyttöliittymäämme kameran nollaustoiminnon. Nollaus tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että kamera siirtyy osoittamaan suoraan eteenpäin ja hieman alaspäin, jotta robotin ajaminen olisi mahdollisimman helppoa. Tämä toiminto toteutettiin **välilyönti-**näppäimelle sen suuren koon ja keskeisen sijainnin takia.

Ympäristön kartoitus

Lopullisen ympäristön kartan tuottamiseksi mietimme erilaisia vaihtoehtoja. Yksi erittäin hyvä vaihtoehto olisi ollu SLAM-tyylinen kartta, jonka tuottamisen katsoimme lopulta olevan liian työläs kurssin laajuuteen nähden. Toinen vaihtoehto olisi ollut tallennettujen laserdatojen yhteensovittaminen itse demovaiheen jälkeen. Päädyimme kuitenkin piirtämään kartan ja siinä sijaitsevat kohteet käsin. Myöhemmin esiteltävä ympäristön kartan hetkellinen tallentamistoiminto helpotti kartan piirtämistä käsin.

Hienosäätö kisaa varten

Tässä vaiheessa käyttöliittymämme oli perustoiminnoiltaan valmis loppudemon kisaan, mutta halusimme kuitenkin hienosäätää käyttöliittymää lopullisen kisatuloksen parantamiseksi.

Kartoituksen avustus

Koska alkuperäisessä tehtävänannossa oli suotavaa, että ympäristöä havainnollistettaisiin mahdollisimman paljon, niin päätimme toteuttaa toiminnon laserdatan hetkelliseen tallennukseen. Tässä sovelluksessaamme laserdatan kuvan sai käyttöliittymässämme tallennettua hetkellisesti kamerakuvan alle **s**-näppäimellä (save) ja tämän tallennetun kuvan sai pyyhittyä **c**-näppäimellä (clear). Mikäli **s**-näppäintä painoi uudelleen, päivittyi alue sen hetkiselällä laserdatakuvalla. Periaattena oli se, että laserdatan tallentaminen helpotti käsikartan piirtäjän toimia ja nopeutti koko ohjaustiimin työskentelyä, sillä robotin ohjaajan ei tarvinnut jäädä odottamaan kartan piirtäjän toimenpiteitä. Näin saatiin tilannekuva varmemmin muistiin esimerkiksi nopeissa käänöksissä tai monimutkaisia rakenteita sivuttaessa.

Ohjauksen hienosäätö

Suhteutimme kettäkokeiden avulla ohjauksen mahdollisimman luontevaksi reaali maailmaan nähden. Eräänä tavoittena meillä oli saavuttaa mahdollisimman tarkan ajettavuuden tarjoava käyttöliittymä ja näin ollen muutimme ohjaukseen liittyviä parametrejä tämän tarkkuuden saavuttamiseksi. Käytimme kentäkokeissa aikaa myös hieman teleoperaation sujuvuuden varmentamiseen loppudemossa, sillä olihan meillä 3 operaattoria. Kolmesta operaattorista yksi ohjasi robottia ja tarvittaessa sen kamerapäättä ja kaksi piirsi karttaa. Kahdella kartanpiirtäjällä saatiin varmennettu tilannekuva, joka oli robustimpi inhimillisille virheille. Yhteistyö kisassa sujuikin hyvin luonnollisesti ja sujuvasti.

Analyysiä ja kommentteja kisasuorituksesta

Nopeusnäkökohdat ja käyttöliittymän vasteaika

Robotin kamerakuvan ja laserdatan piirto käyttöliittymään lähes ilman viivettä vaikutti positiivisesti käyttöliittymämme lopulliseen käytettävyyteen. Loppukilpailussa merkittävällä viiveellä olisi voinut olla hyvin negatiivinen vaikutus lopputulokseen, koska ohjaus vaikeutuu viiveen kanssa huomattavasti. Tämä nähtiin myös itse kisassa muiden ryhmien kolaroidessa huomattavasti enemmän. Halusimme tehdä käyttöliittymäämme mahdollisimman suoran ohjauksen, jota viivellinen järjestelmä ei olisi pystynyt tarjoamaan. Pienen viiveen kautta käyttöliittymän tuloksellisuus ja tehokkuus paranivat huomattavasti. Yksi hyvän telepresenssin luomisen edellytyksistä onkin reaaliaikaisen näkymän tarjoaminen ja tähän saatiin hyvää käytännön kokemusta. Yksi parannus käyttöliittymään olisi voinut olla, että käyttäjä olisi itse saanut valita kuinka iso robotin kamerakuva olisi ollut käyttöliittymässä. Tämä siksi, että eri käyttäjillä on eritasoiset näkökyvyt. Mielestämme suoritustamme loppudemossa ei kuitenkaan olisi parantanut isompi robotin kamerakuva käyttöliittymässä, koska se olisi lisännyt viivettä.

Robotin liikuttelu

Robotin liikkumisen ohjaaminen oli tässä tehtävässä hyvin merkittävässä asemassa. Mielestämme saimme kokeilujen kautta lopputulokseksi tarkan ja käytettävyydeltään hyvän ohjaustavan ohjaussauvan avulla. Ahtaat käytävät ja pienet liikumistilat eivät tuottaneet mitään merkittäviä ongelmia käyttäjälle. Loppudemon videoita katsellessa robotin liike näyttää melko hitaalta verrattuna muihin ryhmiin, mutta taas tarkkuus on parempi kuin muilla.

Laserdata

Laserdatan esittäminen käyttöliittymässämme oli mielestämme tarpeeksi havainnollinen ja tehokas tarkoitukseensa. Siitä pystyi hyvin näkemään ympäristön sekä robotin ja ympäristön mittasuhteet. Robottia esittävä punainen puolikaari oli suhteutettu ympäristöön kokeilemalla, joten sen avulla pystyi ajamaan suhteellisen tarkasti sokkeloisessa ympäristössä.

Kameroiden kääntöpää

Kamerapään liikuttaminen toimi loppusovelluksessa nopeasti ja tarkasti. Käytännön kautta havaitsimme hyväksi välilyönnistä tapahtuneen kameran nollauksen, jossa kameran kuvapää kääntyi suoraan eteen ja hieman alas. Tämä helpotti kohteiden etsimisen ja robotilla liikkumisen yhteensovittamista huomattavasti. Lisäominaisuutena olisimme kuitenkin voineet lisätä ns. sweeppaus-toiminnon, jossa kameran kuvapää olisi yhdellä komennolla suorittanut kameran pään liikuttamisen toisesta laidasta toiseen laitaan. Tämä olisi voinut nopeuttaa kohteiden havaitsemista loppudemossa, varsinkin huoneen muotoisista alueista. Toisaalta kovin suurta vaikutusta sillä ei kuitenkaan olisi ollut, sillä pystyimme hiiren ja punaisen ohjauspallon avulla ohjaamaan kameraa sen kääntösäteen sisällä mielivaltaisesti.

Ympäristön kartoitus

Laserdatan kerääminen ja tallentaminen kokonaiseksi kartaksi olisi ollut paras vaihtoehto sen käsittelyksi käyttöliittymässä, mutta muutaman kokeilun jälkeen huomasimme sen olevan epäolennainen ajankäytön ja hyödyn suhteen. Odometrian heitto kasvaa liian suureksi liian nopeasti, jotta kartasta saisi jotain selvää vielä muutaman minuutin ajon jälkeen. Käsikartan piirtämistä helpottamaan teimme kuitenkin hetkellisen laserdatan tallennus-sovelluksen. Sen avulla kartanpiirtäjän oli helpompi pysyä mukana ympäristön vaihtelussa ja sen mittasuhteissa.

Hienosäädöstä

Loppuvaiheessa kenttäkokeiden avulla tehtyjen viimeistelyiden myötä kokonaisuudesta saatiin toimiva ja tehokas loppudemoa varten. Ohjauksen voimakkuuden säätö robotin liikkumisen suhteen, sekä operaattoreiden yhteistyökykyisyyden varmentaminen, oli mielestämme hyödyllistä.

Loppudemo

Loppudemossa pärjäsimme suhteellisen hyvin. Olimme yksi nopeimmista ryhmistä, jotka löysivät kaikki kohteet. Pystyimme ajamaan ”labyrintin” läpi runnomatta robottia seiniin mielestämme vielä erittäin vertailukelpoisessa ajassa. Kartan piirtäminen ja kohteiden merkitseminen käsin ei tuottanut isompia ongelmia, koska kahdentamalla kartan piirto saatiin hyvin eliminoitua inhimilliset virheet ja kartan mittasuhteet saatiin myös hyvin lähelle oikeita.

Palaute

Käydään ensin läpi hyvät asiat kurssista. Henkilökunta oli kaikin puolin todella auttavaista ja helposti lähestyttävää. Heillä myös oli selvästi halu uudistaa kurssia, ja yrittää havainnollistaa asiaa muutenkin kuin pelkän tylsän teorian kautta. Myös kurssin tiedotus oli varsin mallikelpoista.

Valitettavasti kurssi ei oikeastaan saavuttanut sille asetettuja tavoitteita. Kuten edellä jo sivuttiin, oli luennoilla todella hyvä ilmapiiri ja halu etsiä uusia näkökulmia. Tämä ei vain heijastunut siihen, että niillä olisi oikeasti oppinut jotain hyödyllistä tai konkreettista. Jos kurssin tavoitteena on mm. oppia tehokkaiden, erilaisiin automaatiosovelluksiin hyvinsopivien käyttöliittymien perusteet ja suunnittelu, olisi toivottavaa, että siihen myös paneuduttaisiin. Nykyisellään luennot jäivät lähinnä sinänsä mukavaksi mielipiteiden vaihdoksi sekä erilaisten itsestäänselvyyksien esittelyksi. Ainoa luento, joka oikeasti tuntui liittyvän itse kurssin aihepiiriin ja josta sai jotain irti oli vierailevan luennoitsijan pitämä esitelmä käyttöliittymän kehittämisestä porauskoneisiin. Kurssi tarkensi ja selkeennytti käsitteitä, mutta kuitenkin kurssilla ei puhuttu siitä, kuinka käyttöliittymiä tulisi kehittää. Luennoilla mainittiin vain seikkoja, mitkä jarruttavat käyttöliittymien kehitystä.

Harjoitustyöstä jäi lähinnä ikävä mielikuva, että se olisi kuulunut johonkin toiseen kurssiin. Sen puitteissa ei nimittäin ollut järkevällä työmäärällä mahdollista oppia tai kokeilla, millainen on tehokas käyttöliittymä robotin ohjaamiseen, ja miten sellaisen voisi toteuttaa. Kun lähtökohtana on kehitysympäristö, jota edes kurssin henkilökunta ei tunne kunnolla, oli valitettavan selvää, että koko harjoitustyö raportointia lukuunottamatta menisi lähinnä koodaamiseksi ja uuden kehitysympäristön käytön opetteluksi. Tuntui myös, että SDL:ää tuskin käytetään minkään todellisen kaupallisen automaatiosovelluksen ohjelmointiin. Ja kun vielä alusta asti tuotiin selväksi, että lähinnä demosuorituksen nopeudella ja käyttöliittymän monipuolisuudella (lisää työtä) on väliä, ei harjoitustyössä ollut edes porkkanaa kehittää yleisesti hyvää käyttöliittymää. Sen sijaan kannatti vain

tehdä käyttöliittymästä mahdollisimman kevyt, nopea ja tehokas sellaiselle ihmiselle, joka on ollut alusta asti sen kehityksessä mukana, ja tietää täsmälleen mitä tehdä. Tämähän nimenomaan oli kaikkea sitä vastaan, mitä kurssin alustuksessa tuotiin ilmi!

Harjoitustyön uudistaminen on sinänsä aina suotavaa ja kunnianhimoista, mutta vain siinä tapauksessa, että uusi harjoitustyö tuo oikeasti jotakin uutta ja parempaa vanhaan verrattuna. Sen perusteella, mitä olemme vanhasta harjoitustyöstä kuulleet, olisi se sopinut kurssin tavoitteisiin huomattavasti paremmin. Tätä vielä korostaa se, että yhden periodin kestävä kurssi on todella lyhyt, eikä jätä juuri tilaa erilaisille turhille kokeiluille. Kenties harjoitustyön painotusta voisi siirtää pois reaaliaikaisten järjestelmien ohjauksesta, kohti hieman suuripiirteisempää käyttöliittymän suunnittelua. Näin voitaisiin saada parempi oppimistulos jos aikaa on näin rajallisesti käytössä. Samalla voitaisiin siirtyä pienempiin ryhmäkokoihin.

Kaikenkaikkiaan on todettava, että kurssi oli melkoinen pettymys niin teorian kuin harjoitustyönkin kannalta. Tämä on sääli, sillä henkilökunta yritti varmasti vilpittömästi tehdä parhaansa.

Arvio työmäärästä

1. Suunnitelman teko 22 htt
2. Robottivuorot 75 htt
3. Kotikoodaus 20 htt
4. Loppuraportin teko n. 20 htt

Yhteensä: 137 htt