



TIIVISTELMÄRAPORTTI (SUMMARY REPORT)

ÄLYVAATTEEN KÄYTTÖ LANGATTOMAN HAVAINNOINTIVÄLINEEN OHJAUKSESSA OSANA VAATIVIEN OLOSUHTEIDEN TILANNETIETOISUUDEN HALLINTAA (ÄLYTILA)

Johanna Vartiainen*, Oulun yliopisto
Tuomo Hänninen, Oulun yliopisto

* PL 4500, 90014 Oulun yliopisto, puh. 040 739 3236, etunimi.sukunimi@ee.oulu.fi

Tiivistelmä

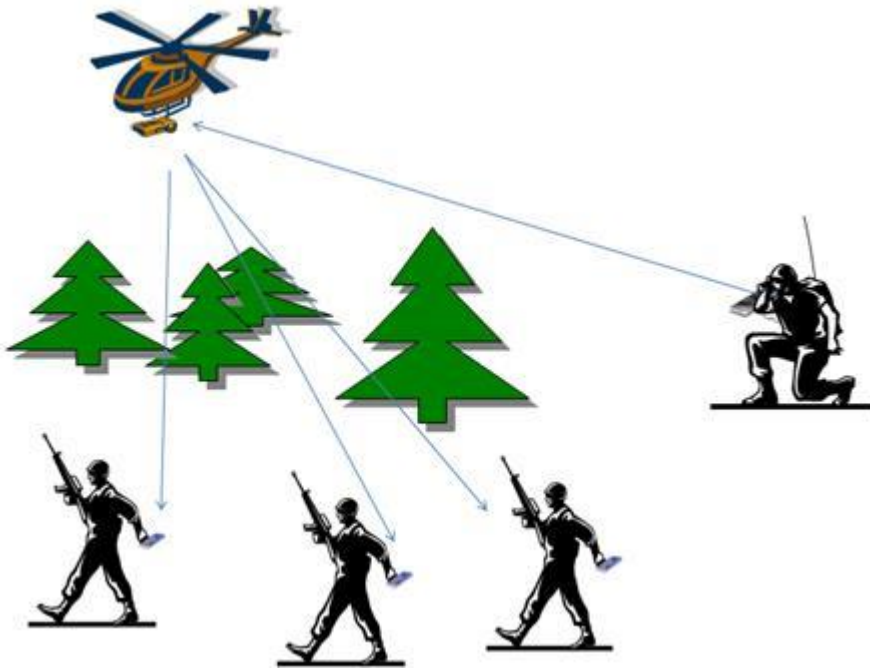
Toimintastrategian luomisessa käytetään hyväksi tilannetietoisuutta, joka edellyttää reaaliaikaista ja luotettavaa tietoa ympäristöstä myös haastavissa olosuhteissa. Tässä tutkimusprojektissa tavoitteena oli demonstroida älyvaatteella ohjattavaa järjestelmää, joka tuottaa reaaliaikaisia kuvia ympäristöstä. Järjestelmä koostuu kauko-ohjattavasta mikrokoiperista, kamerasta, älykäsineestä, älylaitteesta sekä langattoman tiedonsiirron mahdollistavista CWC-WSN sensorialustoista. Mikrokoiperi lennättää kameraa johon on kiinnitetty sensorialusta. Käyttäjä ohjaa kameraa älykäsineellä, josta komennot annetaan kameralle älyhansikkaan sormiin asennettujen venymäliuskojen avulla sormia liikuttamalla. Älykäsineeseen kiinnitetty sensorialusta välittää venymäliuskan tuottaman komennon kameraan kiinnitetylle sensorialustalle. Kuva siirtyy edelleen sensorialustojen välityksellä yhden tai useamman käyttäjän älylaitteelle. Tutkimusprojektissa suunniteltiin ja koottiin älykäsine sekä sen lukuelektroniikka, tehtiin ohjelmisto kuvien siirtoa ja laitteiden tunnistamista varten sekä suunniteltiin kamerayksikölle ohjauselektroniikka. Järjestelmän kokoonpanon ja testauksen jälkeen järjestelmällä suoritettiin koelennot. Kehitetty järjestelmä vaikuttaa lupaavalle, mutta vaatii vielä jatkokehitystä. Demonstraatio osoittaa kuitenkin järjestelmän potentiaalisuuden reaaliaikaisen tilannekuvan muodostamiseksi vaativissa olosuhteissa ja ympäristöissä.

1. Johdanto

Tilannetietoisuus edellyttää tietoa ympäristön nykyisistä ja tulevista tapahtumista. Tätä tietoa käytetään hyväksi toimintastrategian luomisessa. Tilannetietoisuuden hallinta vaatii reaaliaikaista ja luotettavaa tietoa esimerkiksi omien ja vihollisen joukkojen tilanteesta. Vaativat ympäristöt ja olosuhteet kuten pimeys, savu, sumu, metsä, meri tai katastrofialue vaikeuttavat tilannekuvan luomista. Epävarman tiedon käyttö päätöksenteossa voi johtaa virheelliseen toimintastrategiaan. Tästä syystä tarvitaan reaaliaikaista ja luotettavaa tietoa ympäristöstä myös vaativissa olosuhteissa ja ympäristöissä. Pieneen kauko-ohjattavaan kooperiin voidaan liittää kamera, jolla saadaan reaaliaikaisia kuvia yhden tai useamman taistelijan älylaitteeseen kuten älypuhelimeen.

Älyvaate tarjoaa mahdollisuuden langattomien laitteiden helppoon ja joustavaan ohjaukseen. Älyvaate kuten esimerkiksi älykäsine mahdollistaa luotettavan ja helppokäyttöisen langattoman laitteen ohjauksen myös huonolla säällä kuten kovalla pakkasella sekä hankalissa maasto-olosuhteissa. Älykäsine opetetaan tunnistamaan ihmisen liikkeitä esimerkiksi sormiin sijoitettujen venymäliuskojen avulla. Käsineelle opetetaan mikä liike vastaa mikäkin käsky. Koska käskyt ovat yksinkertaisia, on käyttäjän ne helppo oppia ja muistaa. Venymäliuskat on liitetty sensorialustaan, ja sen avulla liikettä vastaava käsky siirtyy kameraan kiinnitetyn sensorialustan kautta kameraan, joka lähettää kuvan sensorialustojen välityksellä käyttäjän älypuhelimeen reaaliaikaisesti.

Tämän tutkimusprojektin tavoitteena oli demonstroida älyvaatteella ohjattavaa järjestelmää, joka tuottaa reaaliaikaisia kuvia ympäristöstä (kuva 1). Järjestelmään sisältyvät kauko-ohjauksella toimiva kopteri, kamera ja siihen kiinnitetty sensorialusta joita kopteri lennättää, älykäsine ja siihen kiinnitetty sensorialusta joka välittää käskyt kameralle, sekä älylaite joka vastaanottaa kuvat.



Kuva 1: Älykäsineellä ohjattava langaton järjestelmä reaaliaikaisten kuvien tuottamiseksi ympäristöstä.

2. Tutkimuksen tavoite ja suunnitelma

Tutkimuksen tavoitteena oli demonstroida älyvaatteella ohjattava järjestelmä, joka tuottaa reaaliaikaisia kuvia ympäristöstä ja jota voidaan käyttää puolustusvoimien sovelluksissa tilannetietoisuuden hallintaan vaativissa ympäristöissä ja olosuhteissa. Tarkoituksena oli suunnitella ja demonstroida suhteellisen edullinen, helppokäyttöinen, helposti siirrettävissä oleva, paikallisesti käytettävä, vähäisellä datamäärällä toimiva ja modernia tietoliikenneteknologiaa käyttävä järjestelmä, joka tuottaa reaaliaikaisen tilannekuvan vaativissa olosuhteissa ja ympäristöissä kuten pimeässä, sumussa, metsässä sekä merellä.

Suunnitelma tutkimuksen toteutuksesta

Tutkimus jakautui neljään osatehtävään. Osatehtävässä T1 oli tarkoitus suorittaa järjestelmän yhteensovittaminen ja testaus. Tarvittavien tarvikkeiden hankinta ja yhteensovittaminen olemassa olevien laitteiden kanssa, raudalle toteutus ja testaus, sekä komentojen opettaminen älykäsineelle sisältyivät tähän osatehtävään. Osatehtävässä T2 oli tarkoitus suunnitella demonstraatiot, tehdä demonstraatiokuvaus sekä ehdotus demonstroiintiympäristöksi. Osatehtävään T3 kuuluivat demonstraatiot järjestelmästä ja sen toiminnasta. Osatehtävä T4 sisälsi tulosten analysoinnin ja raportoinnin.

3. Aineisto ja menetelmät

Käytetty materiaali ja menetelmät

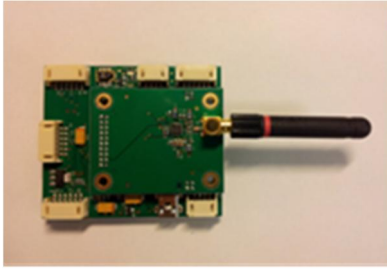
Tutkimusprojektissa käytettiin Oulun yliopistolla jo olemassa olevaa MikroKopteria ja älypuhelinta/kannettavaa tietokonetta sekä CWC-WSN sensorialustoja.

MikroKopterin HexaKopter XL -pienoiskopteri (kuva 2) painaa 2.2 kiloa, ja se pystyy kantamaan noin 1.5 kilon hyötykuormaa. Kopteri pystyy lentämään huonoissa sääolosuhteissa ja pimeällä. Kopteria ohjataan käsin kauko-ohjaimen avulla, mutta sen voi myös lukita automaattileijuntaan, jolloin kopteri säilyttää paikan sekä vakiokorkeuden automaattisesti.

Päätelaitteena johon kuva siirrettiin käytettiin Samsung galaxy S 2 älypuhelinta sekä kannettavaa tietokonetta. Laitealustana käytettiin yksikössämme aiemmin kehitettyä CWC-WSN sensorialustaa (kuva 3). Ohjelmoitavassa sensorialustassa on reititin ja kaksi radiota, ja se saa tarvitsemansa virran 3.6 voltin akusta tai USB:stä. Suhteellisen pienitehoisten radioiden kantama riippuu paikasta: näköyhteyden toteutuessa kantama on vähintään 100 metriä. Langaton linkki olisi voitu toteuttaa myös valmiilla kaupallisella laiteparilla, mutta CWC-WSN sensorialustan käyttö varmistaa järjestelmän muokattavuuden myös tulevaisuudessa. Kyseiset sensorialustat pystyvät muodostamaan monimutkaisia verkkorakenteita automaattisesti, mikä mahdollistaa tämän projektin käyttötapausta (yksi käyttäjä ja yksi kopteri) huomattavasti laajemman järjestelmän toteuttamisen tulevaisuudessa (useita käyttäjiä, koptereita, maa-ajoneuvoja, mastoja jne).



Kuva 2: MikroKopteri HexaKopter XL -pienoiskopteri. Kuvassa näkyvät myös sensorialusta sekä kamerat, joista alempi ottaa videokuvaa.



Kuva 3: CWC-WSN sensorialusta.

4. Tulokset ja pohdinta

Saavutetut tulokset

Päätelaitteena johon kuva siirrettiin käytettiin Samsung galaxy S 2 älypuhelinta sekä vaihtoehtoisesti kannettavaa tietokonetta. Kuvan siirto sensorialustasta päätelaitteeseen toteutettiin Android ohjelmistolla, kun kyseessä oli älypuhelin. Kuvan siirto sensorialustalta kannettavalle tietokoneelle tapahtui sarjamuotoisena UART-liitännän kautta sensorilta FTDI-piirille ja virtuaalisella COM-portilla kannettavalle tietokoneelle, mistä ohjelma luki datan ja kirjoitti jpeg-tiedostoon.

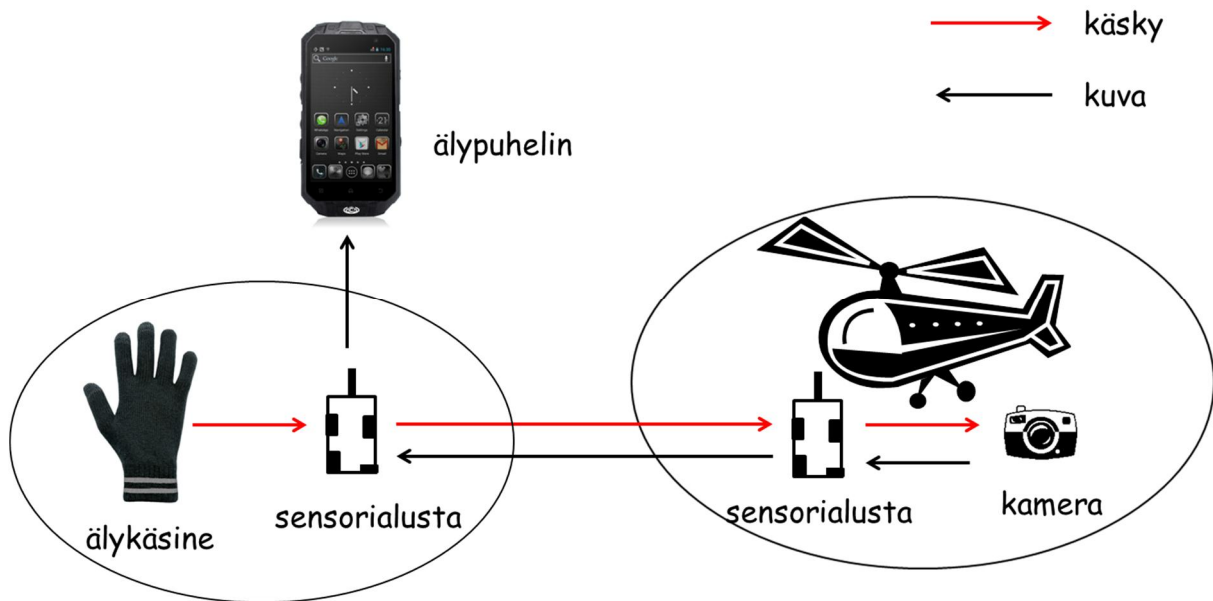
Älykäsine toteutettiin itse, jotta se saatiin vastaamaan paremmin tarpeitamme. Älykäsineelle suunniteltiin ja koottiin lukuelektronikka sekä opetettiin millainen sormen/käden liike antaa käskyn. Venymäliuskat sijoitettiin peukaloon, etusormeen, pikkurilliin ja ranteeseen. Kuvan otto suoritettiin koukistamalla pikkusormea. Käytettävää sormea voidaan helposti vaihtaa, ja jokaiselle sormelle on mahdollista valita koodissa eri resoluutiot kuvaus- ja videokuvaustilassa.

Kopteriin asennettiin ja testattiin GPS (Global Position System) järjestelmä, joka lisää kopteriin ns. 'positon hold' (=paikallaan pysyminen) ja 'coming home' (=automaattinen koitiinpaluu) toiminnot. Lisäksi konetta voidaan GPS:n avulla lennättää ennalta asetettua reittiä pitkin. Kopteriin asennettiin myös harjaton 3-akselinen kameravakain, joka mahdollistaa vakaan ja heilumattoman kuvan. Vakaimen tilt-kulman (=alas-ylös) säätö kytkettiin kopterin ohjainpiiriin, joka mahdollistaa alas-ylös -säädön kopterin ohjaimella. Kameravakaimelle tehtiin myös kiinnityslevy sekä sensorialustalle asennuspaikka. Sensorialustalle ja kameralle tehtiin myös ns. jänniteregulaattorimoduli jännitteen tasaamiseksi.

CWC-WSN -sensorialustan radiona on Zigbee -yhteensopiva radio, jonka MAC-kerros (Medium Access Control) toteutettiin itse. Sensorialustan tiedonsiirtonopeus on radion yli 150-190 kb/s. CWC-WSN -sensorialustalle tehtiin ohjelmisto käskyn ja kuvan siirtoa sekä laitteiden tunnistamista varten. Kahden megapikselin JPEG-kamera liitettiin kopterissa olevaan CWC-WSN sensorialustaan sarjamuotoisella UART -liitännällä, eli kuva siirtyy sarjamuotoisena. Tämä mahdollisti käytännössä 4 fps (frames per second, kuvaa/sekunti), teoriassa maksimissaan noin 10 fps videon siirron (ns. hidas videokuva). Kamerayksikölle suunniteltiin lisäksi ohjauselektronikka.

Järjestelmän komponentit kokoonpantiin ja testattiin sisätiloissa.

Hankkeessa demonstroitu järjestelmä on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4: Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti älykäsineeseen ja kameraan kiinnitettyjen sensorialustojen kautta. Älykäsine lähettää komennon sensorialustalle, joka välittää komennon toiselle sensorialustalle ja siitä edelleen kameralle. Kamera välittää ottamansa kuvan sensorialustalle, joka välittää kuvan toiselle sensorialustalle ja siitä edelleen älypuhelimelle.

Järjestelmän testaus

Järjestelmää testattiin Oulun yliopiston läheisyydessä sijaitsevalla jalkapallokentällä ja sen ympäristössä useana päivänä marraskuussa 2014 useamman tunnin ajan kerrallaan (kuvat 5-8). Testaushetkillä lämpötila oli noin nollan vaiheilla, ilma oli kostea, ja yhtenä testauspäivänä tuuli kohtalaisesti. Testauksessa käytettiin päätelaitteena kannettavaa tietokonetta sen tarjoaman suuren näytön takia. Kopteria lennätettiin kentän yläpuolella ja lähistöllä olevalla järvellä. Pikkusormen liike aiheutti älykäsineestä käskyn sensorialustalle, josta käsky välitettiin kopterissa olevan sensorialustan kautta kameralle. Kamera lähetti ottamansa kuvan sensorialustalle, josta kuva välitettiin älykäsineessä olevan sensorialustan kautta käyttäjän päätelaitteeseen. Älykäsineellä otettiin sekä yksittäisiä kuvia että ns. hidasta videokuvaa (noin 4 kuvaa/sekunti). Älykäsineen pikkusormen koukistus tuotti kuvan jokaisella toistokerralla. Älykäsine oli helppokäyttöinen ja toimi moitteetta. Kopteria lennätettiin käyttäjästä useamman kymmenen metrin päässä. Järjestelmä toimi testaus tilanteissa kuten pitikin, eikä tiedonsiirrossa ilmennyt ongelmia. Tuulise- na testauspäivänä kopterissa oli epävakautta mikä hieman vaikeutti sen ohjaamista, mutta ei vaikuttanut kuvien ottoon eikä tiedonsiirtoon.

Demonstraatiosta kuvattiin video, joka on nähtävillä osoitteessa <http://www.cwc oulu.fi/alytila/>

Video löytyy myös YouTubesta hakusanoilla "Älytila" "Älykäsine" "Oulun yliopisto" "CWC" "MATINE"



Kuva 5: Mikrokooperi, sensorialusta sekä kamera.



Kuva 6: Demonstroitu järjestelmä: Taustalla mikrokooperi sensorialustalla ja kameralla, edessä älykäsine sensorialustalla, sekä kannettava tietokone mihin kuvat tulevat. Älykäsineen sensorialusta vedettiin johdon avulla kauemmas käsiin kuvasta varten.



Kuva 7: Järjestelmän alustus.



Kuva 8: Vasemmalla oleva henkilö ohjaa kopteria, oikealla olevalla henkilöllä on oikeassa kädessään älykäsine ja vasemmassa kädessä sensorialusta. Oikean käden pikkusormi ja nimetön on taivutettuna kuvanottoasentoon.

Tulosten merkityksestä

Älyvaatteella ohjattavalla järjestelmällä on useita etuja. Se on reaaliaikainen ja nopea sekä antaa tilannekuvan suurelta alueelta koska kuvataan ilmasta. Järjestelmä on suhteellisen edullinen ja älykäsineohjauksen ansiosta helppokäyttöinen myös hankalissa olo-



suhteissa esim. pakkasella. Siirrettävän datan määrä ja virrankulutus ovat pienet. Langattomana järjestelmä toimii sensorialustan kantamalla, ja on käyttäjälle turvallinen sillä hän voi olla kauempana. Järjestelmä toimii myös vaativissa olosuhteissa ja ympäristöissä kuten metsässä ja pimeässä, sumussa sekä savussa kun käytettävä kamera on sopiva (pimeäkuvaus, lämpökuvaus).

Kriittisenä tekijänä mainittakoon sensorialustan kantama, joka on tällä hetkellä noin 100 metriä kun sensorialustojen radioilla on näköyhteys. Kriittisiä tekijöitä ovat myös kopterin rajallinen toiminta-aika, haavoittuvuus sekä äänekkyys josta voi koitua haittaa varsinkin sotilassovelluksissa. Kopterin tilalla voidaan käyttää esim. lennokkia joka on äänettömämpi ja siten vähemmän haavoittuva koska sitä ei huomata niin helposti. Lisäksi mikäli laite lentää riittävän korkealla, ääntä ei juuri kuulu maahan ja tehokkailla zoomikameroilla saadaan lähikuvaa korkeammaltakin.

Tulosten hyödynnettävyydestä

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää usealla eri taholla. Maavoimat, merivoimat ja ilmavoimat voivat hyödyntää demonstroidun kaltaisen järjestelmän teknisiä ratkaisuja sotilaskäytössä omien ja vihollisten joukkojen tarkan tilannetiedon hankkimisessa. Pelastusviranomaiset voivat hyödyntää järjestelmää kadonneiden etsimiseen metsässä, pimeässä tai merellä sekä katastrofi- ja onnettomuustilanteissa tarkan tilannekuvan muodostamiseen katastrofialueesta ja uhrien etsintään. Poliisi voi etsiä paenneita henkilöitä maastosta myös pimeässä, ja rajavartiolaitos voi käyttää järjestelmää raja-alueen seurantaan ja rajan luvatta ylittäneiden etsintään. Lisäksi siviilisovelluskohteita on lukemattomia, esimerkiksi vartiointi ja kohteiden tarkistus, mittaukset erilaisilla antureilla ja automatisoitu datan keräys sekä lähetys.
