

TILANNETIETOISUUDEN PARANTAMINEN SENSORIELEMENTTI-AMMUKSELLA

TAPIO SAARELAINEN

Kirjoittaja on majuri ja Sotatieteiden maisteri ja toimii MPKK:n Sotatekniikan laitoksella tutkijana ja tohtorihjelman opiskelijana

ABSTRAKTI

Taistelujen tempon kiihtyessä samassa suhteessa kasvaa tarve saada komentajien päätöksenteon tueksi ajallisesti ja sisällöllisesti mahdollisimman tarkkaa tilannetietoisuusaineistoa taistelukentältä. Taistelukentältä nopeasti ja luotettavasti saatava reaaliaikainen sensorien välittämä tilannekuva sekä raakatieto on voitava jatkojalostaa nopeasti hyödynnettäväksi tiedoksi. Vaade korostuu taistelukentällä erityisesti alemman tason taktisissa operaatioissa, joissa tilanteet vaihtuvat nopeasti ja aloitteen tempaaminen on elintärkeää. Sensorielementtiammuksella voidaan kerätä tietoa taistelukentältä, ja sensorielementtiammuksen sensorit kykenevät mittaamaan ainakin seismisiä, akustisia ja magneettisia ilmiöitä. Sensorielementtiammus voidaan toimittaa kohdealueelle organisaation käytössä olevilla asejärjestelmillä, kranaatinheittimillä sekä tykeillä. Artikkelissa kuvataan sensorielementtiammuksen käytön perusperiaatteet sekä tiedon jalostaminen ja jalostetun tiedon välittäminen komentopaikoille. Tuoreella tilannetietoisuusperustaisella tiedolla voidaan tukea taistelevan joukon komentajan päätöksentekoprosessia merkittävästi.

AIHEEN ESITTELY SEKÄ KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Artikkeli esittelee menetelmän, joka soveltuu tiedonkeruuseen taktisella tasolla. Tiedonkeruu on mahdollista jo olemassa olevilla kaupallisista komponenteista valmistettavilla tuotteilla sekä taistelukentällä jo olemassa olevia teknisiä sovelluksia hyödyntäen. Esiteltävän järjestelmän avulla tilannetietoa (Situational Awareness, SA) voidaan kerätä luotettavasti ja nopeasti. Tiedonkeräysmenetelmä mahdollistaa nopean tilannekuvan (Common Operational Picture, COP) päivittämisen taktisen tason operaatioiden komentopaikoilla. Tämä tukee komentajien kykyä tuottaa nopeita ja oikeansuuntaisia päätöksiä aloitteen tempaamiseksi. Tämä on mahdollista hyödyntäen uuden taisteluvälineen, sensorielementtiammuksen, mukanaan tuomia mahdollisuuksia. Sensorielementtiammus perustuu jo olemassa olevaan kranaatinheitin tai tykin ampumatarvikkeeseen, joka on modifioitu. Sensorielementtiammuksella voidaan tiedustella vihollisen aluetta nopeasti, luotettavasti sekä ilman omia tappioita. Laitteesta voidaan valmistaa eri versiota. Varsinainen kranaatinheitin / tykistö ampumatarvike pysyy perusluonteensa osalta samana, ainoastaan hyötykuorma muuttuu. Kranaattikuoren sisällä olevan räjähdysaineen sijasta hyöty-

kuormana on elektroniikkaa, sensorielementtipaketti.

Sensorielementtipakettiin liitettävien sensorielementtien määrää ja laatua voidaan muunnella tilanteen ja tarpeen mukaisesti. Koska sensorielementtiammuksen sensoriosa on muunneltava (modulaarinen), voidaan saavuttaa kustannussäästöä räätälöimällä sensoriosa tarkoituksenmukaiseksi kutakin tehtävää varten. Tämä nopeasti kohteen alueelle toimitettava sensorielementtiammus on työkalu, jolla voidaan sekä valvoa omaa toiminta-alueetta että kerätä vihollisalueelta tilannetietoja nopeasti ja luotettavasti. Sensorielementtiammus soveltuu helppokäyttöisyytensä ansiosta taktiselle tasolle (pataljoona ja alemmat). Artikkelit esittelee erilaisia vaihtoehtoja siitä, kuinka sensorielementtiammuksen käytöllä voidaan hankkia uutta tilannetietoa komentajien päätöksenteon tueksi.

Erityisesti alemman tason operaatioissa komentajat tarvitsevat parasta mahdollista ja tuoretta tilannekuvaa päätöksensä tueksi. Keskeistä on saada oleellista ja samalla reaaliaikaista tietoa alueelta oman tilannetietoisuuden ja kokonaiskuvan ylläpitämiseksi. Omien joukkojen sijaintitieto on erittäin tärkeä, jottei omalla tulella aiheuteta tappioita omille joukoille. Maalien tunnistamis- ja luokittelutieto on tärkeä, jotta voidaan valita maalin luonne huomioiden oikeanlaiset joukot sekä parhaat asejärjestelmät vihollisen tuhoamiseksi ^[1]. Vihollinen ja sen kohteet tulee luotettavasti tunnistaa ja erottaa muista taistelukentän kohteista ennen asevaikutuksen kohdistamista kohteeseen ^[2].

Yleisen tilannetietoisuuden parantamiseksi on hyödynnettävä käytössä olevat resurssit. Verkkokeskeisen sodankäynnin menetelmiä on kehitettävä tilannetietoisuuden välittämiseksi kaikille tarvitseville tahoille, jotta kaikki kerättävissä oleva tieto voidaan yhdistää ja koota parhaalla mahdollisella tavalla sekä välittää tiedot tarvitsijoille. Tilannetietoisuus käsittää kolme tasoa: 1) havaitseminen ja tunnistaminen, 2) ymmärtäminen sekä 3) kokoaminen ^[3]. Tilannetietoisuus on keskeinen tekijä sotilasoperaatioiden päätöksentekoprosessissa ^{[3],[4]}. Tilannetietoisuutta keräävät järjestelmät on integroitu Yhdysvaltojen maavoimien jalkaväkitaistelijan järjestelmiin (Dismounted Battle Command System, DBCS) ^[5] sekä omien joukkojen seuranta-järjestelmiin (Blue Force Tracking, BFT) ^[2].

Suomen puolustusvoimissa ei pataljoonien komentajilla eikä komppanianpäälliköillä vielä tällä hetkellä ole organisaatioissaan miehittämättömiä lennokkeja, joita voitaisiin hyödyntää tiedonkeruuseen kohdealueelta, puhumattakaan maavoimien käytössä olevista omatunnistajärjestelmistä. Sensorielementtiammus sopii hyvin täyttämään tämän tyhjiön. Nyt esiteltävä järjestelmä ei tarvitse uusia järjestelmiä taistelukentälle jo olemassa olevien rinnalle, koska sensorielementtiammukset voidaan toimittaa kohdealueelle organisaatiossa olevilla asejärjestelmillä.

Näkyvän horisontin takana tapahtuva tiedonkeruu on tärkeässä asemassa, koska taistelujen tempon kiihtyessä komentajien on saatava kokonaistilanteeseen ja tilannetietoisuuteen vaikuttava tieto käyttöönsä jo hyvissä ajoin ennen operaation suunnittelua ja toimeenpanoa. Käyttämällä oikea-aikaisesti hyväkseen sensorielementti-

ammuksen tuottamaa tilannetietoa komentajat voivat temmata aloitteen taistelussa ja saavuttaa heille asetetut tavoitteet nopeammin.

Tilannekuvan muodostaminen ja sen jatkuva ajan tasalla pitäminen on keskeistä. Tyypillisesti tilannekuva sisältää kolmenlaisia moduuleita: 1) informaatiota keräävät menetelmät ja välineet, jotka tarkkailevat tapahtumia ja raportoivat keräämänsä tiedon komento- ja kontrollimoduuliin, 2) komento- ja kontrollimoduuli, joka tekee päätöksiä perustuen kerättyyn ja vertaisarvioituun tietoon sekä 3) näyttöyksiköt, jotka saavat komentonsa komento- ja kontrollimoduulista [4].

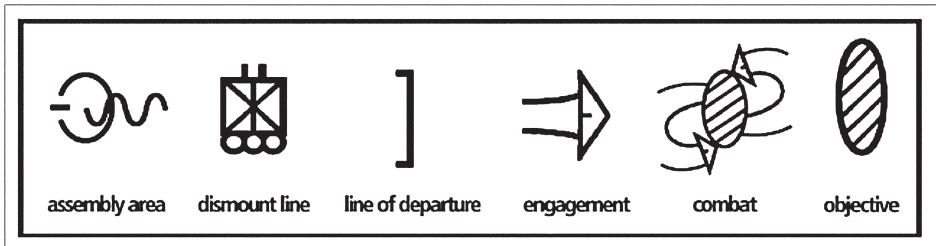
Artikkelissa esitellään viimeaikaisen tutkimuksen valossa mahdollisuuksia tilannetietoisuuden parantamiseksi. Sensorielementtiammus on yksi vaihtoehto. Luvussa kaksi esitellään aiempaa tutkimusta ja tähän aiheeseen liittyvää rinnakkaista tutkimustyötä. Luvussa kolme käydään läpi sensorielementtiammuksen rakenne ja ominaisuudet, Luvussa neljä keskitytään sensorielementtiammuksen sensorielementteihin ja datan välitykseen, Luku viisi keskittyy maalittamisprosessiin, luvussa kuusi keskitytään kerätyn datan analysointiin, ja luku seitsemän esittelee työn johtopäätökset.

AIEMPI TUTKIMUS

Tämä työ linkittyy eri valtioiden puolustusvoimien keskeiseen aiemmin suoritettuun tutkimustyöhön, ensinnäkin tilannetietoisuuden parantamiseen, omien joukkojen tunnistamiseen [6]. Toiseksi sotilasoperaatioita voidaan tehostaa hyödyntämällä elektromagneettista säteilyä maalien tunnistamisessa [7]. Kolmanneksi työ liittyy taktisen tason (komppania – pataljoona) tapahtuvien sotilasoperaatioiden suorituskykyjen tutkimukseen.

Taktisen tason operaatioissa aikakriittisyys korostuu tilannetietoisuuden saavuttamisen tärkeydessä ja suorituskäskyjen asianmukaisessa perille toimittamisessa. Tilannetietoisuutta parantavien järjestelmien tulee olla yksinkertaisia sekä helposti toteutettavia. Esimerkki tällaisesta operaatiosta on jalkautuneen komppanian hyökkäys, jossa hyökkäys voidaan nähdä sarjana erilaisia suunniteltuja ja käskettyjä tapahtumia. Komppanian hyökkäysprosessi vaatii tuekseen ja onnistuakseen erilaisia palveluita (evakuointi, tulituki, kuljetus). Näiden palveluiden ennakointi ja suunnittelu helpottuu parantuneen tilannekuvan myötä. Komppanian hyökkäys on esitetty Kuvassa 1.

Eri valtioiden puolustusvoimat tutkivat uusia, tehokkaita ja nopeita tapoja välittää tilannetietoisuutta edistäviä menetelmiä esimerkiksi langattomien sensoriverkkojen avulla (Wireless Sensor Networks, WSNs) [8]. Langattomat sensoriverkot voidaan ottaa käyttöön nopeasti ja niitä voidaan menestyksekkäästi hyödyntää erilaisissa sotilassovelluksissa ja rinnan valvontasensorien kanssa [8]. Kaukokäyttöisiä, elektromagneettisen spektrin ilmiöitä tarkkailevia maahan asennettavia sensoreita on ollut ope-



Kuva 1. Komppanian hyökkäys prosessina.

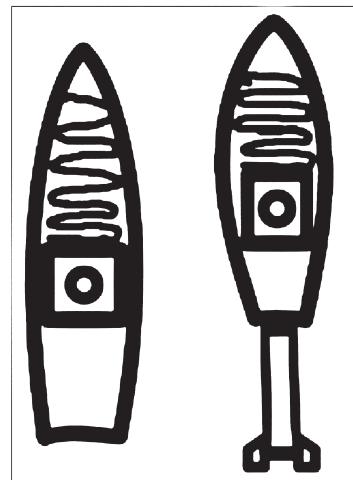
ratiivisessa käytössä jo vuosikymmenten ajan ^[9]. Uusia nopeasti käyttöönotettavia ja yksinkertaisia järjestelmiä tarvitaan taistelukentälle keräämään tietoa ja välittämään sitä komentopaikoille ja komentokeskuksiin.

Ymmärrettävästi eri valtioiden puolustusvoimat ovat kiinnostuneita menetelmistä, joilla voidaan luotettavasti ja nopeasti parantaa yleistä tilannetietoisuutta myös taktisen tason operaatioissa. Nyt esiteltävänä oleva sovellus perustuu olemassa oleviin kaupallisiin tuotteisiin. Sovellus edustaa nopeasti perille toimitettavaa ja käyttösekä ylläpitokustannuksiltaan suhteellisen edullista kokonaisjärjestelmää puolustusvoimien käyttöön.

SENSORIELEMENTTIAMMUKSEN RAKENNE JA OMINAISUUDET

Sensorielementtiammus perustuu tavanomaisen kranaatinheittimen ammuksen rakenteeseen. Perinteisestä sirpaleammuksesta on poistettu räjähdysaine sekä sen räjäyttämiseksi tarvittavat komponentit. Tyhjennetty tila on korvattu laskuvarjolla varustetulla sensorielementillä, joka on kapseloitu kestämään ammuksen lähtökiihtyvyyttä. Sensorielementti on luonteeltaan modulaarinen sen sisältämien sensorien suhteen, sillä käyttäjä voi valita sensorielementin sensorit käyttötarpeen mukaan. Kranaatin kuori voidaan valmistaa komposiitista, jolloin saavutetaan säästöä kranaatin kuoren massassa perinteisestä teräksestä valmistettuun kuoreen verrattuna. Tämä seikka voidaan hyödyntää sensorielementin kokonaisuudessa suunniteltaessa. Sensorielementtiammuksen pelkistetty rakenne on esitetty Kuvassa 2.

Kuva 2. Sensorielementtiammuksen rakenne: Kranaatin sisältämä räjähdysaine on korvattu sensorielementillä sekä siihen kiinnitetyllä laskuvarjolla.



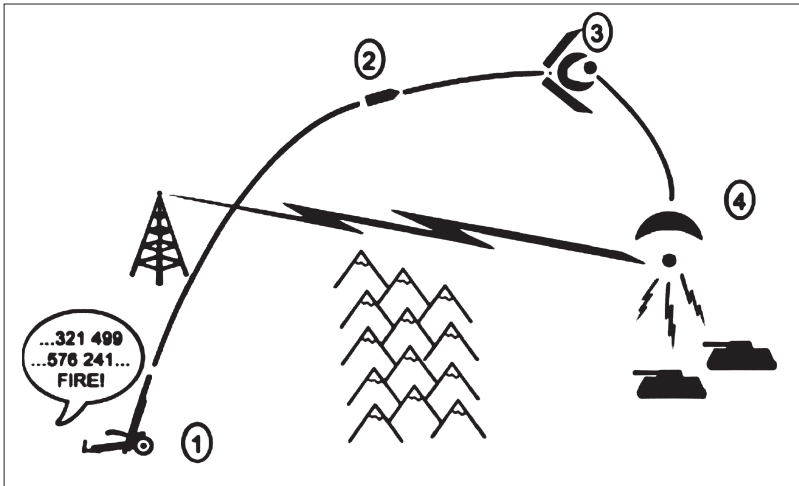
Sensorielementti koostuu energianlähteestä, valituista sensoreista, lähetyksikköistä, antennista sekä releointiyksiköstä. Sensorielementti lähettää keräämänsä tiedon vasta-asemalle automaattisesti oman paikkatietonsa kera. Tällöin jokaisessa läheteessä on aikaleiman lisäksi sensoriammuksen sijaintitieto. Sensorielementti voi toimia releasemana kahden sensorielementin välillä niiden tiedonkeruuvaiheen aikana. Tämä toiminta on välttämätön, mikäli jostain syystä sensorielementillä ei ole suora yhteyttä tukiasemaan. Se ilmassa leijuva sensorielementti, joka pystyy muodostamaan yhteyden tukiasemaan, välittää kaikkien sensorielementtien tiedustelutiedot vasta-asemalle. Keskeinen sensori sensorielementtiyksikössä on infrapunatutka (Forward-Looking Infrared Radar, FLIR) sen erinomaisen erottelukyvyn vuoksi kaikissa valaistusolosuhteissa ^[10].

Edellisen lisäksi sensorielementti voi sisältää valonvahvistinsensorin. Sensorielementtiyksikköön voidaan asentaa myös lyhyen aallonpituuden (Shortwave Infrared, SWIR) ja pitkän aallonpituuden (Longwave Infrared, LWIR) sensoreita. Sensorielementti mittaa lisäksi akustisia, seismisiä ja magneettisia ilmiöitä sekä liikkuvia ja paikallaan olevia kohteita. Sensorielementin sensorit kykenevät tunnistamaan pyörä- ja tela-ajoneuvot toisistaan ja tuottamaan lisää arvokasta tilannetietoa komentajille päätöksentekoprosessin tueksi.

Sensorielementti lähettää tietoa kohteesta välittömästi kohteen yläpuolelle saavuttuaan (Kuva 3). Tiedon lähettäminen voi tapahtua taajuudella 2,4 GHz. Mikäli halutaan, kerätty tieto voidaan välittää sensorielementiltä myös mikroaaltoja käyttäen. Tällöin taajuusalueena kyseeseen voi tulla esimerkiksi WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) standardin mukainen taajuusalue 4,4 -5,0 GHz ja standardina IEEE 802.16e ^[11].

Myös WiMAX:n mukaista 802.16d standardia pystytään hyödyntämään hitaasti liikkuvien kohteiden ollessa kyseessä, ja tavanomaisempi standardi liikkuvalla käyttäjälle on IEEE 802.16e ^[11]. WiMAX, 802.16e taajuusalueen mukaisesti kanavan leveys voi olla joko 5 MHz, 8.75 MHz tai 10 MHz. Käyttökelpoinen WiMAX, 802.16e voi perustua joko OFDM (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) tai OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) –tekniikoihin ^[12]. Tiivistetysti WiMAX hyödyntää uusimpia antenni- sekä lähetystekniikoita ja tuottaa optimaalisen signaalin sensorielementiltä vastaanottoantenniin tarjoten joustavan aallonpituuden sekä nopean tiedonsiirtoväylän ylittäen vastaavat arvot 3G-suorituskyvyn osalta ^[13]. Nämä järjestelmät ja tekniikat soveltuvat hyvin sotilaallisiin valvontatehtäviin.

Sensorielementtiammus toimitetaan kohteeseen seuraavasti (ks. kuva 3). Kiinnostava kohde havaitaan alueella. Tästä halutaan lisää tietoa. Alueelle ammutaan sensorielementtiammus, 1) – 2) tulikomento annetaan ja ammus toimitetaan kohdealueen yläpuolelle haluttuihin koordinaatteihin, 3) ammuksen kuori avautuu, sensorielementti alkaa mitata sen ympärillä olevaa tilaa, 4) kerätty tilannetieto lähetetään välittömästi tukiasemalle.

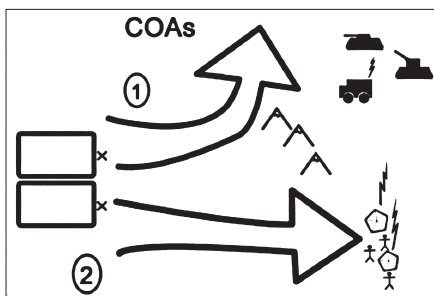


Kuva 3. Sensorielementtiammuksen toiminta.

Mikäli tarkempia tietoja alueelta tai siellä sijaitsevasta kohteesta halutaan, voidaan sinne ampuu tarvittava määrä sensorielementtiammuksia. Sensorielementtiammuksen todellinen putoamisaika laskuvarjon avautumisen jälkeen riippuu muun muassa ammuksen lakikorkeudesta avaushetkellä, sensorielementin massasta, tuulen suunnasta ja voimakkuudesta sekä sensorielementin laskuvarjon koosta ja rakenteesta.

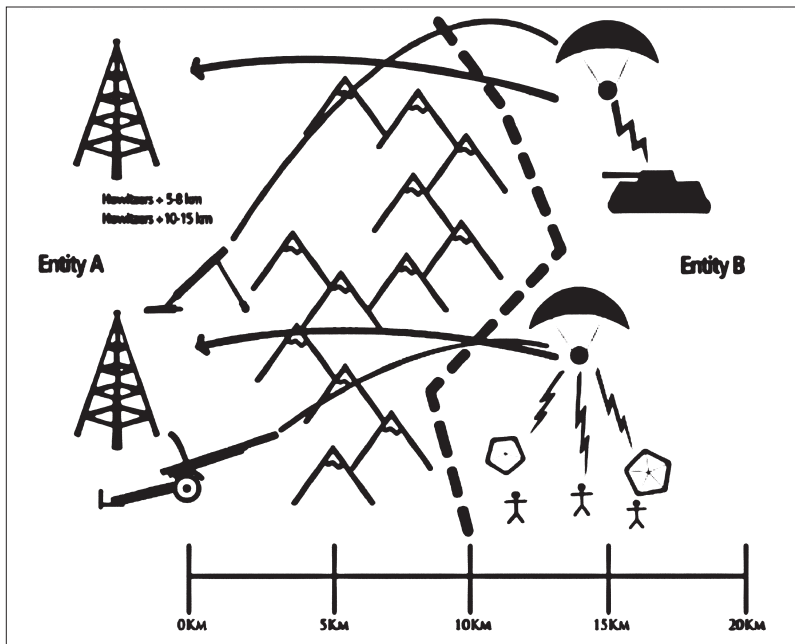
Kun kerätty data saadaan välitettyä komentopaikalle, komentajat voivat käyttää kerättyä tietoa erilaisten toimintavaihtoehtojen arvioimiseen. Oikean vahvuiset joukot voidaan suunnata operaation kannalta keskeisiin kohteisiin. Samalla voidaan pyrkiä vähentämään omia tappioita sekä optimoida joukkojen käyttö suhteessa vihollisen ryhmytykseen alueella. Komentaja voi kerätyn lisätiedon perusteella arvioida eri toimintavaihtoehtoja (Courses of Action, COAs). Sensoriammuksella kerätyn tilannetiedon perusteella voidaan valita eri toimintaehtojen välillä sopivin. Esimerkki tästä on esitetty Kuvassa neljä.

Vastaavasti Kuvassa viisi selvitetään tiedonkeruun kulkua sensorielementtiammusta käyttäen. Tukiasema voi sijaita joko ajoneuvossa (liikkuva komentopaikka) tai

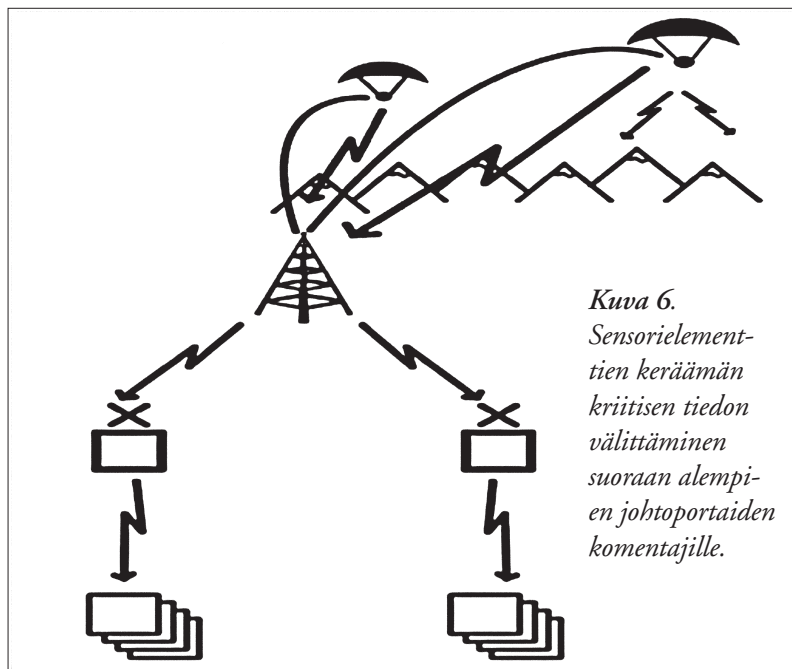


kiinteässä komentopaikassa. Taktisia operaatioita suorittavat komentopaikat ovat yleensä ajoneuvoon sijoitettuja, suurten esikuntien sijaitessa paremmin linnoitettuina paikoillaan.

Kuva 4. Eri toimintavaihtoehtojen analysointia.



Kuva 5. Sensorielementtiämmuksella suoritettavan tiedonkeruun ja kerätyn datan välittämisen peruseriaate.



Kuva 6. Sensorielementtien keräämän kriittisen tiedon välittäminen suoraan alempien johtoportaiden komentajille.

Koska taktisen tason operaatiot ovat erittäin aikakriittisiä, on tärkeää saada tieto myös alemman tason komentajille ja suoraan joukoille. Kuvassa kuusi on selvitetty sensorielementin keräämän tiedustelutiedon välittämistä suoraan tukiaseman kautta alemman tason joukkojen komentajille nopean päätöksenteon tueksi.

SENSOREISTA JA TIEDONSIIRROSTA

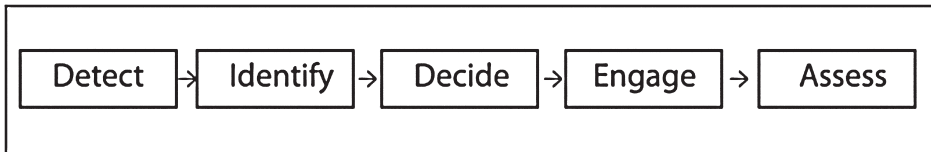
Lähes jokaisessa sotilasoperaatioissa voidaan hyödyntää ilmassa käytettävien sensorien tuottamaa tilannetietoa hyväksi. Tyypillisimmät käyttökohteet liittyvät määrätyn alueen valvontaan, omien joukkojen suojaamiseen sekä tiedustelutoimintaan yleensä ^[9]. Kuvatun kaltaisten sensorien tiedonvälityksessä korostuu vapaan ilmatilan käyttö, jossa ei ole signaalin vahvuutta heikentävää kasvillisuutta tai muita signaalia vaimentavia tekijöitä. WiMAX teknologia tarjoaa sopivat sovellukset kerätyn tiedon välittämiseksi sensoreilta tukiasemalle tilanteessa, jossa etäisyydet voivat vaihdella yhdestä muutamaan kilometriin.

Sensorielementtiammuksen sensorielementtipaketti voidaan koota jo olemassa olevista kaupallisista sensoreista ja järjestelmistä. Kaupalliset tuotteet ovat suhteellisen edullisia ja luotettavia kertakäyttöisiin sensorielementtiammuksien sensoripaketteihin asennettaviksi, ja niiden toiminnallisuus on riittävällä luotettavuustasolla ^[14]. Sensorielementtipaketti voi sisältää sensoreita, jotka mittaavat akustisia, seismisiä, magneettisia, sähkömagneettisia, näkyvän- ja näkymättömän valon aallonpituuksilla tapahtuvia sähkömagneettisen spektrin ilmiöitä. Valitut sensorit voivat mitata sekä lyhytaaltoista säteilyä (shortwave infrared, SWIR), lämpösäteilyä että hyödyntää heikosti näkyvän aallonpituusalueen valvontatekniikkaa (Low-Light Television, LLTV). Edellisten sensorien lisäksi sensorielementtipaketti voidaan varustaa laseretäisyydenmittareilla ja erilaisilla hahmontunnistussensoreilla, jotta saatua tietoa voidaan hyödyntää tunnistusalgoritmeissa. Eri käyttötarkoituksiin koottujen signaalikirjastojen hyötyjä päästään ulosmittaamaan erilaisten luokittelijoiden avulla, joita voidaan käyttää hahmontunnistuksen lisäksi kasvojen tunnistuksessa. Tästä lisää myöhemmin.

Kun kerätty tieto toimitetaan asianmukaisesti ja muuttumattomana tiedon analysointikeskuksiin, tietoa voidaan fuusoida sekä verrata jo aiemmin kerättyyn tietoon.

MAALITTAMISPROSESSI

Maalittamisprosessi liittyy suunniteltuun tulenkäyttöön, ennakoivaan asevaikutuksen suunnitteluun, asejärjestelmän valintaan sekä aiheutetun tuho vaikutuksen analysointiin ^[4]. Maalittamisprosessin kokonaiskulku on pääosin seuraavanlainen: Löydä – tunnista – määritä – päätä – toimi – tarkista vaikutus. ^[4]. Prosessista käytetään ni-



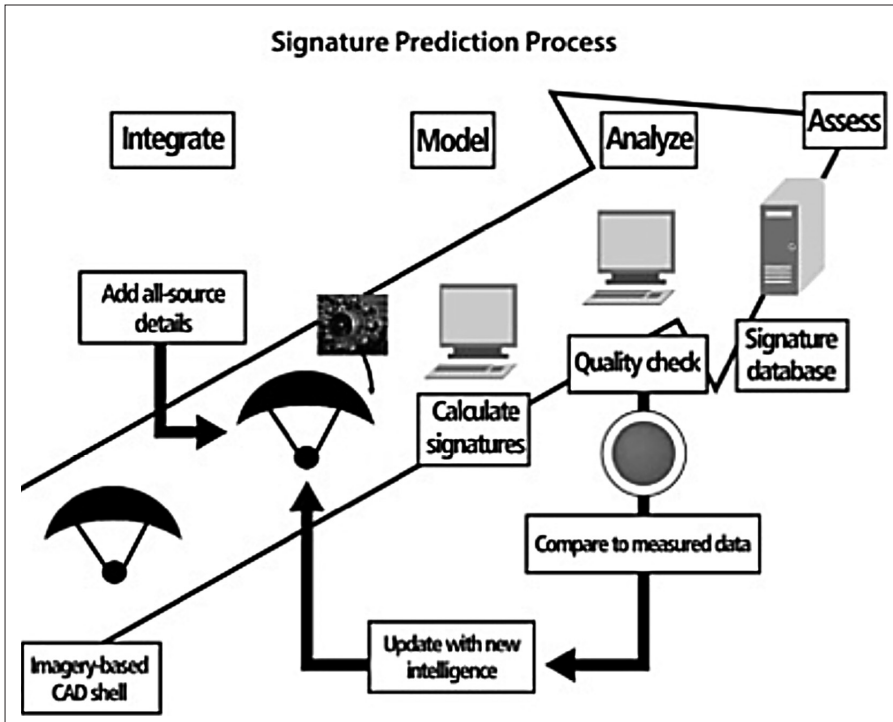
Kuva 7. Pelkistetty DIDEA -prosessi.

meä DIDEA-ketju (Detect → Identify → Decide → Engage → Assess) mukaisesti. Koko ketju on kuvattu Kuvassa seitsemän. DIDEA-prosessi on hyväksi ja toimivaksi havaittu sekä standardisoitu ja systeemiajattelua tukeva lähestymistapa maalittamisprosessiin. Koko DIDEA-ketjun periaate on kuvattu tutkimuksessa ^[4]. Kuva seitsemän selvittää DIDEA-ketjun eri vaiheet.

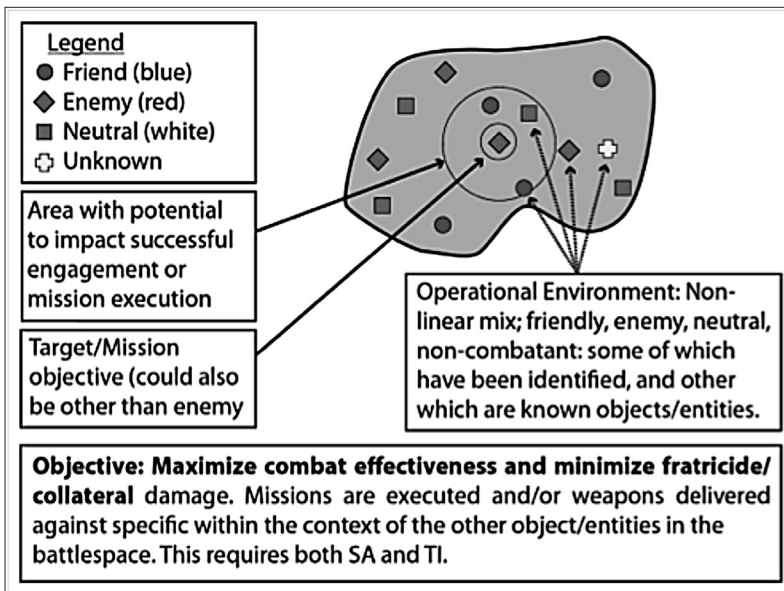
Päätös asejärjestelmien käytöstä vihollisen kohteita vastaan on perinteisesti tehty näkyvän valon alueella tapahtuvan kohteen tunnistamisen kautta. Tunnistussignaalit voivat perustua sotilaan univormuihin, käytettäviin aseisiin tai asejärjestelmiin. Havaintoa vahvistamaan voidaan käyttää sähkömagneettisen spektrin alueelta saatujen tunnistettujen signaalien tuottamaa lisätietoa, joka voidaan varmistaa erilaisilla analysointiohjelmilla ^[9]. Kun kohteesta saatava tieto on kerätty, lähetetty ja kun sitä on verrattu erilaisiin signaalikirjastoihin ja tietoa on suodatettu lukuisten ohjelmien läpi, tieto saa lasketun arvon automaattisessa maalitusjärjestelmässä. Tämän jälkeen ihminen tarkistaa kerätyn tiedon paikkansa pitävyyden ja välittää sen kokonaistilannekuvaa tuottaviin taistelunjohtojärjestelmiin parantaen näin komentajien tilannetietoisuutta. Tarkentuneen tilannetiedon myötä komentajilla on paremmat lähtötiedot päätöstensä tueksi. Kuvassa kahdeksan on selvitetty kohteesta saatavaan signaaliin perustuvaa ennakoivaa maalitusjärjestelmää (Signature Prediction Process, SPP). Valitut sensorit mittaavat kohteen lähettämää herätettä, ja erilaiset maalintunnistusohjelmat etsivät vastaavuutta erilaisista signaalikirjastoista, ennen kuin kohde voidaan varmasti tunnistaa maaliksi ja edelleen maalittaa. Kohteesta kerätyn tiedon perusteella pyritään selvittämään sen toimintaa, liiketilaa ja paikkatietoa, jotka yhdessä vaikuttavat kohteen luokitteluprosessiin ja myöhemmin maalittamisprosessiin. Kuvassa kahdeksan on selvitetty ennakoivaa kohteentunnistusprosessia.

Mikäli kohde tunnistetaan maaliksi, valitaan kohteen luonne, liiketila sekä toiminta huomioon ottaen oikea asejärjestelmä, jotta maaliin voidaan vaikuttaa halutulla tavalla. Asejärjestelmän tuhovoima mitoitetaan sekä kohteen että tämän ympäristön suhteen, jotta vältetään omat ja toissijaiset tappiot kohteen läheisyydessä. Menetelmä on järkevä asevaikutuksen optimoimiseksi ja oman toiminnan jatkamiseksi.

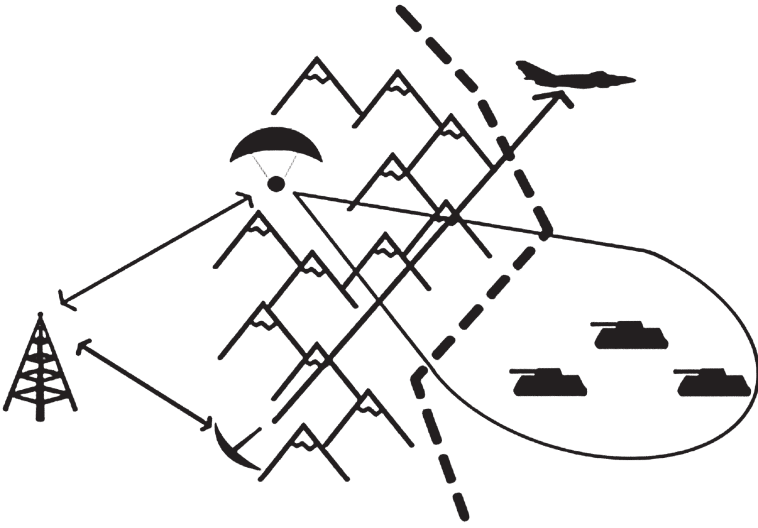
Kuvassa yhdeksän on selvennetty asejärjestelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä. Valitun asejärjestelmän tuhovoiman tulee olla oikeassa suhteessa maaliin, taistelutilanteeseen sekä ympäristöön ja siellä oleviin kohteisiin. Kaikki voitava on tehtävä omien tappioiden minimoimiseksi kohteen läheisyydessä. Sodan voittamisen kannalta on myös tärkeää minimoida oheistappiot. Oikean asevaikutuksen käytön



Kuva 8. Ennakoiva kohteentunnistusprosessi.



Kuva 9. Kokonaistilannekuvan tärkein maalin sekä sen ympäristön alueella.



Kuva 10. Sensorielementin keräämän tiedon välittäminen lentokoneelle.

suunnittelua varten taistelevan joukon komentajalla on oltava mahdollisimman reaaliaikainen ja tarkka tilannekuva.

Mikäli taistelevien joukkojen komentajalla käytössään on lähitulitukeen soveltuva asejärjestelmä (Close-Air Support, CAS), komentaja voi vaikuttaa taistelujen kulkuun varsin nopeasti, aloitteen tempaamalla. Tässä yhteydessä sensorielementin hyöty on seuraava. Perinteisen tavan sijasta sensorielementti toimittaa valvontatiedon komentokeskukseen, joka viipymättä välittää maalitiedon esimerkiksi hävittäjälle, joka puolestaan pystyy käyttämään asevaikutusta kohteeseen ilman turhia viiveitä. Kuvassa kymmenen satelliittilautanen toimii komentokeskuksen linkkinä lentokoneeseen. Tahtumaketju on kuvattu Kuvassa kymmenen.

Mikäli kyseessä on sotilaallinen erikoisoperaatio ja kohde tunnistetaan heti tuhotavaksi kriittiseksi maaliksi, voidaan sensorielementillä kerättyä tietoa hyödyntää varsin helposti. Valitun maalin keskeiset tiedot voidaan välittää suoraan erikoistaistelijan matkaviestimelle, kohteen kuvana sekä sen koordinaatteina. Prosessissa minimoidaan aikaviiveet ja parantaa tehtävän onnistumistodennäköisyyttä. Periaate selviää Kuvasta yksitoista.

Kuva 11. Kriittisen kohteen tuhoamiseksi tarvittavien tietojen välittäminen erikoistaistelijan matkaviestimelle.



MENETELMÄT KERÄTYN DATAN ANALYSOIMISEKSI

Sensorielementillä kerätyn tiedon lähettäminen on kriittinen vaihe tiedonkeruussa. Kuten ^[13] esittää, tämä on mahdollista 802.16e WiMAX protokollaa hyödyntäen, jolloin tiedonsiirtonopeus on 5.75 Mbps. Tämä tiedonsiirtonopeus riittää sensorien keräämän tiedon lähettämiseksi sensorelementiltä vasta-asemalle. Muuttumatonta tietoa voidaan hyödyntää matemaattisissa maalitus- ja tunnistusmalleissa sekä -ohjelmistoissa.

Näiden automaattisten maalitusohjelmien apuna ovat erilaiset luokittelijat sekä matemaattiset ohjelmat. Nämä voivat olla hyödyllisiä, mikäli kohteita päästään kuvaamaan vaakatasosta ja signaalikirjastoihin saadaan koottua riittävä määrä verrokkitietoa kohteista. Kuvatun kaltaisessa tilanteessa matemaattiset ohjelmat kykenevät tunnistamaan ainakin yksittäisiä kohteen muotoja ja hyvissä olosuhteissa kerätystä tiedosta jopa henkilöitä. Henkilöiden kuvaaminen vaatii vaakatasosta suoritettua tiedonkeruuta sekä kattavaa signaalikirjastoa. Tämä tulee kyseeseen erikoisoperaatioissa, joissa kohteesta on kerätty runsaasti tietoa pitkän ajanjakson kuluessa. Laskenta-algoritmeja hyödyntävien kuvankäsittelyohjelmien avulla voidaan ihmisten kasvopiirteiden perusteella tunnistaa suurista ihmismassoista yksittäisiä henkilöitä ^{[15], [7]}. Kohde voidaan myös tunnistaa yhdistämällä biometrisiä tunnisteita kasvopiirteiden muotojen kanssa ^[16]. Kaikkialla olevat älykkäät tietoverkot ovat hyödyksi kohteen havaitsemisessa, tunnistamisessa sekä luokittelussa ja kohteen maalittamisessa ^[15]. Tämän lisäksi multisensoreilla kerätty raakatieto voidaan verrata useita tunnistus- ja vertailuohjelmia hyödyntäen, ja kyseessä ovat tällöin yleensä tiedon fuusiointiohjelmat ^[17]. Käytettäessä K-Nearest-Neighbour (KNN) -algoritmia keskimäärin 80 % tunnistamattomista kohteista voidaan tunnistaa luotettavasti. Vastaavasti kohteiden luokittelutodennäköisyyden ollessa yli 95 % ^[17]. Nämä seikat taas puolestaan mahdollistavat automaattisten maalitusjärjestelmien (Automatic Target Cues, ATC) hyödyntämisen. Myös erilaisia aaltomuotoja hyödyntävien kasvojen tunnistusohjelmien (Support Vector Machine, SVM) avulla voidaan luotettavasti tunnistaa ihmisiä ^[18].

Kohteen luokittelemiseksi voidaan käyttää korkeatasoista TV-kuvaa tuottavilla sensoreilla (Close Circuit Television, CCTV) sekä jäljittää kohdetta, kuten asia on selitetty ^[19]. WiMAX teknologia tukee CCTV sovelluksia käyttäjän näkökulmasta. Edellisten lisäksi videokuvan sisältöanalyysin (Video Content Analysis, VCA) avulla voidaan videokuvaa analysoida tarkasti.

JOHTOPÄÄTÖKSET

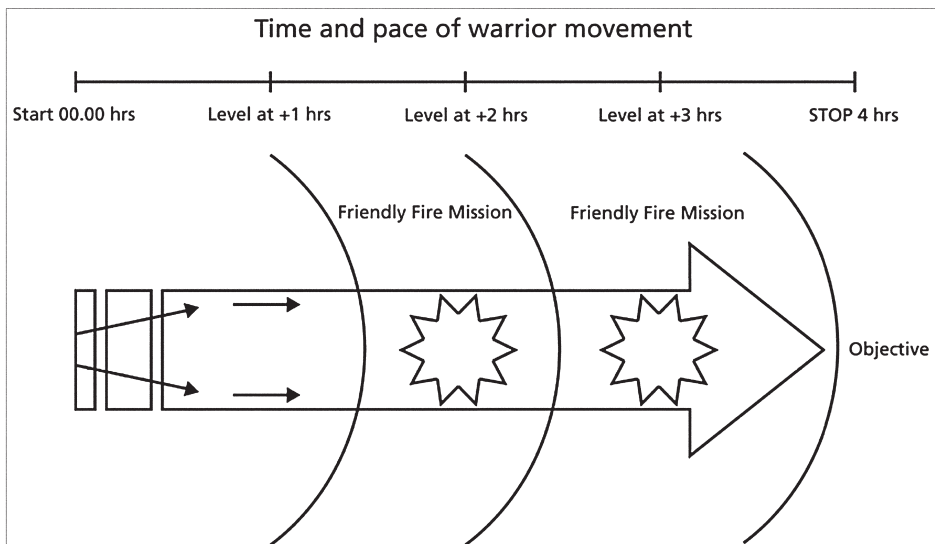
Edellä on esitelty yksinkertainen, pelkistetty ja luotettava tiedonkeruumenetelmä. Se perustuu sensorelementtiammuksen käyttöön. Ammuksen sisältämät sensorelementit tuottavat komentajalle reaaliaikaista tilannetietoa. Esitetyllä tiedonkeruujär-

jestelmällä voidaan kerätä reaaliaikaista raakatieta näkyvän horisontin takaa. Tämä tieto on erityisen tärkeää taistelulentäjien komentajille, jotta luotettava sekä mahdollisimman reaaliaikainen päätöksenteko onnistuu. Sensorielementtiammukseen perustuva tiedonkeräysjärjestelmä on mahdollista toteuttaa kaupallisilla sensoreilla, jo olemassa olevilla tuotteilla ja tukeutumalla esimerkiksi WiMAX-tekniikkaan. Keskeistä on tuottaa taistelulentäjien komentajille ne työkalut, joilla komentajalle voidaan tuottaa reaaliaikaista tilannetietoa taistelulentäjiltä, jotta omien joukkojen suorituskyky pystytään kohdentamaan oikea-aikaisesti valittuun kohteeseen riittävällä ja oikein valitulla suorituskyvyllä.

Kaikkia taktisen tason operaatioissa korostuvat tiedonkeruun menetelmät, jotka tukevat ajan tasalla olevaa ja parantunutta tilannetietoisuutta. Menettelytavalla turvataan komentajille parhaat tiedonsaantiedellytykset tilanteesta taistelulentäjällä päätöksenteon tueksi.

Sotilasoperaatioiden muuttuessa yhä vaativammiksi tarkka tehtävien suunnittelu on välttämätöntä eri toimintavaihtoehtojen arvioinnin avulla. Oman toiminnan kannalta oleva kriittinen tieto tulee välittää komentajille sekä heidän käytössään oleville järjestelmille viholliskohteiden välitöntä eliminointia varten.

Tähän saakka päätöksentekoprosessi taistelulentäjällä on kuulunut ihmisen tehtäviin. Tulevaisuudessa päätöksentekoprosessi voidaan mahdollisesti suorittaa keinoälyn avustamana. Prosessi tukee komentajan suorituskyvyn optimoinnista nopeassa päätöksentekotilanteessa. Kuvassa 12 on eräs vaihtoehto tietokoneavusteisesta hyökkäyksestä, jossa tietokone ohjaa jalkaväkitaistelija.



Kuva 12. Tietokone voi rytmittää joukkojen taistelua ottamalla huomioon hyökkäyksen suunnan, liikkeen nopeudenvaihtelut sekä omat tulivalmistelut.

Tulevaisuudessa taistelukenttien yksinkertaiset taistelutehtävät voidaan toteuttaa joko kokonaan tai osittain tietokoneiden avustamana. Tulevaisuudessa tavoitteena lienee ihmisarmeijoiden korvaaminen kone- ja robottiarmeijoilla. Tätä odotellessa komentajat vastaavat päätöksenteosta taistelukentältä kerätyn tiedon pohjalta. Omi- en tavoitteiden saavuttamista edistävä päätöksentekoprosessi edellyttää luotettavien sensorijärjestelmien kehittämistä, tiedon luotettavaa välittämistä, sen yksityiskoh- taista automaattista analysointia, automaattista maalitusjärjestelmää sekä komen- taji- en kykyä tehdä nopeita ja luotettavia päätöksiä kerätyn tiedon pohjalta. Kaikki olemassa oleva tieto taistelukentältä on saatettava päätöksenteon tueksi. Tätä varten sensorielementti- ämmus on suunniteltu.

LÄHDEVIITTEET

- [1] T. Saarelainen, Enhancing Situational Awareness by Means of Combat-ID to Minimize Fratricide and Collateral Damage in the Theater, The Sixth International Conference on Digital Telecommunications, (ICDT2011), Budapest, 17 – 22.4.2011, Hungary.
- [2] T. Saarelainen, White Force Tracking, in Proceedings of the 8th European Conference on Information Warfare and Security, ECIW2009, 6 – 7 July 2009, Lisbon, Portugal, pp. 216 – 223.
- [3] M. Endsley, and Connors, E., Situation awareness: State of the art, in Proceedings of Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, 20-24 July 2008, Pittsburg, PA, pp. 1 – 4, doi 10.1109/PES.2008.4596937
- [4] T. Saarelainen, and J. Timonen, Tactical Management in near real-time Systems, in Proceedings of IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (Cogsima 2011), CogSIMA2011, Miami Beach, FL, U.S.A., pp. 240 - 247, doi 10.1109/COGSIMA.2011.5753452.
- [5] T. Saarelainen, and J. Jormakka, Computer-Aided Warriors for Future Battlefields, The 9th European Conference on Information Warfare and Security ECIW2009, Lisbon, 6 – 7 July, 2009, Portugal, pp. 224 – 233.
- [6] Saarelainen, T. and J. Jormakka, C4I2-Tools for the Future Battlefield Warriors, in Proceedings of IEEE International Conference on Digital Communications (ICDT), 13 –19 June 2009, Athens, Greece, pp. 38 – 43, doi 10.1109/ICDT.2010.15.
- [7] J. Li, C. Zhang, and Z. Li, Battlefield Target Identification Based on Improved Grid-Search SVM Classifier, International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering, 2009 (CiSE 2009), 11-13 Dec. 2009, pp. 1 – 4, Doi 10.1109/CISE.2009.5365100.
- [8] T. Jing, Y. Shengwei, Y. Bing, and M. Shilong, Study On Wireless Sensor Networks, International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application (ISDEA), 13-14 Oct. 2010, Vol 2, ISBN 978-1-4244-8333-4, pp. 510 – 521, doi 10.1109/ISDEA.2010.392.
- [9] P. Buxbaum, Denying Access, Special Operations Technology, July 2010, Vol 8, Issue 5, pp.26 – 27.
- [10] I. Zafar, U. Zakir, I. Romanenko, R. Jiang, and E. Edirisinghe, Human Silhouette Extraction on FPGAs for Infrared Night Vision Military Surveillance, IEEE, International Conference on Second Pacific- Asia Conference on Circuits, Communications and System (PACCS), 2010, pp. 63 – 66, doi 10.1109/PACCS.2010.5627025.

- [11] J. Martin, B. Li, W. Pressly, and J. Westall, WiMAX Performance at 4.9 GHz, pp. 1 – 7, doi 10.1109/AERO.2010.5446943.
- [12] M. Al-Adwany, A performance study of wireless broadband access (WiMAX), 1st International Conference on Energy, Power and Control (EPC-IQ), Nov. 30 2010-Dec. 2 2010, pp. 320 – 324, INSPEC Accession Number: 11989694.
- [13] K. Etemad, Overview of Mobile WiMAX Technology and Evolution, IEEE Communications Magazine, October 2008, pp. 31 – 40, doi 10.1109/MCOM.2008.4644117.
- [14] R. Kozma, L. Wang, K. Iftekharruddin, E. McCracken, M. Khan, K. Islam, R. Demir, Multi-modal sensor system integrating COTS technology for surveillance and tracking, Radar Conference, 10-14 May 2010, pp. 1030 – 1035, doi 10.1109/RADAR.2010.5494467.
- [15] Frankot, R.T., Performance of cued target acquisition systems: Impact of automatic target recognition, in Proceedings of 42nd Conference on Asilomar Signals, Systems and Computers (ACSSC2008), pp. 1619 – 1623, doi 10.1109/ACSSC.2008.5074697.
- [16] R. Luo, Y. Chou, T. Chung, C. Liao, C. Lail, and C. Tsai, NCCU Security Warrior: An Intelligent Security Robot System, in Proceedings of 33rd IEEE Conference on Industrial Electronics Society (IECON 2007), 5-8 Nov. 2007, Taipei, pp. 2960 – 2965, doi 10.1109/IECON.2007.4460380.
- [17] Libiao, T. ; Lu, W., Qi, D., Kai, Z., Target Recognition Based on Seismic Sensors and Neural Network, in Proceedings of 8th International Conference on Electronic Measurement and Instruments (ICEMI '07), Aug. 16 2007-July 18 2007, Xi'an, pp. 1-18 – 1-21, doi 10.1109/ICEMI.2007.4350418.
- [18] Luo, B; Zhang, Y., and Pan, Y-H., Face recognition based on wavelet transform and SVM, Conference on Information Acquisition, in Proceedings of IEEE International Conference on Information Acquisition, 27 June-3 July 2005, doi pp. 373 – 377, doi 10.1109/ICIA.2005.1635115.
- [19] M. Aguado, E. Jacob, J. Matias, C. Conde, and M Berbineau, Deploying CCTV As an Ethernet Service Over the Wimax Mobile Network in the Public Transport Scenario, International Conference on Communications Workshops, 2009. (ICC Workshops 2009), 14-18 June 2009, pp. 1 – 5, doi 10.1109/ICCW.2009.5208011.

TARGETING SITUATIONAL AWARENESS BEYOND THE EVENT HORIZON BY MEANS OF SENSOR ELEMENT MUNITION

TAPIO SAARELAINEN

The Author is a Major and Master of Military Sciences working in National Defence University at Department of Military Technology as a researcher and Doctoral Student

ABSTRACT

As the pace of modern warfare increases, the speed for accrued Situational Awareness accelerates as well. Especially in tactical operations, the need for relevant reconnaissance data is critical in fostering timely and effective decision making in which sensors capable to be deployable above enemy territory play an important role. Versatile military operations in the modern battlespace strive for real-time information about enemy actions. Sensors capable to detect seismic, acoustic and magnetic phenomena can be deployed to hostile areas with the assistance of mortars and howitzers. This paper describes basic principles of Sensor Element Munitions (SEMs) and discusses utilizing sensors capable of sensing motion, magnetic, infra-red and electro-optical phenomena and transmitting the accrued data to command posts in real-time to offer data and tools for rapid decision making to foster mission success. Rapidly deployable airborne sensors represent versatile tools for low-level battalion and company operations.

I. INTRODUCTION AND DEFINITIONS

This paper introduces a method for accruing data for military troops operating in tactical level in the battlespace, namely, Sensor Element Munitions (SEMs). The objective of the introduced idea is to foster the means and technologies which increase the possibilities to facilitate accruing data for an improved Common Operational Picture (COP) utilizable in tactical operations. This rapidly deployable reconnaissance element, SEM, is introduced as a tool for a comprehensive approach to perimeter control and intelligence, surveillance and data gathering in tactical level operations. This paper discusses how to utilize the SEM in military operations carried out in versatile battlespaces. Finally, the significance of the concept of Situational Awareness beyond the Event Horizon is discussed in relation to mission success in tactical level operations.

This paper tackles the following three research questions: 1) How to accrue rapidly the required data beyond the event horizon for tactical troops with the assist-

ance of Sensor Element Munitions (SEMs)? 2) What is the composition of SEMs? And lastly, 3) How to forward the gathered data to the troops rapidly and reliably?

In particular in low-level operations (company, battalion) military commanders, constantly need optimal overall Situational Awareness (SA). The means to fulfill these data needs are related to issues such as Blue Force Tracking (BFT), Target Identification (TID) and Combat Identification (CID). These issues are thoroughly discussed in ^[1]. The term CID can be defined as a process of attaining an accurate and timely characterization of detected objects in the joint battlespace to the extent that high confidence, timely application of military options and weapon resources can occur ^[3]. The collected data can thus be forwarded by using available existing network systems to a given entity. And, in order to improve SA to ensure mission success, tools and concepts applied in Net Centric Warfare (NCW) environments can be utilized. The end-state is to merge the data collected from a finite array of sensors and sources. SA comprises three levels: 1) perception, 2) comprehension and 3) projection ^[3]. SA or lack of it remains a key factor in military operations and intelligence capabilities ^[3], ^[4]. SA is linked to Dismounted Battle Command System (DBCS) ^[5] and to Blue Force Tracking (BFT).

For the purposes of this paper, the term Event Horizon is used to denote the level which transcends the level of traditional reconnaissance capabilities of low-level military commanders. This is, commanders in battalion and company levels in militaries of small countries lack the capability of exploiting reconnaissance tools, such as Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and satellite services. Therefore, it is essential to introduce quickly deployable means to gather intelligence data, namely, means and tools that do not require procuring new types of weapons or materiel to overburden the organization in question.

Data beyond the Event Horizon can be understood as data collected beyond the visual horizon. In case of troops and operations concerning the battalion and lower levels, this collecting of data beyond the visual horizon is impossible because of the lacking reconnaissance tools described above. The core capability in SA is a COP that fosters effective decision making, rapid staff actions, and appropriate mission execution ^[4]. The COP is employed to collect, share and display multi-dimensional information to facilitate collaborative planning and responding to security incidents.

II. RELATED WORK

This paper is linked to three major areas, researched by armed forces. Firstly, the key issue concerning military troops is their efficiency, which can be gained via improved SA, BFT and Command, Control, Computers, Communication, Information and Intelligence, (C4I2) ^[6]. Secondly, efficiency in military operations can be gained by optimized target identification, gained via utilizing the electro magnetic

spectrum ^[7]. Thirdly, performance in low-level operations is extensively studied, especially in conscript-based armed forces

In low-level operations (company-battalion), minimal time is allocated for gaining SA data or waiting for orders. Systems applied in this level have to be simple, easy to use, and rapidly deployable. An example of this type of an operation is a dismounted company attack, where the structure of an attack process can be seen as a chain of planned events. This process requires particular services, which can be allocated to the requester of a service only if the service is available and within reach.

Secondly, as militaries search for effective, rapid and reliable means to collect and analyze SA data in the battlespace, the realm of Wireless Sensor Networks (WSNs) ^[8] is relevant for this paper. As noted, WSN can be quickly-deployed, suitable for unattended monitoring and unnoticeable, representing an ideal choice for military applications ^[8]. For this particular purpose, remote, ground-based electronic sensors, used to collect intelligence on enemy movements and manoeuvres have been available for decades ^[9]. Yet, the reconnaissance and beneficial utilization of various types of sensors and sensor networks continue to be relevant. By adopting suitable sensors for appropriate platforms, the critical data can be gathered from the battlespace early enough to foster versatile military operations. Improved SA remains a key issue for small units operating in versatile military operations in the battlespace. New and rapid means to collect data are saluted.

Obviously, all armed forces look for enhancing the performance and agility of their troops. This paper provides a new solution based on existing COTS-technology. The SEMs represent inexpensive, rapidly deployable means and draw from COTS-products.

III. THE SET-UP AND UTILIZATION OF SENSOR ELEMENT MUNITIONS (SEMS)

The SEMs-based reconnaissance takes after the standard High Explosive ammunition used in mortars and howitzers. The main difference is in the payload, in which the explosive charge has been replaced with a parachuted Sensor Element (SE). This SE is strong enough to withstand the forces of acceleration of a regular munition. The munition is delivered to a hostile area with similar procedures as standard High Explosive munition. The SE acting as a payload will be exhausted from the ammunition shell while airborne.

The SE comprises the power source, an array of sensors and a transmitting unit. The SE does not receive data, but only transmits the data gathered, including GPS-data of its own position. The SE comprises sensors such as a visual sensor applicable to monitor targets both in daylight and low-light conditions as well as in the darkness. The central sensor is forward-looking infrared (FLIR) which is an important sensor for its advantages in night vision in securing military camps, reassuring sol-

dier security, and detecting suspected terror activities in the battlespace ^[10].

The SE carries an image intensifier element and low-light sensors. It also features shortwave infrared (SWIR) and longwave infrared (LWIR). In addition, the SE includes detection elements for sensing acoustic, seismic and magnetic interference. Moreover, the sensor package features detection elements capable of detecting infrared and the movement of an individual and a wheeled or tracked vehicle.

Once the SE has been ejected out the munition, it immediately starts to gather and transmit information from its area to own troops in an Ultra-Wideband using the frequency of 2,4 GHz for securing the transmission QoS. Another suitable method for transmitting the data is Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX), which is based on IEEE 802.16 standard utilizing frequencies of 4,4 -5,0 GHz.

The WiMAX standard 802.16d is applicable for slowly moving users whereas 802.16e is tailored for mobile users ^[11]. These systems are suitable for military surveillance applications. In low-level operations in the battlespace, data collecting can be facilitated by Sensor Element Munitions (SEMs). The shell or core of SEMs can be manufactured of either steel, composite, or heat-treated plastics. SEMs can be deployed to a target area either by a howitzer or a mortar. In what follows, we take a closer look at SEMs and examine the processes of munition deployment, data collecting and data distribution.

Time itself is a critical resource in this type of reconnaissance process. In order not to waste time, the signals and data must be transmitted reliably from the SE to the receiver-station. The SE utilizes the smart antenna technology meaning that antenna transmission and propagation pattern can be optimized for the optimal outcome.

IV. ON AIRBORNE SENSORS, SEMS AND COMMUNICATION

In any military operation, airborne sensors are important for missions, such as force protection, perimeter control and intelligence utilization ^[9]. Transmitting the accrued data to prevent fratricide and ensure success in operations presupposes optimal communications. WiMAX transmission offers applicable possibilities in forwarding collected data. The distances in the transmission process are relatively short, ranging from 1 kilometre to few kilometres in conditions of clear Line-Of-Sight (LOS).

The sensor package inside SEMs is made of COTS-products comprising sensors capable of sensing most of the phenomena occurring in the electromagnetic spectrum. In general, COTS-products are relatively inexpensive and reliable in terms of function, as explained in ^[14]. An SE of a SEM comprises the following sensors: acoustic-, seismic-, magnetic-, visible image-, shortwave infrared (SWIR)-, thermal-,

infrared-, low-light television (LLTV)-, and sensors for laser tracking and spotting and sensors for facial recognition. The analyzing centre has the capability for the fusion of all the accrued sensor information. The sensor package comprises a short lifetime battery, which can produce energy for the sensor package for the duration of 4 – 6 minutes (hovering time). The battery can be equipped with capacitors or electric double-layer capacitors (EDLC) if the required energy level is inadequate with the selected sensor package.

Once an SE is airborne, it immediately starts to transmit the gathered data to own troops either directly or, if the transmission distance exceeds the capability of the transmission unit, the SE transmits the data to another airborne device, which acts as a relay station in relation to own troops. The SE communicates with the receiver station and other sensor element packages over a 2,4 GHz Ultra-Wideband Network system. The accrued data are crypted for security reasons.

V. COMPREHENSIVE TARGETING PROCESS

The process of a complete targeting process can be described as Detect, Identify, Decide; Engage and Assess (DIDEA) ^[4]. The DIDEA provides an iterative, standardised and systematic approach supporting targeting and decision making, being generic enough to be used as a systematic process for C2 node targeting and decision making. This process is thoroughly discussed in ^[4]. The destruction power of a given weapon system has to be optimized according to the enemy location (forest, open area, Urban Territory), the state of movement on-the Move (OTM) or at-the-halt (ATH), and the protection-level (mounted, dismounted, dug).

If the commander has Close-Air Support (CAS) available, military commander can utilize the performance of the data analyzing centre, the collected data can be forwarded directly to the shooter. This process improves the overall performance and saves time and lives.

VI. MEANS TO ANALYZE COLLECTED DATA

When it comes to transmitting data, the following issues have been identified. As tested in ^[13], an 802.16e WiMAX Testbed has provided throughputs of 5.75 Mbps Upstream with a modulation and coding of 64 QAM $\frac{3}{4}$ ^[13]. These amounts of data seem adequate to receive all the required sensor data.

In terms of automatized identification and verification, a facial Recognition System represents a computer application capable of automatically identifying or verifying a person from a digital image. One possibility is to compare selected facial features from the captured image with an existing facial database. With the assistance

of automated targeting programs and classifiers, it is possible to recognize faces, find hidden and concealed targets, and look for essential information by means of computation algorithms ^[15]. Classifiers, such as a Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbourhood classifier (KNN), and BP neural classifier, can be utilized in battlefield target identification ^[7]. The recognition of an end-user can be based on visual biometrics and the most conventional identification, the computer-assisted recognition of human face ^[16]. The ubiquitous networks and sensor data can act as assisting tools in detection, recognition and especially in target classification ^[15]. Moreover, the data produced by various multi-sensors can be utilized in the data refinery process to ease the recognition and identification process with the assistance of data fusion processes by resorting to computer-programs designed for data fusion processes ^[17]. In fact, when using the K-Nearest-Neighbour (KNN) algorithm, approximately 80 % of unknown target samples can be recognized correctly, when the known target classification accuracy remains above 95 %. This enables the use of the ATR and the Automatic Target Cues (ATC). Face recognition schemes that combine wavelet transform, SVM and clustering can be exploited identifying human beings ^[18].

VII. CONCLUSIONS

This paper has introduced a simple and robust SEMs-based data collecting means for accruing data beyond the Event Horizon. This approach draws from the utilization of existing sensors and WiMAX technology. The composition and functionality of SEMs have been introduced. The results of this paper offer a method to improve SA, COP, CID, and TID.

Obviously, in all operations and in low-level tactical operations in particular, critical Situational Awareness data have to be collected rapidly, since mission success is time-dependent. Once data have been accrued, a battle can be won only by careful mission planning, comparing different COAs and rapidly executing successful operations. The adoption of existing COTS-technologies and their solutions, when appropriately applied, offers a key to ensuring the desired success.

Operational time spent in the battlespace can be minimized by careful mission analysis and thorough evaluation of Courses of Actions (COAs). Critical data have to be forwarded to shooters.

So far, all the decision-making processes in battlespace settings have culminated in a human being making the final decision to apply performance in missions. In the future, this decision maker's position may be manned by Artificial Intelligence (AI). AI can be benefitted as an assisting power of a commander to ensure mission success.

This mid-term solution remains applicable until the current armed forces are be-

ing replaced by robotic militaries of the future. Before this, however, humans have to continue coping with their own intelligence assisted with optimal data accruing and analyzing tools in order to be able to make judgements that keep incorporating both the probability of success and affordable costs.

References: See the previous article