

Infrastruktuurista riippumaton taistelijan tilannetietoisuus INTACT

Laura Ruotsalainen

Paikkatietokeskus FGI, MML

Matinen rahoitus: 83 912 €

3. tutkimusvuosi



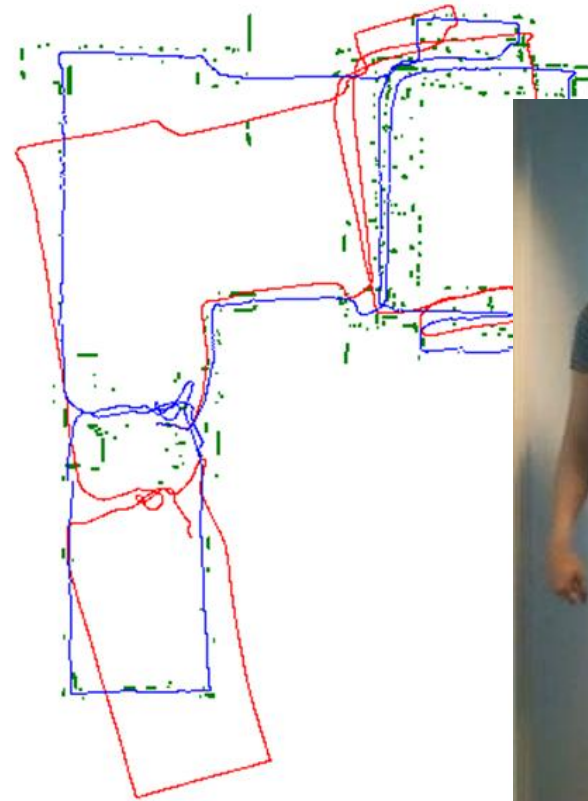
INTACT – tarve

- Taistelijan tilannetietoisuus rakennetuissa ympäristöissä, erityisesti sisätiloissa
 - Kartta tuntemattomasta alueesta
 - Tarkka paikka- ja navigointitieto
 - Liike- ja kontekstietoisuus
- Paikka usein ennalta tuntematon, paikannuksessa ei voida tukeutua olemassa olevaan infrastruktuuriin



INTACT – päämäärä

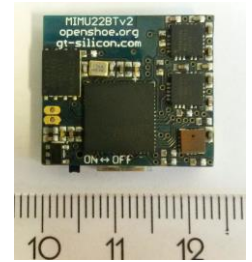
- Tarkka sisätilapaikannus
 - Kartta tuntemattomasta alueesta => Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)
 - Kontekstintunnistus (juoksee, ryömii, makaa)
- Vain taistelijan varusteissa olevilla laitteilla



INTACT – ratkaisu

- Useamman sensorin mittausten integrointi
 - 3 IMU:a (Inertial Measurement Unit)
 - barometri
 - Etäisyysmittaukset (ultraääni...)
- Innovatiiviset algoritmit SLAM-tekniikkaan
- Innovatiiviset algoritmit kontekstin ratkaisemiseen
- Digitaalinen TV absoluuttisen sijainnin ratkaisemiseen

Projektin sovellusympäristöksi on valittu sisätila, sillä se on haastava tilannetietoisuuden muodostamiseen. Kaikki kehitetyt menetelmät toimivat kuitenkin myös ulkona kaupunkiympäristössä.



MIMU22BT



Käytettävät sensorit

**XSENS:
IMU + Barometer**

GoPro Camera

Osmium MIMU22BT IMU

HRUSB-MaxSonar

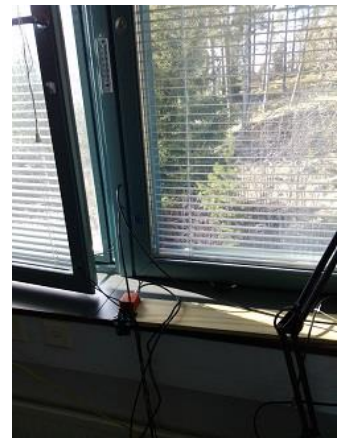
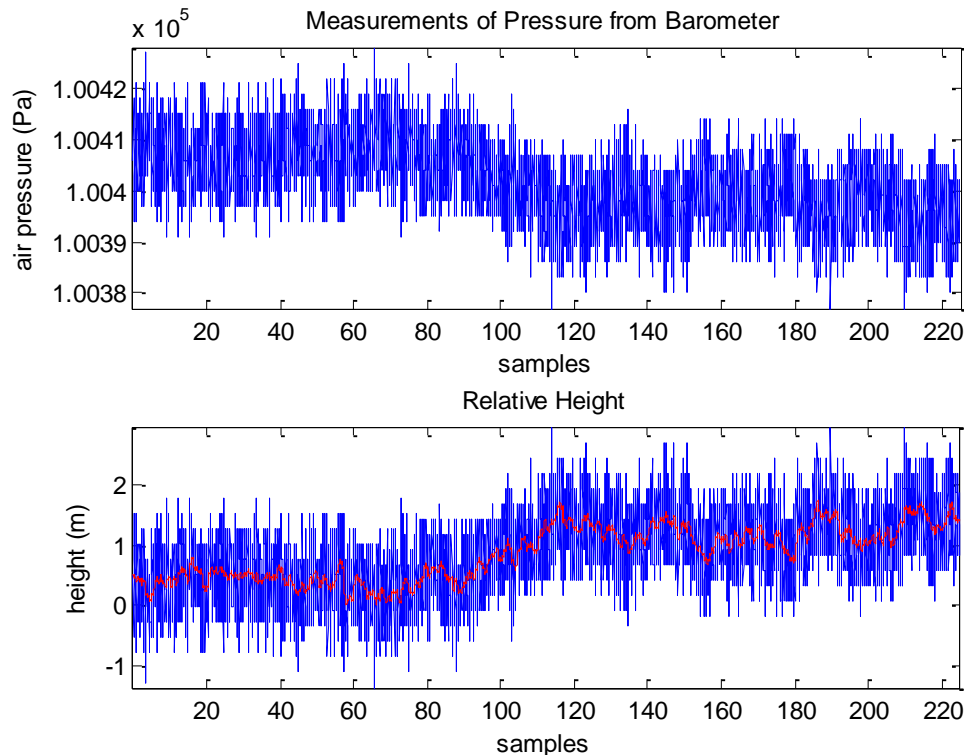
Osmium MIMU22BT IMU



Korkeustieto barometrilla

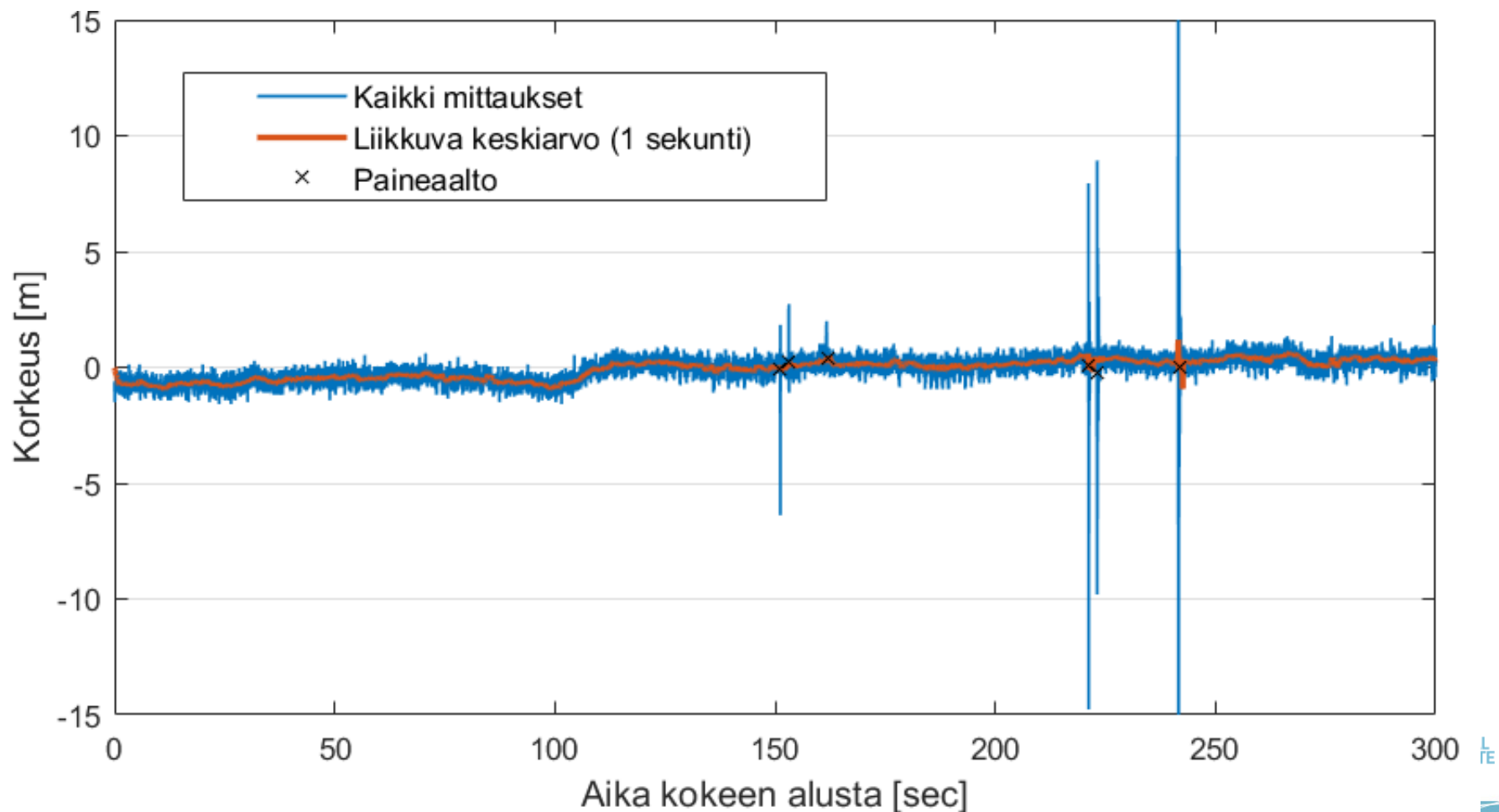
- Korkeus mitatun paineen avulla
- Tarkkuus hyvä, kun ollaan samassa tilassa, eikä lämpötilan tai paineen muutoksia
- Jo ikkunan avaaminen aiheuttaa suuren virheen

$$h = \frac{T_0}{k} \left(1 - \left(\frac{p(h)}{p_0} \right)^{\frac{kR}{g}} \right)$$



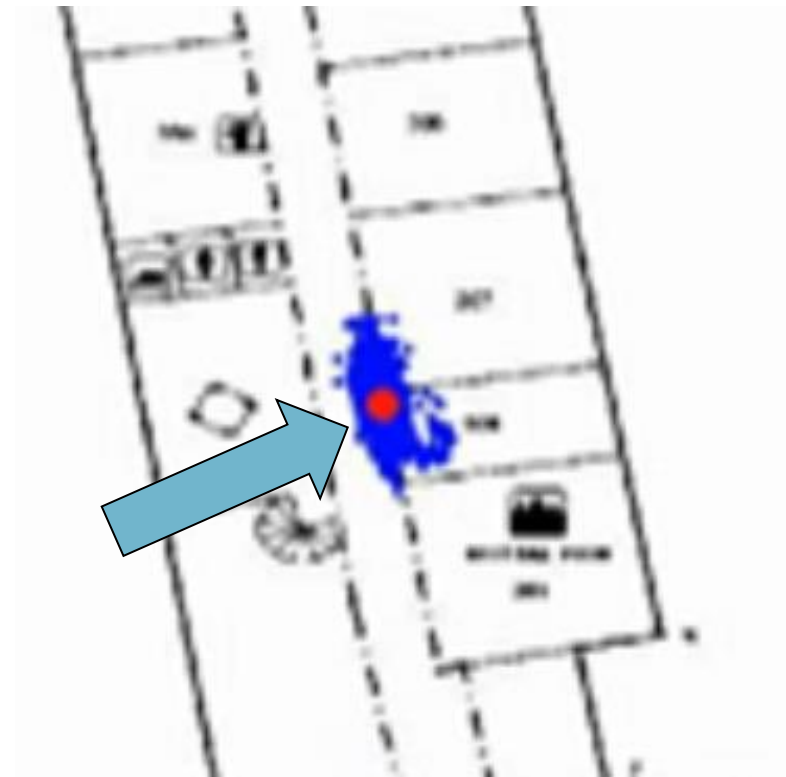
Paineaallon vaikutus korkeuteen

- Paineaalto, esimerkiksi laukaus, räjähdys tai oven avautuminen
- Testattu paukkupatruunoiden ja harjoitusheitteiden vaikutusta
- Vaikutus korkeusmittaukseen voidaan suodattaa, ei pysyvää virhettä



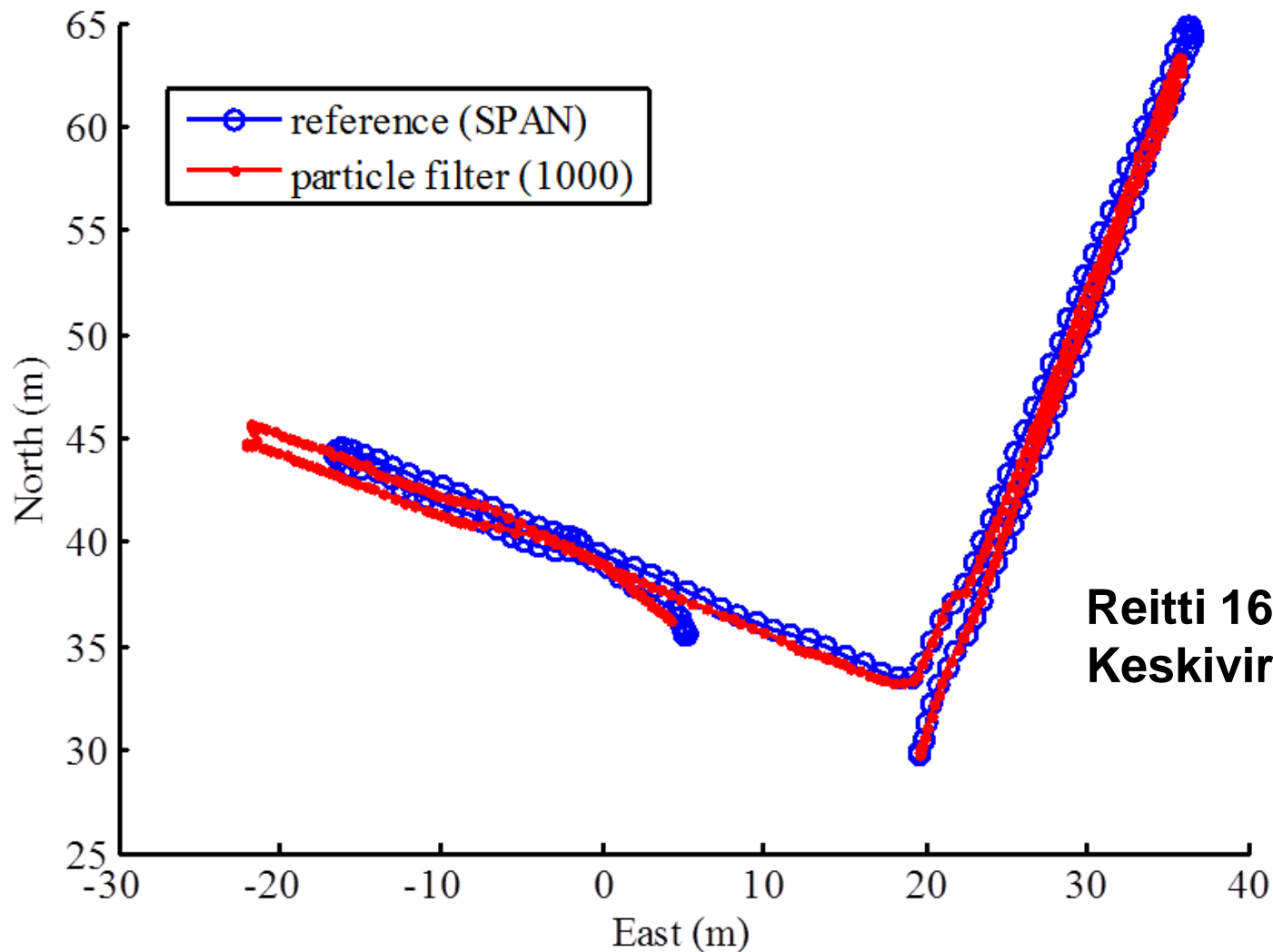
Fuusiointi- Partikkelifiltteri

- Partikkelifiltteri sopii huomattavasti paremmin fuusiointiin kuin perinteiset Kalman- filttrit
 - Mittaukset eivät ole lineaarisia
 - Virheet eivät noudata Gaussin- jakaumaa
- Asetetaan 1000 partikkelia, joiden painoarvoa päivitetään mittausten perusteella
- Todennäköisin paikka on partikkelien painotettu keskiarvo



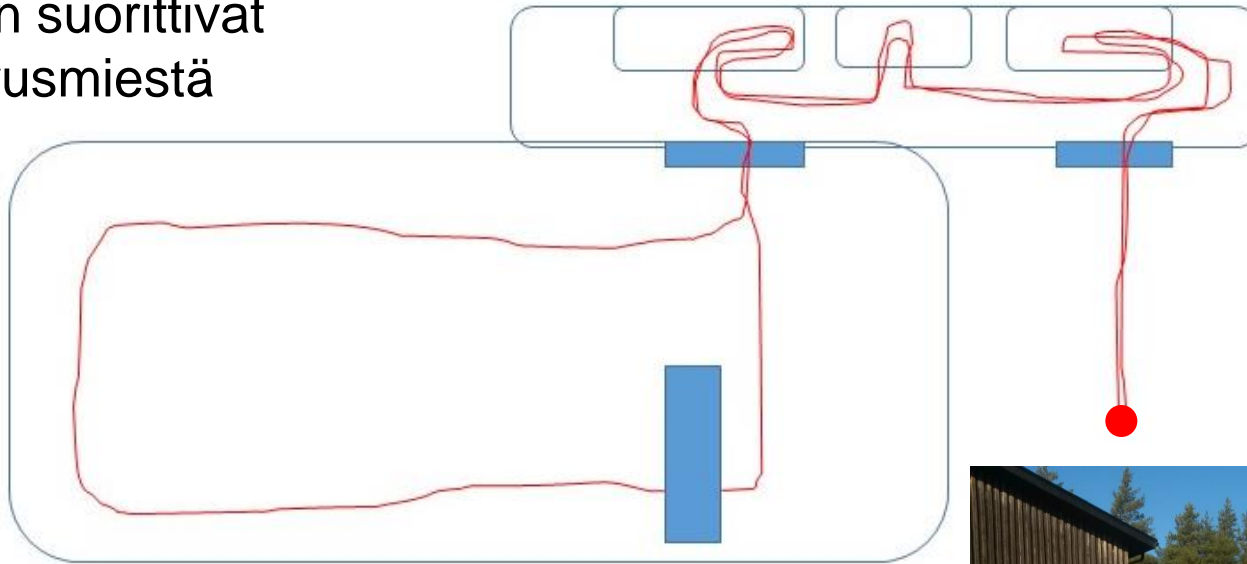
Vanha fuusiointiratkaisu

Fuusioinnin paikannustulos, 2D



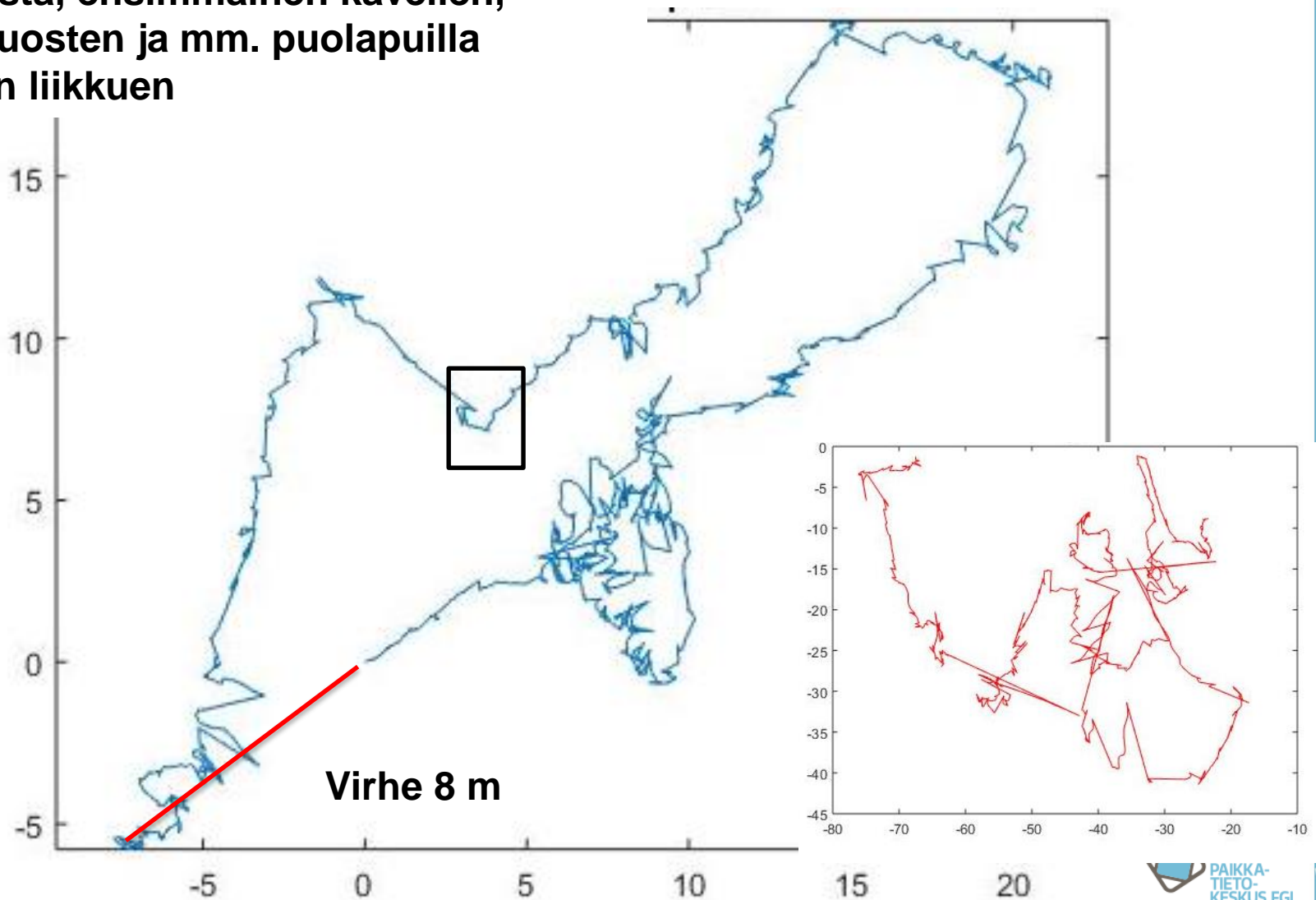
Proof-of-concept 1 ja 2

- UTTI helmikuu ja syyskuu 2017
- Testin suorittivat
2 varusmiestä



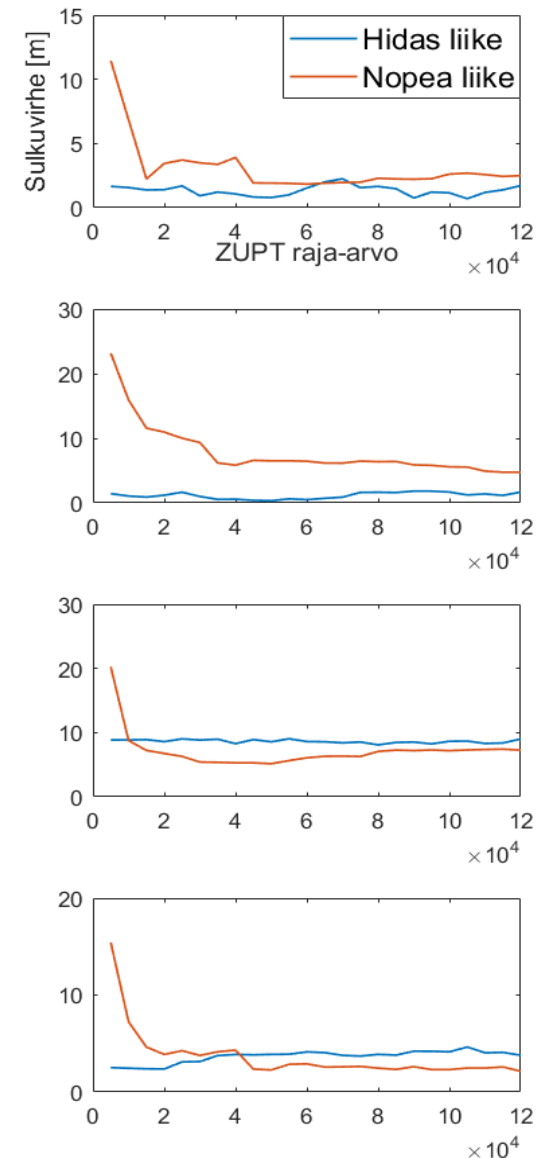
Paikkaratkaisu, PoC 1

2 kierrosta, ensimmäinen kävelen,
toinen juosten ja mm. puolapuilla
sivuttain liikkuen



Algoritmien jatkokehitys

- Inertiamittausten (Zero Velocity Update, ZUPT) oikeiden raja-arvojen analysointi
- Inertiamittausten aikasynkronoinnin parantaminen
- Inertiasensorin mallin vaihtaminen vastaavanlaiseen
- Visuaalialgoritmien virhetunnistuksen parantaminen
- Oikeiden tilastollisten virhemallien sisällyttäminen fuusioalgoritmiin

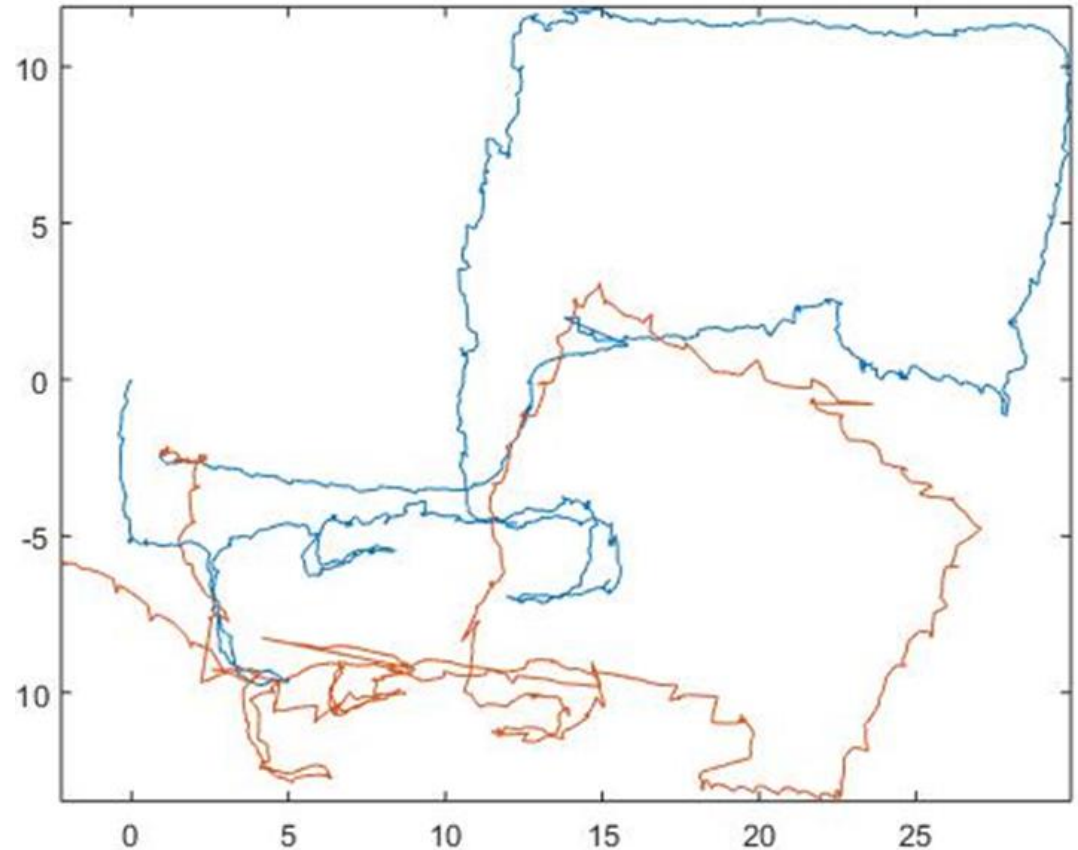


Paikkaratkaisu, PoC 2

2 kierrosta, ensimmäinen kävellen,
toinen juosten ja mm. puolapuilla
sivuttain liikkuen

Virheet (kierroksen
loppupaikka)

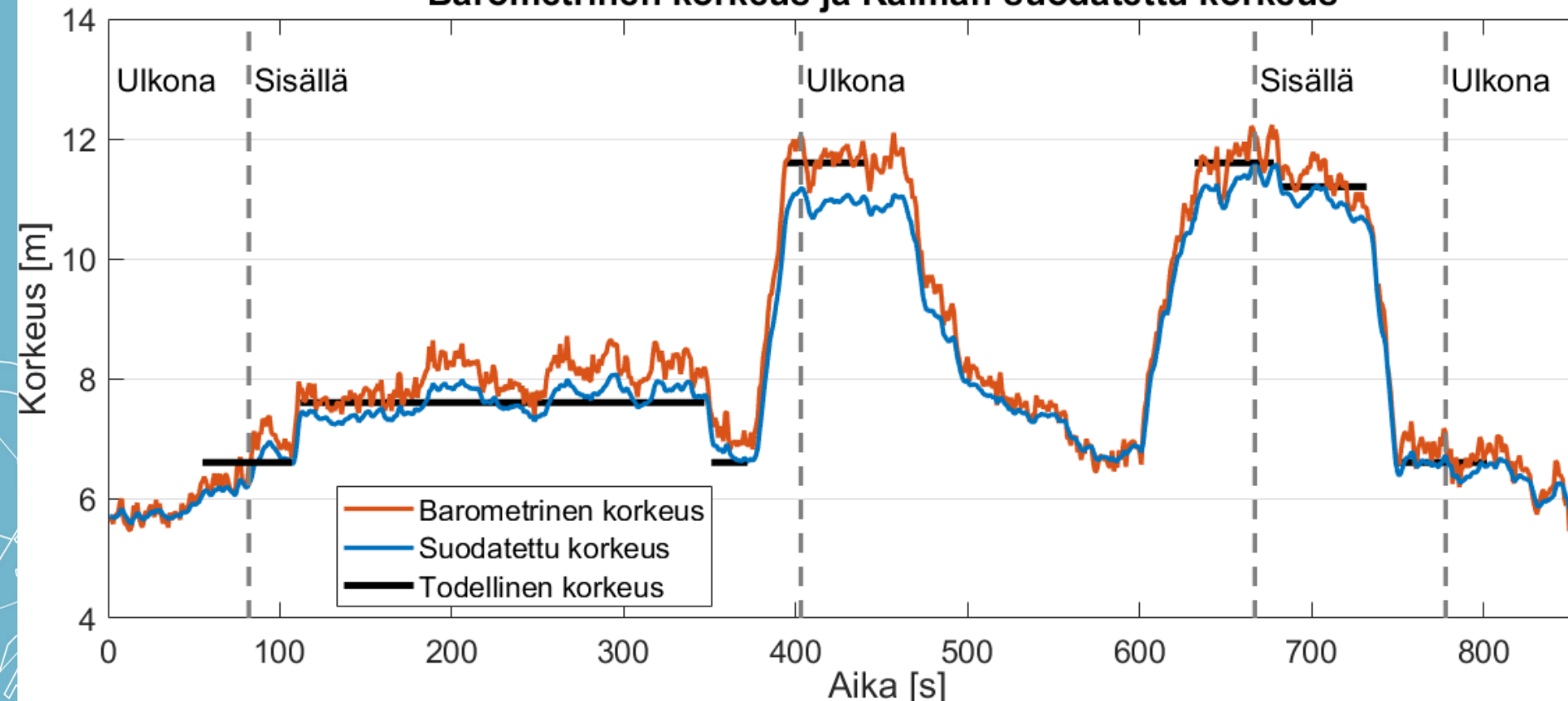
1. kierros = 2.54 m
2. Kierros = 4.65 m



Korkeusratkaisu

- Myös siirtyminen sisältä ulos ja säätilan muutokset vaikuttavat paineesta laskettuun korkeuteen
- Barometrin ja sonarin yhdistäminen poistaa osan molempien sensorien virheestä

Barometrinen korkeus ja Kalman-suodatettu korkeus

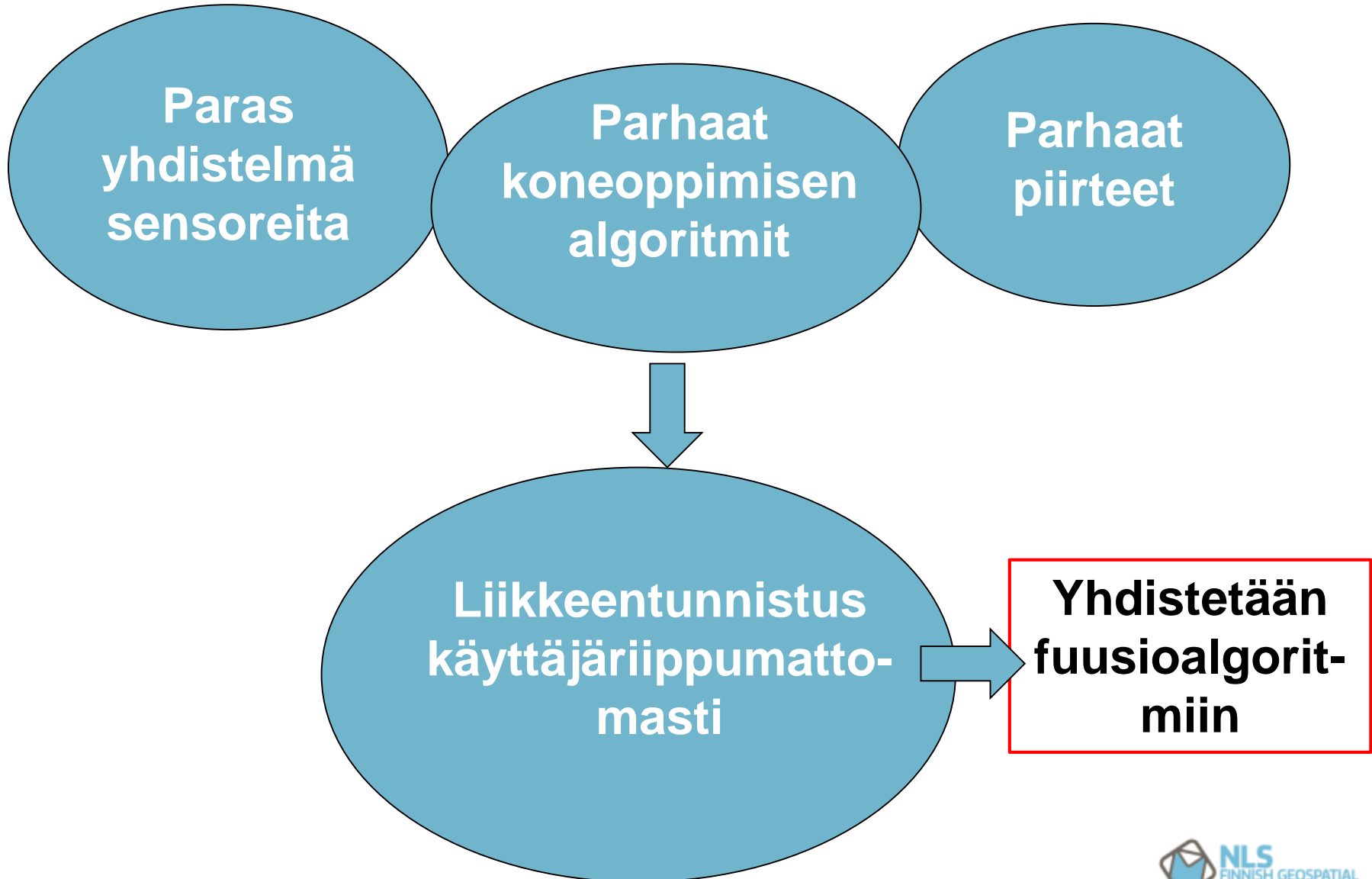


Tilannetietoisuus

- Tilannetietoisuuteen tarvitaan paikan lisäksi tietoa käyttäjän liikkeestä
- Projektin oleellisena osana fuusioinnin kehittäminen => liiketieto parantaa fuusioinnin tulosta
- Tietoa käyttäjän tilasta muille
- Liiketietoa voidaan käyttää myös käyttäjälle näytettävän tiedon mukauttamiseen



Liiketietoa sensoreista



Random forest –luokitin kontekstintunnistuksessa

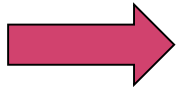
- Luokitin joukko päätöspuita
- Navigointilaitteiston mittaukset 1s ajalla / näyte
 - Piirteet mittausten keskiarvoja, variانسseja, taajuuskomponentteja etc.



Luokitin toimii mainiosti, kun opetus- ja testidata samalta henkilöltä:

- Helmikuu 2017: 93,23 % oikein
- Syyskuu 2017: 98,76 % oikein

Kun opetus- ja testidata eri henkilöiltä, tarkkuus vain 67,27 % (Helmikuu 2017)



Kontekstintunnistus, kun opetus- ja testidata eri henkilöiltä

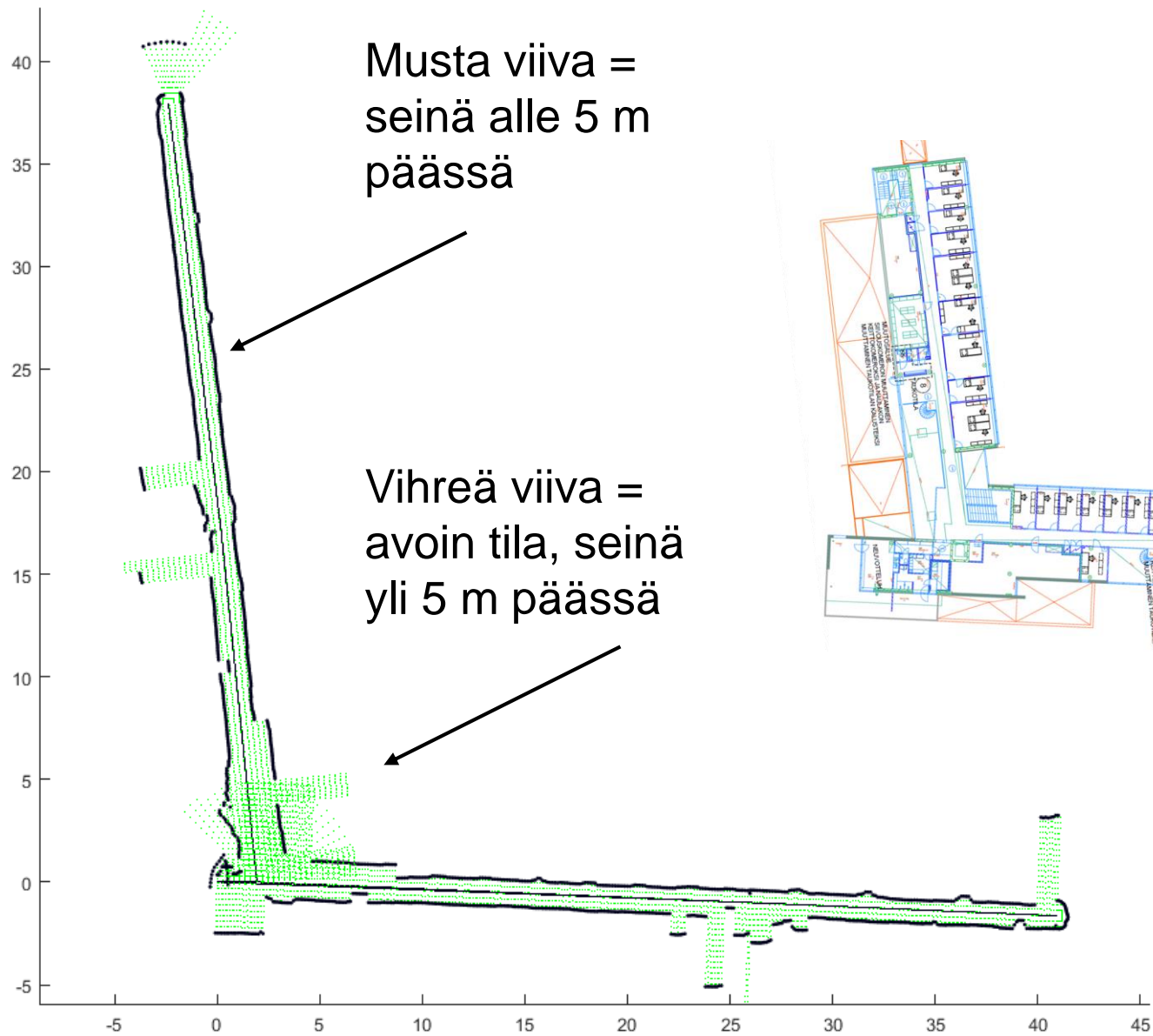
- IMU kiinnitettynä molempiin jalkoihin ja rintakehään, ei muita sensoreita
- Lasketuista piirteistä (325) poistetaan manuaalisesti sellaiset, jotka liian samankaltaiset kaikilla konteksteilla
 - Jäljelle jäävistä valitaan laskennallisesti 75 parasta (Gain ratio)
- Näin saadulla datalla opetetaan naivi Bayesiläinen luokitin, joka hyödyntää multinomista normaalijakaumaa

Luokittelutuloksen parantaminen edelleen

- **Yhdistäminen muihin luokittelijoihin, jotka opetetaan erottamaan erityisesti nyt huonommin toisistaan erottuvat luokat**
- **Yksilöllisten ominaisuuksien huomiointi opetuksessa (esim. henkilön paino)**

	Seisominen	Kävely	Juoksu	Ryöminen	Makaaminen	Konttaaminen	Kiipeäminen	Luokittimen tulos
%								
Seisominen	100							
Kävely		70,31				21,88	7,81	
Juoksu			93,33			6,67		
Ryöminen				100				
Makaaminen				7,14	92,86			
Konttaaminen		3,85		34,61		61,54		
Kiipeäminen						7,5	92,50	
Todellinen konteksti						Tarkkuus		87,54

Kartan muodostus sonarilla



Intact – tulosten hyödyntäminen

- Menetelmät soveltuvat
 - taistelijoille kaupunkiolosuhteisiin
 - pelastus- ja poliisitoimen tarpeisiin
 - muihin viranomaistehtäviin, joissa on tarve mennä ennalta valmistelemattomiin tiloihin
- Projektin nettisivut: <https://fgi-intact.net/>



Intact - Julkaisut

- Julkaistu

- *Ruotsalainen et al. "Monocular Visual SLAM for Tactical Situational Awareness", IPIN 2015*
- *Ruotsalainen et al. "Multi-sensor SLAM for Tactical Situational Awareness", ION ITM 2016*
- *Ruotsalainen et al. "INTACT- Towards infrastructure-free tactical situational awareness", European Journal of Navigation, 2016*
- *Ruotsalainen et al. "Situational Awareness for Tactical Applications", ION GNSS 2016*
- *Kaasalainen et al. Combining Indoor Positioning and 3D Point Clouds from Multispectral Lidar, IPIN 2016*

- Lähetetään tämän vuoden puolella

- *Mäkelä et al. "Context Recognition in Infrastructure-free Pedestrian Navigation - Towards Adaptive Filtering Algorithm"*
- *Rantanen et al. "Feasibility of single barometer height measurement for infrastructure free navigation and tactical applications"*
- *Kirkko-Jaakkola et al. "Comparison of multi-sensor fusion algorithms"*
- *Ruotsalainen et al. "Error Modelling and Algorithm Analysis for Multi-Sensor Infrastructure-free Indoor Navigation"*

INTO

SEMINAR

Tuesday 28 November, 2017
9:00 - 16:00

Scandic Marina Congress Center
Katajanokanlaituri 6, 00160 Helsinki,
Helsinki, Finland

