



FI000123761B

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT(10) **FI 123761 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

31.10.2013

(51) Kv.lk. - Int.kl.

SUOMI – FINLAND**(FI)****PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS**
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN**G01D 1/16** (2006.01)
G01C 5/00 (2006.01)
G01S 19/45 (2010.01)
G01S 19/52 (2010.01)
G01C 23/00 (2006.01)
G01P 15/00 (2006.01)
G01S 19/48 (2010.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

20115910

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag

16.09.2011

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag

16.09.2011

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

17.03.2013

(73) Haltija - Innehavare

1 • Suunto Oy, Valimotie 7, 01510 Vantaa, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 • NIEMINEN, Heikki, VANTAA, SUOMI - FINLAND, (FI)**2 • Lindman, Erik**, Vantaa, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Seppo Laine Oy, Itämerenkatu 3 B, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä mitattavissa olevan kohdesuureen määrittämiseksi ja vastaava järjestelmä**Förfarande för bestämning av en mätbar objektstorhet och motsvarande system**

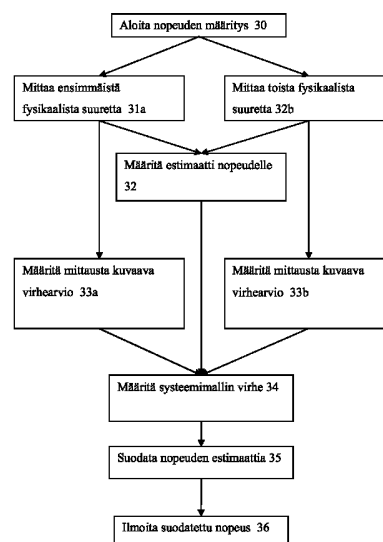
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 5646857 A, US 2010210421 A1, US 6735542 B1, US 2009143983 A1, US 2010204916 A1,
Hans C. Ohanian, "Physics", 1985, W. W. Norton & Company, Inc., ISBN 0-393-95401-3, Glenn F. Knoll, "Radiation Detection and Measurement", 2. painos, 1989, John Wiley & Sons, Inc., ISBN 0-471-81504-7.

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee menetelmää mitattavissa olevan kohdesuureen, kuten nopeuden tai korkeuden, määrittämiseksi mobiililaitteessa ja vastaavaa mobiilijärjestelmää. Menetelmässä mitataan ensimmäistä fysikaalista suuretta ensimmäisen anturin avulla ja toista fysikaalista suuretta toisen anturin avulla. Toinen fysikaalinen suure on tyypillisesti eri kuin ensimmäinen fysikaalinen suure, tai ainakin mitattu eri tekniikalla. Mittausten avulla lasketaan kohdesuureen arvo ensimmäisen ja toisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla, siten, että määritetään estimaatti kohdesuurelle ainakin ensimmäisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla, määritetään ainakin ensimmäinen virhearvio, joka kuvaa ensimmäisen fysikaalisen suureen mittauksen tarkkuutta, ja suodatetaan kohdesuureen estimaattia voimakkuudella, joka riippuu sekä ensimmäisestä virhearviosta että mainitun toisen fysikaalisen suureen mittauksesta.

Uppfinningen avser ett förfarande för att i en mobilanordning bestämma en mätbar objektstorhet, såsom hastighet eller höjd, och ett motsvarande mobilsystem. Vid förfarandet mäts en första fysikalisk storhet med hjälp av en första givare och en andra fysikalisk storhet med hjälp av en andra givare. Den andra fysikaliska storheten utgörs typiskt av en annan än den första fysikaliska storheten, eller är åtminstone mätt medelst en annan teknik. Med hjälp av mätningarna beräknas objektstorhetens värde med hjälp av mätningen av den första och den andra fysikaliska storheten på så sätt, att ett estimat för objektstorheten bestäms åtminstone med hjälp av den första fysikaliska storhetens mätning, åtminstone en första feluppskattning bestäms, som representerar den första fysikaliska storhetens mätningssnoggrannhet, och objektstorhetens estimat filtreras med en styrka, som är beroende av både den första feluppskattningen och den nämnda andra fysikaliska storhetens mätning.



Menetelmä mitattavissa olevan kohdesuureen määrittämiseksi ja vastaava järjestelmä

Keksinnön ala

- 5 Keksintö liittyy mobiililaitteiden anturifuusiotekniikkaan (sensor fusion), eli tarkemmin sanottuna monen anturin tarjoaman tiedon käsittelyyn. Erityisesti keksintö liittyy mobiililaitteen tai -järjestelmän avulla mitatun kohdesuureen tarkkuuden parantamiseen. Antureina voi olla esimerkiksi GPS-anturi tai paineanturi sekä kiihtyvyysanturi ja näiden avulla mitattava kohdesuure nopeus tai korkeus, vastaavasti. Mobiililaite voi olla
- 10 esimerkiksi rannetietokone, matkapuhelin, muu kannettava laite tai anturiyksikkö tai jokin näiden toiminnallinen yhdistelmä.

Tunnettu tekniikka

- Ranteessa tai muualla kehossa olevan GPS:n nopeus sisältää paljon kohinaa mutta siinä on
- 15 hyvin pieni bias-virhe, eli systemaattinen virhe. Eli taajuustasossa esitettynä GPS nopeuden tarkkuus on hyvä lähellä DC:tä ja heikkenee nopeasti taajuuden noustessa kuten on esitetty kuviossa 1 käyrän 1 avulla. Mittaustarkkuutta voidaan parantaa perinteisillä signaalin suodatusmenetelmillä tai GPS-dopplermittauksen avulla. Silti tyypillisellä 1 Hz mittaustaajuudella ja henkilön kävellessä puhtaasti GPS-pohjaisen nopeusmittauksen
- 20 kohina voi olla jopa 20-30 % luokkaa signaaliin verrattuna.

- Toisaalta, ranteessa tai muualla kehossa olevasta kiihtyvyysanturista estimoitu nopeus sisältää vähemmän kohinaa, jolloin sen tarkkuus taajuuden noustessa pysyy tiettyyn rajaan asti hyvänä. Näin mitatussa nopeudessa voi kuitenkin olla isokin bias-virhe. Tämä tarkoittaa että kiihtyvyydestä estimoidun nopeuden paras tarkkuus on huonompi kuin
- 25 GPS:llä. Kiihtyvyysanturin avulla mitatun nopeuden tarkkuus taajuustasossa on tyypillisesti kuvion 1 käyrän 2 mukainen.

Tavoitteena käytännössä olisi kuitenkin saada kuvion 1 käyrän 3 mukainen nopeuden tarkkuus taajuustasossa, eli laajalla alueella tarkka mittaust. Tavoitteena on myös saada

aikaan riittävän hyvin liiketilan muutoksiin, mutta heikosti itse mittaustapahtumaan liittyviin virhelähteisiin reagoiva mittaustapahtuma.

.

- 5 Samanlaisia ongelmia liittyy myös GPS-pohjaisen korkeuden ja vertikaalinopeuden määrittämisessä. Edelleen, hieman samankaltainen ongelma liittyy myös korkeustiedon määrittämiseen paineanturin avulla, tosin tässä tapauksessa virhettä aiheuttavat hitaat (matalataajuuksiset) ilmanpaineen vaihtelut.

Keksinnön yhteenveto

- 10 Keksinnön tavoitteena on tarjota uudenlainen menetelmä mitattavissa olevan kohdesuureen määrittämiseksi mobiililaitteessa ja vastaava järjestelmä. Keksinnön tavoitteena on erityisesti parantaa paikannusanturitiedon avulla lasketun vertikaali- ja/tai horisontaalinopeuden ja/tai korkeuden, tai painetiedon avulla lasketun korkeuden tai vertikaali nopeuden tarkkuutta vaihtelevissa liike- ja ympäristöolosuhteissa.

- 15 Keksinnössä hyödynnetään uudella tavalla anturifuusiota, eli tarkemmin ottaen halutun suureen laskennassa hyödynnetään vähintään kahden samaa tai eri fysikaalista suuretta mittaavan eri anturin antamaa tietoa.

Keksinnön mukainen menetelmä ja järjestelmä on määritelty täsmällisemmin itsenäisissä patenttivaatimuksissa.

- 20 Yhden sovellutusmuodon mukaan menetelmässä mitataan ensimmäistä ja toista fysikaalista suuretta ensimmäisen ja toisen anturin avulla, vastaavasti. Kohdesuureen arvo lasketaan ensimmäisen ja toisen mittauksen avulla, siten, että

- 25
- määritetään estimaatti kohdesuureelle ainakin ensimmäisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla,
 - määritetään ainakin ensimmäinen virhearvio, joka kuvaa ensimmäisen fysikaalisen suureen mittauksen virhettä,
 - määritetään laskentamallin virhearvio, joka arvioi kuinka hyvin laskentamalli vastaa todellista tilannetta, ainakin toisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla, ja

- suodatetaan kohdesuureen estimaattia voimakkuudella, joka riippuu sekä mittauksen virhearviosta että mainitusta laskentamallin virhearvioista.

- Toinen fysikaalinen suure voi olla eri suure kuin ensimmäinen fysikaalinen suure, tai ainakin mitattu eri tekniikalla. Tekniikan ero voi olla vaikka anturin erilainen sijoittelu tai erilainen mittaussmalli jolla mittaus muutetaan kohdesuureeksi. Niinpä ensimmäinen ja toinen anturi perustuvat tyypillisesti eri toimintaperiaatteeseen silloinkin kun ne mittaavat samaa fysikaalista suuretta. Esimerkiksi horisontaalinopeutta (etenemisnopeutta) voidaan mitata satelliittipaikannusanturin avulla ja kiihtyvyyssanturin avulla. Vastaavasti korkeutta tai nousunopeutta (vertikaalinopeutta) voidaan mitata satelliittipaikannusanturin, kiihtyvyyssanturin, ja paineanturin avulla. Edullisesti ensimmäinen ja toinen anturi perustuvat mittaustekniikoihin, joilla on oleellisesti toisistaan poikkeava virheprofiili mittaustaajuuden funktiona. Molempien anturien antamista tiedoista on kuitenkin joko suoraan tai matemaattisen mallin ja/tai esitetietojen kautta johdettavissa jokin arvio kohdesuureelle tai tämän muutokselle.
- Yhden keskeisen sovellutusmuodon mukaan menetelmässä mitataan nopeutta satelliittipaikannusanturin (kuten GPS-anturin) avulla ja kiihtyvyyttä kiihtyvyyssanturin avulla. Lopullinen, käyttäjälle ilmoitettava nopeusarvo lasketaan nopeus- ja kiihtyvyyssmittausten avulla siten, että
- määritetään estimaatti nopeudelle satelliittipaikannusmittauksen ja/tai kiihtyvyyssmittauksen avulla,
 - määritetään ensimmäinen virhearvio, joka kuvaa satelliittipaikannuspohjaisen nopeusmittauksen virhettä,
 - määritetään toinen virhearvio, joka kuvaa kiihtyvyysspohjaisen nopeusmittauksen virhettä,
 - määritetään ensimmäinen laskentamallin virhearvio satelliittipaikannusmittauksen avulla,
 - määritetään toinen laskentamallin virhearvio kiihtyvyyssmittauksen avulla, ja
 - suodatetaan nopeusestimaattia voimakkuudella, joka riippuu mainituista mittausten virhearviosta ja mainituista laskentamallin virhearvioista.

- Edullisen sovellutusmuodon mukaan nopeusestimaatti määritetään, ainakin ennaltamäärättyjen mittauksen laatu-ehdojen täytyessä, sekä satelliittipaikannusmittauksen

että kiihtyvyyssmittauksen avulla, näitä halutulla tavalla painottaen. Voidaan myös määrittää virhearviot, jotka kuvaavat nopeus mittauksien virheiden suuruutta. Näitä virhearviota voidaan edelleen käyttää nopeusestimaatin laskennan painotuksien määrittämiseksi. Edelleen voidaan määrittää toinen virhearvio joka kuvaa laskentamallin virheen suuruutta. Laskentamallin virhettä ja nopeus estimaatin virhettä voidaan edelleen 5 käyttää nopeusestimaatin suodatusvoimakkuuden määrittämiseksi.

Nopeus voi olla joko horisontaalinen tai vertikaalinen nopeus tai näiden summanopeus.

Keksinnön mukainen menetelmä voidaan suorittaa kokonaan tai osittain rannetietokoneessa. Mikäli se suoritetaan vain osittain rannetietokoneessa, jokin osa siitä voidaan suorittaa etäanturissa, joka voi sijaita erillisessä laiteyksikössä tai kuulua johonkin 10 toiseen laiteyksikköön kuten matkapuhelimeen. Kyseinen osa voi olla ensimmäisen ja/tai toisen fysikaalisen suureen mittaus ja/tai laskenta, eli esimerkiksi yllä kuvatun nopeusmittauksen tapauksessa nopeuden ja/tai kiihtyvyyden mittaus ja/tai laskenta.

Erityisen edullinen on sovellutusmuoto, jossa kiihtyvyyssmittaus suoritetaan rannelaitteessa 15 olevan kiihtyvyyssanturin avulla, koska kiihtyvyyssmittaus ranteesta on hyvin luotettava käden luonnollisen liikkeen takia.

Keksinnön mukainen menetelmä voidaan suorittaa myös kokonaan tai osittain matkapuhelimessa. Mikäli se suoritetaan vain osittain matkapuhelimessa, jokin osa siitä voidaan suorittaa etäanturissa, joka voi sijaita erillisessä laiteyksikössä tai kuulua johonkin 20 toiseen laiteyksikköön kuten rannetietokoneeseen. Kyseinen osa voi olla ensimmäisen ja/tai toisen fysikaalisen suureen mittaus ja/tai laskenta , eli esimerkiksi yllä kuvatun nopeusmittauksen tapauksessa nopeuden ja/tai kiihtyvyyden mittaus ja/tai laskenta.

Yleistäen todetaan, että keksinnön mukainen menetelmä voidaan suorittaa myös kokonaan tai osittain näytöllisessä kannettavassa laitteessa, joka on sovitettu näyttämään 25 kohdesuureen lasketun arvon käyttäjälle.

Toisaalta, keksinnön mukainen menetelmä voidaan suorittaa myös kokonaan tai osittain näytöttömässä kannettavassa laitteessa, kuten satelliittipaikannusmoduulissa, joka on langattomassa yhteydessä näytöllisen kannettavan laitteen, kuten rannelaitteen tai matkapuhelimen kanssa ja/tai jolta tallennetut tiedot voidaan myöhemmin lukea

esimerkiksi tietokoneelle. Tämän sovellutusmuodon etuna on näytöllisen kannettavan laitteen virrankulutuksen pienentäminen.

- 5 Keksinnön mukainen järjestelmä käsittää vastaavat laiteyksiköt, mahdollisesti tarvittavat langattomat viestintävälineet näiden välillä ja sen on sovitettu toteuttamaan keksinnön mukaista menetelmää. Erilaisia esimerkinomaisia vaihtoehtoja sekä näiden etuja kuvataan tarkemmin myöhemmin.

- 10 Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja. Kohdesuureen muuttuessa nopeasti voidaan tämä havaita ja edelleen muuttaa suodatustasoa, jota käytetään laskettaessa kohdesuureen arvoa. Vastaavasti, jos anturien antamat kohdesuureen arviot poikkeavat toisistaan huomattavasti, voidaan päätellä että toisessa mittauksessa täytyy olla jokin selitettävissä oleva virhelähde. Tällainen tilanne on esimerkiksi vietäessä GPS-anturi suuren sillan alle, jossa ei ole GPS-signaalia. Mikäli kiihtyvyysanturi kertoo edelleen laitteen olevan liikkeessä, voidaan painottaa kiihtyvyysanturin perusteella laskettua nopeutta lopullisen nopeuden määrittämisessä.

- 15 Yhden edullisen sovellutusmuodon mukaan mainittu estimaatti kohdesuureelle lasketaan ensimmäisen ja toisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla, ja edelleen määritetään toinen virhearvio, joka kuvaa toisen fysikaalisen suureen mittauksen tarkkuutta. Lopulta kohdesuureen arvo lasketaan suodattamalla kohdesuureen estimaattia voimakkuudella, joka riippuu sekä ensimmäisestä että toisesta virhearviosta. Näin sekä ensimmäisen että
20 toisen anturin tarkkuus voidaan huomioida ennen kuin lopputulos esitetään laitteen käyttäjälle.

- Yhden sovellutusmuodon mukaan kohdesuureen laskennassa suodatuksen voimakkuutta lisätään ensimmäisen ja/tai toisen fysikaalisen suureen mittauksen tarkkuuden heikentyessä, ja päinvastoin. Niinpä mittausvirheestä johtuvat kohdesuureen vaihtelut eivät
25 välity havaittavasti laitteen käyttäjälle, mutta mittausvirheen ollessa pieni mittauksen aikaresoluutio pysyy kuitenkin hyvänä.

- Yhden edullisen sovellutusmuodon mukaan mittauksen aikana havainnoidaan kohdesuureen muutosnopeutta, joko sen estimaatin tai lopullisen arvon pohjalta tai suoraan ensimmäisen tai toisen anturin mittaustiedoista. Mikäli havaitaan kohdesuureen
30 muutosnopeuden ylittävän ennaltamäärätyn rajan tai kasvavan, vähennetään suodatuksen

voimakkuutta kohdesuureen laskennassa. Tällöin menetelmä reagoi nopeammin olosuhteiden vaihteluun ja käyttäjälle voidaan tarjota reaaliaikaisempaa tietoa.

- Kuten yllä on mainittu, yhtenä merkittävänä keksinnön käytännön sovelluksena esitetään ratkaisu, jossa kohdesuure on nopeus ja ensimmäinen anturi on satelliittipaikannusanturi, kuten GPS-vastaanotin. Tällöin ensimmäinen fysikaalinen suure on nopeus tai absoluuttinen/suhteellinen sijainti. Mikäli mitataan sijaintia, voidaan nopeus laskea sijainti- ja aikatiedon perusteella. Mikäli taas mitataan suoraan GPS-nopeutta esim. Doppler-ilmiön avulla, saadaan nopeus suoraan GPS-tiedoista. Myös näiden mittaustapojen yhdistelmä on mahdollinen.
- 10 Toisena mahdollisena keksinnön sovelluksena mainitaan ratkaisu, jossa kohdesuure on korkeus tai vertikaalisuuntainen nopeus ("nousunopeus"), ensimmäinen anturi on ilmanpaineanturi ja ensimmäinen fysikaalinen suure vastaavasti ilmanpaine. Korkeus ja vertikaalinopeus, tai ainakin arvio näille, voidaan laskea ilmanpaineen avulla, kun ilmanpaine merenpinnan tasossa tai jossain muussa referenssisitasossa tunnetaan.
- 15 Kaikissa yllä mainituissa sovelluksissa toinen anturi on edullisesti kiihtyvyysanturi ja toinen fysikaalinen suure on kiihtyvyys. Kiihtyvyysmittaus kertoo laitteen liiketilasta ja sen perusteella voidaan laskea edelleen arvio nopeudesta. Kiihtyvyysmittaukselle voidaan haluttaessa myös määritellä mittausrvirhettä kuvaava virhearvio, jota voidaan hyödyntää pelkän liiketilän ohella tai sijasta ensimmäisen anturin tietojen perusteella lasketun
- 20 kohdesuureen estimaatin suodattamiseksi ajallisesti halutulla voimakkuudella keksinnön mukaisesti.

- Yhtenä mahdollisena keksinnön sovelluksena voidaan myös mainita ratkaisu, jossa satelliittipaikannuksen avulla mitataan ensimmäinen fysikaalinen suure joka on esimerkiksi korkeus tai vertikaalinopeus. Ilmanpaineanturi mittaa toisen fysikaalisen suureen joka on ilmanpaine. Tällöin ilmanpaineesta mittauksella voidaan määritellä vertikaali liiketilaa kuvaava arvo, jota voidaan käyttää ohjaamaan GPS:llä mitatun fysikaalisen suureen suodattamisvoimakkuutta.
- 25

Seuraavaksi keksinnön käytännön toteutusta ja etuja selostetaan tarkemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin.

Piirustusten lyhyt kuvaus

Kuvio 1. GPS-nopeuden (1), ranteessa tai muualla kehossa olevasta kiihtyvyysanturista estimoidun nopeuden (2), sekä yhdistetyn nopeuden (3) tarkkuus taajuuden funktiona.

Kuvio 2. Objektimalli yhden sovellutusmuodon mukaisesta anturifuusiojärjestelmästä joka yhdistää usean eri nopeuslähteen tiedot ja suodattaa sitten yhdistettyä nopeustietoa adaptiivisesti.

Kuvio 3. Vuokaavio keksinnön mukaisesta menetelmästä yhden sovellutusmuodon mukaan.

Kuvio 4. Esimerkinomaista nopeusmittausdataa (sininen viiva jossa on neliöitä on ranteesta kiihtyvyysanturilla laskettu nopeus ja punainen viiva jossa on ympyröitä on GPS-mittauksesta saatu nopeus), perinteisellä suotimella korjattu nopeus (katkoviiva) sekä keksinnön mukaisella menetelmällä laskettu nopeus (yhtenäinen paksu viiva).

Kuvioissa 5a-5f esitetään keksinnön eri sovellutusmuotojen mukaisia mittausjärjestelmätoteutuksia.

15

Sovellutusmuotojen yksityiskohtainen kuvaus

Keksinnön peruseriaatetta tarkastellaan aluksi kuviossa 2 esitetyn objektimallin avulla. Siinä on esimerkinomaisesti esitetty kolme eri nopeuden määrittystapaa, kiihtyvyysanturimittauksella 15 ranteessa tehtävä nopeusmäärittäminen 14, GPS-pohjainen nopeusmäärittäminen 16 ja kenkäanturilla (tyypillisesti jalan kiihtyvyyksiin perustuva) tehtävä nopeusmäärittäminen 18. Määritetyt nopeudet yhdistetään keskitetysti tiedonkäsittelyn 22 avulla. Yhdistetyn nopeuden suodatuksessa 20 hyödynnetään kuvion 2 esimerkissä kiihtyvyysmittauksesta 15 saatavaa tietoa henkilön liiketilasta.

Kuviossa 2 on myös havainnollistettu että järjestelmää voidaan käyttää mittausten autokalibrointiin vaiheiden 28, 24 avulla, kun on tarjolla mittaus tai mittauksia joiden virhearvio on pienempi kuin kalibroitavan mittauksen virhearvio. Voidaan esimerkiksi käyttää yhdistettyä suuretta, joka ei kuitenkaan sisällä kalibroitavan mittauksen tietoa, ja kalibroida tällä yhdistetyllä suureella mittausmallia tarkempien mittausarvojen saamiseksi jatkossa.

Tarvittava laskenta suoritetaan tiedonkäsittely-yksikössä 11.

- Nopeuksien yhdistäminen voidaan tehdä monella tavalla. Yksi tapa on muodostaa jokaiselle erilliselle nopeusmittaukselle i (vastaava nopeus v_i) suhteellinen luku (R_i) joka kuvaa kuinka paljon nopeusmittauksessa on virhettä. Mitä suurempi luku on, sitä isompi on mittauksen virhearvio, ja mitä pienempi luku on, sitä pienempi on mittauksen virhearvio. GPS:lle luku voidaan muodostaa esimerkiksi GPS:n HDOP-luvun (horizontal dilution of precision) ja nähtyjen satelliittien lukumäärän avulla. Kiihtyvyys- ja kenkämäärityksessä voidaan käyttää suhteellista tai absoluuttista ennaltamäärättyä virhearviota tai dynaamisesti suorituksen aikana määritettyä virhearviota.

- 10 Yhdistetty nopeus $v_{combined}$ saadaan tällöin kaavalla

$$v_{combined} = \sum \left(v_i \frac{\sum R_i - R_i}{R_i} \right).$$

Yhdistetyn nopeuden mittausvirhearvio $R_{combined}$ saadaan kaavasta

$$R_{combined} = \frac{(\sum R_i - R_{smallest}) R_{smallest}}{\sum R_i},$$

jossa $R_{smallest}$ on pienin virhearvoista R_i .

- 15 Yhdistetyn nopeuden suodatus voidaan tehdä esimerkiksi Kalman-suotimen avulla (*Introduction to random signals and applied kalman filtering, 3rd edition, R. Grover and P Hwang, John Wiley & Sons, 1997*). Kalman-suotimessa mallinnettavasta systeemistä rakennetaan lineaarinen malli, joka ottaa huomioon mittausvirheen ja systeemimallin virheen. Esimerkin tapauksessa Kalman-suodin koostuu vain yhdestä tilasta, joka on lopputuloksena haluttu suodatettu nopeus $v_{filtered}$. Koska kalman suodin suodattaa yhdistettyä nopeutta, mittausvirhe saadaan edellä mainitusta kaavasta, jolla yhdistetään eri nopeuksien mittausvirhearviot yhdeksi luvuksi $R_{combined}$.
- 20

Systeemimallin virhe W_{system} voidaan saada yhdistämällä eri mittauksista lasketut systeemivirhearviot. Esimerkiksi seuraavalla kaavalla

25
$$W_{system} = f_{wristAcceleration}(v_{wristAcceleration}) + f_{gps}(v_{gps}) + f_{footpod}(v_{footpod}),$$

jossa funktiot f kuvaavat kunkin mittauksen systeemivirhearvioita. Mittauksen systeemivirhearvion laskenta riippuu käytettävästä suodatusmallista. Esimerkin

tapauksessa Kalman-suodatin koostuu vain yhdestä tilasta joka on nopeus. Tällöin systeemivirhearvion tulee kuvata nopeudessa havaittuja muutoksia.

Tämän jälkeen Kalman-suotimen kaavoja käyttäen saadaan muodostettua adaptiivinen suodatin, joka keventää suodatusta kun mittaukset ovat tarkkoja ja puolestaan lisää suodatusta kun mittauksen virhe kasvaa. Systeemimallin virheen mallinnus mahdollistaa sen, että suodatusta voidaan keventää jos systeemissä havaitaan nopeita muutoksia. Jos taas taajuuskaista on kapea eli nopeudessa ei tapahdu muutoksia niin suodatusta voidaan kiristää.

Kuviossa 3 on esitetty vuokaaviona keksinnön mukainen menetelmä yhden suoritusmuodon mukaan. Nopeuden määrittäminen aloitetaan vaiheessa 30. Tämän jälkeen aletaan mitata ensimmäistä ja toista fysikaalista suuretta vaiheissa 31a ja 31b. Kun riittävästi dataa on kerätty, lasketaan yhdistetty nopeus vaiheessa 32 esimerkiksi yllä esitetyllä kaavalla. Systeemimallin virhe lasketaan vaiheessa 34. Tämän jälkeen yhdistettyä nopeutta suodatetaan vaiheessa 35 kohinattomamman nopeusarvion saamiseksi. Tässä hyödynnetään vaiheessa 33a määritettyä ensimmäisen mittauksen virhearviota ja joko toista mittausta tai tälle vaiheessa 33b määritettyä virhearviota. Kun suodatettu nopeus on laskettu, tulos tyypillisesti tallennetaan laitteen muistiin ja/tai ilmoitetaan käyttäjälle vaiheessa 36.

Kuviossa 4 on esitetty ranteesta kiihtyvyysanturilla laskettu nopeus (neliöt) ja GPS-mittauksesta saatu nopeus (ympyrät). Molemmat mittaukset ovat oikeata suuruusluokkaa, mutta verrattain kohinaisia.

Perinteisellä tavalla yhdistetty ja suodatettu (mediaanisuodatus) nopeus (katkoviiva) on huomattavasti vähäkohinaisempi, mutta sisältää edelleen suhteellisen jyrkkiä vaihteluja. Huomattavaa on erityisesti nopeuden muuttuessa näkyvä arvion muutoksen hitaus, eli liian korkea nopeusarvio, mikä johtuu siitä että käytetään tilanteeseen mukautumatonta suodatusfunktioita, joka suodattaa dataa aina vakioajan yli.

Yhdistetty ja keksinnön mukaisesti suodatettu nopeus (yhtenäinen paksu viiva) on huomattavan tasainen liikkeen alussa ja reagoi nopeasti aitoon nopeuden muutokseen. Tämä johtuu siitä, että suodatin huomioi jyrkän nopeuden muutoksen GPS- ja/tai kiihtyvyysdatasta ja suodatusta loivennetaan. Niinpä siitä huolimatta, että kohina

suodatetaan tehokkaasti, keksinnön tavalla laskettu nopeus reagoi aitoon nopeuden muutokseen nopeammin kuin mediaani suodatettu nopeus.

Yllä kuvattua periaatetta voidaan soveltaa nopeuden mittaamisen lisäksi myös korkeusmittaukseen. Tällöin kiihtyvyyssmittauksen ja/tai painemittauksen avulla pystytään
 5 tunnistamaan henkilön liiketila ja säätämään painemittauksen tai gps mittauksen avulla estimoidun korkeuden tai vertikaali nopeuden ajallista suodatusta siten, että liikkeessä tai etenkin liiketilan muutoskohdissa suodatus on väljempää kuin paikallaan ollessa, jolloin järjestelmä reagoi nopeammin todellisiin korkeuden muutoksiin.

Yhden sovellutusmuodon mukaan järjestelmä käsittää mahdollisuuden valita suoritettavan
 10 urheilulajin tyyppi ja/tai anturin sijainti soveltuvien käyttöliittymäelementtien kautta ainakin kahdesta eri vaihtoehdosta. Esimerkiksi kiihtyvyyssanturin tapauksessa lajin tyyppi (esim. juoksu/kävely) sekä kiihtyvyyssanturin paikka (esim. jalkapöytä/reisi/ranne/olkapää) vaikuttaa signaalin voimakkuuteen, laatuun ja ominaispiirteisiin. Niinpä laitteeseen voi olla ohjelmoituna useita eri signaalinkäsittelyalgoritmeja, joista lajityypin tai anturin sijainnin
 15 mukaan valitaan parhaiten olosuhteisiin sopiva. Tietyissä tilanteissa lajityypin valinta ja siten myös algoritmin vaihtaminen voi tapahtua myös automaattisen tunnistuksen avulla, esimerkiksi määritettyä askeltaajuutta hyödyntämällä.

Yleisemmin voidaan todeta, että järjestelmä voi käsittää olosuhdeparametrin, joka voi saada eri arvoja ja joka edelleen vaikuttaa käytettävään kohdesuureen laskentatapaan.

20

Kuviossa 5a esitetään esimerkki keksinnön mukaista menetelmää hyödyntävästä mittausjärjestelmästä, joka käsittää rannetietokoneen 50a, joka pystyy ottamaan vastaan satelliittipaikannustietoa satelliittipaikannusjärjestelmästä 51a sekä kiihtyvyystietoa
 25 esimerkiksi kenkään asennettavasta kiihtyvyyssanturista 52a. Mittaustietojen pohjalta rannetietokone on sovitettu laskemaan suodatettu nopeus keksinnön mukaisesti.

Kuviossa 5b esitetään kuviota 5a vastaava järjestelmä, mutta siinä kiihtyvyyssanturi 52b on integroitu suoraan rannetietokoneeseen 50b. Satelliittipaikannusjärjestelmä 51c on yhteydessä rannetietokoneeseen langattomasti 50b. Korkeus- tai vertikaalinopeusmittauksen tapauksessa anturi 52b voi olla myös paineanturi.

Kuviossa 5c esitetään kuvion 5a järjestelmän muunnelma, jossa rannetietokoneen sijasta käytetään päätelaitteena matkapuhelinta tai tablet-laitetta 50c, joka vastaanottaa tietoa satelliittipaikannusjärjestelmästä 51c ja kiihtyvyysanturilta 52c'.

- 5 Kuviossa 5d esitetään järjestelmä, jossa käytetään sekä matkapuhelinta 50d että rannetietokonetta 53d. Matkapuhelin 50d voi vastaanottaa ja tallentaa satelliittipaikannustietoa järjestelmästä 51d ja välittää sijainti- tai nopeustietoa edelleen rannetietokoneelle 53d. Kiihtyvyysanturi 52d' voi olla yhteydessä suoraan rannetietokoneeseen 53d tai matkapuhelimeen 50d.

- 10 Kuviossa 5e esitetään järjestelmä, jossa käytetään rannetietokonetta 53e ja erillistä GPS-mittalaitetta 50e ("GPS-podia"), joka kommunikoi langattomasti rannetietokoneen 53e kanssa. GPS-mittalaite 50e voi siten välittää sijainti- tai nopeustietoa edelleen rannetietokoneelle 53e. Erillinen kiihtyvyysanturi 52e' voi olla yhteydessä suoraan rannetietokoneeseen 53e tai GPS-mittalaitteeseen 50e.

- 15 Kuvioissa 5c-5e esitetään myös sellaiset muunnelmat, joissa kiihtyvyysanturi 52c", 52d", 52d'", 52e" tai 52e'" sijaitsee kengän sijasta matkapuhelimessa GPS-mittalaitteessa tai rannelaitteessa.

- Erityisen mielenkiintoisen sovelluksena esitetään kuviossa 5f edelleen kuviota 5e vastaava järjestelmä, jossa käytetään rannetietokonetta 53f ja erillistä satelliittipaikannusmoduulia, kuten GPS-mittalaitetta 50f ("GPS-podia"), joka kommunikoi langattomasti
20 rannetietokoneen 53f kanssa ja sisältää myös kiihtyvyysanturin 52f. Näin ollen erillistä kiihtyvyysanturilaitetta ei tarvita, vaan myös kiihtyvyystiето voidaan välittää langattomasti GPS-mittalaitteelta 50f rannetietokoneelle 53f. GPS-mittalaitteessa voi olla kiihtyvyysanturin lisäksi tai sijasta myös paineanturi, jolloin se soveltuu myös menetelmän mukaiseen korkeusmittaukseen.

- 25 Kuvioden 5c-5f joidenkin sovellutusmuotojen etuna on, että GPS-mittaus tapahtuu oman virtalähteen avulla ja siten rannelaitteen tai matkapuhelimen käyttöaika paranee. Rannelaite voidaan suunnitella näissä tapauksissa myös paristokäyttöiseksi akkukäyttöisyyden sijaan.

- 30 Erityisen edullisena pidetään sellaista sovellutusmuotoa, jossa ainakin toinen mittauksista, edullisesti molemmat mittaukset, ja kohdesuureen laskenta tehdään rannelaitteen tai

matkapuhelimen ulkopuolella. Tällainen tilanne on esimerkiksi kuvion 5f mukaisessa järjestelmässä, jossa GPS-mittalaite 50f sisältää myös välineet tarvittavan laskennan suorittamiseksi. Tällöin rannelaite tai matkapuhelin toimii oleellisesti vain näyttönä, jolloin sen virrankulutus on erittäin vähäistä verrattuna siihen, että jotkin tai kaikki näistä toimenpiteistä tehtäisiin siinä. Tämä on tärkeää, kun otetaan huomioon, että suoritus voi kestää pitkään ja rannelaitteilla tai matkapuhelimilla on tyypillisesti muitakin virtaa kuluttavia käyttötarkoituksia urheilusuoritusten aikana (esimerkiksi sykkeen mittaaminen tai musiikkitoiminnot), ja nopeuden ja paikan mittaamiseen liittyvät toiminnot ovat tyypillisesti virtaa suhteellisen paljon kuluttavia.

- 10 Satelliittipaikannusjärjestelmän sijasta voidaan käyttää myös maanpäällistä langatonta paikannusjärjestelmää, esimerkiksi tukiasemapohjaista paikannusjärjestelmää.

Jos satelliittipaikannusanturi ja/tai kiihtyvyysanturi sijaitsee eri laiteyksikössä kuin itse päätelaite, esimerkiksi jonkin yllä kuvatun ratkaisun mukaisesti, anturiyksiköiltä voidaan siirtää paikannuksen ja/tai kiihtyvyyssmittauksen tarkkuutta kuvaava virhearvio, tyypillisesti ns. hyvyysluku tai -lukuja päätelaitteelle langattomasti. Päätelaitteessa virhearviona voidaan käyttää suoraan tällaista hyvyyslukua tai jotakin tästä johdettua suuretta.

Hyvyysluku voi mitattavasta suureesta riippuen olla riippuvainen esimerkiksi sensorin tyypistä, mittauspaikasta ja/tai anturin arvoista.

- 20 Erityisesti satelliittipaikannuksen tapauksessa hyvyysluku riippuu vahvasti satelliittipaikannusanturin antaman datan arvoista. GPS-standardin tapauksessa mikäli GPS antaa vain tavallisen NMEA (National Marine Electronics Association) -tiedon, hyvyysluku voidaan laskea seuraavista NMEA-viestissä saatavista arvoista:

1. satelliittien lukumäärä (number of satellites in solution)
- 25 2. geometrian tarkuus estimaatti (horizontal dilution of precision, HDOP)

Mikäli saatavilla, voidaan hyödyntää lisäksi SIRF IV -standardin mukaista arvoa:

3. arvioitu horisontaalivirhe (estimated horizontal position error, EHPE),

jonka perusteella saadaan vielä paremman hyvyysluvun.

Niinpä hyvyysluvun laskemiseksi pitää välittää päätelaitteelle joko erikseen nämä luvut tai vaihtoehtoisesti näiden perusteella laskettu hyvyysluku.

- Kenkäkiihtyvyysanturin, pyöräilykiihtyvyysanturin tai rankekiihtyvyysanturin tapauksessa vain sensorin tyyppi tyypillisesti merkitsee, jolloin toisaalta riittää välittää hyvyysluvun
- 5 sijaan ainoastaan tieto sensorin tyypistä soveltuvana arvona.

Hyvyysluvun laskemiseen tarvittavat arvot tai itse hyvyysluku voidaan välittää soveltuvan radioprotokollan, kuten ANT- tai Bluetooth-protokollan mukaisesti.

Edellä esitettyjen ratkaisujen kombinaatit ja muut kuin yksityiskohtaisesti kuvatut muunnelmät ovat myös mahdollisia.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä mitattavissa olevan kohdesuureen, joko nopeuden tai korkeuden, määrittämiseksi, jossa menetelmässä

mitataan ensimmäistä fysikaalista suuretta ensimmäisen anturin avulla,

5 mitataan toista fysikaalista suuretta toisen anturin avulla,

lasketaan kohdesuureen arvo ensimmäisen ja toisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla,

tunnettu siitä, että kohdesuureen arvon laskenta käsittää seuraavat vaiheet:

10 määritetään estimaatti kohdesuurelle ainakin ensimmäisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla,

määritetään ainakin ensimmäinen virhearvio, joka kuvaa ensimmäisen fysikaalisen suureen mittauksen virhettä, ja

suodatetaan kohdesuureen estimaattia voimakkuudella, joka riippuu sekä ensimmäisestä virhearviosta että mainitun toisen fysikaalisen suureen mittauksesta.

15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lasketaan mainittu estimaatti kohdesuurelle ensimmäisen ja toisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että

määritetään toinen virhearvio, joka kuvaa toisen fysikaalisen suureen mittauksen virhettä, ja

20 suodatetaan kohdesuureen estimaattia voimakkuudella, joka riippuu sekä ensimmäisestä että toisesta virhearviosta.

4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kohdesuureen laskennassa suodatuksen voimakkuutta lisätään ensimmäisen ja/tai toisen fysikaalisen suureen mittauksen virhearvion kasvaessa, ja päinvastoin.

25 5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että

havainnoidaan kohdesuureen muutosnopeutta,

muutetaan suodatuksen voimakkuutta kohdesuureen laskennassa, riippuen siitä mikä on ensimmäisen ja/tai toisen suureen muutosnopeus.

- 5 6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kohdesuureen estimaattia suodatetaan ajassa mukautuvalla suodattimella, jonka suodatusjakson pituus on sovitettu muuttumaan ensimmäisen ja/tai toisen fysikaalisen suureen mittauksessa havaittujen muutosten perusteella.

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että

kohdesuure on nopeus,

- 10 ensimmäinen anturi on satelliittipaikannusanturi, ja

ensimmäinen fysikaalinen suure on joko nopeus, absoluuttinen sijainti tai suhteellinen sijainti.

8. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että

kohdesuure on korkeus,

- 15 ensimmäinen anturi on ilmanpaineanturi, ja

ensimmäinen fysikaalinen suure ilmanpaine.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että

kohdesuure on korkeus,

ensimmäinen anturi on satelliittipaikannusanturi, ja

- 20 ensimmäinen fysikaalinen suure korkeus.

10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että toinen anturi on kiihtyvyyssanturi ja toinen fysikaalinen suure on kiihtyvyys.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että toinen anturi on paineanturi ja toinen fysikaalinen suure on ilmanpaine.

12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se suoritetaan kokonaan tai osittain rannetietokoneessa.
13. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se suoritetaan kokonaan tai osittain matkapuhelimessa.
- 5 14. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se suoritetaan kokonaan tai osittain satelliittipaikannusmoduulissa tai muussa näytöttömässä laitteessa.
15. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se suoritetaan kokonaan tai osittain kannettavassa satelliittipaikannuslaitteessa,
- 10 ulkoilutietokoneessa, veneilytietokoneessa tai muussa näytöllisessä laitteessa.
16. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kohdesuureen estimaattia suodatetaan Kalman-suotimen avulla.
17. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ensimmäinen ja toinen anturi perustuvat eri mittaustekniikoihin, joilla on oleellisesti
- 15 toisistaan poikkeava virheprofiili mittaustaajuuden funktiona.
18. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kohdesuureen estimaatin suodatus toteutetaan siten, että
- määritetään laskentamallin virhearvio, joka kuvaa kuinka hyvin käytetty laskentamalli vastaa todellista tilannetta, ainakin toisen fysikaalisen suureen
- 20 mittauksen avulla, ja
- suodatetaan kohdesuureen estimaattia voimakkuudella, joka riippuu sekä mittauksen virhearviosta että mainitusta laskentamallin virhearviosta.
19. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ainakin kaksi seuraavista sijaitsee erillisissä laiteyksiköissä, jotka on sovitettu kommunikoimaan
- 25 keskenään langattomasti: ensimmäinen anturi, toinen anturi, välineet kohdesuureen arvon laskemiseksi. ja laiteyksikkö, joka sisältää ainakin yhden mainituista anturien on sovitettu välittämään kyseisen anturin avulla tehtävän mittauksen virhearvio tai tämän laskemiseksi tarvittavat tiedot langattomasti laiteyksikölle, joka käsittää välineet kohdesuureen arvon laskemiseksi.

20. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää olosuhdeparametrin, kuten urheilulajin tyyppi, joka voi saada eri arvoja ja jonka arvo edelleen vaikuttaa käytettävään kohdesuureen laskentatapaan.

21. Järjestelmä mitattavissa olevan kohdesuureen, joko nopeuden tai korkeuden, määrittämiseksi, joka järjestelmä käsittää

ensimmäisen anturin ensimmäisen fysikaalisen suureen mittaamiseksi,

toisen anturin toista fysikaalisen suureenmittaamiseksi,

10 välineet kohdesuureen arvon laskemiseksi ensimmäisen ja toisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla,

tunnettu siitä, että välineet kohdesuureen arvon laskemiseksi käsittävät

välineet estimaatin määrittämiseksi kohdesuurelle ainakin ensimmäisen fysikaalisen suureen mittauksen avulla,

15 välineet ainakin ensimmäisen virhearvion määrittämiseksi, joka ensimmäinen virhearvio kuvaa ensimmäisen fysikaalisen suureen mittauksen tarkkuutta, ja

välineet kohdesuureen estimaatin suodattamiseksi voimakkuudella, joka riippuu sekä ensimmäisestä virhearviosta että mainitun toisen fysikaalisen suureen mittauksesta.

20 22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että se on sovitettu suorittamaan jonkin patenttivaatimuksen 1 – 18 mukainen menetelmä.

23. Patenttivaatimuksen 21 tai 22 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että ainakin kaksi seuraavista sijaitsee erillisissä laiteyksiköissä, jotka on sovitettu kommunikoimaan keskenään langattomasti: ensimmäinen anturi, toinen anturi, välineet kohdesuureen arvon
25 laskemiseksi.

24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että toinen laiteyksiköistä on rannelaite tai muu näytöllinen kannettava laite.

25. Patenttivaatimuksen 23 tai 24 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että toinen laiteyksiköistä on satelliittipaikannusmoduuli, ulkoilutietokone, veneilytietokone tai muu näytöllinen laite.
26. Jonkin patenttivaatimuksen 21 - 25 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että
5 jompikumpi tai molemmat anturit, ja valinnaisesti myös välineet kohdesuureen arvon laskemiseksi, sijaitsee näytöttömässä laiteyksikössä.
27. Patenttivaatimuksen 26 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää myös näytöllisen laiteyksikön, jolloin mainittu näytötön laiteyksikkö on sovitettu olemaan langattomassa yhteydessä näytölliseen laiteyksikköön kohdesuureen arvon näyttämiseksi.
- 10 28. Jonkin patenttivaatimuksen 23-27 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että laiteyksikkö, joka sisältää ainakin yhden mainituista anturin on sovitettu välittämään kyseisen anturin avulla tehtävän mittauksen virhearvio tai tämän laskemiseksi tarvittavat tiedot langattomasti.
29. Jonkin patenttivaatimuksen 21 - 27 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että
15 ensimmäinen ja toinen anturi sekä välineet kohdesuureen arvon laskemiseksi sijaitsevat samassa kannettavassa laiteyksikössä.
30. Patenttivaatimuksen 29 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu kannettava laiteyksikkö on rannelaite, matkapuhelin, näytöllinen tai näytötön satelliittipaikannuslaite, ulkoilutietokone, veneilytietokone.

Patentkrav:

1. Förfarande för bestämning av en mätbar objektstorhet, antingen hastighet eller höjd, vid vilket förfarande

en första fysikalisk storhet mäts med hjälp av en första givare,

en andra fysikalisk storhet mäts med hjälp av en andra givare,

objektstorhetens värde beräknas med hjälp av mätningen av den första och den andra fysikaliska storheten,

kännetecknat av att beräkningen av objektstorhetens värde omfattar följande steg:

ett estimat för objektstorheten bestäms åtminstone med hjälp av mätningen av den första fysikaliska storheten,

åtminstone en första feluppskattning bestäms, som representerar den första fysikaliska storhetens mättningsfel, och

objektstorhetens estimat filtreras med en styrka, som är beroende av både den första feluppskattningen och den nämnda andra fysikaliska storhetens mätning.

2. Förfarande enligt krav 1, **kännetecknat** av att nämnda estimat för objektstorheten beräknas med hjälp av mätningen av den första och den andra fysikaliska storheten.

3. Förfarande enligt krav 1 eller 2, **kännetecknat** av att

en andra feluppskattning bestäms, som representerar den andra fysikaliska storhetens mättningsfel, och

objektstorhetens estimat filtreras med en styrka, som är beroende av både den första och den andra feluppskattningen.

4. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att filtreringens styrka ökas vid beräkningen av objektstorheten medan feluppskattningen av den första och/eller den andra fysikaliska storhetens mätning växer, och tvärtom.

5. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att

objektstorhetens ändringshastighet observeras,

filtreringens styrka ändras vid beräkningen av objektstorheten, beroende av vad som är den första och/eller den andra storhetens ändringshastighet.

6. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att objektstorhetens estimat filtreras medelst ett i tid anpassningsbart filter, där filtreringsperiodens längd är anordnad att förändras utgående från de förändringarna som observerats i mätningen av den första och/eller den andra fysikaliska storheten.

7. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att

objektstorheten är hastighet,

den första givaren är en satellitlokaliseringsgivare, och

den första fysikaliska storheten är antingen hastighet, absolut läge eller relativt läge.

8. Förfarande enligt något av kraven 1 – 6, **kännetecknat** av att

objektstorheten är höjd,

den första givaren är en lufttrycksgivare, och

den första fysikaliska storheten är lufttrycket.

9. Förfarande enligt något av kraven 1 – 6, **kännetecknat** av att

objektstorheten är höjd,

den första givaren är en satellitlokaliseringsgivare, och

den första fysikaliska storheten är höjd.

10. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att den andra givaren utgörs av en accelerationsgivare och den andra fysikaliska storheten utgörs av acceleration.

11. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att den andra givaren utgörs av en tryckgivare och den andra fysikaliska storheten utgörs av lufttrycket.
12. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att det helt eller delvis utförs i en armandsdator.
13. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att det helt eller delvis utförs i en mobiltelefon.
14. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att det helt eller delvis utförs i en satellitlokaliseringsmodul eller i någon annan anordning utan display.
15. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att det helt eller delvis utförs i en bärbar satellitlokaliseringsanordning, i en friluftsdator, båt dator eller någon annan anordning med display.
16. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att objektstorhetens estimat filtreras med hjälp av ett Kalman-filter.
17. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att den första och den andra givaren baserar sig på olika mättekniker, som uppvisar en väsentligen från varandra avvikande felprofil som en funktion av mätfrekvensen.
18. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att filtreringen av objektstorhetens estimat realiserar på så sätt, att

en beräkningsmodells feluppskattning bestäms, som beskriver hur bra den använda beräkningsmodellen motsvarar den faktiska situationen, med hjälp av mätning av åtminstone den ena fysikaliska storheten, och

objektstorhetens estimat filteras med en styrka, som är beroende av både mätningens feluppskattning och den nämnda beräkningsmodellens feluppskattning.
19. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att åtminstone två av följande är belägna i separata anordningsenheter, vilka är anordnade för att trådlöst kommunicera med varandra: en första givare, en andra givare, don för beräkningen av objektstorhetens värde, varvid en anordningsenhet som innehåller åtminstone en av de nämnda givarna är anordnad att förmedla behövliga uppgifter om mätningens

feluppskattning som görs med hjälp av givaren ifråga, eller för att beräkna densamma, på ett trådlöst sätt till en anordningsenhet som omfattar don för beräkning av objektstorhetens värde.

20. Förfarande enligt något av de föregående kraven, **kännetecknat** av att det omfattar en förhållandeparameter, såsom typ av idrottsgren, som kan få olika värden och vars värde vidare inverkar på beräkningssättet av objektstorheten som använts.

21. System för bestämning av en mätbar objektstorhet, antingen hastighet eller höjd, vilket system omfattar

en första givare för mätning av en första fysikalisk storhet,

en andra givare för mätning av en andra fysikalisk storhet,

don för beräkning av objektstorhetens värde med hjälp av mätningen av den första och den andra fysikaliska storheten,

kännetecknat av att donen för beräkningen av objektstorhetens värde omfattar

don för bestämning av ett estimat för objektstorheten åtminstone med hjälp av mätningen av den första fysikaliska storheten,

don för bestämning av åtminstone en första feluppskattning, som representerar den första fysikaliska storhetens mätning noggrannhet, och

don för filtrering av objektstorhetens estimat med en styrka, som är beroende av både den första feluppskattningen och den nämnda andra fysikaliska storhetens mätning.

22. System enligt krav 21, **kännetecknat** av att det är anordnat för att utföra förfarandet enligt något av kraven 1 – 18.

23. System enligt krav 21 eller 22, **kännetecknat** av att åtminstone två av följande är belägna i separata anordningsenheter, vilka är anordnade att trådlöst kommunicera med varandra: en första givare, en andra givare, don för beräkning av objektstorhetens värde.

24. System enligt krav 23, **kännetecknat** av att den ena av anordningsenheterna utgörs av en armbandsanordning eller någon annan bärbar anordning med display.

25. System enligt krav 23 eller 24, **kännetecknat** av att den andra av anordningsenheterna utgörs av en satellitlokaliseringsmodul, en friluftsdator, en båt dator eller någon annan anordning med display.
26. System enligt något av kraven 21 – 25, **kännetecknat** av att någondera eller båda givarna, och alternativt även donen för beräkningen av objektstorhetens värde, är belägna i en anordningsenhet utan display.
27. System enligt krav 26, **kännetecknat** av att det omfattar även en anordningsenhet med display, varvid nämnda anordningsenhet utan display är anordnad att vara i trådlös förbindelse med anordningsenheten med display, för visande av objektstorhetens värde.
28. System enligt något av kraven 23 – 27, **kännetecknat** av att anordningsenheten, som innehåller åtminstone en av de nämnda givarna, är anordnad för att förmedla mätningens feluppskattning som görs med hjälp av givaren ifråga, eller uppgifter som behövs för beräkningen av densamma, på ett trådlöst sätt.
29. System enligt något av kraven 21 – 27, **kännetecknat** av att den första och den andra givaren samt donen för beräkningen av objektstorhetens värde är belägna i samma bärbara anordningsenhet.
30. System enligt krav 29, **kännetecknat** av att nämnda bärbara anordningsenheten utgörs av en armbandsanordning, en mobiltelefon, en satellitlokaliseringsanordning med eller utan display, en friluftsdator, en båt dator.

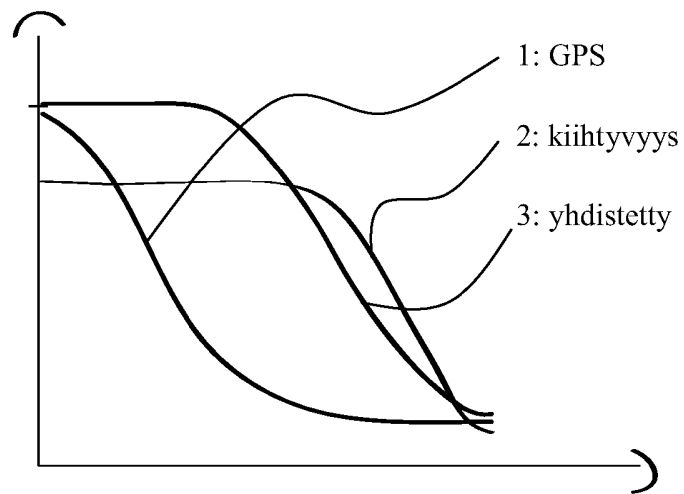


Fig. 1

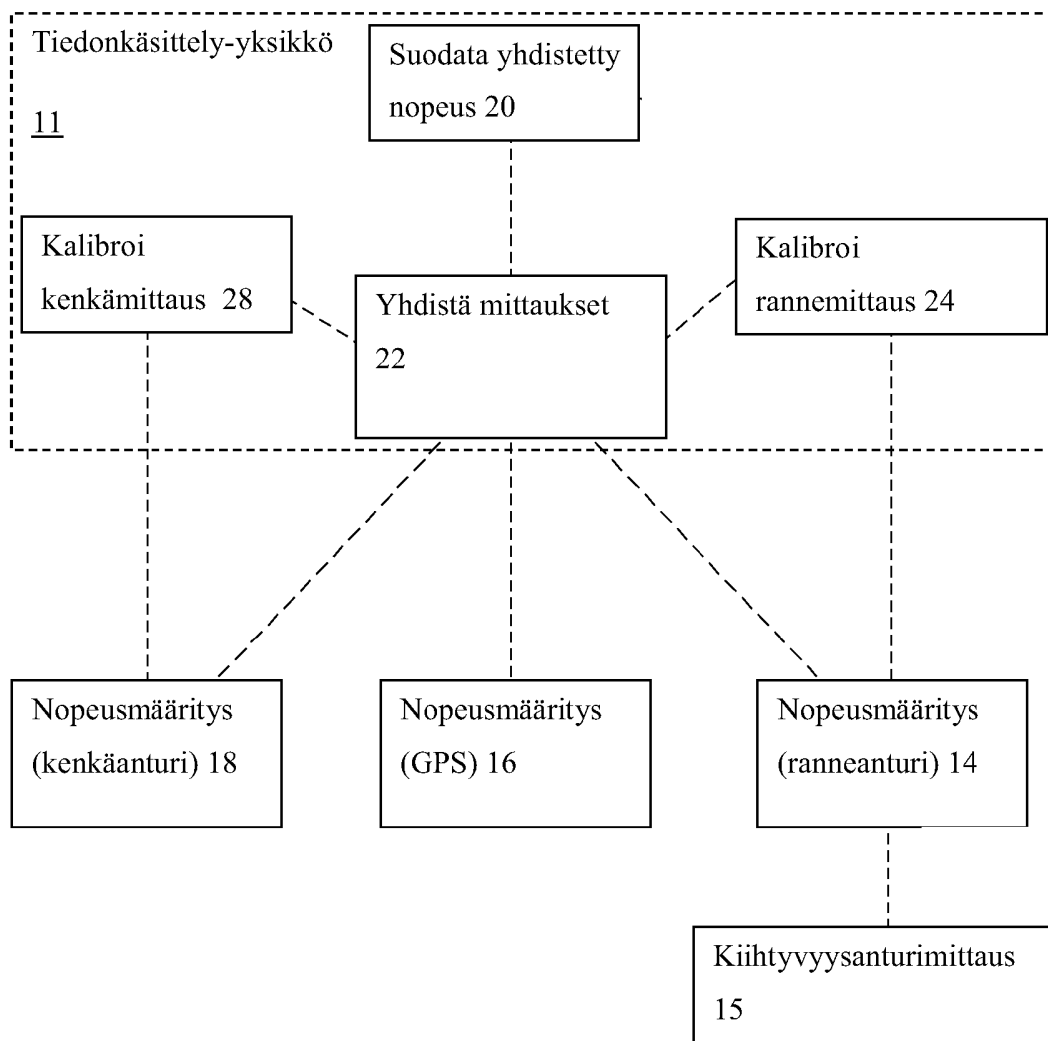


Fig. 2

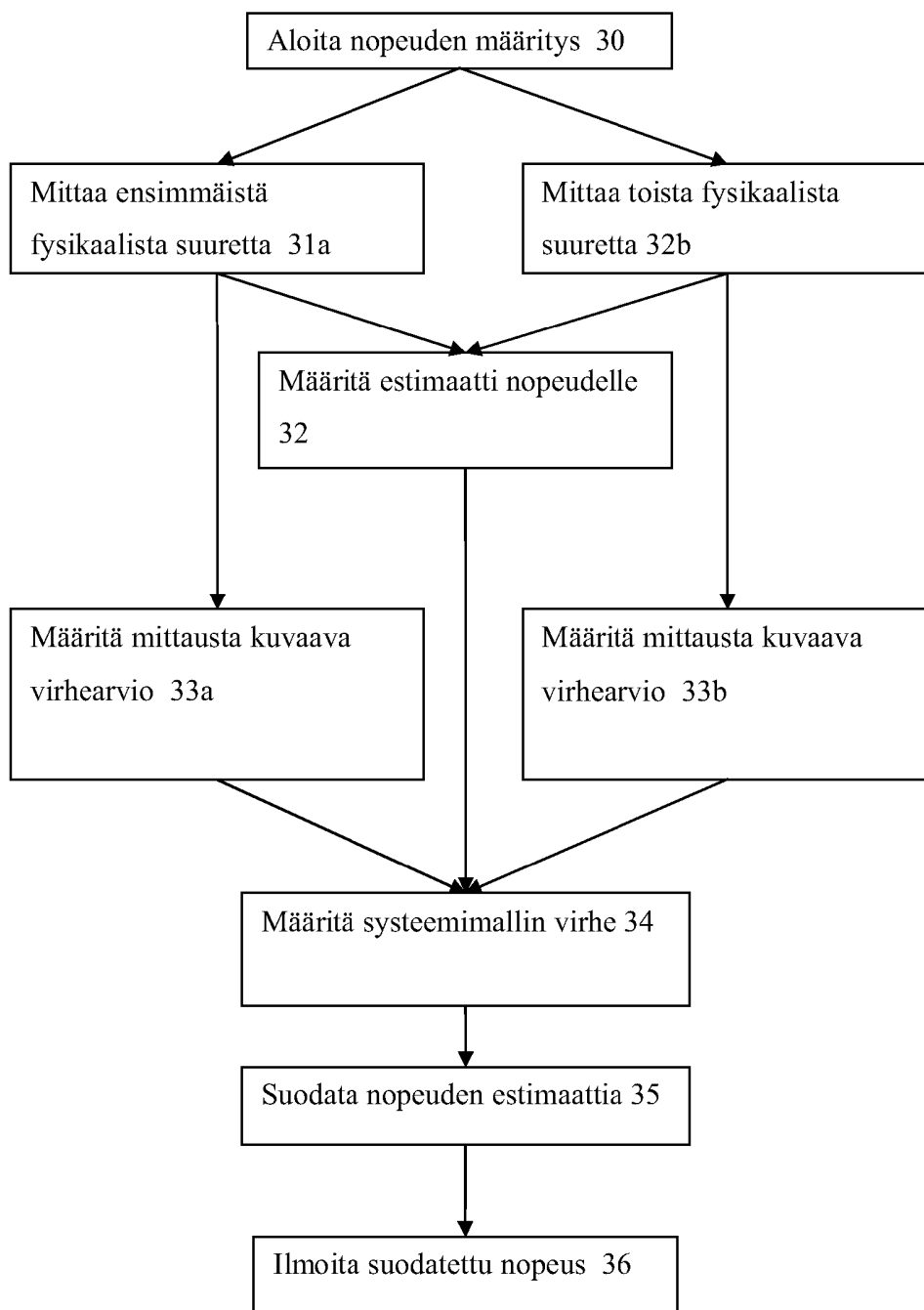


Fig. 3

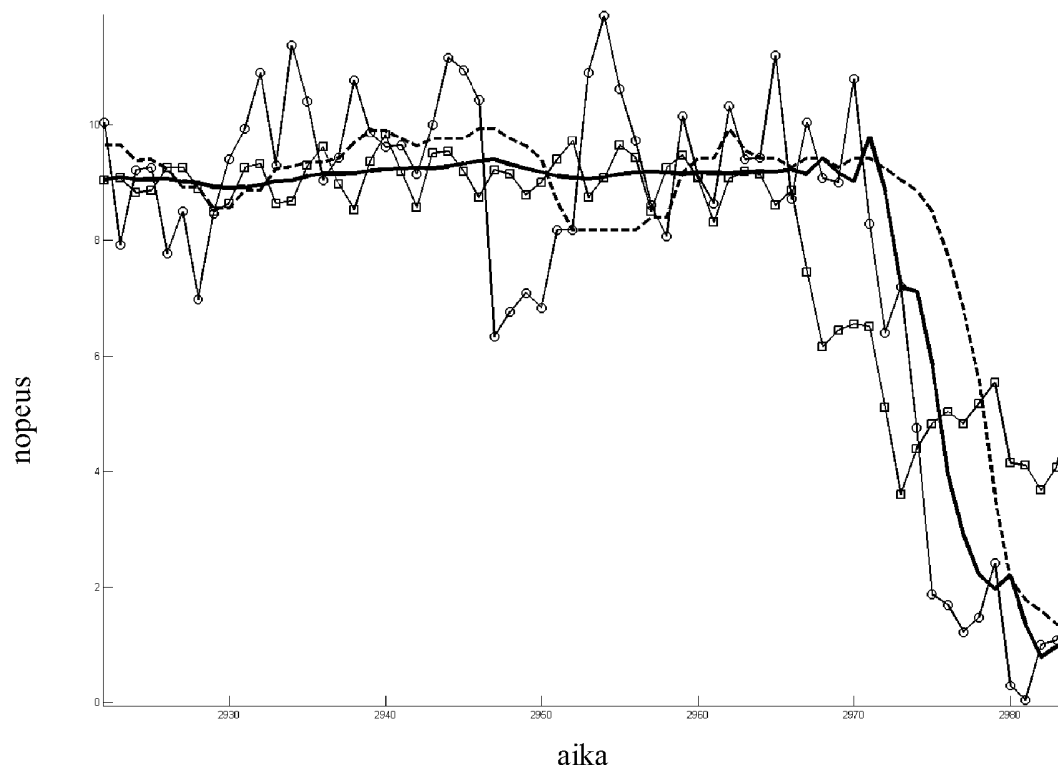


Fig. 4

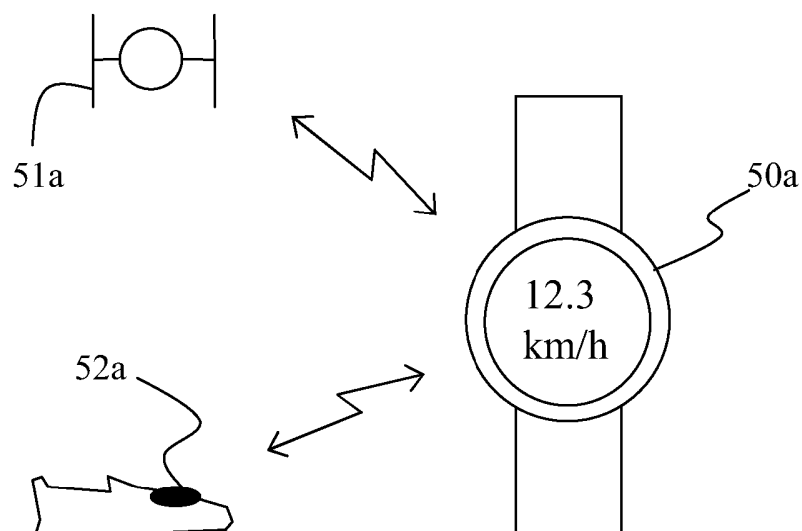


Fig. 5a

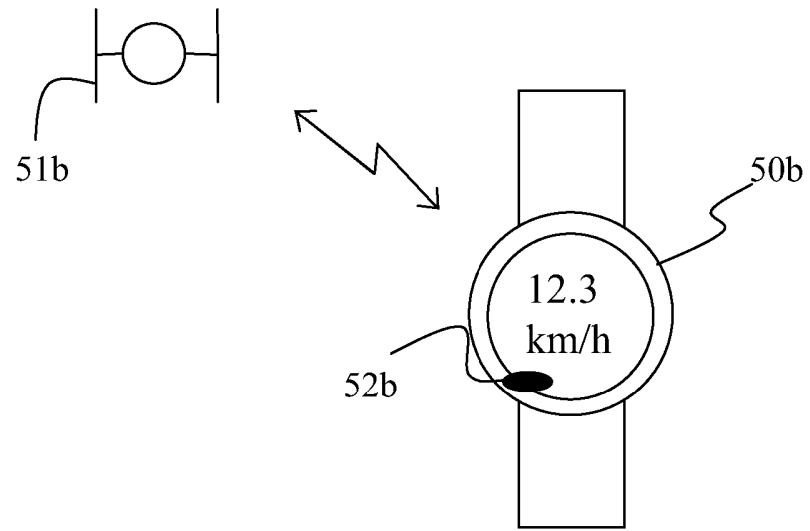


Fig. 5b

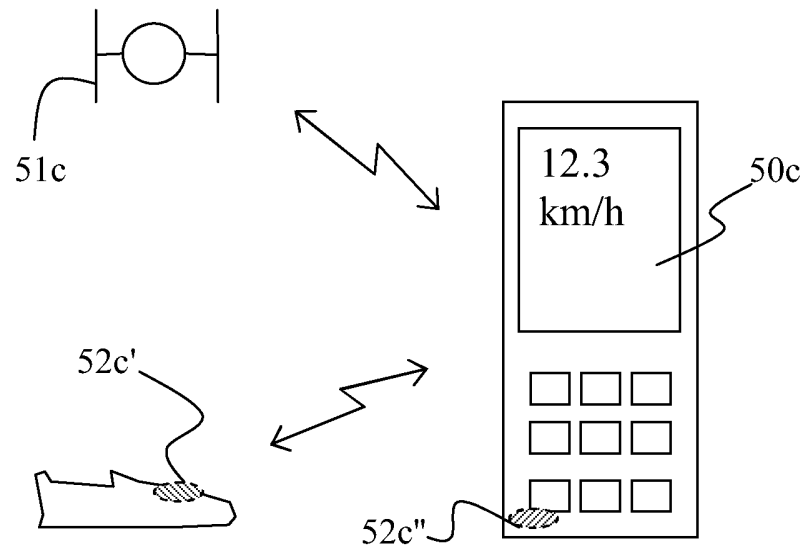


Fig. 5c

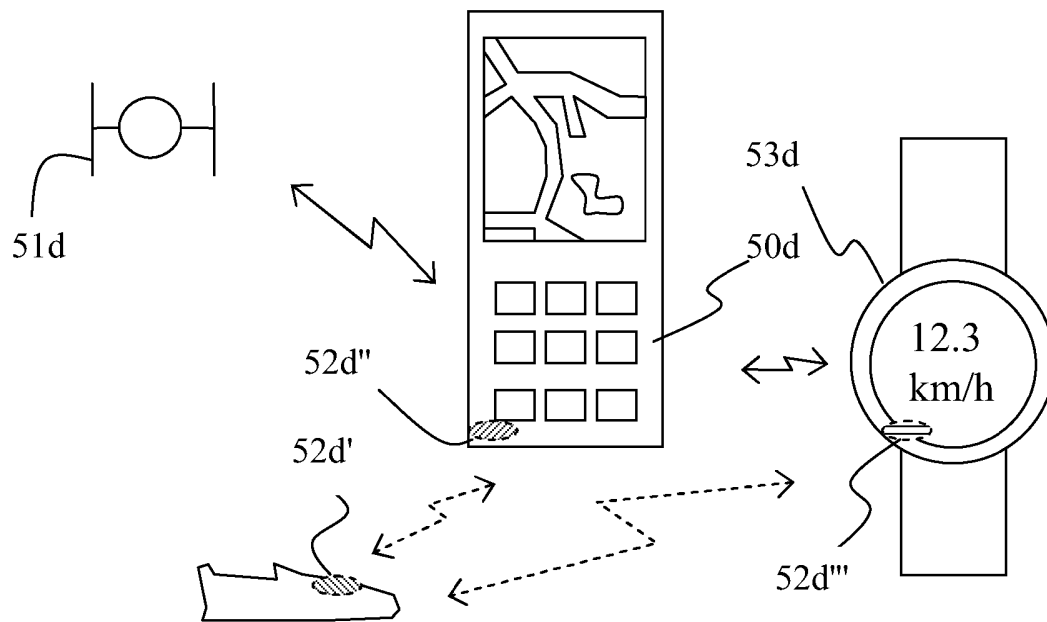


Fig. 5d

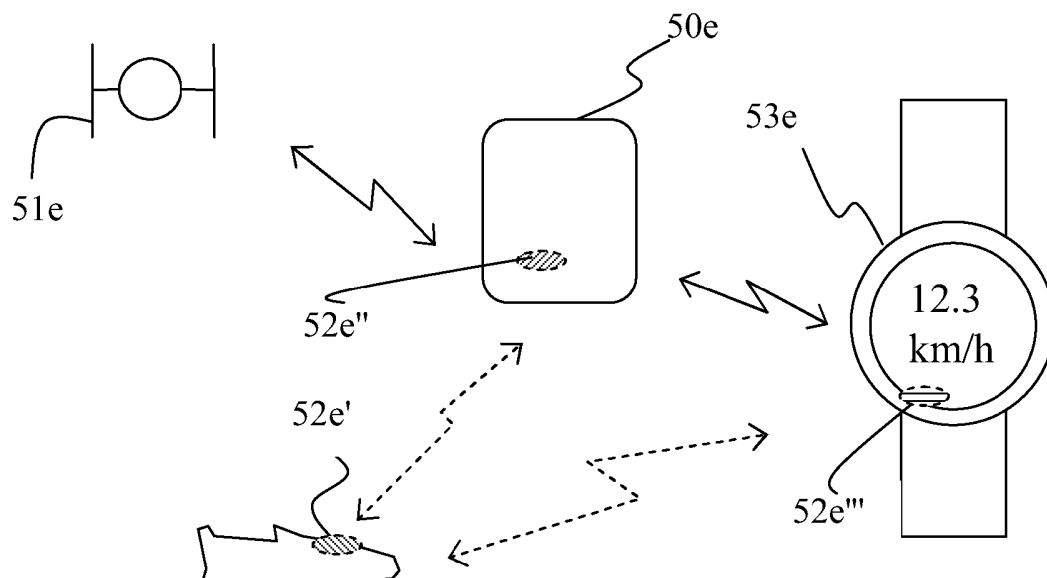


Fig. 5e

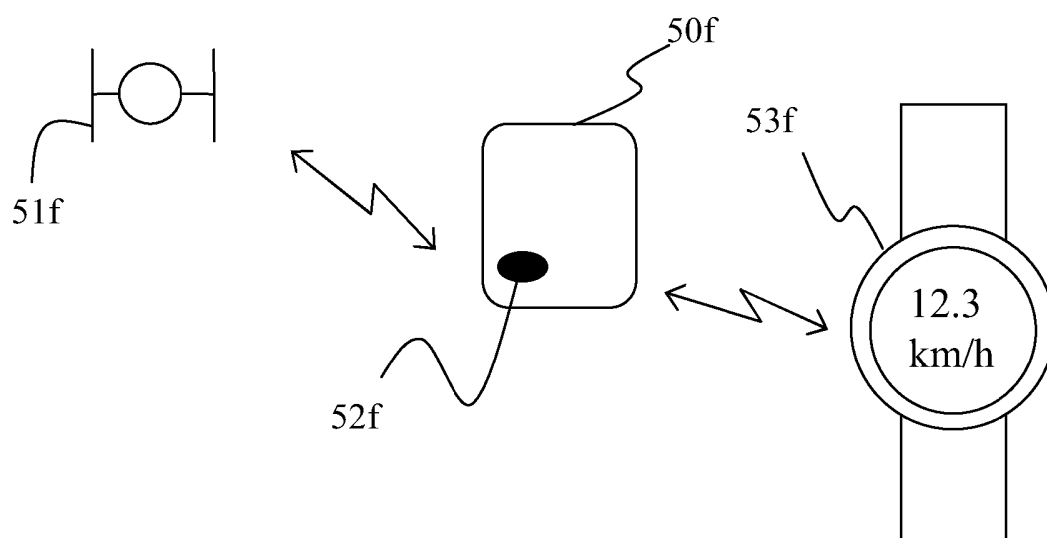


Fig. 5f