

NAVI-ohjelma tunnustelee paikannuksen tulevaisuutta

Mobiilipaikannus ja paikantavat päätelaitteet



Positioning and location services

Evolving positioning technology can be integrated in smart mobile terminals. Location services together with mobile multimedia services offer new experiences of enhanced everyday life.

Personal Navigation NAVI 2000–2002 is an R&D programme investigating the possibilities of positioning technology, related user needs, the regulatory framework and the service architecture. The market of navigation services, applications and instruments is increasing as technology becomes user-friendlier.

The different concepts like satellite positioning and cellular network positioning are competing. In parallel there is competition between the service concepts like the stand-alone applications versus the network services in pull or push mode. The location service of mobile phones has already played a key role in search and rescue operations. There is no doubt that location-based services will open an interesting future for our daily work and leisure time.

The NAVI program funded by TEKES (the National Technology Agency). The contact person for the project is Antti Rainio (antti.rainio@navinova.com).



Kuva: Blaupunkt

Paikannus osana mobiilisovelluksia ja -palveluja kiinnostaa, sillä se tuo ulottuville jotain ennenkokematonta. Autonavigointilaitte pyytää kääntymään seuraavassa risteyksessä oikealle. Matkapuhelin löytää lähimmän auki olevan apteekin. Lapsen saapuminen koulusta kotiin kuittautuu automaattisella tekstiviestillä. Monet työhön ja vapaa-aikaan liittyvät tapahtumat saavat paikannuksesta uutta tehokkuutta, turvallisuutta ja maustetta.

Perinteisen autonavigoinnin rinnalla on nopeasti kehittynyt pieniin mobiililaitteisiin perustuva henkilökohtainen navigointi. Paikannukseen perustuvat palvelut (LBS, Location-based Services) ovat osa teleoperaattorien mobiiliportaaleja ja kämmenkoneista löytyy esiasennettuna muun muassa karttasovelluksia.

Henkilökohtainen navigointi-ohjelmassa (NAVI) on tutkittu paikannukseen perustuvien palvelujen säädöspuitteita ja eettisiä reuna-ahoja, laitteiden ja pal-

velujen käytettävyyttä sekä palveluarkkitehtuuria ja standardeja. Tutkimuksen ohella on pilotoitu tulevia palveluja ja selvitetty myös paikannusteknologian tulevaisuutta ja mahdollisuuksia sekä markkinoiden kehityspiirteitä.

Paikannuksen menetelmät kehittyvät

Paikannuksen merkitys kasvaa, kun sen käyttömahdollisuuksia on alettu tiedostaa. Satelliitti- ja verkkopaikannus ottavat vielä mittaa toisistaan ja niiden tark-

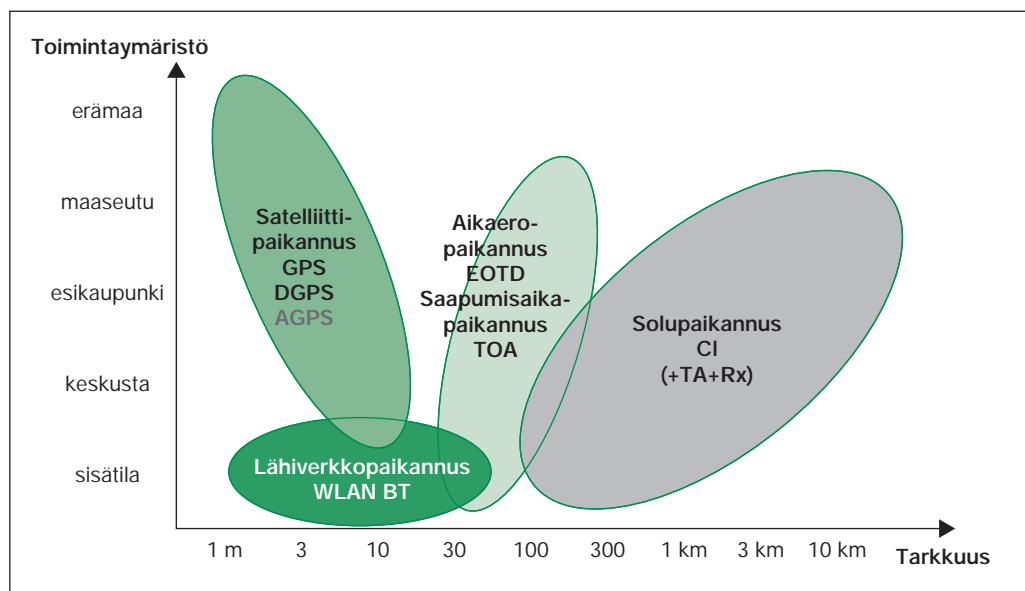
kuus, luotettavuus ja käytettävyys paranevat jatkuvasti.

Verkkopaikannuksen puolesta puhuvat suuret matkapuhelinten käyttäjämassat, joille potentiaalisesti voidaan tarjota paikannukseen perustuvia mobiilipalveluja. Satelliittipaikannuksen puolesta puhuu hyvä paikannustarkkuus, mutta ongelmia ovat yhä virrankulutus, käynnistymisen hitaus ja paikannuksen toimivuus kaupunkiympäristössä.

Sijaintitieto voidaan laskea joko käyttäjän päätelaitteessa tai verkon palvelimessa. Päätelaitteen puolesta puhuvat prosessin hajauttaminen ja käyttäjän potentiaalinen oma kontrolli paikannukseen ja sijaintitiedon käyttöön. Verkon palvelimen puolesta puhuvat nykykäytännöt ja olemassa oleva matkapuhelinkanta.

Verkkopaikannus

Matkapuhelinverkko ylläpitää paikannustietoa jatkuvasti tuki-



Paikannusmenetelmien käyttökelpoisuus ja tarkkuus vaihtelevat eri toimintaympäristöissä.

The availability and the accuracy of positioning vary from one environment to another.

asemaryhmän tarkkuudella puhelimen ollessa auki ja solun tarkkuudella puhelun ollessa kytkettynä. Erityisen paikannuspalvelimen avulla matkapuhelin voidaan paikantaa puhelua kytkemättä esimerkiksi tekstiviestin lähetyksen tai GPRS-paketin siirtämisen yhteydessä tai muutoin haluttaessa tietää puhelimen sijainti.

Verkkopaikannukseen liittyy kapasiteettirajoituksia, joten erityisesti puhelimen jatkuva seuraaminen vaatii merkittävästi verkon resursseja ja lienee käytännössä mahdotonta toteuttaa kaupallisena palveluna.

Yleisimmin esiintyvät, standardinmukaiset verkkopaikannusmenetelmät ovat solupaikannus (CI), solupaikannus täydennettynä ajastusennakko- ja signaalin voimakkuustiedoilla (CI+TA+Rx), saapumisaikapaikannus (TOA) sekä aikaeropaikannus (EOTD).

Verkkopaikannusmenetelmien tarkkuus vaihtelee solukoon mukaan ja on solupaikannuksen kohdalla parista sadasta metrillä useaan kilometriin. Erityisillä menetelmillä päästään 50–200 metrin tarkkuuteen ja kolmannen sukupolven verkoissa päästään tätäkin parempaan.

Solupaikannus

GSM-verkkojen osalta on pitäydty solupaikannukseen (CI, Cell Identification). Operaattorien verkot koostuvat yleensä useiden eri toimittajien komponenteista, mikä on asettanut haasteita ajastusennakkotietojen (TA, Timing Advance) ja signaalin voimakkuustasotietojen (Rx, signal level) käyttöön-

sa paikannustarkkuuden parantamiseksi.

Usean tukiaseman tiedot voidaan määrittää matkapuhelimessa vain erityisellä ohjelmistolla. Verkkopaikannuksen parantaminen on tältä osin jäänyt kokeiluasteelle, kun nykyiset puhelimet ja SIM-kortit tukevat pääsääntöisesti vain yhden tukiaseman tietoihin perustuvaa solupaikannusta.

Solupaikannuksen tehokas hyödyntäminen edellyttää erityisen paikannuspalvelinohjelmiston (Location Server ja GMLC, Gateway Mobile Location Center) liittämistä verkkoon. Palvelinsovelluksia tarjoavat sekä useimmat verkkotoimittajat että asiaan erikoistuneet yritykset.

Käytännössä kyseessä on miljoonainvestointi ja toistaiseksi paikannusratkaisu lienee käytössä noin 20–30 operaattorilla Euroopassa. Japanissa solupaikannus on kaupallisessa käytössä kaikilla operaattoreilla ja Yhdysvalloissa useimmilla operaattoreilla hätäpuhelujen paikantamisvelvoitteen vuoksi.

Aikaeropaikannus

Lähinnä Yhdysvaltojen säädöksiin hätäpuhelujen paikantamiseksi sisältyvät metriset tarkkuusvaatimukset ovat synnyttäneet joukon verkkopaikannusmenetelmiä, joiden käyttöönotosta Euroopassa ei ole varmuutta.

Keskeisimmät menetelmät ovat signaalien aikaeromittaus (EOTD, Enhanced Observed Time Difference) ja signaalin saapumishetken havainnointiin perustuva saapumisaikamittaus

(TOA, Time of Arrival). Molemmat menetelmät edellyttäisivät operaattoreilta matkapuhelinverkkoon investointeja. Näköpiirissä on aikaeromittaukseen myös vaihtoehto, jossa päätelaitteet keräävät ja toimittavat paikannusta tukevaa aikaeroinformaatiota. Aikaeromittauksen käyttöönoton esteenä on, että vanha matkapuhelinkanta ei pysty sitä tukemaan.

3G-paikannus

Kolmannen sukupolven verkoissa paikannus on luultavasti lähtökohtaisesti mukana, vaikka se ei ehtinytkään aikanaan standardointiprosessiin. Etäisyys tukiasemaan tunnetaan paremmin, sillä ajastusennakko toimii 80 metrin askelin (RTT, Round Trip Time), kun se GSM-verkossa on 550 metriä.

3G:n yhteydessä on menetelmänä esitelty aikaeromittausta (OTDOA, Observed Time Difference of Arrival), jossa tukiasemien kuuluvuutta parannetaan toisia tukiasemia hetkellisesti vaimentamalla (IPDL, Idle Periodic Down Link). Simulaatioiden perusteella ennakoidaan menetelmälle muutaman kymmenen metrin tarkkuutta.

Korrelaatiopaikannus

Tutkimushankkeiden parhaat mittaustulokset on saatu verkkopaikannusmenetelmillä, jotka perustuvat signaalivoimakkuuksien kartoitukseen. Päätelaitteen signaalihavaintoa (fingerprint) verrataan sitten laadittuun signaalikarttaan.

Näillä korrelaatiomenetelmillä, joiden laskenta-algoritmit poikkeavat hieman toisistaan,

päästään 30–50 metrin tarkkuuteen ennalta mitatuissa kaupunkiympäristöissä ulkona. Sisätilojen kartoittaminen etukäteen onkin jo kertaluokkaa työläämpi tehtävä. Päätelaitteen peräkkäisillä havainnoilla voidaan saada liikkuvien kohteiden seurantaan huomattavaa lisätarkkuutta.

Satelliittipaikannus

Satelliittipaikannus perustuu paikannussatelliittien lähettämien ratatietosignaalien vastaanottoon ja vastaanottimen sijainnin laskemiseen satelliittien etäisyyksien perusteella. Rata-tietojen vastaanotto kestää hyvissä oloissa noin 20 sekuntia, jonka jälkeen sijainti lasketaan nykylaitteiden kapasiteetilla tyypillisesti vähintään kerran sekunnissa.

Satelliittipaikannuksen menetelmät ovat GPS, differentiaalinen GPS, DGPS sekä avustettu GPS, AGPS. Satelliittipaikannus on menetelmänä vakiintunut GPS-järjestelmän (Global Positioning System) laajan käytön myötä. Lähinnä hätäpuhelujen paikannusvaatimusten vuoksi Yhdysvaltojen puolustushallinto on vuoden 2000 keväästä lähtien lakannut rajoittamasta (SA, Selective Availability) paikannustarkkuutta siviilikäyttöön saatavilla olevan signaalin osalta.

GPS-paikannuksen tarkkuus on hyvissä olosuhteissa 10 metriä, mutta muun muassa kaupungeissa signaalin heijastuminen rakennuksista heikentää tarkkuutta. Kehitteillä oleva eurooppalainen Galileo-järjestelmä tulee aikanaan tarjoamaan siviilikäyttöön kaksi rinnakkaisista koodia, jolloin paikannuksen tarkkuus paranee. GPS-järjestelmässä rinnakkaiset koodit ovat olleet sotilaskäytössä alusta lähtien.

Differentiaalinen GPS

Differentiaalisessa satelliittipaikannuksessa (DGPS, Differential GPS) tarkkuutta on voitu parantaa mittausasemien tuottamien korjaustietojen reaaliaikaisella välityksellä. Kyse on lähinnä ilmakehän aiheuttamien virheiden eliminoinimisesta.

Menetelmällä päästään hyvissä olosuhteissa noin 2 metrin tarkkuuteen, mutta vain osa GPS-vastaanottimista tukee menetelmää. Korjaustiedot välitetään radioteitse joko paikallisesti linkkimastojen avulla tai laajemmille alueille satelliittien kautta.

Osin kehitteillä olevat järjestelmät ovat Yhdysvalloissa WAAS, Wide Area Augmentation System, Japanissa MSAS ja

Euroopassa EGNOS, European Geostationary Navigation Overlay System. Näiden satelliittien tukisignaalin kuuluvuus on ongelma erityisesti pohjoisilla leveysasteilla, joten korjaustietojen välittämistä IP-verkon välityksellä myös mobiilisti tutkitaan.

Avustettu GPS

Satelliittipaikannuksen ongelma on signaalien heikko havaittavuus erityisesti kaupunki- ja sisätiloissa. GPS-laitteiden keskeinen tekninen ongelma on ollut suuri virrankulutus – nykyisin noin 100 mA. Jotta sijaintitieto olisi tarvittaessa nopeasti käytettävissä, on laitteen oltava jatkuvasti toiminnassa.

Matkaviestinverkon avustaman satelliittipaikannuksen (AGPS, Assisted GPS) uskotaan ratkaisevan virrankulutukseen ja paikannuksen hitauteen sekä osin myös heikkoihin satelliittisignaaleihin liittyvät ongelmat. Standardin mukaan matkapuhelinverkko välittää solulähetyksenä (cell broadcasting) tehokkaasti satelliittien ratatiedot ja optiona myös korjaustiedot.

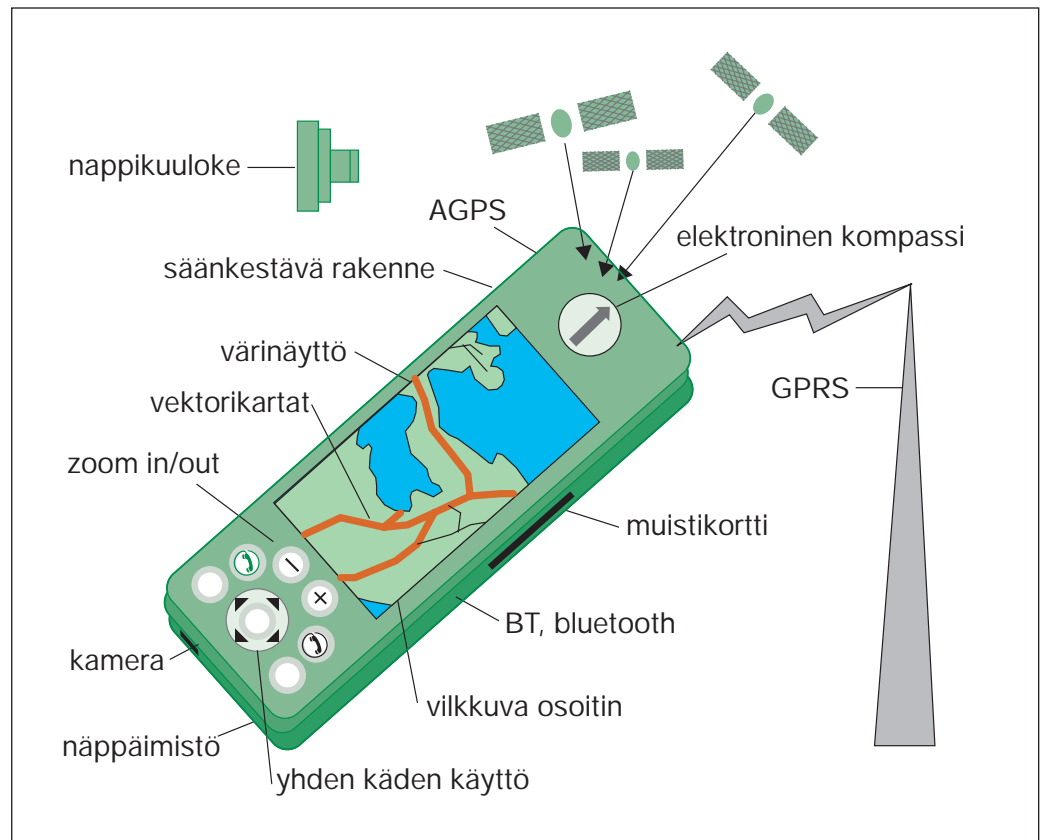
AGPS voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa niin, että vastaanotin jalostaa näytteen satelliittisignaalia ja lähettää sen paikannuspalvelimelle. Avustetun GPS:n osalta paikannus lasketaan siis vaihtoehtoisesti päätelaitteessa (handset-based) tai verkon palvelimessa (network-based).

Satelliittipaikannuksen tueksi voidaan toteuttaa GPS-pseudoliittien virittämä paikannussignaaliarjonta. Kiinteästi asennettuja pseudoliitteja on kehitetty lähinnä lentokoneiden korkeussijaintitarkkuuden parantamiseen lentokenttien läheisyydessä, mutta niitä voitaisiin käyttää myös kaupunkiympäristössä ja sisätiloissa. Pseudoliittien avulla saavutettava paikannuksen tarkkuus lienee hyvissä olosuhteissa noin metri.

Lähipaikannus

Langattomat lähiverkot yleistyvät nopeasti toimistoissa, hotelleissa, liikenneterminaaleissa ja muissa julkisissa tiloissa – mutta myös kaupunkien keskustoissa. Bluetooth-teknologia tarjoaa myös mahdollisuuden paikantaa kytkeytyvä laite kantaman tarkkuudella. Muita vaihtoehtoja ovat infra- ja ultraäänipaikannus sekä RF-tunnistimien käyttö.

Langattoman lähiverkon (WLAN, Wireless Local Area Network) uudeksi palveluksi on kehitetty paikannusmenetelmiä, jotka perustuvat lähinnä verkon signaalikentän mittausten avulla



Multimediapuhelimeen sisältyy tulevaisuudessa ominaisuuksia, jotka tekevät laitteesta täysiverisen navigaattorin.

In the future a multimedia phone will include functions by which it will become a real navigator.

tuotettuun malliin. Menetelmä nä kyseessä on verkkopaikannuksen korrelaatiomenetelmä, jonka tarkkuus on langattomassa lähiverkossa parhaimmillaan noin kaksi metriä.

Bluetooth on lyhyen kantaman radiotekniikka, jota voidaan soveltaa myös lähi-informaation jakelussa, opastuksessa ja paikannuksessa. Osana Bluetooth-standardointia määritetään erityistä paikannusprofiilia (Local positioning profile). Bluetooth-linkin kantama on noin 10 metriä, mikä on samalla ”solupaikannuksen” tarkkuus. Tarkkuutta voidaan parantaa edellä kuvatun lähiverkkopaikannuksen periaattein.

Teollisuus- ja studioympäristöihin on kehitetty ultraääneen perustuvaa paikannusta. Menetelmä muistuttaa pseudoliittipaikannusta, mutta radiolähetteen sijaan moduloidaan ultraääneen koodaus, joka vastaanotetaan mikrofonilla ja analysoidaan laskennallisesti kuten satelliittipaikannuksessa.

Ääniaaltojen hitaan etenemisen vuoksi ultraäänipaikannuksella päästään helposti sentti- ja millimetritarkkuuksiin. Tehtävään soveltuvat tavalliset, hal-

vat kaiuttimet ja mikrofonit ja periaatteessa matkapuhelin tai muu mobiililaitte voitaisiin mikrofoninsa avulla paikantaa, mikäli laitteessa olisi sijainnin laskentaan soveltuva ohjelmisto.

Infrapun avulla voidaan nopeasti siirtää dataa moniin mobiililaitteisiin. Infrapunaa on kehitetty myös paikannuskäytössä, jolloin infrapunalinkki siirtää sijaintitiedon päätelaitteeseen, samaan tapaan kuin Bluetooth-linkki. Tiedonsiirto edellyttää esteetöntä näkyvyyttä ja erityistä ohjelmistoa päätelaitteessa.

Lyhyen kantaman radioläheteellä aktivoitavia RF-tunnistimia käytetään paikannukseen (mm. RTLS, Real Time Location System). Tulevaisuudessa tunnistimet voivat aktivoitua lähettää sijaintitiedon käyttäjän päätelaitteeseen. Periaatteessa päätelaitteena voisi olla matkapuhelin, joka pystyisi aktivoimaan tunnistimen jopa viiden metrin etäisyydeltä. Teknologia on vielä kehitysvaiheessa eikä sen käytöstä paikannukseen ole mitään päätöksiä.

Hybridipaikannus

Eri paikannusmenetelmillä on omat heikkoutensa ja vahvu-

tensa. Suurin ongelma on signaalien heijastuminen eli niin sanottu monitie-eteneminen. Parhaaseen tulokseen päästäisiin hybridipaikannuksella, joka tarkoittaa useiden menetelmien yhdistämistä.

Paikannussatelliittien ja matkapuhelinverkon signaalien ohjela voitaisiin käyttää paikallisia langattomia lähiverkkoja, mutta myös yleisradiotaajuuksien digitaalisia lähetetteitä. Hybridipaikannuksen toteuttaminen päätelaitteissa vaatii käytännössä useiden eri antennien integroimista vastaanottimeen.

Paikantavat päätelaitteet

Mobiilipäätelaitteet ovat nopean kehityksen kohteena. Matkaviestimet alkavat muistuttaa yhä enemmän kämmenietokoneita ja päinvastoin. Prosessointivoima, muistikapasiteetti ja tiedonsiirtonopeudet kasvavat. Virrankulutus on kuitenkin ollut pullonkaulana ei vain GPS:n vaan myös värinäyttöjen ja tehokkaiden prosessorien hyödyntämisessä.

Matkaviestimien ja muiden mobiililaitteiden monipuolistuminen on asettanut perinteiset paikantavat päätelaitteet kuten GPS-navigaattorit ja autonavigaattorit kilpailutilanteeseen. Mikäli paikannusta ei ole integroitu itse mobiililaitteeseen, se voidaan varsin kätevästi saada käyttöön lisälaitteen tai paikannuspalvelun avulla.

