

Suomi testaamaan robottiliikennettä

Kuva: Rolls-Royce



Suomessa kokeillaan jo ensimmäisiä itsestään kulkevia robottiajoneuvoja mutta jatkossa myös suomalaiset rahtialukset tulevat kulkemaan tekoälyohjauksessa. Uudenlainen robottiautomaatio tulee näkymään myös raitteilla, metsissä ja kaivoksissa. Jopa lentolaitteisiin tulee robotiikkaa.

UT HENRIK SNELLMAN
toimitus@uusiteknologia.fi

Liikennevirasto käynnistää meriliikennettä koskevan älyväyläkokeilun vuoden 2017 alkupuolella. Tavoitteena on koejärjestelmä, jossa meriväylä kertoo käyttäjille tiedot valitsevista olosuhteista. Lisäksi väylä voi tiettyssä määrin ottaa huomioon väylän käyttäjän tarpeita.

Ensi vuoden alussa alkava kokeellinen vaihe kestää arviolta pari vuotta. Sinä aikana testataan ja kokeillaan erilaisia palveluita ja reaaliaikaisia tilannekuvavertailuja merellä liikkuvissa aluksissa sekä liikenteenohjauksen maa-aseilla olevissa järjestelmissä.

Rakentamiseen uusia tuuli

Älyväyläratkaisut ja konehuoneiden automatisointi etävalvontaa mah-

dollistavat lähitulevaisuudessa kauko-ohjattujen rahtilaivojen käyttöön.

Suomessa laajalti toimiva brittiläinen Rolls-Royce arvioi kauko-ohjattavien rahtialusten tulevan käyttöön vuoteen 2020 mennessä. Täysin autonomisten rahtilaivojen yhtiö uskoo tulevan pian tämän jälkeen.

"Autonominen meriliikenne on meriteollisuuden tulevaisuus", kertoo Rolls-Royce-yhtiön Marine Division -yksikön johtaja Mikael Mäkinen. Yrityksellä on laajaa toimintaa Suomessa.

Yhtiö suorittaa jo käytännön koikeita Suomessa erilaisissa sää- ja käyttöolosuhteissa AAWA-ohjelmalla (Advanced Autonomous Waterborne Applications). Tekes rahoittaa ensi vuonna päättyvää projektia 6,6 miljoonalla eurolla. Se on osa

laajempaa miehittämättömien laivojen kehitystyötä.

Meriautomaatioon erikoistunut Valmet tarjoaa kehitystyöhön omaa DNA-ohjausratkaisuaan joka on täysin integroitu hallinta-, hälytys- ja valvontaratkaisu.

Kun Turun telakan ostanut ostanut Meyer Werft saadaan vielä mukaan tekemään tulevaisuuden robottilaivoja niin suomalaisen meriteollisuuden tulevaisuus näyttää lupaavalta. Ei myöskään sovi unohtaa arktisten olosuhteiden osaamista. Robotiikalla on paljon annettavaa sekä jäänmurtajia että muissa erikoislaivosovelluksissa.

Työkoneissa paljon tekoälyä

Suomalaista liikkuvaa robotiikkaa analysoitaessa huomio kannattaa

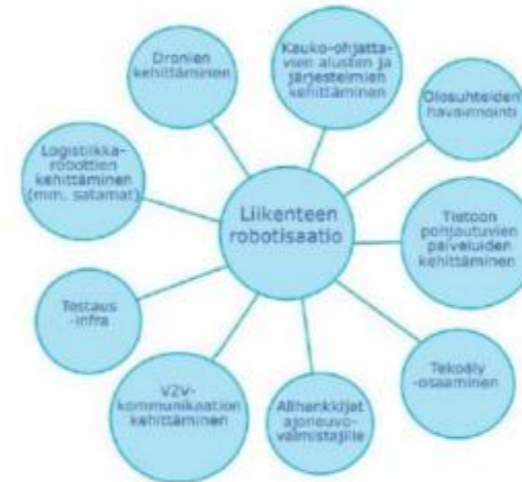
kiinnittää myös työkonesektoriin, joka Suomen osalta on erittäin merkittävä ja koostuu useista yrityksistä.

Hyvä esimerkki suomalaisesta osaamisesta on metsäharvesteri, joita tekevät ainakin Ponsse ja John Deere Forestry.

Harvestereiden kehittämät tietojärjestelmät kattavat koneenohjauksen ja työnhallintajärjestelmät. Ne tarjoavat apua puunhankintaan. Lisäksi puunkorjuuta- ja logistiikkatietojen hyödyntämistä voidaan testata harvestereiden ja kuormatraktorien simulaattoreilla.

Satamien vahvoja nimiä ovat Konecranes ja Cargotec, mutta tunnettuja ovat myös Sandvik-Tamrock, Metso Minerals ja Normet. Tietotekniikkaa hyödynnetään niissä jo laajalti, joten laajempi automatisointi on tuttua.

Raideliikenteen automatisointi sen sijaan takkuaa. Pääkaupungin kaavan väestömäärä ja liikennetiheys olisi edellyttänyt automatisoitua metroa, mutta lopputuloksena syntyy varsin perinteinen metrojär-



Suomen älykkään liikenteen ekosysteemin osat. Lähde: Trafi
The ecosystem parts of the intelligent traffic in Finland.

Autoilusta vaivattomampaa

Autovalmistajat ovat kehittäneet jo laajalti kuljettajaa tukevia automaatio- ja turvajärjestelmiä. Niitä ovat esimerkiksi kaistavahdit ja törmäystestit estävät tutkat.

Autovalmistajien lopullinen ta-

voite on tarjota täysin itsenäinen robottiauto jossa tekoäly hoitaa ajamisen liittyvät toiminnot navigoinnin lisäksi.

Erityisen paljon robottiautoihin pohjoismaissa panostaa Volvo, joka teetä ensimmäisiä malleja jo maailmalla. Yhtiö on sopinut kuljetuspalvelu Uberin kanssa myös robottiauton kehittämisestä.

Amerikkalainen sähköautovalmistaja Tesla on ollut julkisuudessa esillä autojensa automaattitoimintojen ongelmatilanteiden takia. Yritys aikoo jatkaa automaattitoimintojen kehitystyötään ja tarjota aikanaan myös laajempaa robottiajojärjestelmää.

Mukana on kahdeksan kameraa, jotka tarjoavat 360 asteen näkymän auton ympäristöstä 250 metrin saakka.

Järjestelmää täydentävät 12 ultraäänianturia. Ne tunnistavat kovat ja pehmeät kohteet. Eteenpäin on tutka, joka näkee sateen, sumun, pölyn ja savun läpi ja tunnistaa edessä olevan ajoneuvon.

Teslan lähtökohtana on tarjota valmis järjestelmä jo nyt mutta ottaa käyttöön tiettyjä toimintoja vasta sitä mukaan, kun niitä on testattu ensin käyttämissä.

Ommaisuksia voidaan ottaa käyttöön Teslan autojen tarjoamien langattomien päivityksien yhteydessä.

Ajoneuvoliikenne ja IoT

Paljon puhuttu esineiden Internet liittyy myös liikennealustoihin. Esimerkiksi liikenneväylämerkit ja liikenteessä liikkuvat ajoneuvot hyötyvät tulevaisuudessa ympärillään olevien kohteiden ja IoT-laitteiden tiedoista.

Tulevaisuuden autojono voi muodostaa väliaikaisen MESH-verkon, jonka avulla voidaan estää turhat peräänajot. Ratkaisussa jonon perään asti välittyy tieto muiden autojen jarrutuksesta tai kiihdytyksestä.

Turvallisuuden lisäksi jonoajamisen automatisoinnissa säästyy polttoainetta ja liikenteen päästöt pienenevät.

Yhdysvalloissa on kehitetty langattomaan 802.11p-standardiin perustuva V2X (Vehicle to Everything) -tekniikka, joka pyrkii tekemään tieliikenteestä turvallisempaa, tehokkaampaa ja vähäpäästöisempää sekä tekemään ajamisesta entistä vaivattomampaa.

V2X mahdollistaa ajoneuvojen ja ajoväyläjärjestelmien sekä jopa jalankulkijoiden keskinäisen tiedonvaihdon. Se pidentää myös jo käytössä olevien LIDAR- ja muiden tutkatekniikoiden kantamaa. Ratkaisu välittää anturitietoja pilvipalvelun kautta myös muille lähellä oleville autoille.

Vauhtia älybussien kehitykseen

Julkisen liikenteen SOHJOA-hanke on osa kuuden suurimman suomalaiskaupungin yhteistä 6Aika-strategiaa. Projektin tavoitteena on kehittää avoimia älypalveluita sekä näiden kautta uudenlaista osaamista ja liiketoimintaa.

Eräs osa SOHJOA-hanketta on tarjota kehitysmahdollisuus uusille tuote- ja palveluideoille, jotka liittyvät autonomiseen liikkumiseen. Kehitysalustana toimii bussilinja jonka osaksi yritykset voivat tuoda omia innovaatioitaan. Testeissä käytetään ranskalaisvalmistajan 9-hengen pienois sähköbussia. Ensinnä testattiin Espoon Otaniemessä ja seuraavaksi Tampereella.

Automaattiajoneuvojen toimintaa suomalaisissa olosuhteissa testataan osana Lukenevraston ja Irafin rahoittamaa NordicWay -hanketta. Siinä valmistaudutaan uudentyyppisiin liikenteen palveluihin ja tieliikenteen automaatioon.

Hankkeessa testataan myös matkapuhelinverkon soveltuvuutta uudenlaisiin liikennealustoihin. Mukana on viranomaisistojen lisäksi Nokia sekä naapurimaat Ruotsi, Norja ja Tanska.

Nelikopterit avuksi

Pienet kopterit ja -lennokit ovat kiintoisa alue robotiikalle. Maailmalla on puhuttu pakettikuljetuksista ja saksalainen pakettiautojen valmistaja Daimler on tehnyt jakeluauton, jossa pakettien jakelu hoidetaan auton katolta lähtevällä nelikopterilla.

Suomessa UAS Centre Finland toteutti elokuussa Euroopan ensimmäisen kahden eri maan välisen miehittämättömän lennon, joka antaa uskoa pakettikuljetusten robotisoitumiseen.

Hankkeessa oli mukana myös suomalainen kauko-ohjattavien lentokoneiden valmistaja Avartek ja Global Virtual Platform GVP. Matkan pituus Hanko-Haapsalo oli noin sata kilometriä.

Maailmalla on hyödynnetty robotilennokkeja avustusalustoilla, jossa on toimitettu lääkkeitä muuten vaikeasti saavutettaviin kohteisiin. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on ollut Suomessa aktiivisesti sallimassa pienlennokkien hyödyntämistä.



Ranskalaisvalmisteista robottibussia kokeillaan Helsingin lisäksi Espoossa ja Tampereella. A French made robotic bus is tested in Helsinki, Espoo and Tampere.



Kaivoksissa käytetään jo robottitekniikkaa. Lähde: Sandvik-Tamrock. Robotic technology is utilized already in mines.



Kuva 2: Älykäs automaatio liikenteessä. Intelligent automation in traffic.

Suomalaisten erityisosaaminen

Liikenteen robotisoituminen on tärkeää oman toimintamme tehostamisen kannalta, mutta se tarjoaa myös mahdollisuuden teolliseen valmistukseen. Siksi meillä kannattaa keskittyä alueisiin, joissa olemme erityisen vahvoja suhteessa muihin maihin.

Autonomisen liikenteen seminaarissa eräs todettu asia oli se, että jos jokin järjestelmä saadaan toimimaan Suomessa se luultavasti toimii muuallakin. Tässä tietysti talviolosuhteet ovat keskeisessä asemassa.

Valtiovalan osoittama panostus liikenteen digitaalisointiin lupaa hyvää, mutta ovatko panostukset riittäviä ja ristiriidattomia? Suomessa etäisyydet ovat pitkiä ja ihmisiä asuu

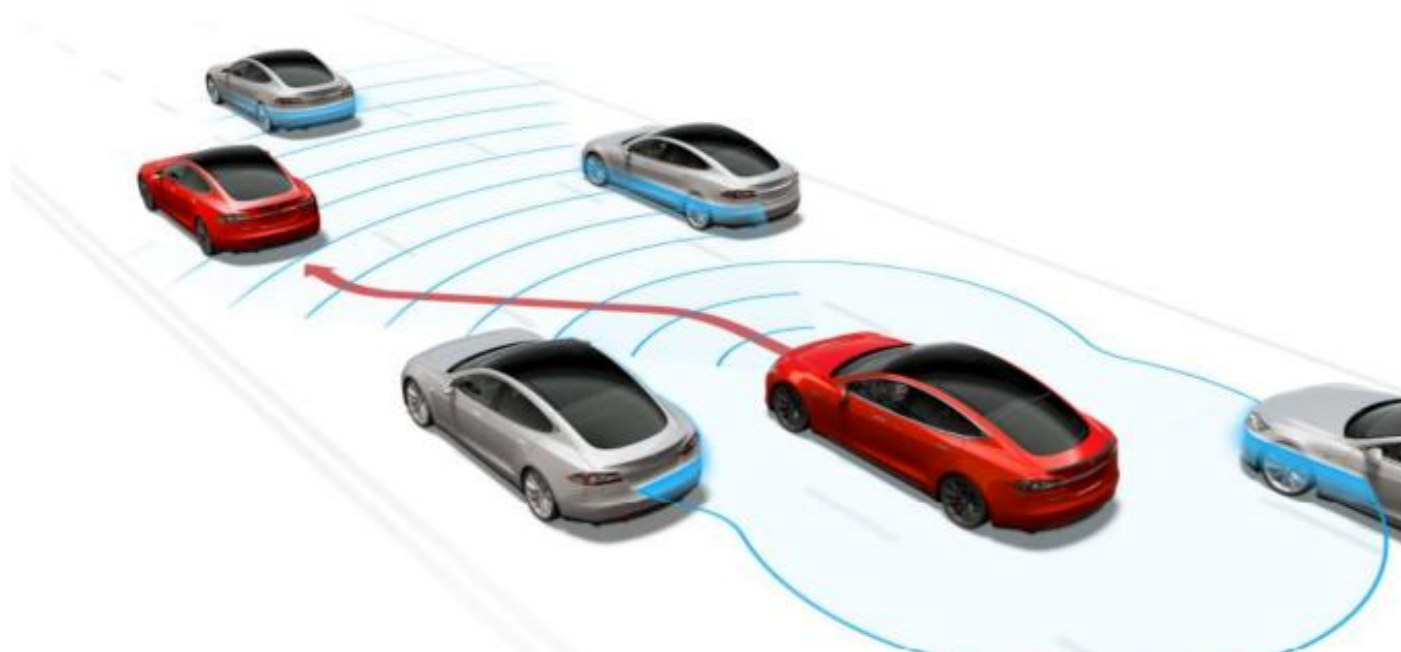
kaukana kasvukeskuksista.

Siksi kunnianhimoisimmat suunnitelmat yhteiskäytössä olevista autoista eivät välttämättä tuo odotettavia säästöjä. Sähköautojen huolto yleistyminen Suomessa on siitä merkki.

Toisaalta kannattaisiko valtion tukea autovalmistajien sijasta maan omaa sähköbussi- tai erikoislaitetuotantoa. Norjassakin yleisin sähköauto on amerikkalainen Tesla, joka kertoo osaltaan vielä todellisten vaihtoehtojen vähäisyydestä.

Robottiautojen teknologia

Useimmissa tämän päivän robottiajoneuvoissa ajoneuvon ympärillä tarkkaillaan useilla erilaisilla antureilla ja kameraratkaisuilla. Sen on nähtävä ja tunnistettava muut ajoneuvot ja esteet ihmiskuljettajaa



Ajoneuvojen anturitiedot voidaan jakaa muille lähellä oleville autoille IoT- ja lyhyehkön kantaman MESH-verkojen kautta. Lähde: Tesla. Sensor data from vehicles can be shared with other vehicles nearby using short range MESH-networks.



Ensimmäinen Suomen liikenteeseen päästetty robottihenkilöauto hyödyntää kaupallisia anturiratkaisuja. The first robotic vehicle on Finnish roads utilizes commercial sensor solutions.



Ohjelmistokehitys haukkaa robottiautojen kehityksessä entistä suuremman osan. Kuvassa VTT:n koerobottiauton tietokonejärjestelmä. Software development plays a major part in the development of robotic vehicles. VTT test vehicle computer system detailed in the picture above.

tarkemmin. Ja säässä kuin säässä.

Hyvä esimerkki on Googlen koeautoissa käytettävä Velodyne-yhtiön HDL-laserratkaisu osana korkean erotuskyvyn kameroihin rakentuvia LIDARia (Light Detection and Ranging).

Googlen ratkaisussa on 64 ympäröivää laseria, joiden takaisinheijastunutta sädettä mitataan 1,3 miljoonaa kertaa sekunnissa. Tuloksista muodostetaan 3D-malli ympäristöstä.

Laser-ratkaisun etuna tutkimusteknologiaan on se, että sen lyhyemmän aallonpituuden laservalo heijastuu paremmin ei-metallisista pintoista kuten jalankulkijoista. Googlen tapauksessa LIDARia täydennetään optisilla kameroilla ja kuvankäsittelyalgoritmeilla.

Useita järjestelmiä

Nykyisissä testikäyttöön tarkoitettavissa robottiajoneuvoissa on useita ympäristöä sektoreittain valvovaa anturijärjestelmää. Esimerkiksi ultraääniantureiden tietoja käytetään etu- ja takapuskurin etäisyyden mittaamiseen lähellä olevista kohteista mm. automaattisen parkkeeraus-

toiminnon mahdollistamiseksi sekä törmäyksenestoon matalilla nopeuksilla.

Kameroita käytetään robottiautoissa kaistanvaihdon aputoiminnoissa, sokean pisteen varoitusjärjestelmissä, sivutörmäysvaroitusjärjestelmissä, kaistalta pois ajautumisen varoitusjärjestelmissä sekä törmäyksenestojärjestelmissä sekä adaptiivisissa vakionopeussäätimissä.

Infrapunakameroita ja antureita käytetään sadetunnistimina sekä kuljettajan väsymyksen tunnistamiseen. IR-valonheittimet ja kamerat näkevät pitemmälle kuin normaalit ajovalot ja voivat antaa ennakkovaroituksen tiellä olevista tai tielle siirtymässä olevista eläimistä tai ihmisistä.

Robottiauton tutkan pitää myös huonossa kelissä kuten sateessa ja pimeällä. Tutkaa voidaan soveltaa lyhyillä, keskipitkillä ja pitkällä etäisyyksillä.

Auto voidaan ohjelmoida myös seuraamaan edellä ajavaa ajoneuvoa tarkasti sillä etäisyydellä jossa jarrutusmatka juuri riittää välttämään esimerkiksi moottoriteillä uhkaavan ketjukolarin vaaran.

Kysymme robottiautoista, VTT vastasi

Mikä on robottiajoneuvojen paikannusteknologian nykytila?

RTK (Real Time Kinematic) avustuksella GPS pääsee senttien tarkkuuteen. Valitettavasti palvelun saatavuus on heikko.

Satelliittipaikannuksen tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä kaikkia GNSS-järjestelmiä rinnan.

Paikannusta voidaan lisäksi avustaa odometrialla ja maamerkeillä. Käytännössä paikantamisessa paikka saadaan satelliiteista suunnilleen ja lopullinen tarkkuus havainnoimalla ympäristöä (kaistaviivat jne.). Paikannus ei yksin riitä, karttojen pitää olla mahdollisimman virheettömiä.

Mitä puuttuu tai mitä pyritään vielä parantamaan?

Paikannuspalveluiden saatavuus on edelleen ongelma varsinkin urbaaneissa kanjoneissa, tosin ei niinkään Suomessa.

Ajoneuvojen suhteellisen eli ajoneuvojen välisen keskinäisen paikannuksen parissa tehdään tutkimusta törmäystarkastelun mahdollistamiseksi.

Tämä liittyy kulkuneuvojen keskenään jakamien tietojen hyödyntämiseen joka on tärkeä osa tulevaisuuden automaattiautojen toimintaa.

Mitkä ovat käytetyimmät karttamallit?

Google tallentaa Velodynen skannerin 3D-pistepilveä ja auto vertaa ajon aikana tuottamaansa pistepilveä tallennettuun pistepilveen.

HERE:n malli on enemmänkin navigointikartta tarkalla geometrialla ja yksityiskohtilla. Se on paremmin sovellettavissa erilaisiin ajoneuvoihin ja anturisarjoihin.

Mikä on optisten järjestelmien kehitystyön painopisteet?

Kameroihin perustuvan LIDAR-konenäön kehitystyö tähtää edullisten ratkaisujen löytämiseen. Tämä tarkoittaa LIDAR:n muuttamista niin, että sisäiset liikkuvat komponentit voitaisiin korvata puolijohderatkaisulla joissa ei ole liikkuvia osia.

Konenäköpuolella kehitys on suuntautunut etupäässä stereokameroihin ja niiltä saatavan 3D-pistepilven hyödyntämiseen. Ajoneuvoympäristössä tätä on tukemassa

lisäksi HDR (High Dynamic Range) -teknologia, jonka avulla voidaan pienentää ulkoisten tekijöiden kuten auringonvalon vaikutusta kameroiden toimintaan.

Tämän lisäksi kehittyvät mittausteknologiat kuten nk. gated-kamerat aktiivisella valaisulla, TOF-kamerat sekä lämpökuvantaminen ovat keskeisiä kehityskohteita.

Näiden teknikoiden hyödyntäminen vaatii vielä anturiteknojalta kehittymistä esimerkiksi paremman erotuskyvyn sekä mittausetäisyyden suhteen.

Mitkä ovat robottiautojen ja raskaan liikenteen/työkoneiden järjestelmien pääerot?

Liikenteessä käytettävien erilaisten ajoneuvojen ongelmakentät ovat samat, joten järjestelmissä ei ole merkittävää eroa.

Työkoneissa ongelmat ovat erilaiset jo työkoneiden välilläkin, koska työtehtävät ja ympäristöt vaihtelevat. Antureiden sijoittelu on huomattavasti vaikeampaa kun eteen tulee puomeja ja kauhoja. Myös ympäristöolosuhteet esimerkiksi kaivoksissa ovat haastavat.

Käytetyt nopeudet ovat pienempiä, mutta koneiden koot ja massat voivat olla hyvinkin suuria.

Automaattiset työkoneet pitää toistaiseksi aidata turvallisuussyistä, jolloin niiden työympäristössä ei ole ihmisiä telottaviksi tai nopeus pidettävä alle 1 m/s.

Viestinne teollisuudelle sekä teollisuuspolitiikasta päättävälle?

Tulevaisuuden robottiautot rakennetaan ICT-, optikka-, fotonikka- ja elektroniikkateollisuuden komponenttien ympärille ja tietotekniikan määrä nousee eksponentiaalisesti.

Suomella on perinteisesti ollut näissä vahva tausta, jota voidaan nyt hyödyntää.

Tässä on osaltaan myös syy miksi VTT on murtamassa robottiautoilun ajattelua ja haluaa auttaa teollisuutta ymmärtämään mitkä ovat tulevaisuuden ajoneuvoteollisuuden tarpeet aikana.

Haastattelu. Matti Kutila, Pasi Pyykönen ja Ari Virtanen. VTT



Daimler on tehnyt jakeluauton, jossa pakettien jakelu hoidetaan auton katolta lähtevällä robottinelikopterilla. Daimler has tested a delivery van with a quadcopter lifting off and landing from the roof.

Piirivalmistajat kehittävät kilvan jo erilaisia ajoneuvoissa käytettävien anturiratkaisujen edellyttämiä järjestelmäpiirejä.

Esimerkkinä voidaan mainita Analog Devices -yhtiön AD8283, joka on integroitu autosovelluksiin suunniteltu tutkavastaanottimen analoginen etuosa.

Myös robottiautojen tietotekniikkaratkaisut ovat kehittyneissä. Omien korttipohjaisten ratkaisujen

lisäksi sulautettujen korttien ja autotietokoneiden valmistajat ovat tuomassa myös robottiautojen kehitystä tukemia ratkaisuja. Niissä on suoritustehon lisäksi anturi- ja kameraliitäntöjä normaalia enemmän.

Antureiden ja tehokkaan tietotekniikan lisäksi robottiauto tarvitsee hyvät tietoliikenneyhteydet. Siihen tehtävään ollaan tuomassa myös uutta 5G-tekniikkaa.



Tulevaisuus näyttää ovatko robottiautot perinteisen autoilun loppu, jolloin autossa voi lukea esimerkiksi kirjaa. Vielä ei ole kuitenkaan sen aika vaan kuljettajan kannattaa pitää katse vielä tiessä.

Future will show whether traditional cars are history, but for now the driver better keep an eye on the road ahead.

Paikkatiedon on oltava tarkkaa

Robottiautojen yhteydessä paikkatieto on olennaista. Sen on oltava tarkkaa ja reaaliaikaista. Esimerkiksi Googlen robottiautoprotoissa paikkatieto tuotetaan tarkalla GPS-vaastanottimella.

GPS määrittää ajoneuvon latitudin, longitudin ja korkeuden merenpinnasta kiihtyvyyssantureihin perustuvan liikeanturointijärjestelmän mitatessa pituus- ja poikittaiskallistusta sekä vaakakiertymää.

Pelkkä perustason GPS-tieto ei riitä, sillä muutaman metrin virhe voi olla vaaraksi ja tavanomaiset kaupalliset GPS-järjestelmät tarjoavat parhaimmillaan viiden metrin tarkkuuden. Tarkkuus tosin putoaa aika paljon katvealueilla ja tunneleissa.

Robottiauton tarkkaan paikantamiseen tarvitaan jotakin muutakin. Niitä voivat olla erityiset HD-karttamallit, jotka varustetaan nk. lo-

kalisointikerroksella. Uuden tason avulla robottiauton antureiden tiedot voidaan todentaa ja parantaa tarkkuus muutamia senttimetreihin.

HD-tekniikkaan uskoo ainakin Nokian entinen karttayhtiö HERE, jonka omistavat nykyisin saksalaiset autonvalmistajat.

Navigointilaittevalmistaja TomTom käyttää puolestaan syväkarttana ns. depth map -menetelmää. Siinä ajoneuvon keräämää laserskannauksen LIDAR-kuvaa verrataan syvyyskartan tietokantaan. Samaa ideaa käyttää Google, jonka skanneriautoja on nähty myös Suomessa.

UT Linkkipankki

Uusiteknologia 2/2016 linkkipankkiin on koottu tietoa robottiajoneuvojen ja niissä käytettävien tekniikoista. Mukana on uusinta tutkimustietoa Suomen lisäksi laajemminkin ulkomailta.

Automated traffic on the way to Finland

Finland is investing funds and using R&D resources to implement automated traffic systems which will bring safety, savings and new opportunities.

Compared to other European countries legislation in Finland favors testers of autonomous vehicles with somewhat easier test permit bureaucracy.

Finland's demanding weather especially in winter provides a good reference for any system which can be shown to operate dependably.

Finnish ship building industry is making cargo ships automatic and Finnish harvester and other work machine manufacturers are taking advantage of Finland's high tech know-how across many different technology sectors.

The Finnish Transport Safety Agency TRAFI has started a project to test in practice an intelligent maritime routing system. Tests will be started in early 2017. It will consist of intelligent maritime markers, ship hull design data info and real time weather info.

In addition to the ship building industry Finland has some world class companies specialized in harvesters and wood handling. These companies already produce some of the most automated work machinery in the world.

Intelligent bus system development is speeded up by the SOHJOA joint project of six large cities in Finland. The idea is to provide a fleet of electric mini busses for which different application designers can develop test applications.

Finnish Transport Safety Agency TRAFI is also taking part in the NordicWay traffic laboratory in which autonomous vehicles are tested in Finland's demanding weather conditions.

One part of the tests includes testing of mobile phone network feasibility for vehicle applications. This is a joint project with Sweden, Norway and Denmark

www.vtt.fi
www.trafi.fi