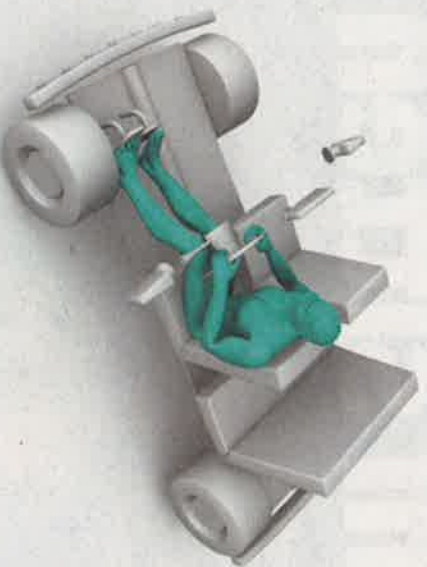


PLUS Puheenaihe

Taso 0: Ei automatiota

Perinteinen auto. Kuljettaja ohjaa, kiihdyttää ja hidastaa autoa.



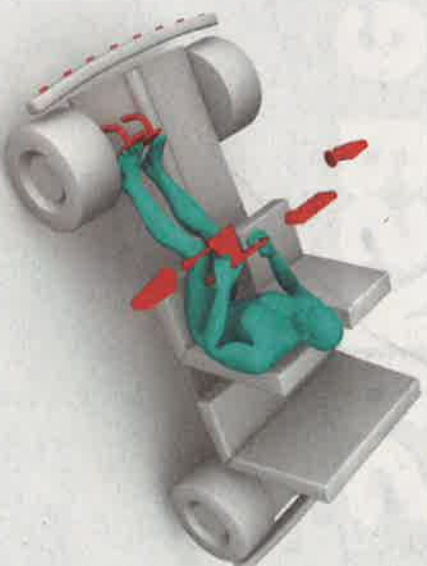
Taso 1: Kuljettajaa avustava auto

Kuljettajaa auttavia laitteita, kuten liikenteen mukaan säätävä vakionopeussäädin ja avustava ohjaustehostin. Käsitäviädiin kätäisiä kuljettajalle tietoa tuottavia järjestelmiä. Päävastuu on ihmisellä.



Tasot 2 : Osittain automatisoitu ajaminen

Kuljettajaa auttavat järjestelmät ohjaavat ja säätävät auton nopeutta tarvittaessa itsenäisesti. Autopilotti ajaa. Päävastuu ihmisellä.

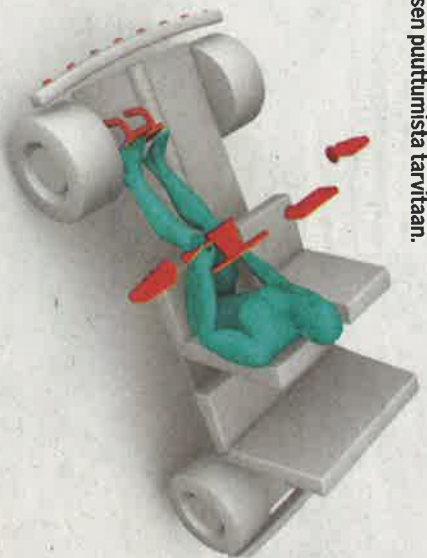


Langaton näppäinistö on tutkija Pasi Pyykösen käyttöittymä robottauton siehuun. Takapenkillä Matti Kutilla seuraa Martlyn robottauton suorittumista. Koeajoreittillä vastaan tulit keltainen "kuukalkija" on esimerkki odottamattomista liikennetianteista, joista selvämiseen robottiauto pitää opettaa.

PLUS Puheneinhe

Taso 3: Automaattinen ajaminen

Edelliseen verrattuna auto tarkkailee ympäristöään ja osaa tehdä yksinkertaisia päätöksiä esimerkiksi olla lähtemättä ohitukseen, kun toinen auto lähesky. Epätavallisissa liikenne- tai sääoloissa ihmisen puuttumista tarvitaan.



Taso 4: Korkea automaatio

Auto selvittää ajamisesta ilman kuljettajan apua. Kuljettaja voi istua tai nukkua takapenkillä ja auto ratkaisee eteen tulevat liikennetapahtumat. Vikatilanteiden varalta ihmisen on kuitenkin oltava autossa.



Taso 5: Täysi automaatio

Kuljettajaa ei tarvita enää ollenkaan. Autoista on poistettu ihmisen käyttämät hallintalaitteet kuten polkimet ja ohjauspyörä.



Antaa robotin ajaa

Itsestään ajavat autot saattavat tehdä läpimurron muutaman vuoden päästä. Tampereella sijaitsee suomalaisia robottautoja kehittävä laboratorio. IS istui kyydissä, kun robottauto Marilyn lähti lenkille.



Vakioauton pohjalta rakennettu, Marilyniksi kastettu robottauto on optimoitu kaupunkiliikennettä varten.

Routa *1 selected*. Tutkija Pasi Pyykkönen istuu kuskin paikalla ja valitsee syylissänsä lepäivällä langattomalla näppäimistöillä ajomoodin kuin ohjelman tv:n valikosta.

Siihen hänen osuutensa jääkin. Pyykkönen on nyt varakuski Marilyn-nimisen robottauton penkillä.

Todellinen kuski on auton takakontin muistissa laatkoiissa, tietokoneissa. Siellä lasketaan ohjauksen komennot, joiden perusteella auto osaa lähteä koeajoreitille. Koneissa pyörä ohjelmistokoodi, joka ”murskaa” eri puolelle autoa sijoitetujen anturien tuottaman datan autoa ohjaaviksi komennoiksi. Se on robottauton iso juttu.

Juuri nyt taivaalta kahdesta toisistaan riippumattomasta navigoinnifjärjestelmästä tuleva satelliittipaikkannusignaali kertoo, että auton paikka on aavistuksen väärä. Jostästä lähtee, ajoilinja vie puslkkoon. Auton pyörä pitää siis kääntää.

Jossain takakontin tietokoneissa tapahtuu sekunnin murto-osassa tuhansia laskutoimituksia. Niiden tuloksena tietokone komentaa ohjauksellisen ohjauspyörän akselille kiinnitettyyn sähköiseen servo-moottoriin. Ratti kääntyy itsestään aavistuksen oikealle viedäkseen auton oikealle ajoilinjalle. Seuraavaksi moottorin ohjausjärjestelmä saa komennon: Hieman kaasua! Auto lähtee lipumaan Teknologian tutkimuskeskus VTT:n Tampereen-toimipisteen takapinhalla. Vastaan tulevan roska-auton kuljettaja ei vaikuta hämmästyneeltä. Hän on nähnyt tämän jo useita kertoja. Täitäkö autoihin tulevaisuus näyttää?

JUURI TÄLTÄ, uskovat suurimmat autonvalmistajat, mutta eivät vain ne. Esimerkiksi hakukonejätti Google on kehittänyt omaa

robottautoaan kohta kymmenen vuotta. Keväällä uutistoimisto Reuters kertoi General Motors -autofirman tuovan markkinoille robottauton. Yleisesti vuotta 2020 pidetään robottautojen markkinoille vyyryntäsen taitovuotena. Moni autonvalmistaja tähtää siihen.

Perinteisistä autonvalmistajista Honda, Toyota, Hyundai ja Nissan-Renault ovat luvanneet, että valtaosalla itsenäisesti ajava auto tulee markkinoille 2020. Mercedes-Benz, BMW, Fiat-Chrysler, Ford ja Volvo tulevat pelikentälle heti perään. Ne ovat ilmoittaneet robottautojensa ilmestyvän myyntiin 2021.

Mutta miksi ihmeessä autonvalmistajat ovat sijoittaneet miljardoja siihen, että ihmisen rooli auton ohjaamisessa vähenee tai jopa tyystin loppuu?

– Vaikuttaa siltä, että ihmiset haluavat autolla liikkuessaan tehdä jotain muuta kuin ajaa, esimerkiksi käyttää älypuhelinia, VTT:n robottautoryhmää orkestroiva teknikan tohtori **Matti Kurtila** sanoo.

Se lienee totta. Moni varmasti antaisi auton ajamisen puuduttavilla siirtymätapaileilla tai kaupunkien ulosmenotaiden ruuhkissa tietokoneen tehtäväksi ja seuraisi mieluummin valkka elokuvia.

ON myös toinen painava perustelu. Parhaimmillaan ihminen on suurenmoinen auton ohjaaja ja liikenteen ongelmatilanteiden ratkaisija, mutta myös toivotoman aialahelava. Jotkut meistä ovat rätin takana loistavia, mutta useimmat keskinkertaisia. Paraskin kuski väsyv, keskittymätön

PASI JAAKKONEN

pasi.jaakkonen@iltasanomat.fi

Kuvat: **KALLE PARKKINEN**



herpaantuu. Olemme tunteellisia, otamme tarpeettomia riskejä, ajamme päin punaisia tai päihlyneitä. Kilidymme ja sekun vai kuttaa ajosuorituksen. Ylipäätään ihmisen ominaisuudet sopivat vajavaisesti kynnemniä metreja sekunnissa kulkevan ajoneuvon hallitsemiseen vaihtelevassa ympäristössä. Reagoimme moniin tilanteisiin hitaasti. Esimerkiksi näkökentän ääriraidalta pimeästä eteen ilmestyvä hirvi on useimminten liika ihmisen suorituskyvyille.

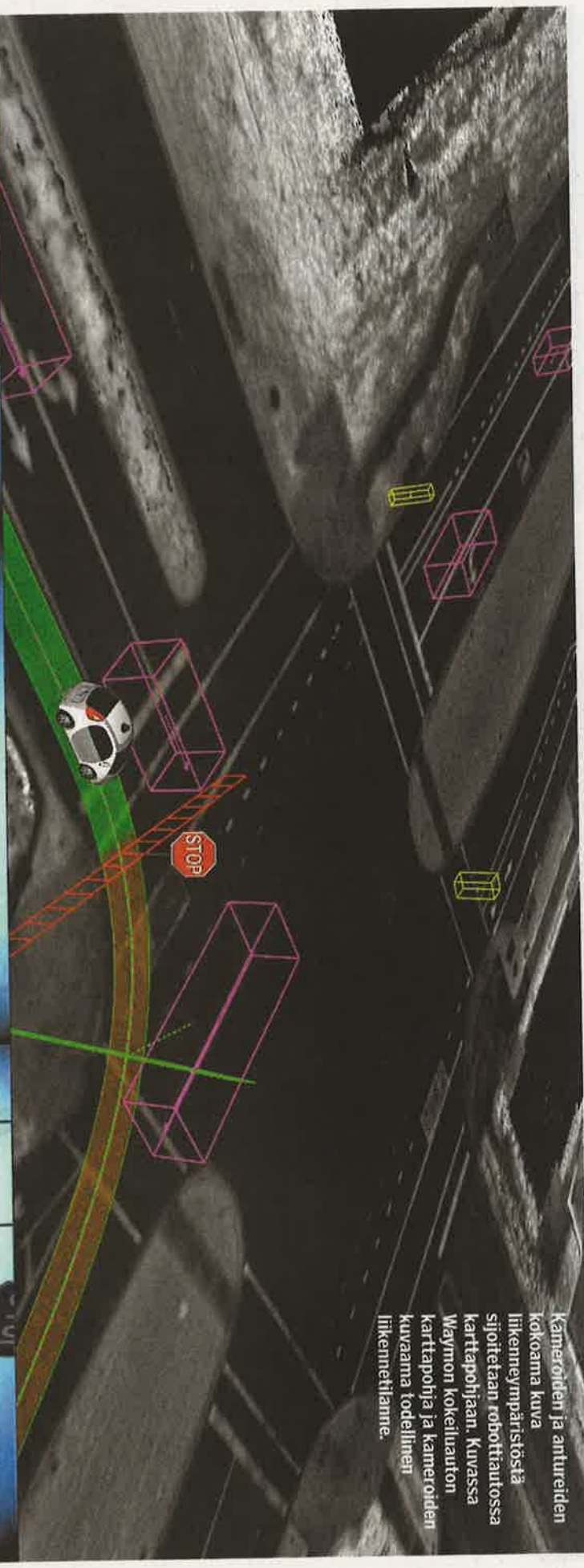
Ihmisen puuttetta paikkaavat järjestelmät, kuten hätäajarrutehoitin, autoa tiellä pitävä kaistavahvi, peruvuturvtika, kuoilleen kulman varoittin ja liikennemerkkien tunnistamiskamera, ovat välitellen tulleet osaksi arkipäivän autotekniikkaa.

ITSENÄISEEN ajamiseen pystyvien autojen tulemistä on pidetty suurimpana teknologisenä murroksena vuosituhmentien. Tekniikan kehitys on ollut niin nopeaa, että lainsäädäntö ei ole pysynyt mukana. Liikennettä säteilevä YK:n Geneven sopimus on kirjoitettu 1968 ja sen mukaan ihmisen pitää olla autossa kuljettajana. Viime vuonna siihen hyväksyttiin ensimmäinen lievennys automaattijamisen suuntaan. Se mahdollistaa auton hallinnan siten, että auto-maation saa joku ihmisen kytkettyä pois päältä esimerkiksi etätoimintona.

Robottautoja kohti vievä kehitys oli jo pitkällä, kun autoteollisuus pääsi 2014 yksimielisyyteen siitä, miten robottauto määritellään. Ajamisen automaatio jaettiin kolmeen kehitysvaiheeseen. Perinteinen auto kuuluu luokkaan nolla. Parhaimmilla varusteilla kuorrutetut nykyautot kuuluvat ryhmään kaksi, osittain ehkä kategoriaan kolme. Vasta siitä eteenpäin voidaan puhua robottautoista eli auto pystyy ajamaan ilman kuljettajaa.

Jatkuu seuraavalla sivulla ▶▶▶

PLUS Puhenaive



Kameroiden ja antureiden kokoama kuva liikenneympäristöstä sijoitetaan robottiautossa karttapohjaan. Kuvassa Waymon kehittelemän karttapohjan ja kameroiden kuvaama todellinen liikennetilanne.



Ei riitä, että robottiauto huomaa tielle vierivän esineen ja pysäyttää auton. Sen pitäisi myös ymmärtää, että esine on pallo ja päätellä, että kohta tielle todennäköisesti juoksee lapsi.

Nelokategorian autossa ihminen voisi teoriassa nukkua takapenkillä, mutta hänen pitää olla autossa ja valmis puuttumaan sen virhetilanteisiin. Ilman ihmistä liikkuva auto kuuluu viimeiseen eli kuluudenteen kategoriaan, mutta siihen on vielä määkää.

Mihin kategoriaan kuuluvat Tampereella kehittyvät kaksi robottiautoa, kaupunkiympäristön luotu Marlyn ja maantielle optimoitu Martti?

– En puhuisi kategorioista ollenkaan, koska se riippuu käyttöolosuhteista. Jotkut puhuvat, että Teslan auto kuuluu hokkaan neljään. Näin voi olla Kalifornian aurin-gossa, mutta pohjoisessa Suomessa se ei ole edes tasolla nolla. Kutilla kertoo.

Sen verran hän sanoo VTT:n protoauton tasolla 1–2, mutta pohjoisessa yksinkertaisissa liikenneolosuhteissa voidaan puhua jopa kategorioista 3–4.

NYT täytyy puuttua peliin, Pasi Pyykönen sanoo ja kääntää hieman raittia.

Marlyn olkaise alka raitisasti kanttikiven yli. Jossain takatukvarsissa kolahaa. Ihminenkin voisi erädyksessä ajaa samaa linjaa, mutta tuskin toista kertaa. Marlyn sen sijaan laskee reitin toistamiseen samas-

ta kohtaa. Siksi Pyykösen pitää nyt lempeällä mutta määrätietoisella tavalla puuttua Marlynin kruisailuun.

Tapaus paljasta kaikkien nykyisten prototyyppeistä olevien robottiautojen pahimman puutteen. Vaikka robottiauton sensoroiden tuottama kuva ympäröivästä ja reaktionopeus ovat ihmiseen nähden yivoimaisia, koneen ajama auto on kuin pahin tomppi. Se ei ota opikseen virheitään.

Ei vielä riitä, että robottiauto huomaa tielle vierivän esineen ja pysäyttää auton. Sen pitäisi myös ymmärtää, että esine on pallo ja päätellä sen perusteella, että kohta tielle todennäköisesti juoksee lapsi. Angelman voisi ratkaista niin, että auton kameroiden kuvantunnistusohjelmien muistiin ohjelmoidaan pallo. Kun auto tunnistaa pallon, se osasi odottaa eteen juoksevaa lasta. Liikennetilanteet ovat kuitenkin niin monimutkaisia, että muistiin ohjelmoiduista tapausten rajat tulevat pian vastaan.

– Tietokoneelle ohjelmoituu päätteilypuuhun pitäisi käsin koodata miljoonia *if/else*-haaroja, jonka mukaan auton pitäisi osata nopeassa tilanteissa toimia. Sellainen järjestelmä olisi aivan liian häiritsevä virhelle ja tekee toimintojen päivittämisestä mahdotonta. Kutilla sanoo. Ratkaisu on niin sanottu *hdas* oppiminen.

nen, jossa autolle esitetään miljoonia kuvia kameroiden eteen tulevissa tilanteista. Tapa muistuttaa ihmislapsen oppimista. Opetettujen tapahtumien pohjalta auto oppii tekemään valintoja ja ratkaisuja itsenäisesti.

Pian kanttikiven yliokaisuun jälkeen osin omalla kaistalla Marlynin eteen tulee kunkulija eli alettava puominostin. Yksi tapa tunnistamattoman liikennevälineen läheisyydessä olisi lyödä jarrut kiinni. Muiden turvallisuuden kannalla häätäjärrutus ei ole aina paras tapa, vaan hidastamisella ja väistöllä voisi pärjätä. Varmuuden vuoksi Pyykönen tarttuu rattiin.

KOLMAS vaatimus robottiautolle on tarkka, muutaman sentin tarkkuudella paikannus pitävä sijaintitieto. Marlynissa on katoilla kaksi satelliittiasaantointia.

Pelkkä satelliittisijainti ei kuitenkaan riitä, vaan tarvitaan myös kartta, johon auton sijainnin muutos päivitetään ja joka antaa autolle tietoa ympäröivästä. Siinä suhteessa robottiauto muistuttaa ihmistä. Kerran reitin ajettuamme meilläkin on mielestä kartta ympäröivästä, mikä ratkaisevasti helpottaa ajamista.

Robottiautojen tarvitseman karttatiedon keräämisessä Googlen omistama Waymon on pitkällä. Se aloitti karttadatan luomisen

2009. *Herz*-karttapalvelu – jonka Nokia myi 2015 Audin, BMW:n ja Daimlerin yhteensittymälle 2,8 miljardilla eurolla – on eurooppalaisen västine amerikkalaisten haasteeseen.

Heinäkuussa 2017 kiinalainen hakukone- ja teknologiajätti Baidu julkisti oman Apollo-robottiautojohjelmansa, josta se aikoo kehittää robottiautoille samanlaisen avoimen alustan, mitä Android-käyttöjärjestelmä on matkapuhelimissa.

MARLYN kääntyy kohti kotipiiluttua.

Ajamme vähän liian keskellä. – Minä en aio korjata, mene sinne minne tykkäät, Pyykönen sanoo lähes lempeästi autolle.

Se ajaa kiltisti kotiin. Koeajo on ohji ja diplomityötään ympäristönhavainnoimista tekävä **Ossi Martikainen** alkaa ajojen perusteella tekemään seuraavaa päivitystä auton sielunelämään.

Robottiautolla on vielä matkaa siihen, että se korvaa ihmisen rattissa. Kenne sitä kohti on jo kovassa vauhdissa.

VTT:n robottiauto Marlyn on nähtävissä sunnuntaina 1. lokakuuta kello 13–15 Tampere-päivien yhteydessä MadScience-laboratoriolia osoitteesta Iivestie 19, Tampere.

KALLE PARKKINEN



Marlynin katolla on kaksi toisistaan riippumatonta satelliittipaikkansijestelmän antennia. Toinen ottaa sijaintia amerikkalaisesta GPS:stä, toinen venäläisestä Glosnasista.



Ojjausakseliin kiinnitetty servomoottori siirtää tietokoneen laskenut ojjauskomennot etupyörän kääntökulmiksi.



Maantieleolihin optimoidun Martti-robottiauton keulassa on stereokamera, kolme laserskanneriä ja infrapunaikameran valonheittimet. Ne tuottavat tietoa liikennekuvan 3D-mallinnosta varten.