



LAUREA
AMMATTIKORKEAKOULU
Yhdessä enemmän

Autojen infojärjestelmät

Herttua, Samuli

2016 Laurea

Laurea-ammattikorkeakoulu
Kerava

Autojen infojärjestelmät

Samuli Herttua
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Huhtikuu, 2016

Samuli Herttua

Autojen infojärjestelmät

Vuosi 2016 Sivumäärä 33

Autojen infojärjestelmät ovat kehittyneet yksinkertaisesta ajotietokoneesta kaiken kattavaksi multimediakeskukseksi. Kuluttajien digitaalisen sisällön siirtyminen mukana kulkeviin älypuhelimiin asettaa myös infojärjestelmille paljon uusia vaatimuksia. Android Auto ja Apple Carplay tuovat käyttäjille tutun mobiiliympäristön auton infojärjestelmän ruudulle. Selvistä hyödyistä huolimatta järjestelmien interaktiivinen luonne herättää kysymyksiä niiden vaikutuksista liikenneturvallisuuteen ja miten turvallisuutta voitaisiin kehittää.

Opinnäytetyössä käytiin läpi yksityiskohtaisesti kirjoitushetkellä tarjolla olevia autojen infojärjestelmiä. Tiedonkeruun tarkoituksena oli antaa kattava yleiskuva historiasta ja nykytilasta sekä pohjustaa eri järjestelmäluokkien liikenneturvallisuuden vertailua.

Lyhyessä tutkimuksessa eri infojärjestelmät jaettiin luokkiin käyttötavan mukaan. Liikenneturvallisuutta vertailtiin käyttämällä tietoperustana olemassa olevaa kansainvälistä tutkimustietoa ja kriteerejä. Loppupäätelmänä todettiin, että lupaavatkin järjestelmät sisälsivät piirteitä ja tarvetta jatkokehitykselle, jotta liikenneturvallisuus ei vaarantuisi kohtuuttomasti.

Samuli Herttua

In-vehicle infotainment systems

Year	2016	Pages	33
------	------	-------	----

In-car entertainment or in-vehicle infotainment systems have rapidly progressed from a simple screen inside the instrument cluster to a inclusive multimedia hub. The smartphones host a lot of personal digital content for the consumers and this requires new approaches for infotainment systems as well. Android Auto and Apple Carplay allow the same familiar experience from the mobile platforms on the car infotainment screen. Although the benefits of infotainment systems are indisputable, the interactive nature of such systems raise questions about effects on road safety and what could be done to minimize them.

In this thesis' practice-based part, the available in-vehicle infotainment systems were studied. This was done to get a broad view of current available systems, history of such systems and base the second part of the thesis about the comparison of different system categories from the road safety point of view.

In the short study part of this thesis different infotainment systems were categorized based on how they are used. Road safety of different categories were compared based on international studies and criterias of driving distractions. The outcome of the study was that even most promising systems had flaws that should be improved not to sacrifice road safety immoderately.

Keywords: infotainment systems, road safety, Apple Carplay, Android Auto

Sisällys

1	Johdanto	6
2	Autojen infojärjestelmien kehitys	6
2.1	Ajotietokone	7
2.2	Autovalmistajien omat infojärjestelmät	7
2.3	Älypuhelin autossa	7
3	Järjestelmien eri käyttötavat.....	8
3.1	Kosketusnäytölliset	8
3.2	Ohjainkäyttöiset.....	9
3.3	Puheohjaus	10
4	Infojärjestelmien ohjelmistoalustat	11
4.1	Android Auto	12
4.2	Apple Carplay	15
4.3	Mirrorlink	19
5	Autojen kehittyneimmät omat järjestelmät	21
5.1	Tesla.....	21
5.2	Volvo Sensus.....	23
6	Tutkimusmenetelmät.....	25
7	Käyttöhellyyden ja liikenneturvallisuuden arviointi.....	25
8	Yhteenveto ja pohdinta	26
	Lähteet	29
	Kuvat.....	32
	Kaaviot.....	33

1 Johdanto

Kuulu autojen infojärjestelmien ja käyttäjien vaatimusten välillä on kasvanut liikenneturvallisuutta haittaaviin mittoihin. Erityisesti älypuhelin nopea kehitys on asettanut huomattavia odotuksia muiltakin teknologian osa-alueilta eivätkä autot ole tässä poikkeuksia. Internet-yhteydellä varustettu auto avaa paljon samoja mahdollisuuksia kuin mihin on totuttu digitaalisessa maailmassa. Ajamista helpottavien ohjelmistojen kuten navigaation lisäksi infojärjestelmien tarjoamat sovellukset ovat laajentuneet kattamaan mm. viestintä- ja sosiaalisen median palvelut. Kaikista hyödyistä huolimatta ajajan huomion siirtyminen pois tiestä ja ohjauksesta asettaa ajajan itsensä ja muut vaaraan (Bach, K. M., Jæger, M. G., Skov, M. B. & Thomassen, N. G., 2009). Vuonna 2008 noin joka kuudes kuolemaan johtanut liikenneonnettomuus Yhdysvalloissa johtui kuljettajan keskittymisen häiriintymisestä (Wilson & Stimpson, 2010). Uusin kehityssuuntaus on puheohjauksen hyödyntäminen komentojen välittämiseen, mutta tutkimukset eivät ole vielä todenneet puhekomentoja tarpeeksi turvallisiksi ajamisen kontekstissa (Strayer, D. L., Cooper, J. M., Turrill, J., Coleman, J. R. & Hopman, R. J., 2015). Liikenneturvallisuuden kannalta onkin kriittistä kartoittaa olemassa olevia järjestelmiä ja pohtia mahdollisia kehitysehdotuksia.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan autojen infojärjestelmiä ja lyhyesti niiden liikenneturvallisuutta. Työn alussa käydään läpi infojärjestelmien kehitystä sekä niiden eri käyttötapoja ja kokemuksia niiden hyvistä ja huonoista puolista. Pääpaino infojärjestelmien tutkimisessa on IT-jättien Applen ja Googlen järjestelmissä. Lyhyen liikenneturvallisuustutkimuksen on tarkoitus vastata kysymykseen, mikä nykyisistä infojärjestelmien kehityssuunnista on liikenneturvallisuuden kannalta lupaavin sekä mitkä aspektit vaativat kehitystä.

Alkuperäinen yleiskatsaus Apple Carplaysta, Android Autosta sekä Mirrorlinkistä tehtiin Ota-vamedia Oy:lle. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia infojärjestelmien historiaa ja tulevaisuutta sekä tutkia, mitä uutta Apple Carplay ja Android Auto tuo järjestelmiin. Artikkelin aiheesta julkaistiin Tekniikan Maailma -lehdessä numerossa 01/2016.

2 Autojen infojärjestelmien kehitys

Autojen infojärjestelmien alkuperäisenä tarkoituksena on ollut välittää kuljettajalle tietoa auton teknisen toiminnan tilasta ja asetuksista. Informaatioteknologian kehittyessä uusimpina toimintoina mukaan ovat tulleet auton viihdejärjestelmät ja ajamista avustavat järjestelmät, kuten navigointi. Eri osa-alueet ovat yhdistyneet isoksi kokonaisuudeksi ja rajat ovat häilyneet.

1980-luvulle asti auton tavanomaiset mittarit olivat nopeusmittari ja moottorin lämpötilamittari. Lisäksi käytössä oli erilaisia varoitusvaloja, kuten öljynpainevalo ja latauksen varoitusvalo. Kuljettajalle haluttiin antaa lisää tietoa moottorin tiedoista ja kojetaulu täyttyi erilaisista mittareista ja varoitusvaloista. (Crankshift 2013.)

2.1 Ajotietokone

Autonvalmistajat toivat erilaisia ajotietokonenäyttöjä, joilla pystyttiin esittämään aina vuorotellen haluttu tieto selkeällä digitaalinäytöllä. Auton ohjauspyörään tai viikseen sijoitetulla kytkimellä oli mahdollista valita haluttu tieto. Myöhemmin järjestelmien kehittyessä ajotietokoneisiin liitettiin myös multimedia- ja navigaatiotietoja. Alkeelliset nuolinäytöt kertoivat tulevan ajosuunnan. Kehittyneemmät järjestelmät mahdollistivat myös asetusten muokkaamisen, kuten radiokanavan valitsemisen. Kytkimien sijaitessa ohjauspyörässä ja ajotietokoneen näytön sijaitseminen suoraan näkökentässä vähennettiin kuljettajan ajosuorituksen häiriötekijöitä. (ExtremeTech 2012.)

Seuraava kehitysaskel oli ajotietokoneen näytön heijastaminen tuulilasiin. HUD eli Head Up Display -tekniikka kopioitiin hävittäjälentokoneista, joissa pilotin katse ei saa häiriintyä hetkeksikään. Tuulilasiin heijastetaan tietoja auton nopeudesta sekä navigaatiotiedoista. Heijastus sijaitsee tuulilasin alanurkassa, kuljettajan näkökentässä. (Power 2012.)

2.2 Autovalmistajien omat infojärjestelmät

Yksinkertaisimmillaan auton keskikonsolissa sijaitseva infojärjestelmä pitää sisällään multimedia-toimintoja. Myöhemmin infojärjestelmiin tulivat myös navigaatiomahdollisuus sekä lukuisat eri multimedialähteet, kuten CD-levyt ja USB-muistitikut. Infojärjestelmät ovat valmistajakohtaisia sekä usein jopa automallikohtaisia. Ongelmaksi muodostuu järjestelmien erilaisuus. Laitteiden monipuolistuessa uuden järjestelmän käyttöönotto muuttuu työlääksi.

Uusimpana ilmiönä on noussut auton liittäminen internetiin. Internetyhteys voidaan muodostaa joko älypuhelimien avulla tai auton oman modeemin ja dataliittymän avulla. Internetyhteydellä saadaan esimerkiksi navigaattoriin reaaliaikaiset ruuhkatiedot ja lisäksi valmistajakohtaiset etähuoltopalvelut, joiden avulla valmistaja voi saada reaaliaikaista diagnostiikkatietoa autosta. Kehittyneimmissä infojärjestelmistä löytyy myös omia sovelluksia ja sovelluskauppoja (BMW 2013).

2.3 Älypuhelin autossa

Matkapuhelimen yleistyessä huomattiin niiden käytön liikenteessä vaarantavan liikenneturvallisuutta. Siksi nykyään puhelinta saa käyttää vain kädet vapaana eli handsfree -järjestelmän avulla. Puhelin liitetään langattomalla Bluetooth-yhteydellä auton infojärjestelmään, joka

siirtää tulevan puheääneen auton kaiuttimiin ja poimii kuljettajan puheen erillisellä mikrofonilla takaisin infojärjestelmään ja sieltä puhelimeen.

Bluetooth-järjestelmän avulla on mahdollista siirtää älypuhelimien yhteystiedot ja numerovälitystä auton infojärjestelmään. Parhaimmillaan puhelun aloittaminen onnistuu pelkällä puhekomennolla. (Buick 2015.)

Internet-valmiuden puuttuessa infojärjestelmästä voidaan yhteys luoda älypuhelimien avulla. Älypuhelin asetetaan wifi-tukiasemaksi (hotspot), johon auton infojärjestelmä on yhteydessä yleiseen internetiin puhelimen tarjoaman wlan-yhteyden välityksellä. Mahdollisuus käyttää puhelimen internetyhteyttä nostaa infonäytön käyttökelpoisuuden uudelle tasolle. Puhelimen kautta kulkeva datavirta tarjoaa päivitettyä tietoa esimerkiksi auton navigaattorille.

Älypuhelimien paikallisia multimediatiedostoja voidaan toistaa myös USB-kaapeliyhteyden avulla auton infojärjestelmän kautta. Autovalmistajien omat älypuhelinsovellukset osaavat tallentaa autotelemetriatietoja käyttäjän myöhemmin tutkittavaksi. Kehittyneimmät infojärjestelmät osaavat peilata älypuhelimien sovelluksia omaksi versioikseen auton infonäytölle.

3 Järjestelmien eri käyttötavat

Nykyiset käyttötavat voidaan karkeasti jakaa kolmeen eri luokkaan: ohjainkäyttöisiin, kosketusnäyttöä hyödyntäviin järjestelmiin sekä puheohjauksella toimiviin. Jotkin autovalmistajat ovat esitelleet uusia malleja, jotka hyödyntävät sekä kosketusnäyttö- että ohjainkäyttöistä tekniikkaa. Tällöin saadaan hyödyt molemmista järjestelmistä.

Pelkästään kosketusnäyttöä käytettäessä käyttöliittymää voidaan dynaamisesti muokata sovel-luskohtaisesti, kun ohjainkäytöisessä joudutaan rajoittumaan ohjaimen sallimiin liikkeisiin ja painalluksiin. Kehitys on käytännössä sama kuin puhelimet siirtyivät kiinteistä näppäimistöistä kokoruudun kosketusnäyttöihin. Voidaankin pohtia, onko samanlainen kehitys autoissa mielekäs-tä. Puheohjausta voidaan myös yhdistää kahteen edellä mainittuun, joka näyttäisi olevan tulevaisuuden suuntaus kirjoitushetkellä. Eri käyttötapoja yhdistelevä ratkaisu hyödyntää kunkin luokan etuja yrittää minimoida haitat, jotta kokonaisuus olisi liikenneturvallisuuden kannalta optimaalinen.

3.1 Kosketusnäytölliset

Kosketusnäytöllisissä järjestelmissä auton infojärjestelmää käsitellään kosketusnäytön kautta. Kosketusnäyttö sijaitsee yleensä auton keskikonsolissa, kuljettajan tai apukuljettajan käden etäisyydellä. Joissain tapauksissa valmistaja jättää tärkeimmät painikkeet ja rullat kosketusnäytön viereen, jolloin päätehtävät voidaan hoitaa edelleen niiden kautta.

Kosketusnäytön hyötyihin kuuluu muun muassa kirjoittamisen nopeus ruudulle. Tämä pätee vain, jos auto on pysäköitynä ja kuljettaja voi keskittyä täysin infojärjestelmän käyttöön. Kosketusnäytön käyttö voi olla ensikäyttäjälle helpompaa, jos hänellä on kokemusta muista kosketusnäyttöisistä laitteista.

Kosketusnäytön suurimpana ongelmana on niiden pieni koko sekä käyttö ajon aikana. Pienen ruudun käyttö käden pituiselta etäisyydeltä vaatii paljon keskittymistä (Kuva 1). Useat valmistajat yrittävät sijoittaa liikaa kuvakkeita samaan ruutuun, jolloin käyttö vaikeutuu entisestään, ja liikenneturvallisuus vaarantuu. Komennon perille menosta tarvittavan palautteen saaminen kosketusnäytöltä on vaikeaa. Kuljettaja joutuu aina tarkistamaan näytöltä, menikö kosketus perille ja tapahtuiko haluttu muutos. Ongelmaksi kosketusnäytössä muodostuu sen likaantuminen jatkuvan koskettelun takia.



Kuva 1: Pienen kosketusnäytön käyttö vaatii keskittymistä (Ford 2016)

3.2 Ohjainkäyttöiset

Ohjainkäyttöiset järjestelmät perustuvat näyttöön ja erilliseen ohjaimen, jolla käsitellään näyttöä. Koska ohjainkäyttöistä näyttöä ei tarvitse koskea, näyttö voi sijaita hieman ylempänä keskikonsolista, jolloin katse pysyy samalla korkeudella kuin tiehen katsoessa. Ohjaimena toimii usein ohjainrulla, jota pyörittämällä päästään liikkumaan valikossa (Kuva 2). Ohjainrulla sijaitsee yleisesti kuljettajan käsinojan lähistöllä.



Kuva 2: BMW:n ohjainrulla (BMW 2012)

Ohjainkäyttöisen järjestelmän etuna ovat lihasmuistiin jäävät komennot, jolloin järjestelmää voi käyttää ilman, että näyttöön edes tarvitsee katsoa. Huonona puolena voidaan mainita pitkien tekstin kirjoittaminen valitsemalla rullan avulla yksittäisiä kirjaimia. Ohjainrullat ovat myös valmistajakohtaisia, joten niiden käytössä ja liikeradoissa on suuria eroja.

3.3 Puheohjaus

Puheohjauksella toimivassa järjestelmässä voidaan ohjata infojärjestelmää pelkällä puheäänellä. Autossa oleva mikrofoni välittää ihmisen puheen auton infojärjestelmän tietokoneelle, joka analysoi puheen ja etsii sisällöstä komentosanoja. Ongelmana on laitekeskeisen puhe-tunnistuksen epävarmuus ja komentosanojen tarkka artikulointi. Yksinkertaiset puheohjaus-komennot riittävät esimerkiksi aloittamaan navigoinnin, mutta ne eivät selviydy navigointi-kohteen osoitteen sanelusta. Puhekomennoilla saadaan toimimaan myös puheluiden ja teksti-viestien lähettäminen kytkemällä puhelin Bluetooth- tai USB-yhteydellä infojärjestelmään.

Kehittyneempi versio järjestelmästä on puheohjaus, joka on yhteydessä internetiin ja hyödyn-tää pilvipalvelua. Puhekomennot analysoidaan tällöin pilvipalvelun tietokoneissa ja käytetään

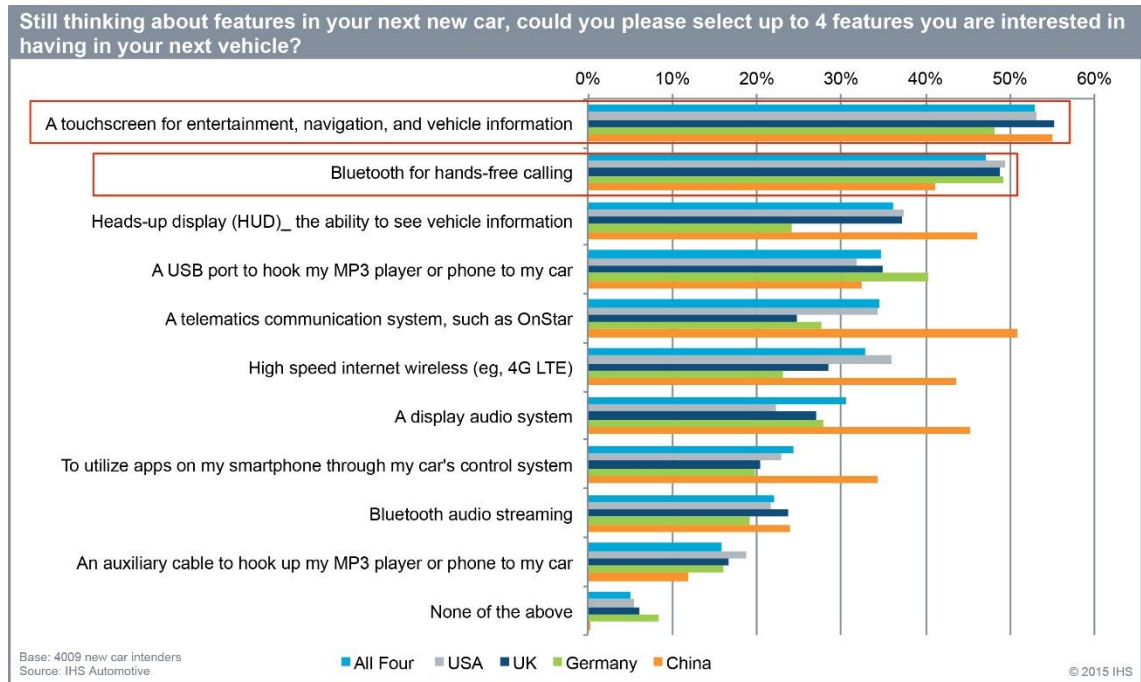
niiden laajoja tietokantoja. Analysoidut komennot palaavat tulkittuina infojärjestelmään. Pilvipalvelu mahdollistaa laajempien komentovalikoiden ja lähes keskustelunomaisen käytön.

Suurimpana ongelmana puheohjauksessa on suomen kielen puute järjestelmistä. Puheohjauksen komennot ovat yleensä autokohtaisia, jolloin puheohjauksen komennot tarvitsee opetella etukäteen ulkoa. Puheen tulkinta vaatii infojärjestelmältä paljon tietokoneen laskentatehoa, jotta puhe saadaan käsiteltyä reaaliajassa. Jos puheohjaus hyödyntää pilvipalvelua, se vaatii myös nopean internetyhteyden. Jos internetyhteyttä ei ole saatavilla tai se on heikko, voi puheohjaus huonoimmassa tapauksessa lakata toimimasta kokonaan.

4 Infojärjestelmien ohjelmistoalustat

Suuret IT-jätit, kuten Apple ja Google, halusivat oman osuutensa autojen infojärjestelmistä. Ekosysteemien laajeneminen autoihin oli luonnollinen jatkumo, koska käyttäjien digitaalinen sisältö oli siirtynyt pöytäkoneista älypuhelimiin. Autovalmistajien elektroniikkalaitteiden hitaat kehityssyklit eivät pystyneet kilpailemaan käyttäjäkokemuksessa nopeasti kehittyvän IT-sektorin kanssa, joten autovalmistajien oli kompromissiksi avattava infojärjestelmien kehittäminen autoalan ulkopuolella kehitettäväksi. IT-yritysten ohjelmistototeutukset lähestyvät toimivan infojärjestelmän ratkaisua kukin omalla tavallaan, mutta päämäärä on kaikilla sama, kuljettajan avustaminen häiritsemättä itse ajotapahtumaa.

Yhä enemmän autovalintaan vaikuttavat tuettavat infojärjestelmät. IHS Automotiven teettämän tutkimuksen mukaan kosketusnäyttö kuuluu tärkeimpiin ominaisuuksiin seuraavaa autoa mietittäessä (Kuva 3). IHS Automotive ennustaa Android Autoa ja Carplayta tukevien järjestelmien myynnin kasvavan lähes 30 miljoonaan vuoteen 2020 mennessä (IHS Automotive 2015).



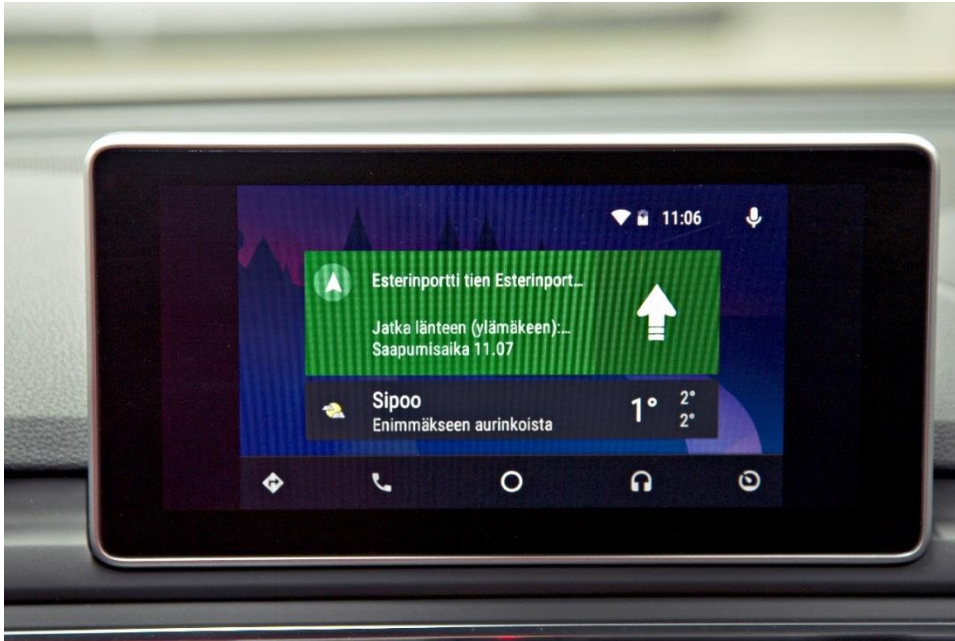
Kuva 3: Kyselyn tulokset neljästä tärkeimmästä ominaisuudesta seuraavassa autossa (IHS Automotive 2015)

4.1 Android Auto

Android Auto on Googlen kehittämä käyttöjärjestelmä auton infojärjestelmille. Se julkaistiin Google I/O -tapahtumassa vuonna 2014 (Android Central 2016). Android Auto -sovellus ilmestyi Yhdysvaltojen sovelluskauppaan maaliskuussa 2015.

Android Auton käytön aloittaminen eroaa Applen Carplaysta. Toimintoa varten tarvitsee ladata oma sovellus Android Play Kaupasta. Sovellusta ei vielä tällä hetkellä löydy Suomen Play Kaupan valikoimista, siksi Android Auton virallinen käyttö ei ole vielä mahdollista Suomessa. Saimme kokeiluja varten testikokoonpanon, jolla järjestelmän toimintaa oli mahdollista todentaa. Android Auto vaatii puhelimelta Android 5.0 -käyttöjärjestelmän tai uudemman toimiakseen. (Herttua 2015, 31.)

Sovelluksen käynnistyttyä ja sovelluksen alkuohjeiden jälkeen puhelimen voi kytkeä auton Usb-liittimeen. Android Auton ensinäkymänä toimii tuttu Google Now -näky, joka kertoo ajankohtaiset tapahtumat ja tiedot käyttäjän päivästä ja tapahtumista (Kuva 4). Näkymässä voi olla lisäksi paikallisia säätietoja, matka-aikoja edellisiin määränpäihin tai jopa viimeksi soitettu musiikkikappale. Näkymän yläkulmassa näkyy myös kello, puhelimen akun varaustila sekä puhelimen signaalivoimakkuus. (Herttua 2015, 31-32.)



Kuva 4: Android Auton ensinäkymä

Kun Applen Carplay luottaa isoihin selkeisiin kuvakkeisiin, Android Auton näytön alakulmassa on vain viisi kuvaketta, joiden alta lisätoiminnot paljastuvat. Kuvakkeet ovat selkeitä ja kertovat käyttäjälle ymmärrettävästi, mitä kuvakkeen alta löytyy. (Herttua 2015, 32.)

Navigaatiosovelluksena toimii Googlen oma Google Maps, jota voidaan pitää karttasovellusten standardina (Kuva 5). Google Maps ei pelkästään nojautu puhelimen omaan gps-signaaliin, vaan osaa käyttää hyväkseen myös auton gps-laitteiston tietoja. (Herttua 2015, 32.)



Kuva 5: Google Maps -navigointi Android Autossa

Puhelinkuvakkeen takaa löytyvät puhelintoiminnot, jossa näkyvät viimeisimmät puhelut ja näppäimet numeroiden valintaan. Valikosta löytyy mahdollisuus kuunnella vastaajan viestit ja nähdä vastaamattomat puhelut. (Herttua 2015, 32.)

Kuulokekuvake on multimediasovelluksille ja vakiona löytyy järjestelmän oma sovellus Google Play Music. Google Play Musicin avulla voidaan toistaa älypuhelimessa sijaitsevia äänitiedostoja. CarPlayn tapaan Googlelta löytyvät valikosta puhelimeen ladattavat TuneIn Radio ja Spotify. Sovelluksista on tehty helppokäyttöisiä ja ne muistuttavat ulkonäöllisesti toisiaan, joten suurta oppimista ei tarvita eri sovelluksien välillä. Android Autossa Spotify-musiikkipalvelun taustakuvaksi ilmestyy toistettavan levyn kansi (Kuva 6). Toistonäppäimien väri vaihtuu sovelluksen mukaan. Spotifyn väritys on vihreä ja Google Play Musiikin keltainen. Musiikki siirtyy USB-yhteyden välityksellä, jolloin äänenlaatu ei kärsi. (Herttua 2015, 32.)



Kuva 6: Spotify-sovellus Android Autossa

Liikenneturvallisuuden takaamiseksi Android Auto ei näytä kirjallisena näytöllä vastaanotettuja tekstiviestejä tai muista viestintäsovelluksista saapuneita viestejä. Viestit luetaan käyttäjälle ääneen, jonka jälkeen niihin on mahdollisuus vastata äänikomennoilla. Viestien saapumisen voi huomata joko yläkulmaan saapuvasta ilmoituksesta tai järjestelmän alkunäkymästä. (Herttua 2015, 32.)

Android Auton käyttö perustuu Googlen äänikomentoihin. Äänikomennot kytketään painamalla ohjauspyörän puhenäppäimestä pitkään tai painamalla kosketusnäytön mikrofonikuvakkeesta. Äänikomennolla voi asettaa opastuksen vaikka lähimpään kahvilaan tai sanella viestejä lähetettäväksi ystäville. Googlen Android-järjestelmä on huomattavan avoin erilaisten sovellusten yhteiskäytölle. Kun Carplayn äänikomennolla voi vain soittaa musiikkia Applen omista järjestelmistä, Android Auto osaa etsiä kappaleita esimerkiksi Spotify-musiikkipalvelusta. (Herttua 2015, 32.)

Android Auton puheentunnistus käyttää hyväkseen pilvipalveluita puhutun äänen tulkitsemiseen Googlen vastaavan Google Now -palvelun tavoin. Perinteinen pelkästään paikallisesti toimiva puheentunnistusohjelmisto on saanut väistyä pois tieltä ja kattavampi hajautettu kokonaisuus on otettu käyttöön. Ulkoistamalla ääninäytteiden käsittely usein laskentateholtaan rajallisesta laitteesta skaalautuville palvelimille mahdollistaa tehokkaampien algoritmien käytön sekä helpon laajennettavuuden. Menetelmiä kehitetään jatkuvasti ja apuna on käytetty mm. neuroverkkoja. (Google Research Blog 2015.)

Google on antanut tarkat ohjeet sovelluksien tekoon Android Autoa varten. Sovelluksien on vältettävä mahdollisimman paljon kuljettajan keskittymisen häiriintymistä, ja näytettävä ainoastaan tietoa josta on hyötyä kuljettajalle. Sovellukset eivät saa näyttää animoituja elementtejä, kuten videoita tai edistymispalkkeja. Myöskään automaattisesti vieriviä tekstejä ei saa olla. (Android Developer 2016.)

4.2 Apple Carplay

Apple Carplay on Applen tekemä oma käyttöjärjestelmä autojen infojärjestelmille. Se esiteltiin ensimmäisen kerran Applen WWDC-kehittäjäkonferenssissa vuonna 2013 työnimellä "iOS in the Car" (The Verge 2013). Järjestelmä nykymuodossaan esiteltiin Geneven automessuilla vuonna 2014 (BBC Newsbeat 2014).

Auton Carplayn aktivointi onnistuu kytkemällä iPhone-älypuhelin USB-yhteydellä kiinni auton USB-liittimeen. Carplay toimii iPhone 5:stä alkaen. Auton informaatiojärjestelmään ilmestyy Carplay-kuvake, jota painamalla ohjelmiston valikko aukeaa (Kuva 7). Se muistuttaa pelkistettyä iPhonen sovellusvalikkoa. Valikossa liikkuminen riippuu auton informaatiojärjestelmästä. Vierittäminen tapahtuu joko suoraan sormella kosketusnäytöltä tai ohjainrullan avulla. (Herttua 2015, 30.)



Kuva 7: Apple Carplayn valikko

Toistaiseksi sovellusvalikoima on vielä hyvin niukka. Carplay-sovelluksille ei ole omaa sovelluskauppaa, vaan ne on ladattava iPhoneen App Storesta tavalliseen tapaan. Vakiosovelluksiin kuuluvat Applen omat sovellukset, joita ovat Viestit, Musiikki, Kartat, Puhelut, Podcastit ja Äänikirjat. Muut hyväksytyt sovellukset ovat vielä musiikkipalveluita, kuten Spotify ja Tuneln Radio. Sovelluksia ei pysty siirtämään valikoissa tai poistamaan järjestelmästä, vaan ne pitää poistaa myös älypuhelimesta. Carplay-sovellukset muistuttavat ulkonäöltään toisiaan ja niiden käyttöliittymät ovat pelkistettyjä ja pelkästään luettelomuotoisia. (Herttua 2015, 30.)

Apple on tunnetusti mustasukkainen käyttäjistään ja esimerkiksi Kartat-sovellus käyttää pelkästään Applen omia karttoja. Karttojen korvaaminen esimerkiksi Google Mapsilla ei ole mahdollista. Sama pätee myös viestintäsovellukseen. Applen Kartat-navigointisovellus muistaa puhelimesta aikaisemmin haettuja paikkoja ja suunniteltuja reittejä. Älypuhelimessa käynnistetty opastus jatkuu saumattomasti, kun siirrytään autoon ja Carplay avautuu. Apple Kartat-sovelluksessa opastus tapahtuu suomeksi (Kuva 8). Uusimassa iOS-käyttöjärjestelmäpäivityksessä Kartat-sovellukseen päivittyi Lähellä-ominaisuus, joka ehdottaa esimerkiksi lähellä olevia kahviloita tai huoltoasemia. (Herttua 2015, 30.)



Kuva 8: Apple Kartat -navigointi Apple Carplayssa

Carplayssä on äänikomentoja ymmärtävä avustaja Siri (Kuva 9). Apple haluaa kuljettajan keskittymisen pysyvän ajamisessa eikä harhautuvan vilkuilemaan näytölle ajon aikana. Tämän takia esimerkiksi omia viestejä ei näy kirjoitettuina näytöllä. Puhetoimintojen aivona toimivan Sirin voi pyytää lukemaan edelliset tekstiviestit ja myös vastaamaan niihin. Lisäksi avustaja kertoo kalenterin tapahtumat. Sirille puhuminen käynnistetään joko auton ohjauspyörässä sijaitsevasta puhennäppäimestä tai inforuudussa sijaitsevasta valikkonäppäimestä. Käynnistys voidaan myös aloittaa sanomalla “Hei Siri!” (Herttua 2015, 30.)



Kuva 9: Apple Carplayn Siri odottaa äänikomentoa

Uusimmassa iOS 9.3 - käyttöjärjestelmäpäivityksen jälkeen Siri puhuu myös suomea. Sirillä ei vielä ole toistaiseksi oikeuksia Applen omien sovellusten ulkopuolelle, joten esimerkiksi musiikkikappaleen tai soittolistan soittaminen Spotifysta ei onnistu pelkillä äänikomennoilla. Tämä voi olla myös ongelma, jos käyttää muita kalenteri- tai viestisovelluksia kuin Applen omia, sillä Sirillä ei ole mahdollisuuksia päästä niihin käsiksi. (Herttua 2015, 30.)

Siri tukeutuu pilvipalveluiden apuun Android Auton tavoin. Applen alkuperäinen patenttihakemus Sirin kaltaiselle henkilökohtaiselle virtuaaliavustajalle paljastaa ääninäytteiden laajamittaisen analysoinnin (Kaavio 1). Tarvittaessa apua voidaan hakea ulkopuolisilta palveluilta oikean vastauksen luomiseksi. Internet-yhteyttä hyväksikäyttäen Sirin hyöty ei rajoitu pelkästään paikallisiin operaatioihin vaan kysymyksiä voi esittää niin urheilutuloksista kuin vallitsevista säätiloista ympäri maailmaa. Ongelmaksi Siriä käyttäessä voi muodostua komentojen unohtaminen. Hidas internetyhteys vaikuttaa myös Sirin toimintaan, jolloin Sirin vastausta joutuu odottamaan. Sirin suomen kielen tunnistus ei ole vielä täydellinen. Suomenkieliset nimet ovat kokeilujen mukaan Sirille hankalia. (Herttua 2015, 30.)

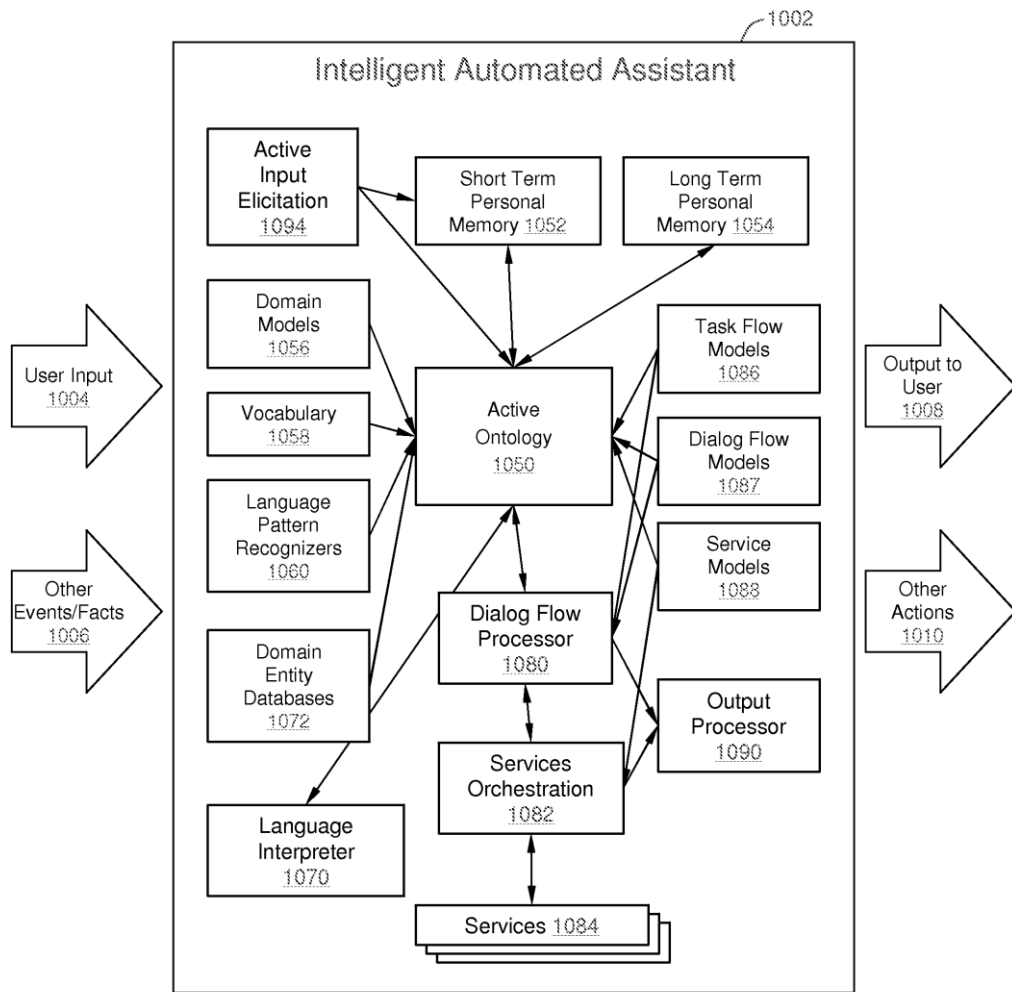


FIG. 1

Kaavio 1: Virtuaaliavustajan toimintaperiaate patenttihakemuksessa (Apple Inc 2012)

4.3 Mirrorlink

MirrorLink oli ensimmäisiä järjestelmiä, joilla älypuhelimien älyä saatiin siirrettyä auton informaatiojärjestelmään. MirrorLinkin kehitystyön takaajina on ryhmä puhelin- ja autovalmistajia, joiden Car Connectivity Consortium -ryhmä huolehtii laitteiden ja ohjelmistojen yhteensopivuudesta. (Herttua 2015, 29.)

Auton multimediajärjestelmään ladattu ohjelmisto käyttää puhelimeen ladattuja MirrorLink-hyväksytyjä sovelluksia. Sovellukset pyörivät puhelimesta, mutta näyttö peilataan yksityiskohtia myöten auton näyttöön. Kehittyneempi MirrorLink kopioi kännykän näytön auton multimedianaäytölle ja yhdistää autojärjestelmän samalla nettiin. Kännykän

nettiyhteyden kautta välitetään tietoja auton valmistajalle ja päivitetään auton järjestelmiä. Nettiyhteyden kautta voi myös suoratoistaa musiikkia nettiradioista tai musiikkipalveluista. (Herttua 2015, 29.)

MirrorLinkillä oli muutama vuosi sitten selvä etumatka muihin autojärjestelmiin nähden, mutta nykypäivänä se tuntuu jäävän isojen IT-jättien Apple Carplayn ja Android Auton jalkoihin. Sitä tukevien valmistajien määrä on vähentynyt eikä sovelluksia ole enää ilmestynyt entistä tahtia. Muun muassa Volkswagen on yrittänyt tukea MirrorLinkiä luomalla useita omia sovelluksia ladattavaksi. Sovellusten avulla voi tarkkailla omia ajotapoja ja opetella ajamaan taloudellisemmin. Omia telemetriatietoja ajamisesta voi tallentaa myöhempiä tutkimuksia varten. (Herttua 2015, 29.)

MirrorLinkin saa toimimaan yksinkertaisesti kytkemällä puhelimen kiinni auton usb-paikkaan. MirrorLinkin käynnistyttyä näytölle ilmestyy sovellukset, jotka ovat käytettävissä (Kuva 10). Vakiona järjestelmä ei tarjoa yhtään sovellusta, joten ne pitää ladata itse kännykkään. Tämä voi olla positiivinen asia joillekin, sillä kaikki eivät halua olla suurien sovellusvalmistajien kahleissa. (Herttua 2015, 29-30.)



Kuva 10: MirrorLinkin valikko

Tuettujen sovellusten määrä on hyvin niukka, eikä välttämättä riitä nykyiselle älypuhelinuskupolvelle. MirrorLink ei tue äänikomentoja lainkaan, joten kaikki tehtävät

täytyy tehdä kosketusnäytön kautta. Auton valmistajien tuki näkyy mahdollisuutena päästä kiinni auton toimintoihin. Siinä missä Apple ja Google jäävät ainakin toistaiseksi pelkiksi viihdejärjestelmiksi, MirrorLinkillä näyttää pääsevän ainakin rajoitetusti tarkkailemaan oman auton toimintaa. (Herttua 2015, 30.)

5 Autojen kehittyneimmät omat järjestelmät

Autovalmistajien omien infojärjestelmien kehitys ja kilpailu on koventunut viime vuosina. Infojärjestelmien merkitys auton ostajalle on noussut entistä tärkeämmäksi asiaksi. Sen lisäksi älypuhelinkehitys ja internetyhteyksien nopeutuminen on pakottanut autovalmistajien kehittämään omia järjestelmiään. Ongelmaksi voi kehittyä asiakkaiden vaatimusten toteuttaminen mahdollisimman liikenneturvallisesti.

Tesla ja Volvo edustavat infojärjestelmien kehittyneintä kärkeä. Molemmat hyödyntävät internetyhteyttä erilaisten toimintojen käyttöön ja tietojen keräämiseen. Molempiin löytyy oma älypuhelinsovellus, jolla voidaan käyttää tiettyjä toimintoja. Molempia järjestelmiä voidaan päivittää ohjelmistopäivityksillä, joka mahdollistaa lisäominaisuuksien lisäämisen jälkikäteen.

5.1 Tesla

Sähköautovalmistaja toi vuonna 2012 markkinoille uuden sähköauton Model S:n, jossa oli ennäkemätön 17-tuumainen kosketusnäyttö (Kuva 11). Kosketusnäyttö oli edistyksellinen, sillä se korvasi kaikki fyysiset näppäimet keskikonsolista, jolloin kaikki auton asetukset hoidettiin kosketusnäytön kautta. Suorittimena kosketusnäytössä toimii Nvidian 1,4-gigahertsinen Tegra 3 neliydinprosessori (Green Car Congress). Jokainen Tesla Model S on myös varustettu WLAN- ja mobiili-internetyhteydellä, jolloin auto on jatkuvassa yhteydessä verkkoon. (Tesla Motors 2016b.)



Kuva 11: Tesla Model S -auton keskikonsolin näyttö

Teslan kosketusnäytön käyttöjärjestelmä perustuu avoimen lähdekoodin Linuxiin. Kosketusnäytössä olevat sovellukset voidaan näyttää koko ruudulla tai jakaa kaksi sovellusta näytölle. Teslan sovelluksista löytyy jopa täysikokoinen selain. Kartta- ja navigointiohjelmanäyttöjärjestelmä käyttää Google Mapsia. Musiikkia voidaan toistaa eri musiikkisovelluksen kautta. Oma sovelluskauppa Teslalla ei ole. (CNET Roadshow 2013.)

Tesla on myös tehnyt omat älypuhelinsovellukset Android- sekä iOS-puhelimille. Sovelluksen kautta voidaan muun muassa lukita tai avata auton ovet, tarkistaa auton sijainti kartalla, tarkistaa sähkövarauksen määrä tai kytkeä auton ilmastointi päälle. (Tesla Motors 2016a.) Uusimmassa auton sovelluspäivityksen mukana tuli Summon -ominaisuus, jonka avulla autoa voidaan siirtää hitaasti eteen- tai taaksepäin älypuhelimien avulla. (Tesla Motors 2016d.) Koska Tesla on lähes ajava tietokone, ohjelmistopäivitykset hoidetaan pilvipalvelun kautta autoon. Ohjelmistopäivityksillä voidaan vaikuttaa koko auton suorituskykyyn eikä pelkästään kosketusnäytön ominaisuuksiin. (Tesla Motors 2016c.)

5.2 Volvo Sensus

Volvo esitteli uudessa XC90-maasturissaan uuden taulutietokonemaisen Sensus-infojärjestelmän. Sensus on varustettu pystyyn asetetulla 9-tuumaisella kosketusnäytöllä (Kuva 12). Erikoisuutena kosketusnäytössä on infrapunaa käyttöä, jolloin näyttöä voidaan käyttää hanskat kädessä. Kosketusnäytön alapuolella on näppäin, josta päästään aina päävalikkoon. (PCMag 2015.)



Kuva 12: Volvo XC90 -auton keskikonsolin näyttö (Volvo Car Group 2014)

Sensus-järjestelmän käyttö muistuttaa hyvin paljon Android-tablettien käyttöä, sillä sitä ohjataan pyyhkimällä vasemmalle ja oikealle. Alkuvalikossa näkyy neljä viimeisintä pienoissovellusta, joista voidaan vilkaista nopeasti käynnissä olevien sovelluksien tietoja. Painamalla pienoissovelluksesta saadaan eri toimintoja, riippuen sovelluksesta. Pyyhkäisemällä oikealle päävalikosta saadaan näkyviin eri sovelluksia. Vasemmalle pyyhkäisemällä päästään käsiksi auton ajoturvallisuusjärjestelmiin. Järjestelmäasetuksiin päästään vetäisemällä yläreunasta alaspäin. Järjestelmä tukee Apple Carplaytä sekä Android Autoa. (PCMag 2015.)

Volvoon saa lisävarusteena ostettua Volvo On Call -järjestelmän, jonka mukana tulee mahdollinen älypuhelinsovelluksen käyttö. Älypuhelinsovelluksen kautta voidaan tarkastaa muun muassa auton sijainti, polttoainetilanne, lukita ovet, lähettää mahdollinen matkakohde pilvipalvelun kautta auton navigointijärjestelmään tai jopa käynnistää auto etänä. Etäkäynnistystä käytettäessä auto on käynnissä 1-15 minuuttia. Tämä on kuitenkin rajoitettu vain kahteen kertaan, jonka jälkeen auto pitää käynnistää normaalisti. Volvo On Call -lisävaruste tuo datayhteysvalmiuden autoon, jonka avulla voidaan jakaa yhteyttä matkustajille, eikä datayh-

teyttä tarvitse jakaa omasta älypuhelimesta. Volvo On Call -sovellus on saatavilla Android-, iOS- sekä Windows -puhelimiin. Sovellus on myös saatavilla Apple Watch sekä Android Wear -älykelloihin. (Volvo Carsin tuki 2016.)

6 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä kartoitettiin autojen infojärjestelmien nykytilaa sekä tutkittiin lyhyesti niiden liikenneturvallisuutta. Jokainen työssä esiintyvä järjestelmäluokka arvioitiin ajonaikaisessa käyttökontekstissa. Vertailukriteereinä käytettiin olemassa olevaa kansainvälistä tutkimustietoa liikenneturvallisuuteen vaikuttavista häiriötekijöistä ajon aikana sekä niiden laadusta.

Tutkimusosuus keskittyi eri järjestelmäluokkien arviointiin käyttämällä liikenneturvallisuuteen liittyviä kriteereitä asiantuntijoiden käyttämistä arviointimenetelmistä. Eri valmistajien laajamittainen infojärjestelmien turvallisuusvertailu ei olisi mielekästä, koska uusia julkaistaan nopeaan tahtiin. Useat tutkimukset ovat arvioineet infojärjestelmiä lähestymällä käyttöliittymää käytettävyyden näkökulmasta, mutta fyysisten eroavaisuuksien huomioonottaminen on tärkeää vertailtaessa eri järjestelmäkatteja.

7 Käyttöhelppouden ja liikenneturvallisuuden arviointi

Auton käyttökonteksti asettaa tiukkoja vaatimuksia käytettävyyden suunnittelulle. Kaikkien suunnitteluvalintojen pitäisi minimoida häiriötekijät käyttäjälle, jotta rajallinen huomio ei siirtyisi päätehtävästä eli turvallisesta ajamisesta. Tästäkin huolimatta huomion pitäytyminen ajamisessa ei vielä takaa turvallista lopputulosta, koska ajatukset voivat olla muualla (Bach ym. 2009, 459). Käyttäjien vaatimusten huomioiminen uusien järjestelmien suunnittelussa vaikeuttaa tehtävää entisestään.

Tijerina (2000) määrittää tutkimuksessaan termin ”biomekaaninen häiriö”, jolla viitataan kehon siirtymiseen normaalista ajoasennosta. Määritelmään lasketaan myös käsien irrotus ratista toissijaista tehtävää suorittaakseen. Autovalmistajista koostuva Driver Focus - Telematics Working Group (2006) määrittää lausunnossaan kriteerit ja periaatteet infojärjestelmien turvallisuuden määrittelemiseen. Periaatteen 3.5 mukaan järjestelmän vasteaika annettuun komentoon täytyy olla mahdollisimman nopea sekä vastaus selkeä. Pahimmillaan epäselvä tai hidas vastaus johtaa väärään tulkintaan sekä komennon uudelleen syöttöön. Ohje määrittää tiukan 250 millisekuntin raja-arvon, mutta se ei ole yleistettävissä suoraan puheohjatuille järjestelmille. Periaatteen 2.1 mukaan haluttujen toimintojen suoritus pitäisi olla mahdollista tehdä lyhyissä pätkissä, jotta huomio ei siirtyisi pitkäksi aikaa pois tiestä. Alkuperäinen periaate viittaa näytöillä varustettuihin järjestelmiin, mutta arvioinnissa yleistämme sen kattamaan yhtäläillä puheohjatut järjestelmät. Toissijaiset tehtävät eivät saa kuluttaa liikaa huomiota.

Ohjainkäyttöisten biomekaaninen häiriö jää keskitasolle, koska ohjainrulla sijaitsee yleisesti kuljettajan käsinojan lähistöllä. Käyttö ei vaadi kehon siirtymistä normaalista ajoasennosta, mutta interaktio vaatii käden irrottamista ratista. Koska ohjainrullaa käytetään myös valintojen hyväksymiseen painamalla, pieni fyysinen liike antaa käyttäjälle tarvittavan palautteen muiden keinojen lisäksi syötteen rekisteröitymisestä. Vaikka mahdolliset valinnat ovat usein rajalliset, piilee ohjainrullan etu lyhyistä, vähän ajattelua vaativista interaktioista, joita on helppo jatkaa siihen mihin viimeksi on jääty. Usein suoritettavat tehtävät hyötyvät lihasmuistista.

Kosketusnäyttölliset järjestelmät kärsivät eniten biomekaanisesta häiriöstä. Ulottuminen usein keskikonsolissa sijaitsevaan näyttöön komentojen antamiseksi vaatii siirtymistä normaalista ajoasennosta sekä irrottautumista ratista. Painallusten rekisteröityminen on riippuvainen käytetyn näyttötekniikan laadusta. Fyysisen palautteen sijaan järjestelmä antaa visuaalisen tai auditiivisen palautteen onnistuneesta syötteestä. Kosketusnäyttöllisissä järjestelmissä tehtävät pystyy pilkkomaan pienempiin osiin ohjainkäyttöisten tavoin, mutta lihasmuistin hyödyntäminen ei ole yhtä tarkkaa kuin ohjainkäyttöisessä.

Puheohjaus sisältää vähiten biomekaanista häiriötä vertailujoukosta. Käytännössä käyttäjän ei tarvitse liikkua ajoasennosta tai irrottaa otettaan ratista komentojen antamiseksi. Internet-yhteyttä puheentunnistuksessa hyödyntävät kärsivät hitaasta vasteajasta. Palautetta onnistuneesta komennosta tai vastausta esitettyyn kysymykseen voi joutua odottaa liian pitkään. Komentojen antamiselle puheella on yleensä aikaikkuna, jonka aika se täytyy antaa. Tehtävien pilkkominen lyhyemmäksi interaktioiksi on usein vaivalloista tai mahdotonta.

8 Yhteenveto ja pohdinta

Tutkimuksessani kävin kattavasti läpi kolme suurinta ulkopuolista autojen infojärjestelmien käyttöjärjestelmää, ja niiden käytännön toimivuutta sekä eri käyttötapojen liikenneturvallisuutta. Alkuperäinen suunnitelma oli tehdä näistä kolmesta eri järjestelmästä käytettävyyttä tutkimus, mutta Android Auton viivästyminen Suomen markkinoille valitettavasti esti tämän tekemisen. Autojen infojärjestelmät ovat kiinnostaneet minua jo pitkään, ja oli mielenkiintoista tutkia mitä uutta IT-jätit tuovat näihin järjestelmiin.

Ajankohta tutkimukselle oli haasteellinen, sillä infojärjestelmien muutokset Suomeen tuotavissa autoissa on vasta alkamassa. Ensimmäisiä koekappaleita sai kokeiltavaksi vuoden 2015 lopussa ja vuoden 2016 aikana ne yleistyvät useampiin automalleihin. Valmistajasta riippuen Carplay- tai Android Auto -valmuis voi olla lisävaruste, joka on ostettava erikseen.

Infojärjestelmien liikenneturvallisuusarviointi on tehty lähinnä havaintoanalyysien pohjalta ja kirjallisuustutkimuksen antamien turvallisuuskriteereitä tarkistamalla. Tarkempiin tuloksiin vaaditaan käytännön ajokokeita erilaisilla infojärjestelmillä, joissa kuljettajan ajosuoritusta havainnoidaan esimerkiksi silmänliikekameralla ja kuljettajaa pyydetään tekemään toimintasarjoja ajon aikana. Opintyönä tehty infojärjestelmien liikenneturvallisuusarviointi edustaa esiselvitystä varsinaisille tutkimuksille, joita viranomaiset ja ajoneuvovalmistajat suorittavat hyväksyessään infojärjestelmiä yleiseen liikenteeseen.

Franzén ja Chafi (2011) totesivat infojärjestelmien olevan kokonaisuudessaan vaikeita verifioida ja työkalut turvallisuuden järjestelmälliseen testaamiseen ovat puutteelliset. Kuten opinnäytetyössä tehdystä järjestelmien vertailusta käy ilmi, puheohjaus vaatii vähiten fyysistä interaktiota järjestelmän kanssa. Paradoksaalista kyllä, tuoreessa tutkimuksessa puheohjauksen todettiin vaativan enemmän huomiota ja aiheuttavan enemmän kognitiivista kuormitusta kuin aiemmin luultiin (Strayer ym. 2015). Puheohjaus on vasta lyömässä läpi Applen ja Googlen johdolla, joten liian hätäisiä johtopäätöksiä ei pidä vetää. Kehitystä pitäisi viedä eteenpäin vasteaikaa pienentämällä sekä luonnollisen kielen tulkinnan tehostamisella.

Applen ja Googlen sovelluskaupat ovat vasta lähdössä autosovellusten markkinointiin. Sovellusten tekeminen ja hyväksyntä ostettavaksi ja ladattavaksi vaativat sovellusten tekijöiltä ylimääräisiä ponnisteluja. Edellä mainitut amerikkalaiset yritykset ovat ymmärrettävästi huolissaan ajoturvallisuudesta, joten ominaisuuksia lisätään varsin varovasti. (Herttua 2015, 32.)

Applen ja Googlen sovelluskaupat ovat vasta lähdössä autosovellusten markkinointiin. Sovellusten tekeminen ja hyväksyntä ostettavaksi ja ladattavaksi vaativat sovellusten tekijöiltä ylimääräisiä ponnisteluja. Edellä mainitut amerikkalaiset yritykset ovat ymmärrettävästi huolissaan ajoturvallisuudesta, joten ominaisuuksia lisätään varsin varovasti.

Autonvalmistajien pelko ohjelmistoyritysten suoranaisesta vakoilusta vaikeuttaa tilannetta entisestään. Tiukat rajoitukset ja käytettävyyksivaatimukset kuitenkin karsivat paljon hyviä ideoita. (Herttua 2015, 32.)

Android Auton ja Apple Carplayn julkistuksen jälkeen julkaisutahti on jäänyt ohjelmistoalalle epätyypillisen verkkaiseksi. Ei ole siis ihme, että sovelluskehittäjien alkuinnostus on muuttunut annokseksi kylmää arkielämää. Google tarjoaa mahdollisuuksia tehdä jo musiikki- ja viestintäsovelluksia. Apple ei ole edes julkaissut tarkempaa tietoa tai aikataulua sovelluskehittäjille. Nykyiset sovellukset on tehty vain Applen kutsumien sovelluskehittäjien kanssa. (Herttua 2015, 32.)

Applen Carplay ja Googlen Android Auto vaikuttavat vielä keskeneräisiltä, mutta kuitenkin lupaavilta. Helppo ja tuttu käyttöliittymä sekä puhelimesta tuttujen sovelluksien toimivuus

auton näytöllä päihittää useimmat autojen omat järjestelmät. Google ja Apple ovat mukana jo monen päivittäisissä rutiineissa niin syvällä, ettei niistä voi luopua edes autolla ajamisen ajaksi. Lisäksi puhetta ymmärtävä, totteleva ja lähes kaiken tietävä apukuski on tietysti joka kuljettajan toivelistalla. (Herttua 2015, 32.)

Lähteet

Lehtiartikkeli

Herttua, S. 2015. Auto liittyy älypuhelimeen: Apple Carplay, Android Auto ja Mirrorlink. Tekniikan Maaailma 30.12.2015, 28-33.

Sähköiset lähteet

Android Central. 2016. Android Auto. Viitattu 21.4.2016.
<http://www.androidcentral.com/android-auto>

Android Developer. 2016. Auto App Quality. Viitattu 21.4.2016.
<http://developer.android.com/distribute/essentials/quality/auto.html>

Apple Inc. 2012. Intelligent Automated Assistant. Viitattu 09.04.2016.
<http://www.google.com/patents/US20120016678>

Bach, K. M. , Jæger, M. G., Skov, M. B. & Thomassen, N. G., 2009. Interacting with In-Vehicle Systems: Understanding, Measuring, and Evaluating Attention. HCI 2009 - People and Computers XXIII - Celebrating people and technology. Viitattu 11.04.2016. http://www.bcs.org/upload/pdf/ewic_hci09_paper59.pdf

BBC Newsbeat. 2014. Apple unveils CarPlay iPhone system at Geneva show. Viitattu 21.4.2016. <http://www.bbc.co.uk/newsbeat/article/26434406/apple-unveils-carplay-iphone-system-at-geneva-show>

BMW. 2012. BMW PressClub Global. Viitattu 01.04.2016.
<https://www.press.bmwgroup.com/global/photo/detail/P90094292/the-new-bmw-7-series:-idrive-controller-ceramics-05/2012>

BMW. 2013. Connectivity Technologies. Viitattu 20.4.2016.
http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/connecteddrive/2013/connectivity_technologies/index.html

Buick. 2015. How to use bluetooth in car technology: Making the connection. Viitattu 20.4.2016. <http://www.buick.com/how-to-use-bluetooth.html>

CNET Roadshow. 2013. 2012 Tesla Model S review. Viitattu 20.04.2016.
<http://www.cnet.com/roadshow/auto/2012-tesla-model-s/2/>

Crankshift. 2013. Introducing the Instrument Cluster. Viitattu 20.4.2016.
<http://www.crankshift.com/instrument-cluster/>

Driver Focus-Telematics Working Group. 2006. Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced In- Vehicle Information and Communication Systems. Viitattu 11.4.2016.
<http://www.autoalliance.org/index.cfm?objectid=D6819130-B985-11E1-9E4C000C296BA163>

ExtremeTech. 2012. Digital dashboard: Why your car's next instrument panel will be one big LCD. Viitattu 20.4.2016. <http://www.extremetech.com/extreme/131485-digital-dashboard-why-your-cars-next-instrument-panel-will-be-one-big-lcd>

Ford. 2016. Ford Media Center. Viitattu 01.04.2016
https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/asset.html/content/dam/fordmedia/North%20America/US/2016/04/13/_39A7935.jpg.html

Franzén, S., Babapour, M. 2011. HMI Certification - A critical review of methods for safety and efficiency evaluation of HMI solutions for IVIS. Viitattu 11.04.2016.

<http://www.imobilitysupport.eu/library/imobility-forum/working-groups/active/human-machine-interaction/other-reports-5/2190-hmi-wg-report-on-hmi-certification/file>

Green Car Congress. 2014. IHS teardown of Tesla Model S finds more commonality with smartphones and tablets than autos in user-facing electronics. Viitattu 20.04.2016.

<http://www.greencarcongress.com/2014/10/20141014-ihstesla.html>

Google Research Blog. 2015. Google voice search: faster and more accurate. Viitattu 10.04.2016

<http://googleresearch.blogspot.fi/2015/09/google-voice-search-faster-and-more.html>

IHS Automotive. 2015. IHS Automotive Identifies Consumer Trends for Apps and Technology in New Vehicles, according to New Global Report. Viitattu 20.04.2016.

<http://press.ihs.com/press-release/automotive/ihs-automotive-identifies-consumer-trends-apps-and-technology-new-vehicles->

J.D Power. 2012. Heads-Up Display Technology. Viitattu 10.04.2016.

<http://www.jdpower.com/cars/articles/tips-advice/heads-display-technology>

PCmag. 2015. Volvo Sensus Connect (2016). Viitattu 21.4.2016.

<http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2485891,00.asp>

Strayer, D. L, Cooper, J. M., Turrill, J., Coleman, J. R. & Hopman, R. J., 2015. Measuring Cognitive Distraction in the Automobile III: A Comparison of Ten 2015 In-Vehicle Information Systems. University of Utah. Viitattu 11.04.2016.

<http://newsroom.aaa.com/wp-content/uploads/2015/10/Phase-III-Research-Report.pdf>

Tesla Motors. 2016a. Android and iPhone app. Viitattu 21.4.2016.

<https://www.teslamotors.com/support/android-and-iphone-app>

Tesla Motors. 2016b. Model S. Viitattu 20.04.2016.

https://www.teslamotors.com/fi_FI/models

Tesla Motors. 2016c. Model S has you covered. Viitattu 20.04.2016.

<https://www.teslamotors.com/blog/model-s-has-you-covered>

Tesla Motors. 2016d. Summon your Tesla from your phone. Viitattu 21.4.2016.

<https://www.teslamotors.com/blog/summon-your-tesla-your-phone>

The Verge. 2013. Apple announces 'iOS in the Car,' offers access to Maps, messages, and more. Viitattu 21.4.2016. <http://www.theverge.com/2013/6/10/4414368/apple-wwdc-ios-in-the-car>

Tijerina, L. 2000. Issues in the Evaluation of Driver Distraction Associated with In-Vehicle Information and Telecommunications Systems. Transportation Research Center Inc. Viitattu 03.04.2016. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/Human%20Factors/driver-distraction/PDF/3.pdf>

Volkswagen of America, Inc. 2015. Volkswagen US Media Newsroom, Connected Golf. Viitattu 01.04.2016. <http://media.vw.com/image/details/4485/>

Volvo Car Group. 2014. Global Newsroom, The all-new Volvo XC90 - Sensus. Viitattu 01.04.2016. <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/photos/147103/the-all-new-volvo-xc90-sensus#.VxBYVTf7PZU.mailto>

Volvo Carsin tuki. 2016. Volvo On Call -sovellus. Viitattu 21.04.2016.

<http://support.volvocars.com/fi/pages/article.aspx?article=6fc0cb0cb753fb71c0a801510b2bf7dc>

Wilson, F. A., & Stimpson, J. P. (2010). Trends in Fatalities From Distracted Driving in the United States, 1999 to 2008. *American Journal of Public Health*, 100(11), 2213-2219. Viitattu 11.4.2016. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2951952/pdf/2213.pdf>

ZDNet. 2014. Tesla Model S teardown. Viitattu 21.04.2016.

<http://www.zdnet.com/article/tesla-model-s-teardown/>

Kuvat

Kuva 1: Pienen kosketusnäytön käyttö vaatii keskittymistä (Ford 2016)	9
Kuva 2: BMW:n ohjainrulla (BMW 2012).....	10
Kuva 3: Kyselyn tulokset neljästä tärkeimmästä ominaisuudesta seuraavassa autossa (IHS Automotive 2015)	12
Kuva 4: Android Auton ensinäkymä	13
Kuva 5: Google Maps -navigointi Android Autossa.....	13
Kuva 6: Spotify-sovellus Android Autossa	14
Kuva 7: Apple Carplayn valikko.....	16
Kuva 8: Apple Kartat -navigointi Apple Carplayssa	17
Kuva 9: Apple Carplayn Siri odottaa äänikomentoa	18
Kuva 10: MirrorLinkin valikko	20
Kuva 11: Tesla Model S -auton keskikonsolin näyttö.....	22
Kuva 12: Volvo XC90 -auton keskikonsolin näyttö (Volvo Car Group 2014)	24

Kaaviot

Kaavio 1: Virtuaaliavustajan toimintaperiaate patenttihakemuksessa (Apple Inc 2012).... 19