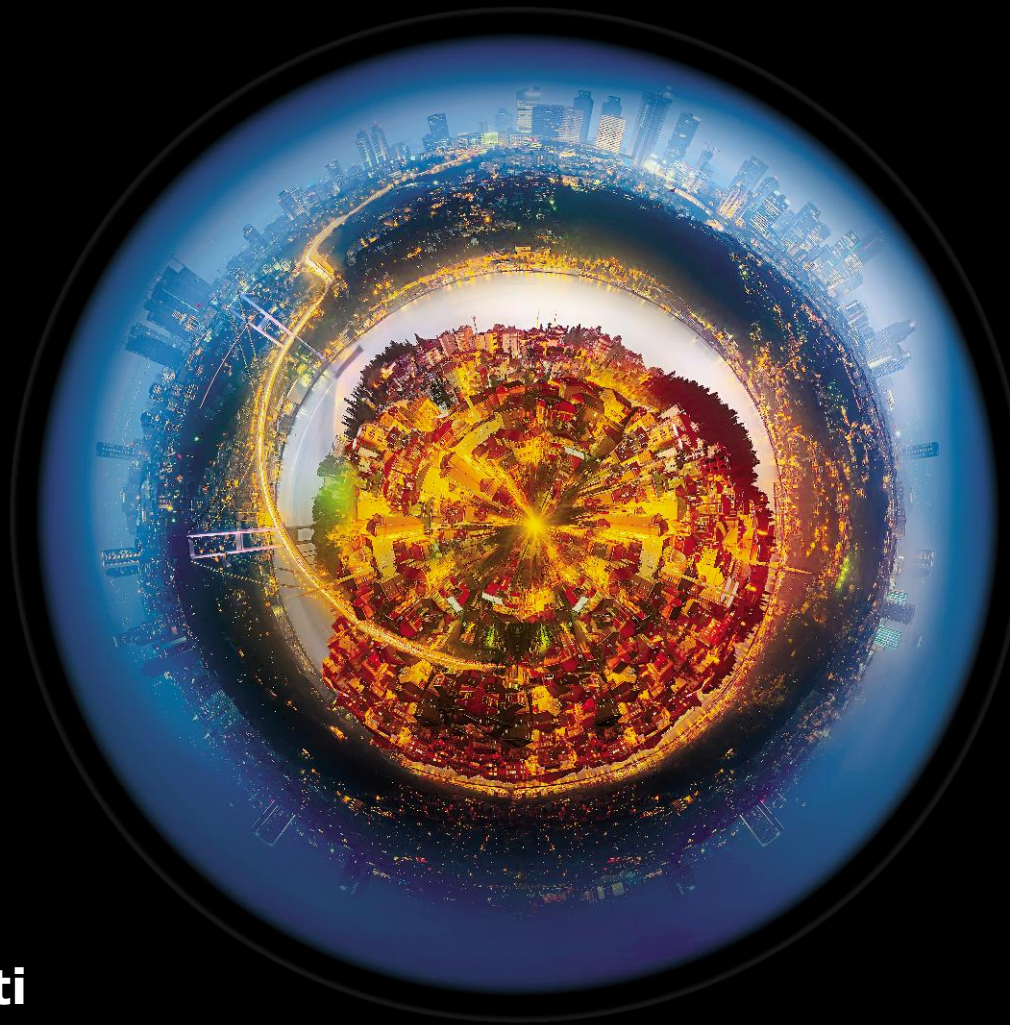




InnoTiKu A Loppuraportti

Helsingin liikenteen reaaliaikainen tilannekuva –
Liikennekameroiden videokuvan analyysipilotti

11.11.2016

Dokumentin historia

InnoTiKu A – Liikennekameroiden videokuvan analyysipilotti

Versio	Pvm	Tekijä	Kuvaus	Tila
0.9	17.10.2016	Deloitte	Loppuraporttiluonnos asiakkaan katselmointia varten	Luonnos
0.91	27.10.2016	Deloitte	Katselmoitavaan versioon lisätty väärin löydösten osuus	Luonnos
0.92	4.11.2016	Deloitte	Korjattu vertailtavia lukuja, lisätty toinen yhteenvetokalvo, lisätty havainnekuviin selitteet, parannettu kirjoitusasua	Luonnos
1.0	11.11.2016	Deloitte	Sörnäisten rantatien ruutukaappauksista poistettu muualta otetut kuvat	Katselmoitu

Sisältö

1. Yhteenveto	4
2. Sanasto	6
3. Pilotointi	7
1. projektin kuvaus	8
2. pilotin tekninen kuvaus	9
3. kamerakuvien analysointi	11
4. tietolajien yhteenveto	39
5. pilotin toimivuus Helsingin olosuhteissa	43
6. mahdollisuudet pilotin ominaisuuksien ja parametrien parantamiseen tulevaisuudessa	45
7. pilotin skaalautuvuus ja rajapinnat	47
4. Videoanalytiikan käyttömahdollisuudet tulevaisuudessa	52
5. Muut projektin aikana esiin tulleet havainnot	55
6. Suositukset jatkotoimenpiteistä	56

Yhteenveto

Videoanalytiikkaratkaisua liikenteen tilannekuvan muodostamiseen pilotoitiin 21 videoklipillä, jotka olivat 8 eri kamerasta ja edustivat erilaisia olosuhteita

Kommentit toimivuudesta Helsingin olosuhteissa

Keskeinen tietolaji liikenteen tilannekuvan muodostamiseksi on liikennemäärä kulkutavoittain eriteltynä. Pilotin videoaineiston perusteella merkittävimmät haasteet luotettavien lukujen saamiseksi videoanalytiikan avulla olivat pimeys, kameroiden epäoptimaaliset sijoituspaikat ja kuvakulmien muutokset. Pimeässä valokeilat ja heijastumat aiheuttavat laskentaan vääriä positiivisia herätteitä. Liian matalalla ja tien reunassa olevilla kameroilla ei voida luotettavasti laskea taka-alalla olevien kaistojen liikennemääriä, koska ajoneuvot jäävät etualalla olevien ajoneuvojen taakse piiloon. Kuvakulmien muutokset (kameran kääntäminen) tekevät ainakin pilotissa käytetyn IBM Intelligent Video Analytics –ratkaisun hyvin epäluotettavaksi, koska analytiikka konfiguroidaan kuvakulmakohtaisesti. Rankkasade ei merkittävästi vaikuttanut mittaustarkkuuteen. Joissain tapauksissa auringonpaisteen aiheuttama voimakas kontrasti heikensi mittaustarkkuutta.

Kuvakulman suuntaisilta kaistoilta ja jalkakäytäviltä saatiin videoanalytiikan avulla mitattua liikennemääriä siten, että automaattisesti saadut luvut olivat käsin tehtyä tarkistuslaskentaa noin 10 % - 33 % pienempiä.

Liikennemäärien lisäksi mitattiin nopeuksia kahdella eri menetelmällä, testattiin ruuhkien havaitsemista sekä vapaiden parkkipaikkojen laskemista. Myös näiden tietolajien mittaamiseen pilotoitu ratkaisu vaikutti käyttökelpoiselta, mutta tarkkuuden kvantitatiiviseen arviointiin tarvittaisiin pidempi mittausjakso.

Tulevaisuuden mahdollisuudet

Videoanalytiikan avulla voidaan muodostaa liikennetilanteeseen reaaliaikainen tilannekuva, joka tukisi mm. liikenteen ohjauksen, häiriöiden hallinnan, turvallisuustiedotuksen sekä kaupunki- ja liikennesuunnittelun viranomaispalveluita. Lisäksi kaupalliset toimijat erityisesti kaupan alalla ja kuljetusalalla voisivat hyötyä reaaliaikaisesta tilannekuvasta.

Videoanalytiikan käyttöön osoitetuilla kameroilla päästäisiin paremman sijoittelun ja kiinteän (tai vakioasentoon automaattisesti palautuvan) kuvakulman vuoksi tarkempaan mittaustuloksiin kuin pilotissa käytetyillä liikennekameroilla. Liikennettä ylhäältä päin kuvaamalla objektit eivät jää toistensa taakse katveeseen ja ne erottuvat toisistaan selkeästi.

Pilotoidusta ratkaisusta metadataa voidaan siirtää yleisesti tunnettujen rajapintojen kautta laajemmin hyödynnettäväksi. Tulevaisuudessa videoanalytiikka voisi olla yhtenä tietolähteenä avoimeen rajapintaan, josta liikennedataa jaeltaisiin eri käyttäjäryhmille.

Yhteenveto

Pilotin perusteella videoanalytiikkaa voidaan käyttää liikenteen tilannekuvan muodostamiseen tässä esitetyissä rajoissa

1. Parhaisiin tuloksiin päästään kun kuvakulma on tiensuuntainen ja ylhäältä alas
 - Risteyksen kattavaan analyysiin tarvitaan useampi kamera
2. Kuvausympäristön tulee olla stabiili
 - Esimerkiksi vaijerin varassa heiluva katuvalo aiheuttaa virheitä mittaukseen
 - Kameran tulee pysyä paikoillaan, tai videoanalytiikan tulee kytkeytyä pois päältä, jos kamera käännetään muista tehtävistä johtuen
3. Ajovalot ja heijastukset pimeässä ovat ongelma, samoin voimakkaat varjot huonontavat tarkkuutta
 - Rankkasade ei vaikuttanut merkittävästi videoanalytiikan toimintaan
4. Kaikissa videoklipeissä resoluutio oli riittävä
 - Huonosta kuvanlaadusta johtuvat pahat värivirheet tai juovat kuvassa estävät videoanalytiikan toiminnan
5. Liikenne pystytään jaottelemaan kahteen luokkaan: jalankulkijat ja pyöräilijät, sekä ajoneuvoihin
 - Jalankulkijat pyöräilijöistä tai raitiovaunut autoista pystytään erottelamaan ainoastaan, kun niille on erilliset kulkuväylät

Sanasto

Listaus loppuraportissa esiintyvistä teknisistä sanastosta

IVA

IBM Intelligent Video Analytics –ratkaisu tuottaa konenäköä ja algoritmeja hyödyntämällä jäsennettyä dataa videokuvasta.

Ansalanka (Tripwire)

Ansalangalla tarkoitetaan IBM IVA:ssa videokuvaan asetettua objektiä, joka aiheuttaa hälytyksen kun havaittu objekti osuu ansalankaan. Ansalanka on suora viiva, joka asetetaan kuvan päälle. Ansalangan muotoa ja paksuutta voidaan muokata. Esimerkiksi jalankulkijoille voidaan asettaa ansalangan paksuudeksi 2 tai 3 kuvapistettä (px). Tällöin henkilöt jotka seisovat pidemmän aikaa ansalangan kohdalla eivät aiheuta moninkertaista hälytystä omalla liikkumisellaan. Ansalangalle voidaan asettaa suunta, jolloin heräte syntyy objektin kulkiessa viivan yli määriteltyyn suuntaan.

Heräte

Heräte syntyy objektin (esim. ajoneuvo, henkilö) osuessa ansalankaan.

Konfiguraatio

Konfiguraatiolla tarkoitetaan IVA:ssa tehtyjä asetuksia, kuten ansalankojen sijaintien asettamista, ROI ja ROU-alueiden määrittystä ja henkilömallien asettamista videokuvaan.

ROU (Region of Uninterest)

Alue jossa ei ole kiinnostavia objekteja. ROU asetetaan, jotta kaukana liikkuvat objektit eivät häiritse analysoitavaa aluetta.

ROI (Region of Interest)

Alue josta halutaan havainnoida objekteja. ROU ja ROI asetetaan erikseen ajoneuvoille ja ihmisille.

Henkilömalli

IVA:ssa yksi konfiguraation osa on asettaa videokuvalle sopivat henkilömallit. Mallit ovat piirrettyjä ihmisiä, joiden kokoa ja sijaintia voidaan vaihdella kuvaruudulla. Mallien tarkoitus on mallintaa videokuvassa liikkuvia ihmisiä, joten mallit mitoitetaan vastaamaan videokuvassa esiintyvien ihmisten mittakaavaa.

Ero prosentteina

Ero prosenteissa koneellisten konfiguraatioiden ja käsin laskettujen summien välillä. Noudattaa laskukaavaa $B/A-1$, missä A=käsin laskettu määrä, B=konfiguraatiolla laskettu määrä. Miinus (-) merkkiset %-luvut tarkoittavat, että käsin laskettuja havaintoja on enemmän kuin koneella laskettuja. Positiiviset %-luvut tarkoittavat, että kone on havainnut enemmän osumia mitä ihminen. Huomio: Konenäön tuottamissa luvuissa ei ole huomioitu vääriä positiivisia havaintoja.

MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Ero prosentteina itseisarvojen keskiarvo. Pienempi arvo tarkoittaa parempia tuloksia.

Väärrien löydösten osuus (False Discovery Rate, FDR)

Mittari kertoo kuinka iso osuus havainnoista (liikennemääristä) on vääriä havaintoja. Antaa yhdessä Ero prosentteina –mittarin kanssa kattavan kuvan videoanalytiikan tarkkuudesta yhdessä mittapisteessä. Väärrien löydösten osuus $FDR = V/(V+A)$, missä V on väärrien positiivisten havaintojen määrä ja A on käsin laskettu (oikeiden positiivisten) määrä.

Metadata

IVA:n tuottama data videon sisällöstä.

Pikselinopeus

Kuinka nopeasti objekti liikkuu kuvassa. IVA:ssa pystytään seuraamaan montako pikseliä per sekunti objekti liikkuu kuvaruudulla. Pikselinopeus on muutettu myöhemmin analyysissä vastaamaan suuretta km/h.

Lämpökamera

Lämpökamera vastaanottaa lämpösäteilyä jokaisesta kohteesta, joka on yli absoluuttisen nollapisteen (-273 °C), mittaa sen voimakkuuden ja muuntaa lämpötilajakauman mukaan kuvaajaksi. Kamera pystyy erottamaan 0,1 celsiusasteen erot.

Infrapunakamera

Erona lämpökameraan infrapunäsäteilyllä on kiinteä 0.7-300 mikrometrin aallonpituus, kun taas lämpökameraan saapuva säteily riippuu objektin absoluuttisesta lämpötilasta.

Pilotointi

Projektin kuvaus

Analyysin tuottaminen Helsingin kaupungin videomateriaalista

Projektin tarkoituksena oli selvittää videoanalytiikan soveltuvuutta liikenteen reaaliaikaisen tilannekuvan tietolähteenä. Analyysi toteutettiin hyödyntämällä IBM Intelligence Video Analytics (IVA) -ratkaisua.

IVA:ssa konfiguroitiin herätteitä kaupungin eri paikoissa sijaitsevien kameroiden videoille. Herätteen saa aikaan esimerkiksi objekti, joka osuu kuvaan asetettuun ansalankaan. Videokuvasta profiloitiin kevyttä liikennettä, ajoneuvoja sekä raitiovaunuja.

Videoista saatua herätteiden metadataa vertailtiin kaupungilta saatuihin käsin laskettuihin tuloksiin. Tulokset on visualisoitu ja vertailtu herätteittäin prosentuaalisena virheenä, sekä videokohtaisesti prosentuaalisen virheen itseisarvojen keskiarvolla.

Projektin toteutustapa on kuvattu liitteessä 1. Projektisuunnitelma



Teknisen ympäristön kuvaus

IBM IVA analysoi liikkuvia objekteja videosyötteestä konenäön avulla ja luo metadataa kuvatakseen havaittuja tapahtumia

IVA koostuu kahdesta eri komponentista; Smart Surveillance Engine (SSE) komponentti generoi metadataa videosyötteen prosessoinnin yhteydessä. Middleware for Large Scale Surveillance (MILS) komponentti ottaa vastaan, tallentaa ja hallinnoi metadataa. Videosyötteet on suunniteltu prosessoitavaksi reaaliaikaisesti, mutta myös tallennettua syötettä voidaan prosessoida kuten pilotissa.

Jokainen metadatan instanssi sisältää seuraavat ominaisuudet:

- Kuvaa videolla havaitun objektin
- Sisällyttää videoon aikaleiman
- Sisällyttää avainkehysten, joka tarjoaa visuaalisen yhteenvedon tapahtumasta tai herätteestä
- Sisällyttää jokaiseen videoon ID:n, jolla voidaan viitata haluttuun kameraan

Metadatan generointi riippuu käytettävästä analytiikkaprofiilista. Analytiikkaprofiili määrittää, kuinka videosyötettä analysoidaan ja mitä metadataa tuotetaan.

Jokainen Smart Surveillance Engine (SSE) on liitetty analyttiseen profiiliin, joka tarjoaa ohjeistusta käytettävästä analytiikasta, kun videosyötettä prosessoidaan.

IVA:ssa on mukana useita ennalta määriteltäviä analyttisiä profiileja ja käyttöliittymäajureita, joista enemmän seuraavalla sivulla.

Tekninen ympäristö on kuvattu liitteessä 2. Tekninen kuvaus

Analytiikkaprofiilit

Projektissa hyödynnettiin pääasiassa Outdoor Detection Enhanced Tracking analytiikkaprofiilia

IVA:ssa analysoitavalle videolle asetetaan analytiikkaprofiili, jolla objekteja etsitään kuvasta. Vaihtoehtoja ihmisten ja ajoneuvojen tunnistamiseen löytyy erilaisia. Profiilin valinnan määrittää videon kuvakulma ja kohde. Seuraavassa on kuvattu projektiin soveltuneet analytiikkaprofiilit ja perusteltu miksi toiset profiilit on suljettu pois.

Outdoor Tracking

- Käytetään luokittelemaan ihmisiä ja/tai ajoneuvoja avoimella alueella
- Yleisin analyysiprofiili
- Tukee laajaa kirjoa erilaisia hälytyksiä
- Objektien havainnointi toimii hyvin skenaarioissa joissa ei tapahdu paljon samanaikaisesti
- **Liikenteen lisääntyessä tarkkuus laskee**

Outdoor Detection Enhanced Tracking

- Käytetään luokittelemaan ihmisiä ja/tai ajoneuvoja avoimella alueella
- Laskennallisesti vaativampi kuin Outdoor Tracking, mutta voi päästä tarkempiin tuloksiin mikäli kuvassa tapahtuu paljon samanaikaisesti
- **Valittiin projektissa käytettäväksi analytiikkaprofiiliksi**

Licence Plate Recognition

- Rekisterikilpien tunnistus
- **Ei mukana tässä analyysissä**

Ihmisten tunnistamiseen olemassa olevat profiilit ja syyt niiden hylkäämiseen:

Midfield People Search

- Käytetään ihmisten havainnointiin suljetuissa ja avoimissa tiloissa
- **Vaatii ylä- ja alavartalon jokaiselta henkilöltä näkyväksi resoluutiolla 24x52**

Pedestrian Detection

- Kamerakuva tärkeässä roolissa
- Taustan tummuus vaikuttaa tulokseen
- **Mikäli kuva on liian kaukaa syntyy heikkolaatuista analyysiä**

People Counting

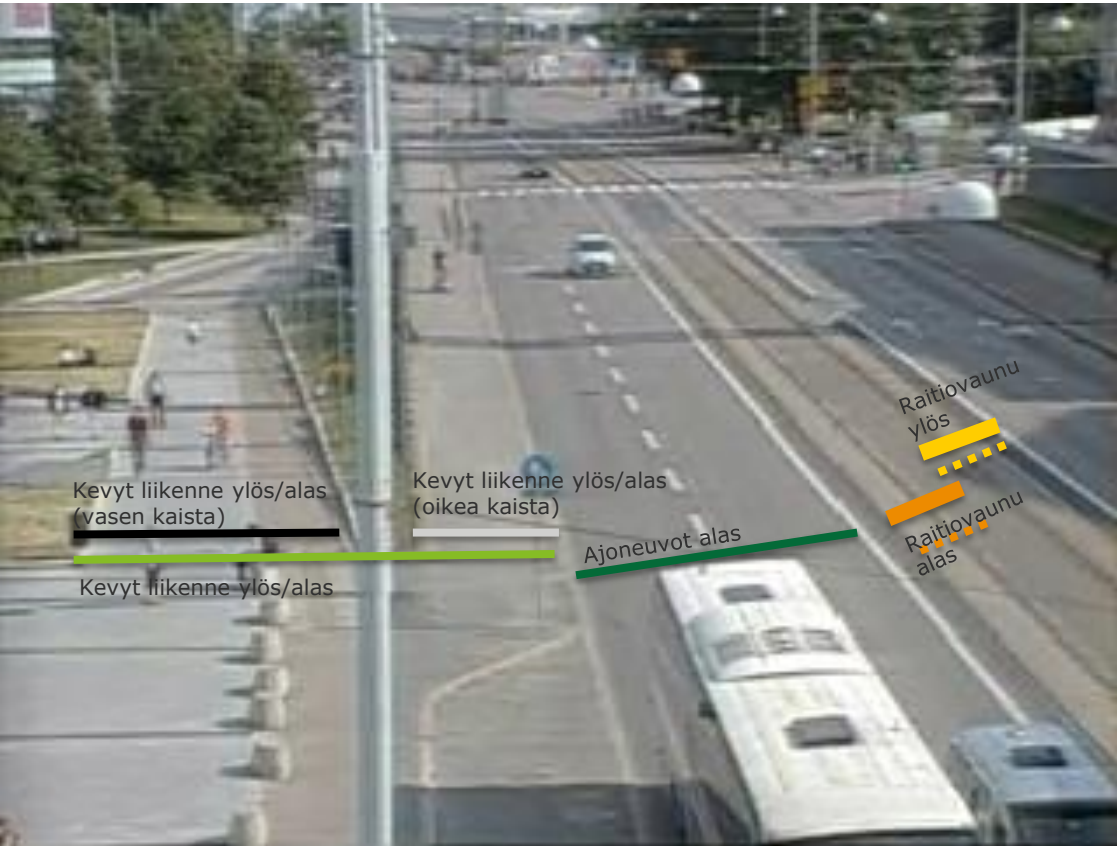
- **Vaatii kameran sijoittamisen suoraan jalankulkijoiden yläpuolelle**

Videoanalytiikan toiminta

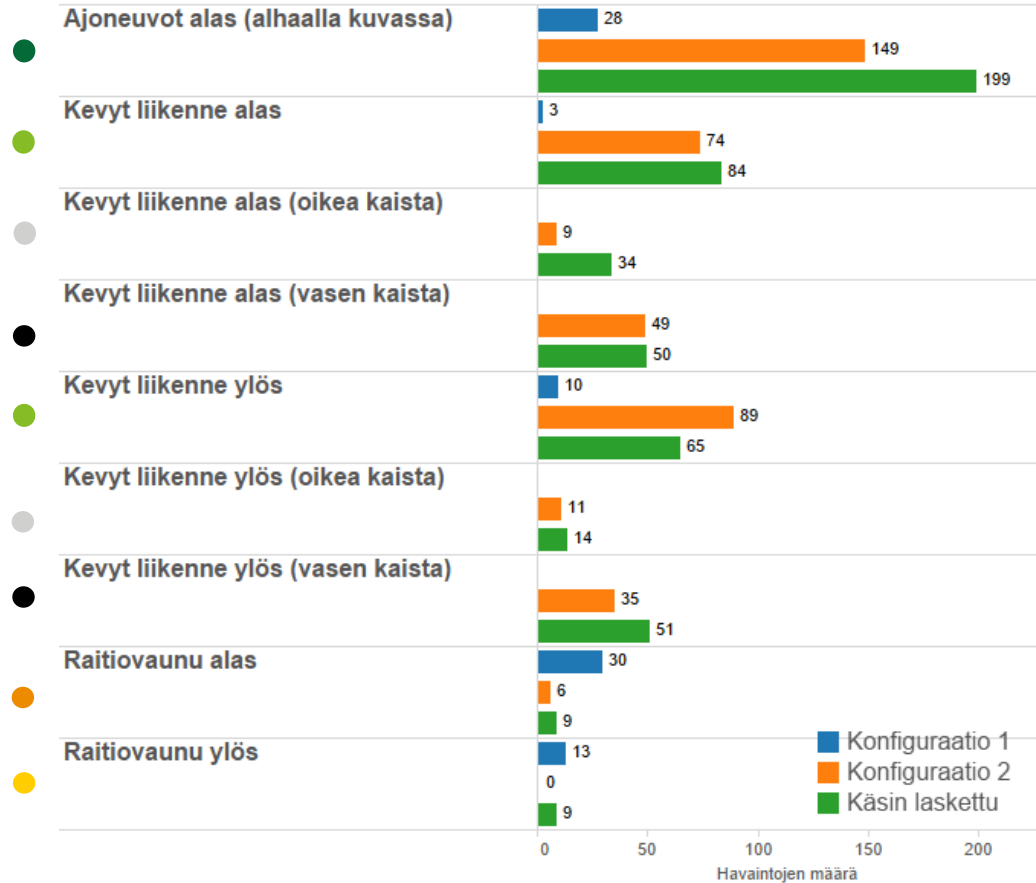
Finlandiatalo

Finlandiatalo 2016-06-03 16:00:00-16:15:00

Kuva jäljittelee IVA:an asetettujen ansalankojen sijainteja. Oikealla esitetään konenäön antamat tulokset verrattuna käsin laskettuihin tuloksiin 15 min liikennevideon ajalta.



..... Konfiguraatio 1
—— Konfiguraatio 2



Finlandiatalo, esimerkkejä herätteistä

Oikeita positiivisia



Pieni auto suuren rinnalla



Auto



Raitiovaunu (15px)



Jalankulkija



Ajovalot



Jalankulkija



Raitiovaunu

Vääriä positiivisia



Autot



Värijuova



Väärä kohdistus



Väärä kohdistus



Väreily(?)



Väreily(?)



Valo/Heijastuma/Väreily

Finlandiatalo

Kooste Finlandiatalon analyysituloksista ja konfiguraatioista

Video: 101

MAPE konfiguraation 2 ja käsin laskettujen välillä: **37 %**

Ero prosenteissa kevyt liikenne alas: **-12 %**

Ero prosenteissa ajoneuvot alas: **-25 %**

Kommentit toimivuudesta

Finlandiatalon videoista ajoneuvojen laskeminen kaistoittain on vaikeaa johtuen kamerakulmasta. Etualan suuret autot peittävät pienemmät taka-alalla, jolloin laskentatarkkuus heikentyy. Päiväsaikaan ajoneuvojen herätteisiin vaikuttavat kontrastierot eli varjot. Varjot saattavat aiheuttaa herätteen osuessaan viereisen kaistan ansalankaan. Videossa ylöspäin ajavien autojen laskentatarkkuus on kuvakulmasta johtuen heikkoa. Videoon 101 luotiin ansalanka alaspäin suuntaaville autoille kuvan yläosaan, joka oli osana nopeuden mittaamista. Nopeutta mitattiin laskemalla objektin pikselinopeus. Myöhemmin luku muutettiin vastaamaan km/h.

Kamerakulma vaikuttaa raitiovaunujen alaspäin laskentaan, sillä ansalankaa ei pystytä asettamaan siten, etteivät alaspäin ajavien korkeiden autojen katot laukaisisi herätettä. Ylöspäin ajavilla raitiovaunuilla ei tätä ongelmaa pääse syntymään. Ylöspäin kulkevia raitiovaunuja häiritsevät kuitenkin ylöspäin ajavien autojen varjot.

Jalankulkijoiden laskenta alaspäin onnistuu kuvakulman ansiosta tarkasti. Jalankulkijoiden kaistaa häiritsee videossa 101 vihreä juova. Juova johtuu kamerasta tai videokoodauksesta.

Päiväsaikaan rakennukset ja autot muodostavat varjoja. Autojen liikkuvat varjot häiritsevät ansalankoja, mutta rakennusten varjot eivät. Esimerkiksi kuvan 101 vasemmanpuoleisen kaistan autojen varjot aiheuttavat vääriä hälytyksiä jalankulkijoiden ansalangassa. Yöllä kuvatussa videossa pimeys ja ajovalot häiritsevät tuloksia.

Konfiguraatioiden välillä tehdyt muutokset paransivat tuloksia paitsi ylöspäin menevien raitiovaunujen osalta. Finlandiatalon kameralle uudelleen suuntauksella kaistojen yläpuolelle lähes kohtisuoraan parantaisi analyysin tuloksia. 1. ja 2. konfiguraation ansalankojen muutoksella on päästy huomattavasti parempiin tuloksiin.

Konfiguraatiot 1 ja 2 Finlandiatalon videoissa:

Kuviin asetettiin ROI-alue jalankulkijoille sekä ajoneuvoille, jotta havainnointi helpottuisi. ROU:lla suljettiin pois häiritsevä tausta, jossa liikkuvat objektit eivät ole oleellisia.

Jalankulkijoille asetettiin osaan videoista oikealle ja vasemmalle puolelle omat ansalangat sekä näiden lisäksi yksi yhtenäinen ansalanka. Ansalanka sijaitsi samassa kohtaa, mutta sille annettu suunta määritteli objektien liikeradan.

Raitiovaunujen ansalangan leveyttä muutettiin 0 pikselistä 15 pikseliin. Tämä ei auttanut poistamaan autojen aiheuttamaa väärää herättemäärää, sillä autot aiheuttivat herätteen 15 pikseliä ansalangan jälkeen.

Jokaiseen videoon asetettiin henkilömallit, jotta kevyen liikenteen objektien havainnointi tarkentuisi. Tällä ei ollut huomattavaa merkitystä vaikka kokoa muutettiin.

Yöllä kuvatussa videossa kone laskee enemmän osumia mitä käsin laskettiin. Tähän syynä ovat luultavasti ansalankojen sijainnit sekä ajovaloista syntyvät häiriöt.



Video 100

2016-05-10 15:59:59



Video 101

2016-06-03 15:59:59



Video 102

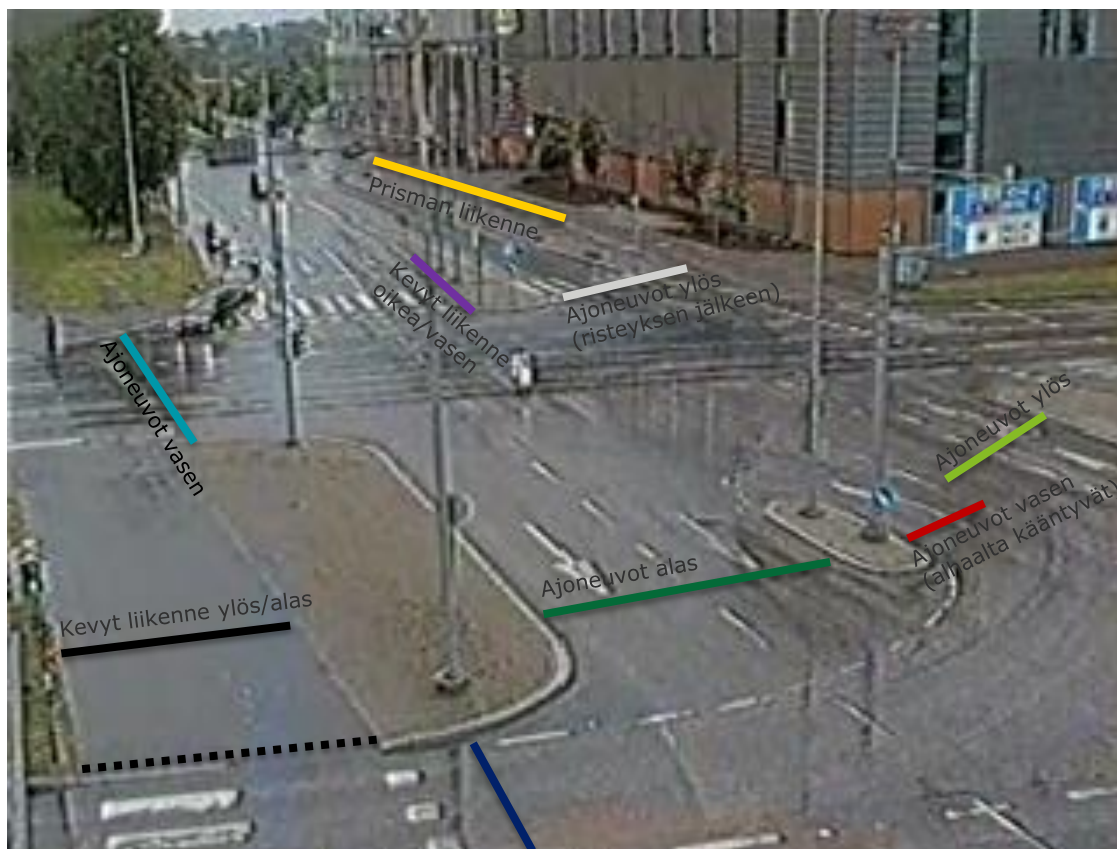
2016-05-10 22:59:59

Videoanalytiikan toiminta

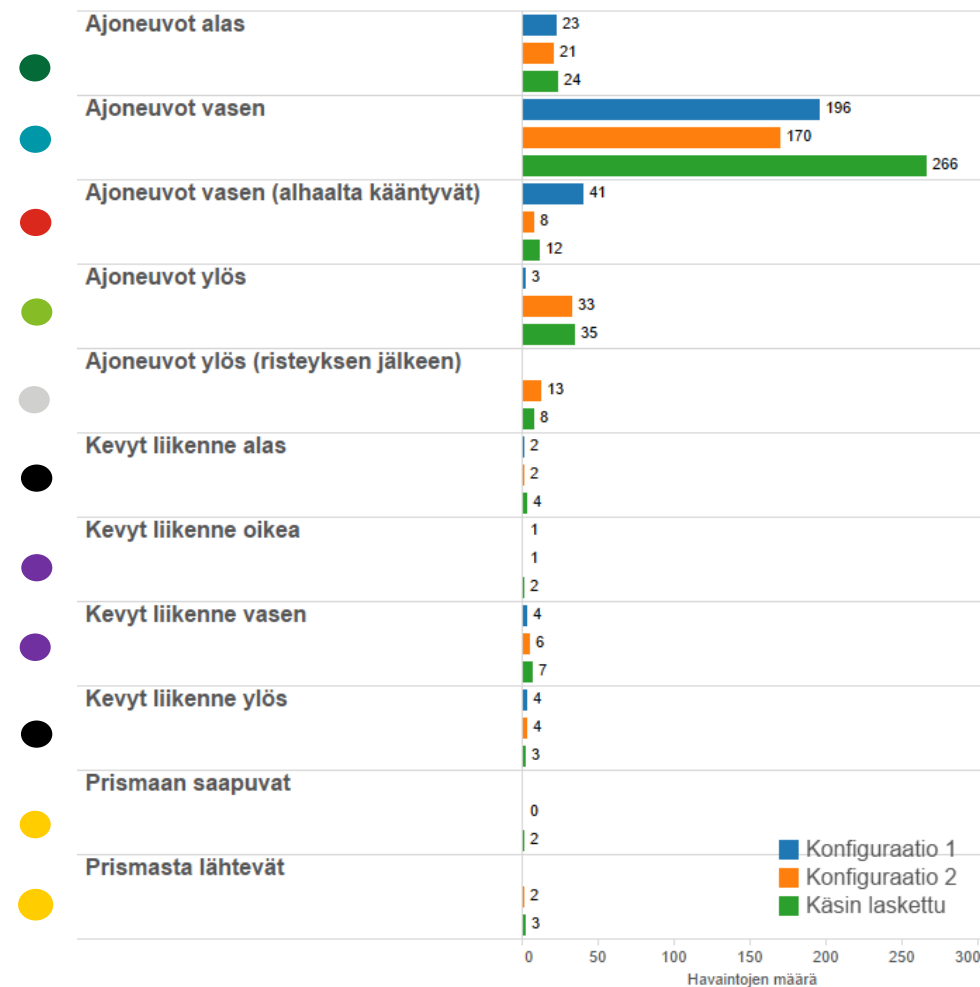
Itäkeskus

Itäkeskus 2016-06-08 07:00:00-07:15:00

Kuva jäljittelee IVA:an asetettujen ansalankojen sijainteja. Oikealla esitetään konenäön antamat tulokset verrattuna käsin laskettuihin tuloksiin 15 min liikennevideon ajalta.



..... Konfiguraatio 1
—— Konfiguraatio 2



Itäkeskus, esimerkkejä herätteistä

Oikeita positiivisia



Jalankulkija



Auto



Autot



Auto



Auto



Auto



Auto



Auto



Auto

Vääriä positiivisia



Auto (jalank. heräte)



Autot



Auto (jalank. heräte)



Auto (jalank. heräte)



Varjo ja objektin koko



Auto (jalank. heräte)



Väreily/Vääristymä



Autot (jalank. heräte)

Itäkeskus

Kooste Itäkeskuksen analyysituloksista ja konfiguraatioista

Video: 105

MAPE konfiguraation 1 ja käsin laskettujen välillä: **67 %**

MAPE konfiguraation 2 ja käsin laskettujen välillä: **39 %**

Ero prosenteissa ajoneuvot alas: **-13 %**

Ero prosenteissa ajoneuvot vasen (alhaalta kääntyvät): **-33 %**

Kommentit toimivuudesta

Kameran kuvakulma risteyskässä ei ole videoanalytiikkaan hyvin soveltuva. Videoon otettiin mukaan useita eri ansalankoja, jotta voitaisiin tutkia mitkä niistä pystyvät tuottamaan totuudenmukaisia tuloksia. Alaspäin ajavia ajoneuvoja laskettiin IVA:n toisessa konfiguraatiossa 21, kun käsin laskettu lukumäärä oli 24. IVA:n laskemista osumista kaksi olivat vääriä positiivisia, jolloin väärien löydösten osuudeksi (False Discovery Rate, FDR) tulee 8 %.

Kameran suuntauksella kuvakulma saataisiin eduksi ylös ja alas liikkuvalla kevyellä liikenteellä sekä alaspäin ajaville ajoneuvoille. Ylöspäin, vasemmalle ja oikealle ajavilla ajoneuvoilla laskennan tarkkuus laskee. Etenkin vasemmalla ajavien autojen laskenta on heikkoa, sillä IVA tulkitsee useamman objektin yhdeksi niiden ajaessa lähellä toisiaan. Lisäksi suuret autot peittävät pienemmät tässä kuvakulmassa. Itäkeskuksen videokuvassa yksi havainnointikohteista oli seurata Prismen liikennettä. Prismen oville asetetut ansalangat havainnoivat liikettä, eivätkä tulokset ole kaukana todellisesta Prismasta lähtevien osalta.

Vasemmalla kuvassa sijaitsevan jalankulkijoiden ansalangan asettamisessa ylös/alas on otettava huomioon oikealle ajavat autot ja niiden korkeus. Ylemmän suojatien ansalangan asetteluun ei ole olemassa parasta ratkaisua tällä kuvakulmalla. Vasemmalle/oikealle laskevan kevyen liikenteen ansalangan tulokset eivät eroa paljon käsin lasketuista. Vasemmalle kulkevan kevyen liikenteen laskennassa täytyy kuitenkin ottaa huomioon väärät positiiviset, joita aiheuttavat vasemmalla ajavat ajoneuvot.

Rankkasade ei vaikuttanut merkittävästi mittaustuloksiin. Mikäli sade äityy pahaksi, heijastumat tien pinnalla saattavat aiheuttaa ongelmia. Sateella häiritseviä varjoja ei pääse syntymään, jotka aiheuttaisivat vääriä herätteitä. Auringonpaisteesta varjot aiheuttavat vääriä herätteitä, mutta rakennuksista aiheutuvat varjot eivät haittaa.

Konfiguraatiot 1 ja 2 Itäkeskuksen videoissa:

Kuviin asetettiin ROI-alue jalankulkijoille sekä ajoneuvoille, jotta havainnointi helpottuisi. ROU:ta ei asetettu kuvaan laisinkaan, sillä haluttiin havainnoida Prismen liikennettä.

Ajoneuvoille ansalangat asetettiin niihin kohtiin, joista ajateltiin IVA:n pystyvän havainnoimaan objekteja.

Jalankulkijoille asetettiin osaan videoista oikealle ja vasemmalle puolelle omat ansalangat ylös ja alaspäin kulkeville objekteille. Oikean puolen herätteiden havainnointi ei kuitenkaan tuottanut tuloksia. Videossa 104 kevyen liikenteen väylä on rajautunut hyvin tiukasti vasempaan kulmaan. Tämä vaikeuttaa havainnointia.

Jokaiseen videoon asetettiin henkilömallit, jotta kevyen liikenteen objektien havainnointi tarkentuisi.



Video 103

02.06.2016 15:19:59



Video 104

03.06.2016 07:29:59



Video 105

08.06.2016 07:00:00

Videoanalytiikan toiminta

Nordenskjöldinkatu

Nordenskjöldinkatu, esimerkkejä herätteistä

Oikeita positiivisia



Auto



Auto



Auto



Jalankulkija



Jalankulkija

Vääriä positiivisia



Auto (jalank. heräte)



Auto (jalank. heräte)



Varjo

Nordenskjöldinkatu

Kooste Nordenskjöldinkadun analyysituloksista ja konfiguraatioista

Ei vertailutuloksia

Kommentit toimivuudesta

Videon kuvakulma oli haastava. Paras kuvakulma kuvassa on ylös ja alas ajaville ajoneuvoille. Kevyen liikenteen havainnointi on haastavaa, sillä ansalankaa ei voida asettaa kuvaan niin, ettei ohi ajavat ajoneuvot tai niiden varjot aiheuttaisi vääriä herähteitä.

Kuvaan muodostuu paljon varjoja, jotka eivät kuitenkaan merkittävästi häiritse IVA:a havainnoimasta objekteja.

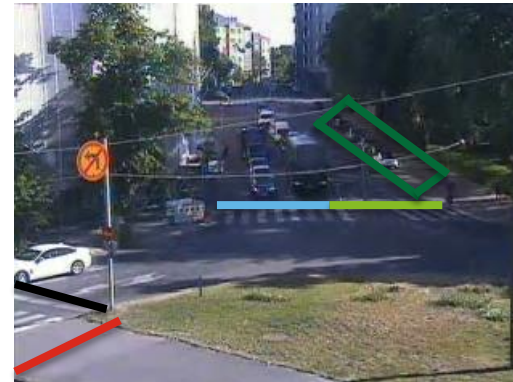
Videossa oli mukana Parked car –heräte, jonka tarkoituksena on tunnistaa vapaiden parkkipaikkojen määrä. Parkkeerattuja autoja ei onnistuttu löytämään herätteen avulla tässä videossa.

Konfiguraatiot 1 ja 2 Nordenskjöldinkadun videoissa:

Kuviin asetettiin ROI-alue jalankulkijoille sekä ajoneuvoille, jotta havainnointi helpottuisi. ROU asetettiin rajaamaan pois kuvan yläosa sekä sivut. Alas ja ylös ajavat ajoneuvot havainnoitiin Directional Motion –herätteellä. Heräte havaitsi ajoneuvoja vaikka kuvassa on vahva varjoalue.

Jalankulkijoille asetettiin osaan videoista oikealle ja vasemmalle puolelle omat ansalangat ylös- ja alaspäin kulkeville objekteille. Oikean puolen herätteiden havainnointi ei kuitenkaan tuottanut tuloksia.

Jokaiseen videoon asetettiin henkilömallit, jotta kevyen liikenteen objektien havainnointi tarkentuisi. Kevyen liikenteen seuranta oli videossa haastavaa väärin positiivisten herätteiden vuoksi.



Video 106

14.06.2016 07:00:00



Video 107

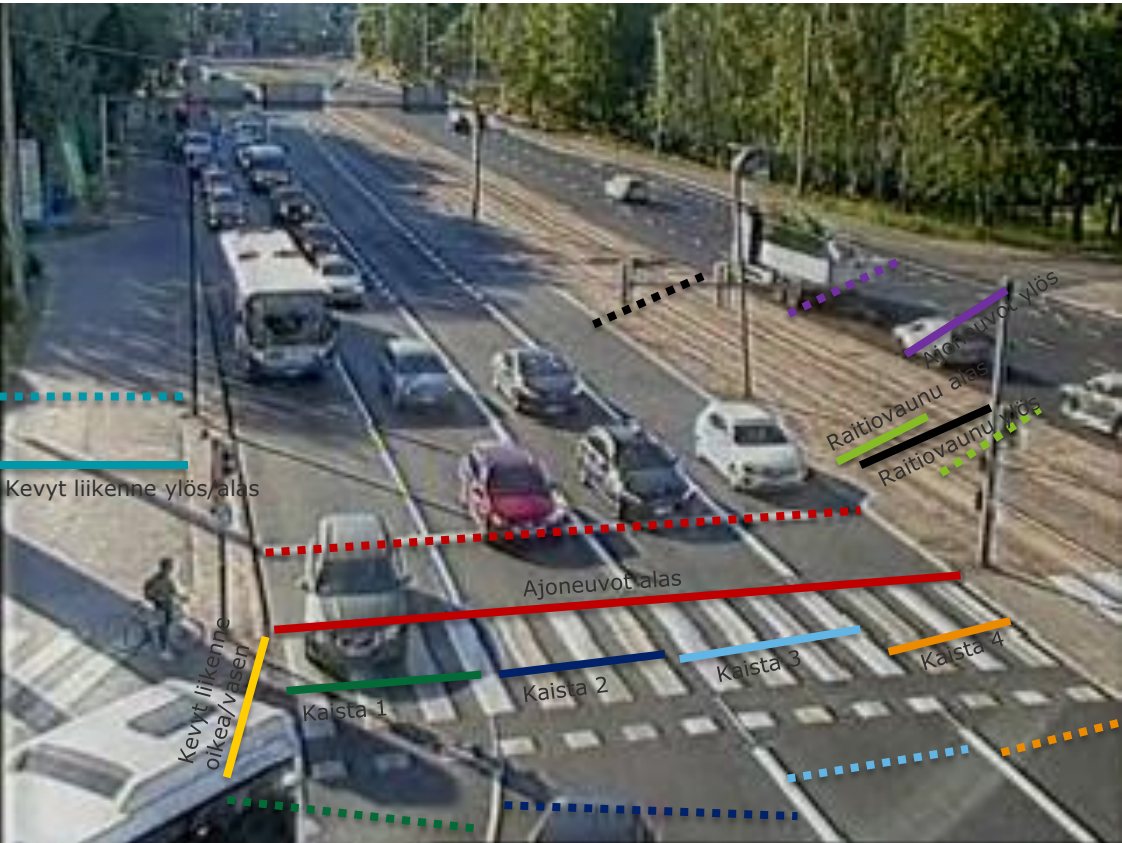
14.06.2016 14:59:59

Videoanalytiikan toiminta

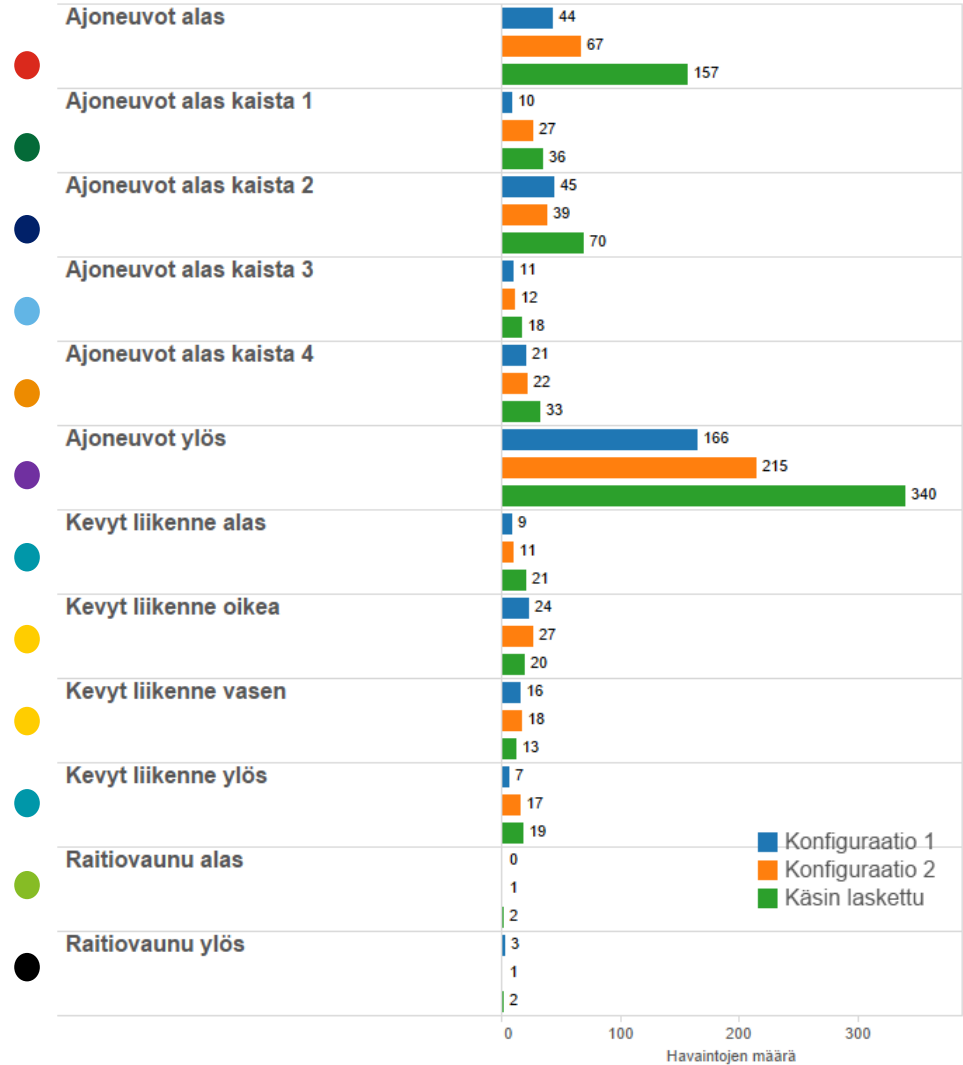
Paciuksenkatu

Paciuksenkatu 14.06.2016 07:00:00-07:15:00

Kuva jäljittelee IVA:an asetettujen ansalankojen sijainteja. Oikealla esitetään konenäön antamat tulokset verrattuna käsin laskettuihin tuloksiin 15 min liikennevideon ajalta.



..... Konfiguraatio 1
———— Konfiguraatio 2

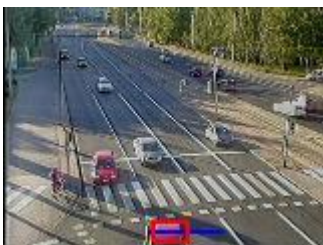


Paciuksenkatu, esimerkkejä herätteistä

Oikeita positiivisia



Jalankulkija



Auto



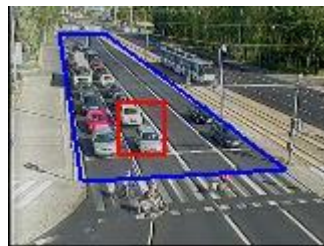
Auto



Raitiovaunu



Auto



Ruuhka



Ruuhka

Vääriä positiivisia



Raitiovaunu autokaistalla



Auto (jalank. heräte)



Varjo/Väreily?



Väärä kohdistus



Väärä kohdistus



Pyöräilijät sumpussa

Paciuksenkatu

Kooste Paciuksenkadun analyysituloksista ja konfiguraatioista

Video: 108

MAPE konfiguraation 1 ja käsin laskettujen välillä: **52 %**

MAPE konfiguraation 2 ja käsin laskettujen välillä: **38 %**

Ero prosenteissa kevyt liikenne ylös: **-11 %**

Ero prosenteissa ajoneuvot alas kaista 1: **-25 %**

Kommentit toimivuudesta

Videon kuvakulma on melko hyvä alaspäin ajaville ajoneuvoille. Parempaan tulokseen päästäisiin suuntaamalla kamera lähes kohtisuoraan alaspäin keskelle tietä. Ajoneuvot alas 1. kaistalla IVA:n ero käsin laskettuun lukuun oli -25 % (27/36). IVA:n laskemista havainnoista 9 oli vääriä positiivisia jolloin väärin löydösten osuudeksi (FDR) tulee 20 %. Suurimman virheen tässä aiheutti lähellä toisiaan ajavien autojen laskeminen yhdeksi objektiksi, mikä selittää IVA:n liian pientä lukua.

Kaistoittain laskemiseen ongelmia tuovat suuret ajoneuvot, jotka peittävät viereisellä kaistalla ajavat. Paras tarkkuus saavutetaan kaistalla 1 (joka on kaistoista lähimpänä kuvan vasenta reunaa), jossa peittoa ei pääse tapahtumaan. Suuret autot saattavat kuitenkin häiritä perässä tulevan pienemmän objektin havainnointia.

Alaspäin asetettu, liikennevalojen kohdalla oleva koko tien levyinen ansalanka ei pääse lähelle käsin laskettua tulosta. Merkittävä virhe tässä johtuu siitä, ettei ajoneuvoja kyetä havainnoimaan tarkasti välittömästi liikkeellelähdön jälkeen.

Kaistalla yksi ajavat autot aiheuttavat vääriä herätteitä jalankulkijoille asetetussa ansalangassa.

Kaistakohtaisessa konfiguraatiossa ansalankojen sijaintien muuttaminen pois kuvan alalaidasta suojatien kohdalle, paransi tuloksia huomattavasti. Liian lähelle kuvan alalaitaa asetetut ansalangat eivät pysty havainnoimaan yhtä tarkasti objekteja, kuin keskemälle kuvaa asetetut. Ansalangat, jotka asetettiin suojatien päälle aiheuttivat vääriä positiivisia hälytyksiä pyöräilijöiden ajaessa viivan päällä. Ansalankojen sijaintia voitaisiin parantaa asettamalla ansalangat valkoisen poikkiviivan ja suojatien väliin tai lisäämällä ansalangan paksuutta.

Ylöspäin kuvassa ajavien ajoneuvojen havaitseminen on vaikeaa johtuen kuvakulmasta ja objektien etäisyydestä kameraan. Autot peittävät suurelta osin toisensa kaistojen ja kuvakulman limittävyyden vuoksi.

Konfiguraatiot 1 ja 2 Paciuksenkadun videoissa:

Kuviin asetettiin ROI-alue jalankulkijoille sekä ajoneuvoille, jotta havainnointi helpottuisi.

Ajoneuvojen ansalankoja muutettiin konfiguraatioon 2, jotta voitaisiin havainnoida siirtojen vaikutus tuloksiin.

Mikäli kevyen liikenteen havainnointiin asetettu ansalanka sijaitsee liian lähellä vasemmanpuoleista kaistaa, aiheuttavat kääntyvät ajoneuvot vääriä herätteitä. Jalankulkijoiden alaspäin laskeva ansalanka saa jostain vääriä herätteitä, mutta kuvasta ei pystytä havainnoimaan mikä sen aiheuttaa.

Raitiovaunun ansalanka täytyy suunnatta niin, etteivät alaspäin ajavat ajoneuvot (kaista 4) pääse aiheuttamaan vääriä herätteitä.



Video 108

14.06.2016 06:59:59



Video 109

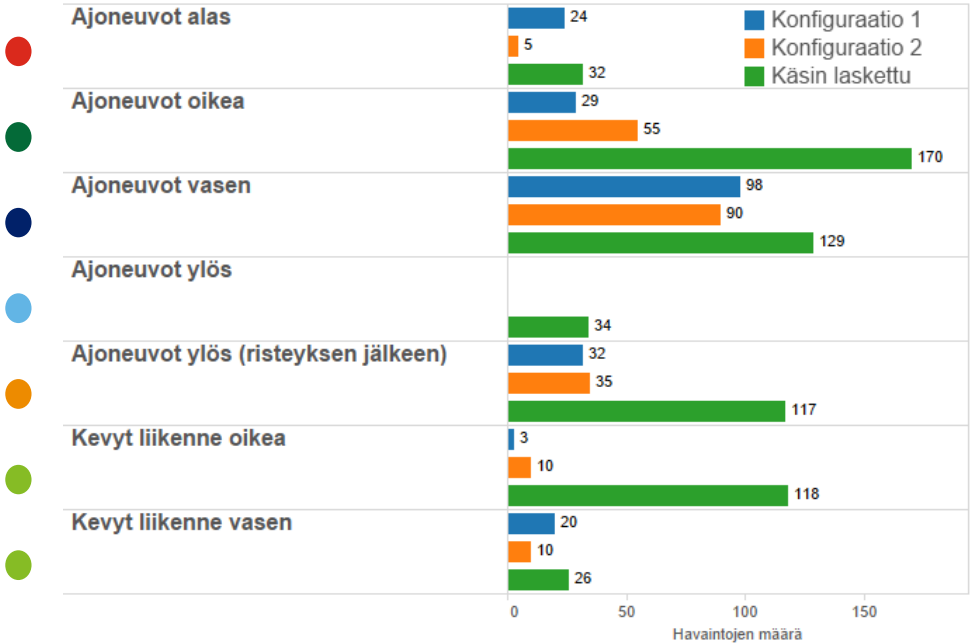
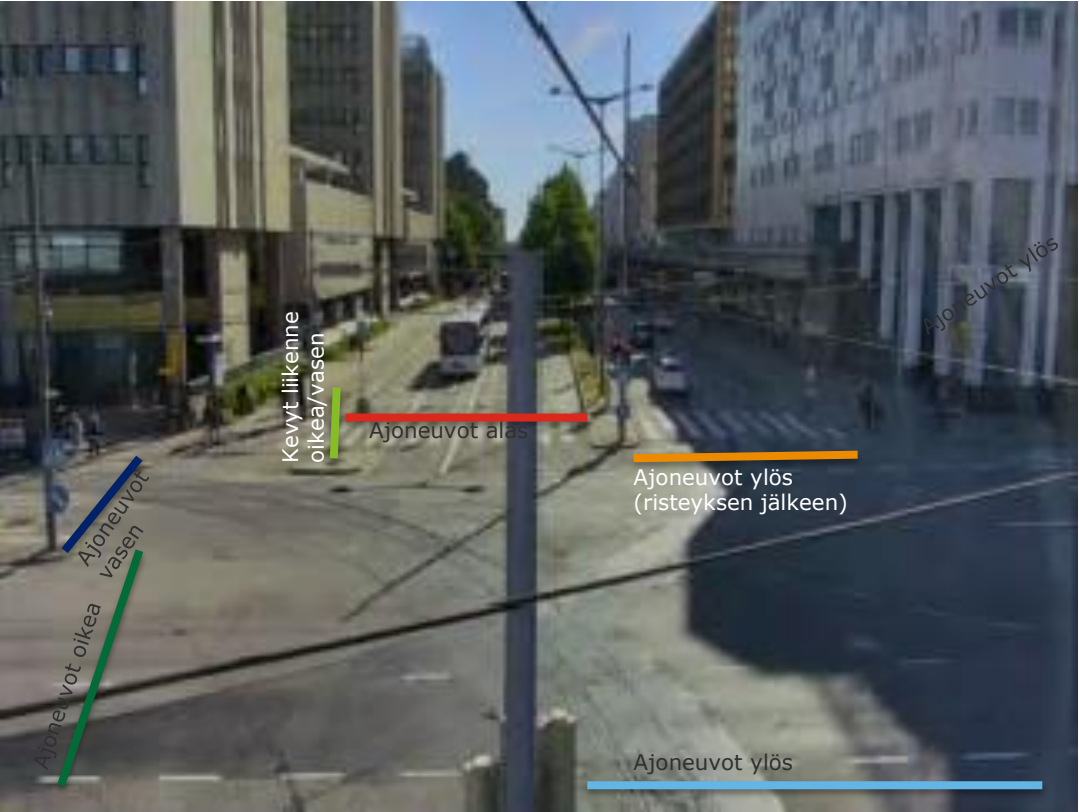
14.06.2016 14:59:59

Videoanalytiikan toiminta

Ratapihantie

Ratapihantie 15.06.2016 08:29:59

Kuva jäljittelee IVA:an asetettujen ansalankojen sijainteja. Oikealla esitetään konenäön antamat tulokset verrattuna käsin laskettuihin tuloksiin 15 min liikennevideon ajalta.



Ratapihantie, esimerkkejä herätteistä

Oikeita positiivisia

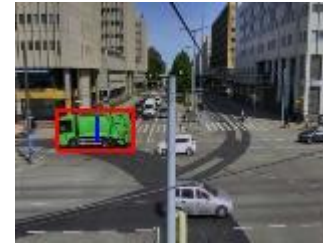


Auto



Auto

Vääriä positiivisia



Auto (jalank. heräte)



Auto (väärä suunta)



Auto (jalank. heräte)



Varjo/Väreily?



Autot

Ratapihantie

Kooste Ratapihantien analyysituloksista ja konfiguraatioista

Video: 111

MAPE konfiguraation 1 ja käsin laskettujen välillä: **54 %**

MAPE konfiguraation 2 ja käsin laskettujen välillä: **68 %**

Ero prosenteissa ajoneuvot vasen: **-30 %**

Ero prosenteissa kevyt liikenne vasen: **-62 %**

Kommentit toimivuudesta

Videon kuvakulma on ideaalinen havainnoimaan alas ja ylös ajavien ajoneuvojen herätteitä. Kuvan keskellä sijaitseva tolppa saattaa hajottaa objektit, jolloin osa objekteista havainnoidaan kahteen kertaan. Videossa 111 ei huomattu tällaista ongelmaa.

Raitiovaunujen laskeminen erikseen muusta ajoneuvoliikenteestä ei onnistu, sillä tavalliset ajoneuvot ajavat raitiovaunun kanssa samaa kaistaa.

Kuvan ylä laidassa sijaitsevan suojatien ylittäviä ihmisiä on vaikea havainnoida, sillä hahmot ovat niin pieniä. Vasemmalle kulkevien jalankulkijoiden laskentaa häiritsevät vasemmalle kääntyvät ajoneuvot. Parempi sijainti olisi asettaa ansalanka keskellä kuvaa lähelle tolppaa.

Videossa 111 on suuria rakennuksista muodostuvia varjoja, mutta se ei haitannut merkittävästi objektien havainnointia.

Konfiguraatiot 1 ja 2 Ratapihantien videoissa:

Kuviin asetettiin ROI-alue jalankulkijoille sekä ajoneuvoille, jotta havainnointi helpottuisi.

Ylöspäin ajavien ajoneuvojen ansalangan sijoittamisessa tulee ottaa huomioon oikealle ajavat ajoneuvot ja niiden vaikutus herätteiden syntymiseen.

Jalankulkijoiden ansalankojen asettelu on hyvin haastavaa tässä kuvakulmassa.



Video 110

15.06.2016 14:59:59



Video 111

15.06.2016 08:29:59

Videoanalytiikan toiminta

Rautatiekadut

Rautatienkadut

Kooste Rautatienkadun analyysituloksista ja konfiguraatioista

Ei järkeviä tuloksia

Kommentit toimivuudesta

Videossa esiintyvien häiriöiden takia analyysiprofiilia ei luotu. Kuvassa esiintyvät värijuovat aiheuttavat jatkuvasti vääriä herätteitä.

Videon kamerakulma vasemmanlaidan ajoneuvoille olisi lähellä ideaalia ajoneuvojen laskentaan, mikäli videokuvassa ei olisi häiriöitä. Kuvasta pystyttäisiin mahdollisesti laskemaan myös baanalla kulkevat henkilöt.

Erottelu polkupyöräilijöiden ja jalankulkijoiden välillä on mahdollinen asettamalla pikselinopeuden laskentapisteen (ansalangat) ja arvioimalla kuljettu matka metreissä. Baanalla on olemassa omat kaistat pyöräilijöille ja jalankulkijoille, joten erottelua voitaisiin yrittää myös asettamalla näille kaistoille omat ansalangat.



Video 112

15.06.2016 08:29:59

Videoanalytiikan toiminta

Sörnäisten rantatie

Sörnäisten rantatie, esimerkkejä herätteistä

Oikeita positiivisia



Auto



Auto



Auto



Auto



Auto

Vääriä positiivisia



Kameran kääntyminen



Valot/heijastuma



Heijastuma?



Objektin sijoitus

Sörnäisten rantatie

Kooste Sörnäisten rantatien analyysituloksista ja konfiguraatioista



Kommentit toimivuudesta

Kamera kääntyy ensimmäisen 15 minuutin aikana, jolloin käsin laskettuja ei voida verrata IVA:n metadatan lukuihin. Kameran liikkuesssa ansalangat sijoittuvat kuvassa väärään kohtaan, jolloin ne muuttuvat käyttökelvottomiksi. Kameran kuva tulisi palauttaa samaan lähtökohtaan (ns. "default home position"), joka on manuaalisesti haastavaa.

Yöllä kuvatussa videossa 114, hämärä ja autojen ajovalot vaikeuttavat analyysiä. Pimeällä IVA havaitsee objektit useassa kohtaa ajovaloihin perustuen.

Konfiguraatiot 1 ja 2 Ratapihantien videoissa:

Kuviin asetettiin ROI-alue jalankulkijoille sekä ajoneuvoille, jotta havainnointi helpottuisi. Aluksi raitiovaunu luokitui ihmiseksi, jonka jälkeen ROI:ta tarkennettiin.

Ansalkojen sijaintia muutettiin ja lisättiin ansalangat kaistoittain mittausta varten. Jokaiseen videoon asetettiin henkilömallit, mutta mallien koon muuttamisella ei tuntunut olevan merkittävää vaikutusta.

Videossa 114 tehtiin lyhyt 10 minuutin testi. Lukemat poikkesivat ylöspäin ajavien ajoneuvojen suhteen seuraavasti:

Konfiguraatio 2: 88 objektia

Käsin laskettu: 79 objektia

Ero prosenteissa: -11%

Videossa 115 testattiin pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden erottelua asettamalla ansalangat erikseen niille tarkoitetuille kaistoille. Ansalangan paras sijoituskohta tässä kuvakulmassa kevyelle liikenteelle on asettaa se kuvan alalaitaan, jolloin oikealle kääntyvien autojen katot eivät pääse aiheuttamaan vääriä herätteitä.



Video 113

02.06.2016 14:29:29



Video 114

10.06.2016 23:59:59



Video 115

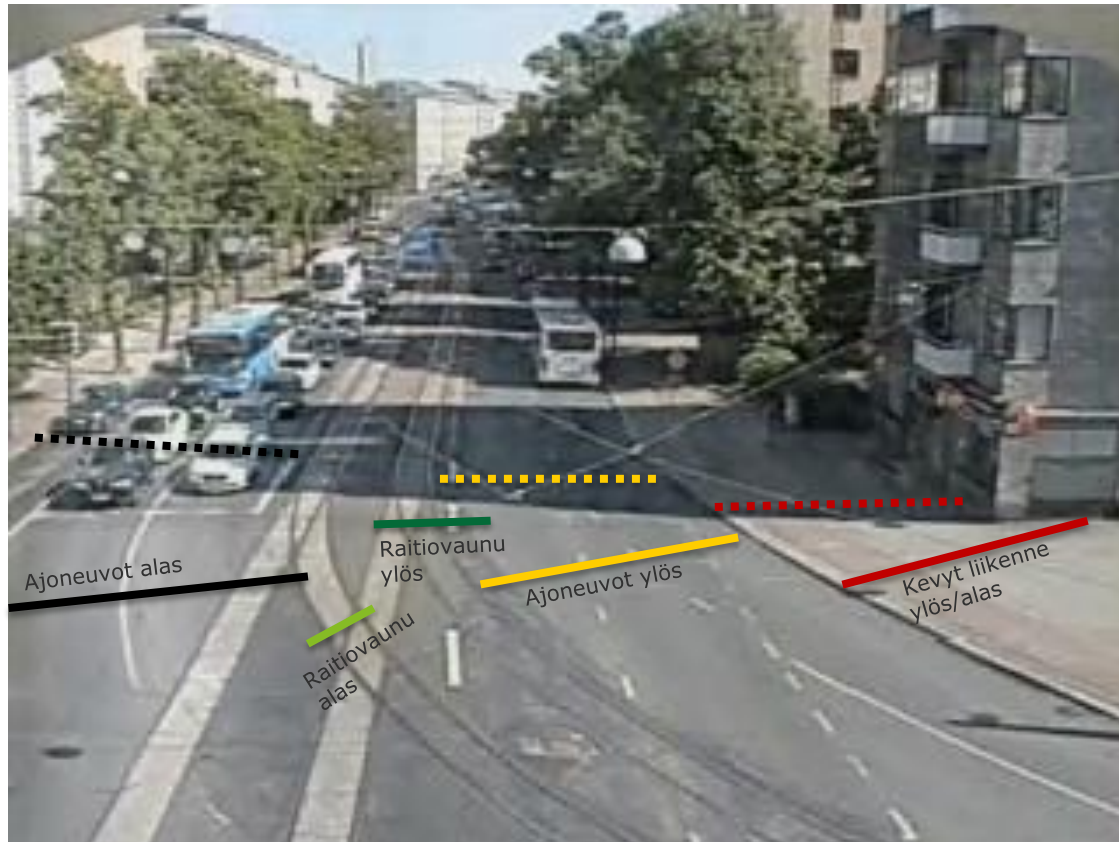
31.05.2016 15:59:59

Videoanalytiikan toiminta

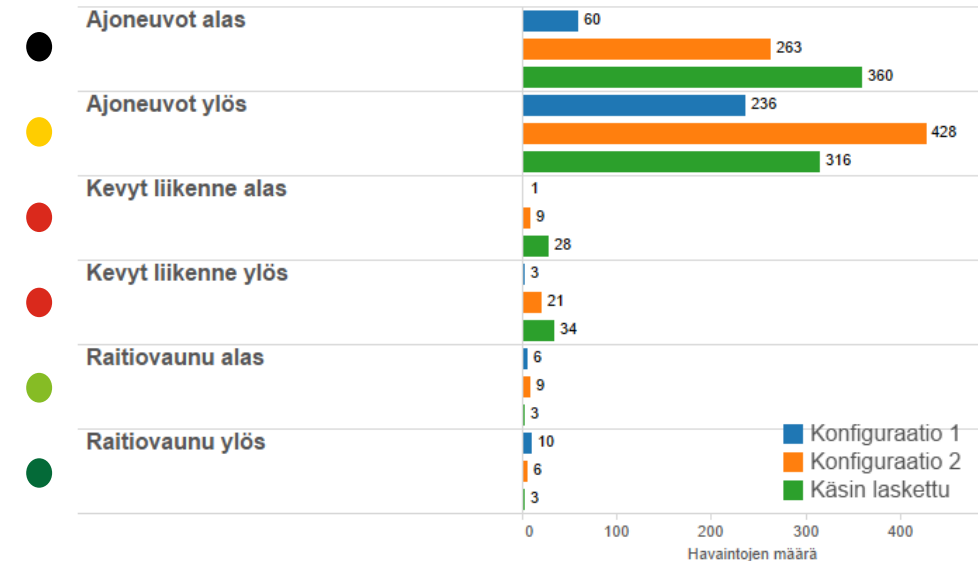
Tullinpuomi

Tullinpuomi 2016-06-01 16:00:00-16:15:00

Kuva jäljittelee IVA:an asetettujen ansalankojen sijainteja. Oikealla esitetään konenäön antamat tulokset verrattuna käsin laskettuihin tuloksiin 15 min liikennevideon ajalta.



..... Konfiguraatio 1
—— Konfiguraatio 2



Tullinpuomi, esimerkkejä herätteistä

Oikeita positiivisia



Ajovalot



Auto



Auto



Auto



Raitiovaunu



Auto

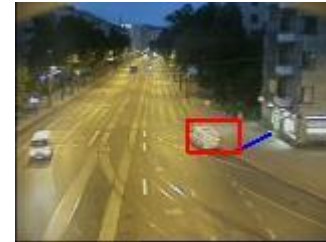


Auto



Parkkeerattu auto

Vääriä positiivisia



Valot/auto (jalank. heräte)



Heijastuma/Vääristymä



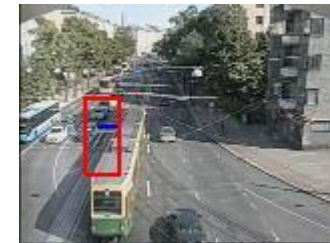
Valot



Auto (jalank. heräte)



Auto



Auto



Parkkeerattu auto

Tullinpuomi

Kooste Tullinpuomin analyysituloksista ja konfiguraatioista

Video: 117

MAPE konfiguraation 1 ja käsin laskettujen välillä: **105 %**

MAPE konfiguraation 2 ja käsin laskettujen välillä: **78 %**

Ero prosenteissa ajoneuvot alas: **-27 %**

Ero prosenteissa kevyt liikenne ylös: **-38 %**

Kommentit toimivuudesta

Kuvakulma on hyvin lähellä optimaalista videossa 116.

Kahden ajoneuvon ajaessa rinnakkain ansalangan ylitse autot havaitaan yhtenä objektina.

Konfiguraatio 2:ssa ansalanka on asetettu hiukan vinottain. Tämä aiheuttaa tilanteen, jossa sama auto laukaisee ansalangan jopa 3 kertaa. Tähän auttaa ansalangan koon muuttaminen leveämmäksi tai muuttamalla ansalanka suoraan, jottei moninkertaista hälytystä tapahdu samalle ajoneuvolle.

Konfiguraatiot 1 ja 2 Ratapihantien videoissa:

Kuviin asetettiin ROI-alue jalankulkijoille sekä ajoneuvoille, jotta havainnointi helpottuisi.

Pimeällä kuvattu video 116 saa vääriä herätteitä ajoneuvojen ja rakennuksien valoista. Ajoneuvojen valot aiheuttavat herätteen ajoneuvoille tarkoitetussa ansalangassa sekä alaspäin suuntaavan raitiovaunun ansalangassa. Raitiovaunun ansalanka saa herätteitä 'haamuista'. Haamut johtuvat kuvassa tapahtuvasta kontrastierosta tai videokuvassa tapahtuvasta väreilystä. Videossa 116 jalankulkijoita ei pystytä tunnistamaan oikein. Tämä johtuu häiritsevistä valoista/heijastumista ja mahdollisesti siitä, ettei videossa yksikään ihminen kävele ansalankaan tuona kellonaikana.

Videossa 117 vilkkuu valkoinen viiva. Viiva ei kuitenkaan aiheuta vääriä herätteitä. Konfiguraatiossa 2 asetettiin ansalanka ylöspäin meneville ajoneuvoille hiukan vinottain. Tämä ei ole kannattavaa, sillä auto joka vaihtaa kaistaa, aiheuttaa herätteen useaan kertaan.

Videossa 118 asetettiin heräte liikenneruuhkalle. Ruuhka havaittiin kuvan vasemmassa alalaidassa. Ruuhkan aikarajaksi asetettiin 65 sekunnin sääntö objektin paikallaan pysymisestä.

Videossa 119 havaittiin, ettei lumisade vaikuta analyysituloksiin.



Video 116

02.06.2016 00:59:59



Video 117

01.06.2016 15:59:59



Video 118

01.06.2016 15:59:59



Video 119

07.03.2016 07:40:51

Tietolajien yhteenveto ja pilotin toimivuus Helsingin olosuhteissa

Tietolajit

Liikennemäärät

Liikennemäärien laskentaan vaikuttivat oleellisesti kamerakulma ja kaistat. Parhaiten toimiva kuvakulma on tien suuntaisesti ylhäältä mahdollisimman suoraan alas. Tien reunasta kuvattaessa kauemmilli kaistoilla liikkuvat ajoneuvot jäävät etualan suurten ajoneuvojen taakse katveeseen, ja herätteitä on vaikeaa tai mahdotonta asettaa niin, ettei vääriä positiivisia herätteitä synny esimerkiksi etualan ajoneuvojen kattojen osuessa kauempana olevien kaistojen ansalankoihin.

Useimmissa videoissa tapahtui objektien yhdistymistä siten, että kaksi tai useampi objektia havaittiin yhtenä kun objektien väliin ei kuvassa selkeästi jäänyt tilaa. Esimerkiksi peräkkäin ajavat autot ja lähekkäin kävelevät ihmiset aiheuttivat vain yhden herätteen. Vastakohtana objektien yhdistymiselle oli yhden objektin havaitseminen kahteen tai useampaan kertaan. Tällaisia tilanteita saattaa aiheuttaa kuvassa sijaitseva näköeste, kuten tolppa.

Valaistusolosuhteet vaikuttivat liikennemäärien laskentaan merkittävästi. Päivänvalolla laskentaan vaikuttavat suuret kontrastierot, kuten varjot. Varjot aiheuttivat herätteitä paikoissa, joissa niiden ei kuuluisi. Esimerkiksi kevyelle liikenteelle asetetut ansalangat aiheuttivat herätteen autojen varjojen osuessa niihin. Sama efekti oli havaittavissa, mikäli auton katto hipaisi jalankulkijoiden ansalankaa. Pimeällä objektien havainnointi selkeästi vaikeutui, mikä vaikuttaa ansalankojen herätteisiin. Pimeällä kuvatuissa videoissa vääriä herätteitä syntyi ajovalojen aiheuttaessa herätteitä. Tämä voi olla ongelma etenkin vesisateella, kun sade on tehnyt objekteista heijastavia.

Liikennemäärän laskentaan vaikutti osaltaan myös ansalangan suuntaus. Esimerkiksi Tullinpuomin videossa ylöspäin ajavien autojen hiukan vinoittain asetettu ansalanka tuotti vääriä herätteitä mikäli auto vaihtoi ansalangan kohdalla kaistaa. Mikäli ansalanka oli asetettu lähelle toista kaistaa, saattoi suurempi ajoneuvo laukaista viereisen kaistan ansalangan.

Videokuvan laatu vaikuttaa laskettuihin liikennemääriin silloin, kun kuvassa esiintyy värvirheitä tai väreilyä. Väreily aiheuttaa herkästi vääriä herätteitä.

Liikennemäärissä parhaimmillaan videoanalytiikan tulosten ero käsin tehtyyn tarkistuslaskentaan oli vähemmän kuin +/-10 % eli yksittäisten ajoneuvohavaintojen ero. Huonoimmillaan tulokset olivat käyttökelvottomia ja erosivat tarkistetusta satoja prosentteja.



Tietolajit

Kulhutavat ja -suunnat, häiriöt ja onnettomuudet, pysäköintipaikat

Kulhutavat

Videoissa liikkuvien eri kokoisten objektien luokittelua ei pystytä määrittelemään kulutapakohtaisesti niin tarkasti kuin olisi haluttu. Videoista pystytään erottelemaan ajoneuvot, raitiovaunut sekä kevyt liikenne. Ajoneuvoille ja kevyelle liikenteelle lisätään IVA:n konfiguraatiossa alueet, joilta objekteja havainnoidaan. Raitiovaunut pystytään erottelemaan niissä videoissa, joissa ne kulkevat omalla väylällään. Kevyestä liikenteestä jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden erottelu voidaan tehdä mikäli polkupyörät pystyvät ajamaan omaa kaistaa tai ennalta arvioitua vauhtia.

Kulkusuunnat

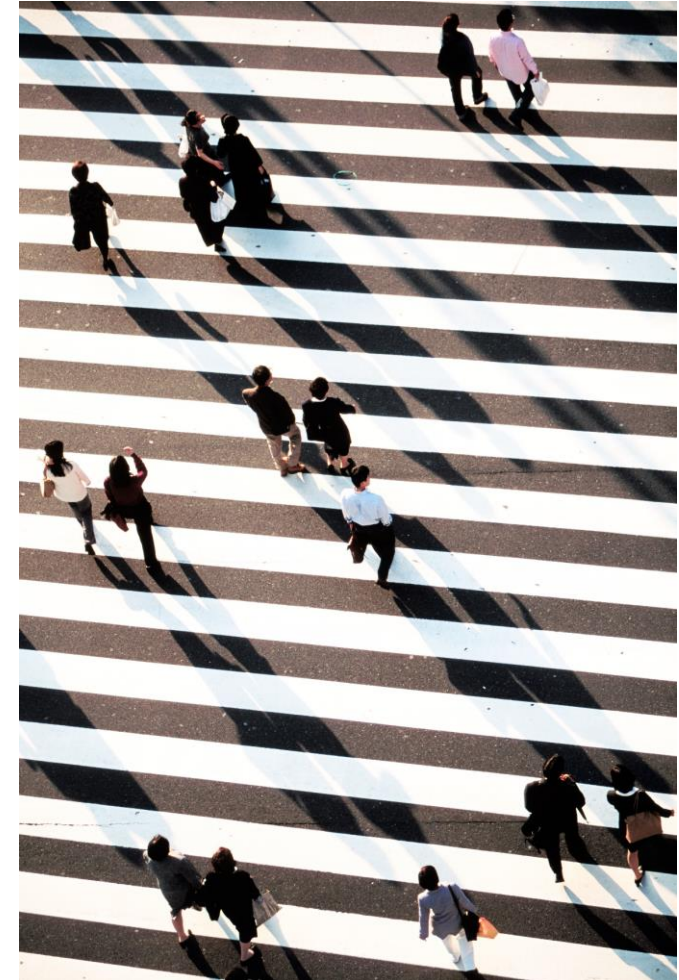
Herätteet laukaiseville ansalangoille voidaan asettaa kulkusuunta, jota halutaan seurata. Ansalanka voidaan myös asettaa havainnoimaan molempiin suuntiin kulkevaa liikennettä.

Häiriöt ja onnettomuudet

Liikenneneruuhkan tunnistamiseen IVA tarjoaa työkalun, jolla havaitaan määritellyksi ajaksi paikalleen pysähtyneet objektit. Liikennesääntöjen rikkomiseen voidaan asettaa ansalankoja, jotka ovat suunnattu päinvastaiseen suuntaan, mihin liikenteen tulisi todellisuudessa kulkea. Onnettomuustilanteissa jämähtäneet objektit usein pystyvät kertomaan häiriötilanteesta.

Vapaat pysäköintipaikat

IVA tarjoaa työkalun seurata mikäli määritellylle alueelle ilmestyy objekti tai siitä häviää objekti. Työkalulla voidaan seurata esimerkiksi pysäköintipaikkojen käyttöä, kun kameran kuvakulma on tähän soveltuva (mahdollisimman suoraan ylhäältä alaspäin).



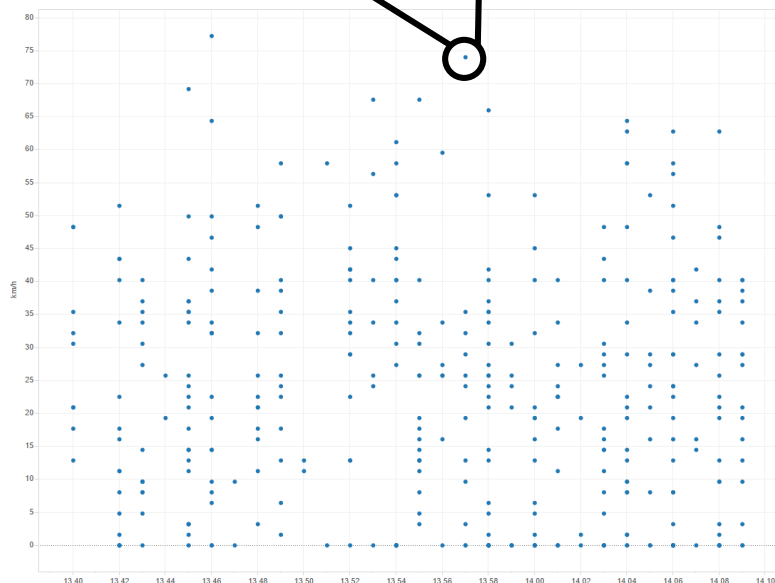
Tietolajit

Objektien nopeus tai liikenteen seisahtumisen tunnistaminen

Nopeustietoa mitattiin kahdella eri menetelmällä: objektien liikeradoista ja kahden ansalangan välisestä etäisyydestä laskemalla. Pilotissa menetelmien antamien tulosten välillä oli merkittävä hajonta johtuen ainakin perspektiivistä ja vaihtelevasta ajonopeudesta kaupunkialueella. Videoanalytiikan antama nopeustieto on riittävän tarkkaa esimerkiksi ylinopeuspaikkojen tai hitaasti etenevän liikenteen tunnistamiseksi.



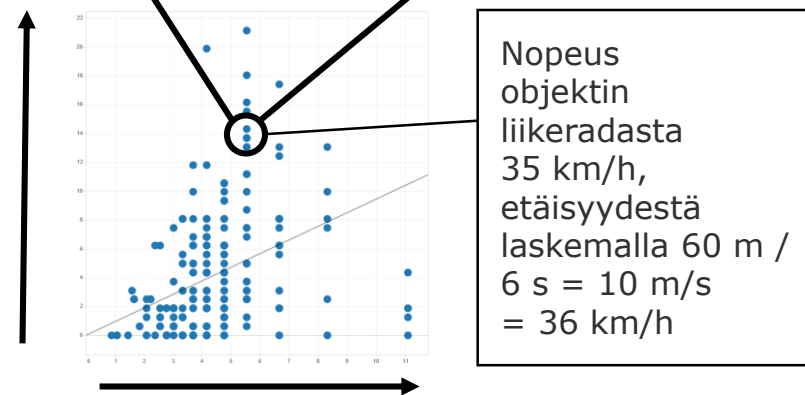
Esimerkin ajoneuvolle on objektin liikeradasta saatu nopeudeksi 74 km/h. Oikeanpuoleinen kuva on 3 s vasemmanpuoleisen jälkeen.



Sörnäisten rantatien nopeudet objektien liikeradoista 0-80 km/h



Nopeus objektin liikeradasta (0-55 km/h)



Nopeus kahden ansalangan etäisyydestä (0-75 km/h), kun etäisyydeksi arvioitu 60 m

Kulkumuodot ja niiden soveltuminen videoanalytiikkaan

Videoissa seurattavat objektit ja niiden luokittelu kulkutapoihin



Jalankulkijat

Jalankulkijat luokiteltiin kevyeen liikenteeseen. Lähellä toisiaan kävelevät ihmiset luokitluivat videossa yhdeksi objektiksi. Jalankulkijoiden kokoa kalibroitiin asettamalla videossa esiintyvien ihmisten kokoa vastaavat hahmot IVA:n konfiguraatiossa.



Ajoneuvot

Ajoneuvoina havainnoitiin kaikki objektit jotka liikkuvat moottoriajoneuvoille tarkoitetulla alueella. Riippuen kuvakulmasta, suuret ajoneuvot peittävät pienemmät autot taakseen, jolloin tunnistus vaikeutuu tai epäonnistuu. Suuret ajoneuvot voivat aiheuttaa väärä hälytyksiä viereisissä ansalangoissa, riippuen kuvakulmasta. Isojen ja pienien ajoneuvojen erottelua ei pystytty suorittamaan.



Polkupyöräilijät

Polkupyöräilijät luokiteltiin kevyeen liikenteeseen. Polkupyöräilijöiden erotuksen jalankulkijoista tekee vaikeaksi niiden liikkuminen samalla alueella. Erottelussa voitaisiin tutkia objektien nopeutta tai luoda ansalangat pyöräilijöiden omalle kaistalle. Kaistakohtaista mittausta kokeiltiin Sörnäisten rantatiellä, mutta kameran liikkeessä tuloksia ei voida verrata käsin laskettuihin.



Raitiovaunut

Julkisesta liikenteestä eroteltiin raitiovaunut, jotka kulkevat katukuvassa suuressa osin omilla kaistoillaan. Raitiovaunujen kaistaa häiritsevät samaa kaistaa raitiovaunujen kanssa käyttävät autot. Lisäksi suuremmat ajoneuvot ja ajoneuvojen varjot aiheuttavat väärä hälytyksiä osuessaan ansalankaan.

Erot eri kulkumuodoilla: Vaikka kone ei pystynyt tunnistamaan videoista kaikkia objekteja, väärin positiivisten herätteiden lukumäärä oli ajoneuvojen osalta pieni suhteessa havaittujen herätteiden lukumäärään. Sama voidaan todeta kevyen liikenteen vääristä positiivisista niissä videoissa, joissa kuvakulma oli lähellä ideaalista. Muutoin kevyen liikenteen havainnoinnissa tapahtui suhteessa enemmän väärin positiivisten syntymistä. Raitiovaunujen tunnistaminen oli kulkumuodoista vaikein. Vaikka ajoneuvot eivät pääsisi häiritsemään raitiovaunulle asetettua ansalankaa, tunnistus on jäänyt vajaaksi (Paciuksenkatu). Tullinpuomin raitiovaunujen ansalankoja häiritsivät vieressä ajavat ajoneuvot.

Kulkumuodossa otettava huomioon analyysissä tai olosuhteissa: Kevyellä liikenteellä tulee olla hyvä kamerakulma, jotta ajoneuvot eivät aiheuta peittoa laskennalle. Tarvittaessa yhteen risteykseen tarvitaan vähintään kaksi kameraa, jotta eri kulkumuodot tunnistetaan niiden liikkumassa suunnassa.

Kulkumuotojen analysointi yhdellä kameralla: Kulkumuodoista kevyt liikenne ja ajoneuvot voidaan tunnistaa yhden kameran avulla, mikäli kuvakulma on ideaali molemmille. Tällainen tilanne olisi kuvakulma, jossa ajoneuvot kulkevat kuvassa ylös ja/tai alas ja kevyt liikenne kulkee samaa linjaa. Mikäli yhden kameran avulla halutaan tunnistaa myös vasemmalle ja oikealle kulkevia objekteja, on suuri todennäköisyys, että peittoa tapahtuu.

Sää- ja valaistusolosuhteet

Sää- ja valaistusolosuhteiden vaikutus objektien havainnointiin ja analyysiin

		Vesisade Sade voi aiheuttaa kameranlinssin huurtumisen mikä vaikeuttaa objektien havainnointia. 15 minuutin aikana lasketuissa tuloksissa ei havaittu, että vesisade olisi haitannut analyysiä tai objektien tunnistamista. Lämpökameran havaitsemiskyky on erittäin hyvä vaativissa ympäristöolosuhteissa, kuten vesisateessa ja sumussa.
		Pilvisyys Pilvinen keli päiväsaikaan on optimaalinen, sillä silloin varjot eivät tuota vääriä herätteitä.
		Auringonpaiste Kirkkaassa päivänvalossa objektit tunnistetaan hyvin. Auringonpaisteessa syntyvät varjot tuottavat haasteita.
		Lumisade Testiaineiston videossa, jossa oli mukana lumisadetta, ei huomattu vaikutusta havainnointiin. Rankempi lumisade ja sen pakkaantuminen kameraan aiheuttaa ongelmia.
		Hämärä/Yö Hämärässä objektien havainnointi vaikeutuu huomattavasti. Kameran läheisyyteen tarvitaan riittävästi valaistusta. Lämpökamera ei vaadi lisävalaistusta, joten sen kuvanlaatu on yhtä täydellinen niin pilkkopimeässä kuin päiväsaikaan.

Mahdollisuudet pilotin ominaisuuksien parantamiseen tulevaisuudessa

Mahdollisuudet pilotin ominaisuuksien parantamiseen tulevaisuudessa

Parhaat tulokset saataisiin videoanalytiikan käyttöön osoitetuilla kameroilla ja ansalankojen kohdistusta parantamalla

1. Asentamalla uudet kamerat: Kamerakulma IVA:n näkökulmasta

a) Kameran toimivuus kaikissa olosuhteissa

- Pimeällä tehtävään analyysiin suositellaan lämpö- tai infrapunakamerat
- Kaikkiin sääolosuhteisiin sopiva

b) Kuvauskulma

- Paras kuvakulma on lähes suoraan ylhäältäpäin

c) Kameran kuvan väreilyyn vaikuttaa valon määrä (varjopaikoissa ei väreilyä), valon kulma (kuinka terävästi kamera piirtää pienet yksityiskohdat), kuvanvakaajan käyttö (digitaalinen kuvanvakaaja joissain kameramalleissa huonontaa kuvanlaatua mikäli päällä)

2. Parantamalla ansalankojen kohdistusta

a) Arvioitu työmäärä videoiden ansalankojen uudelleen konfigurointiin: n. 30 min / video



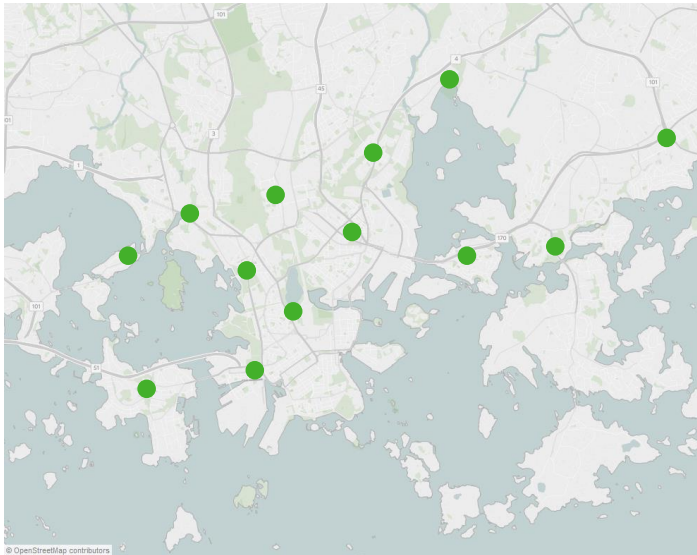
Pilotin skaalautuvuus ja rajapinnat

Pilotin skaalautuvuus

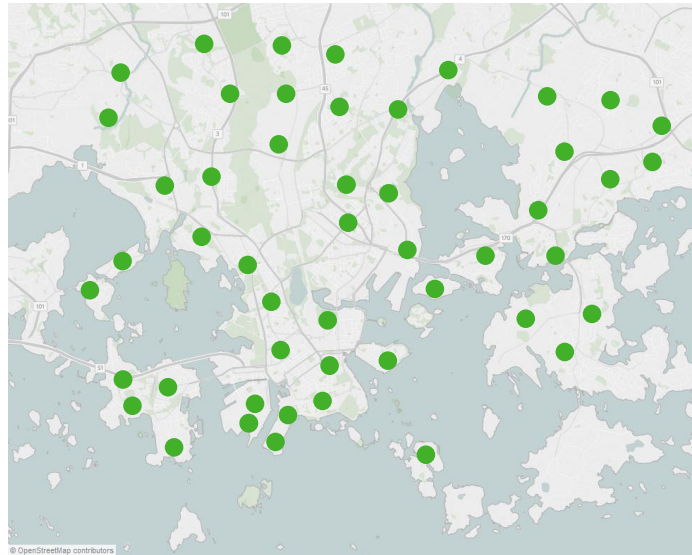
Kameroiden määrä on keskeinen muuttuja kuvaamaan videoanalytiikan skaalautumista. Määrä vaikuttaa palvelinympäristön kapasiteettivaatimuksiin sekä kamerakohtaisen konfiguroinnin työmäärään.

Valitsimme kameramäärät 50, 200 ja 1000 esimerkkeinä erikokoisten tuotantoasennusten vaatimuksista. Havainnekuvat alla kuvaavat minkälaisen peiton Helsingin liikennetilanteesta eri kameramäärillä saa. 50 ja 200 kameran esimerkeissä oletetaan, että kuhunkin kohteeseen asennetaan neljä kameraa.

50 kameraa



200 kameraa



1000 kameraa



Pilotin skaalautuvuus

Suuntaa-antava arvio IVA:n palvelinympäristölle asettamista vaatimuksista kameramäärän kasvaessa

	50 kameraa	200 kameraa	1000 kameraa
SSE-palvelimet	2 x 8 core CPU 3.0 GHz 16 Gt RAM	4 x 8 core CPU 3.0 GHz 16 Gt RAM	17 x 8 core CPU 3.0 GHz 16 Gt RAM
MILS-palvelimet	1 x 8 core CPU 3.0 GHz 16 Gt RAM	1 x 8 core CPU 3.0 GHz 16 Gt RAM	1 x 8 core CPU 3.0 GHz 16 Gt RAM
Tallennuskapasiteetti	8 Tt	32 Tt	160 Tt

Pilotin skaalautuvuus

Kustannusarvio

Videoanalytiikan laajentamisesta tuotantokäyttöön 50, 200 ja 1000 kameran skenaarioissa on esitetty suuntaa-antava kustannusarvio liitteessä 3. Liite 3 on luottamuksellinen, koska se sisältää ei-julkisia tietoja.

Liitteen kustannusarviossa huomioidut elementit ovat uusien kameroiden hankinta, ohjelmistolisenssit, käyttöpalvelut, videoanalytiikan toteutusprojekti sekä videoanalytiikan ylläpito ja pienkehitys.

Videokameroiden hankintakustannukseksi on arvioitu 2 000 euroa / kamera. Lämpökameroiden hinta on noin 2 – 4 kertainen tavallisen valvontakäyttöön tarkoitetun videokameran hintaan. Kameroiden asennukseen, ja niiden ylläpitoon, sähkөөn ja tietoliikenteeseen liittyviä kustannuksia ei ole kustannusarviossa esitetty.

Pilotin skaalautuvuus

Rajapinnat

Videolähteiden kytkeminen IVA:an

Tuotantokäytössä videokuva välitetään kameroista Video Management Systemin (VMS) kautta IVA:lle. Pilotissa käsiteltiin videokuvaa tiedostomuodossa. Pilotoitu IVA-versio 1.6.1 tukee integraatioita näihin VMS-järjestelmiin

- Genetec Omnicast
- Genetec Security Center
- Milestone XProtect Corporate
- Cisco Video Surveillance Manager
- Pelco Endura
- ISS SecureOS Enterprise

Metadatan siirtäminen muihin järjestelmiin

IVA-ratkaisun tuottama metadata on siirrettävissä muihin järjestelmiin yleisesti tunnettujen rajapintojen läpi. Ratkaisu on kehitetty IBM WebSphere –tuoteperheeseen perustuvan Java Enterprise Edition –sovelluspalvelimen ja MQ-jonon sekä IBM DB2 –tietokannan päälle, joten metadata on saatavilla

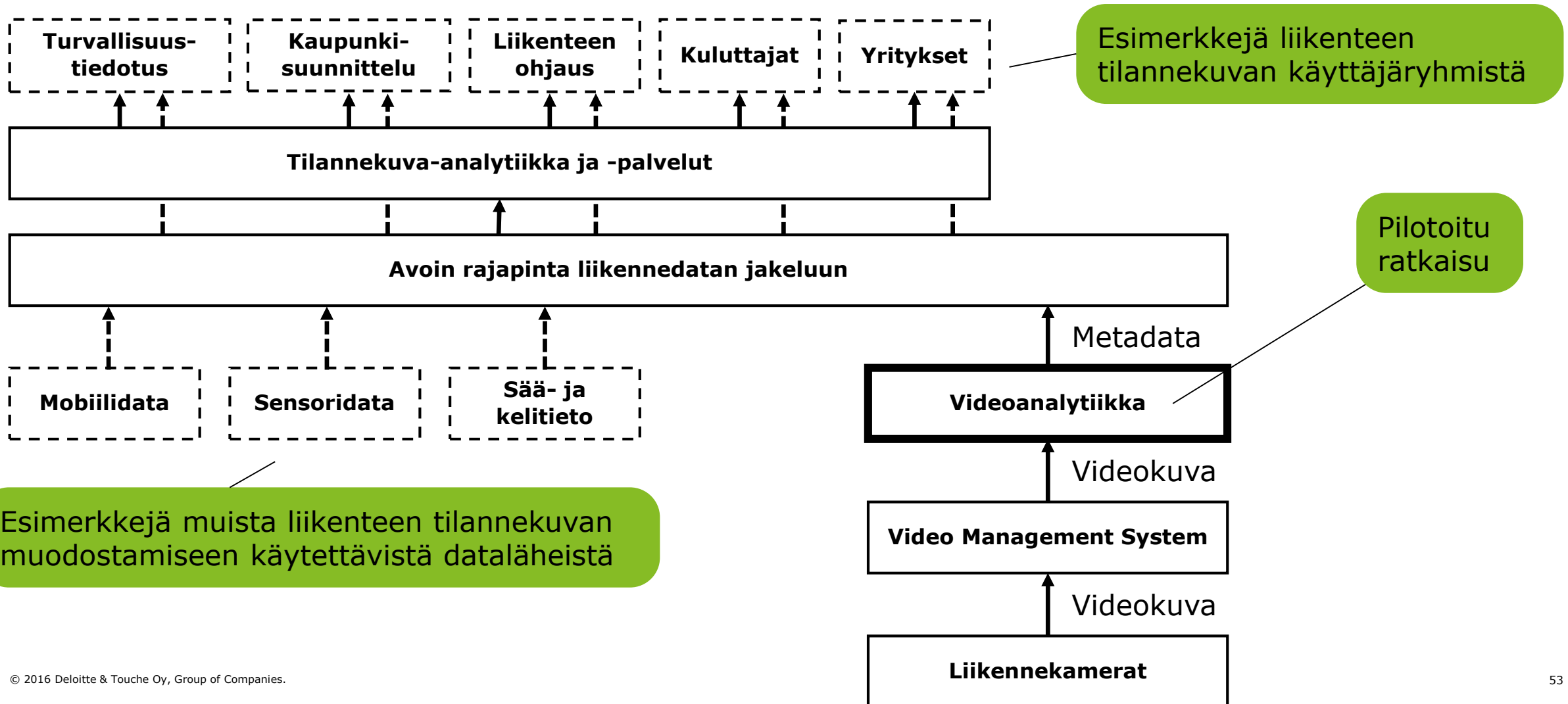
- SQL-asiakasohjelmilla suoraan tietokannasta TCP/IP-verkkoyhteyden yli
- Web service –tekniikkaan perustuvan ohjelmointirajapinnan kautta MQ-viestijonosta

Lähde <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg27046115>

Videoanalytiikan käyttömahdollisuudet tulevaisuudessa

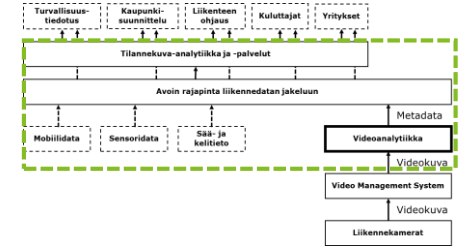
Videoanalytiikan käyttömahdollisuudet tulevaisuudessa

Pilotoitu ratkaisu voidaan liittää osaksi laajempaa tilannekuvapalvelua, josta ajantasaista tietoa jaeltaisiin avoimen rajapinnan kautta



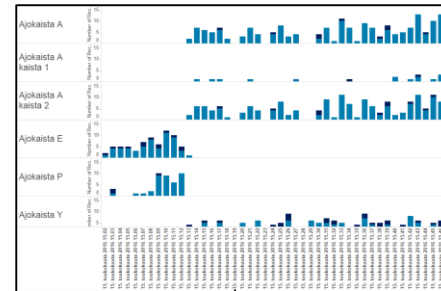
Videoanalytiikan käyttömahdollisuudet tulevaisuudessa

Teknisesti pilotoituun videoanalytiikkaratkaisuun voitaisiin avata suora rajapinta, mutta käytännössä liikennedatan jakeluun olisi suositeltavaa toteuttaa erillinen komponentti, joka yhdistäisi eri datalähteet, ja jonka hallinta olisi erillään datalähteistä



Tilannekuvapalvelu voi olla esimerkiksi selaimella käytettävä ajantasainen graafinen näkymä liikennevirtoihin ja liikennettä kuvaaviin tunnuslukuihin.

Avoin rajapinta on tekninen rajapinta, jota liikennedatan hyödyntäjät voivat käyttää ohjelmallisesti esimerkiksi uusien palvelujen kehittämiseksi.



Tilannekuva-analytiikka ja -palvelut

Avoin rajapinta liikennedatan jakeluun

Videoanalytiikka

Videoanalytiikan tuottama metadata voidaan lukea tietokannasta tai se voidaan konfiguroida kirjoittamaan metadata suoraan erilliseen kohteeseen Web Services – rajapinnan kautta.

Muut projektin aikana esiin tulleet havainnot

Pilotin aineistossa oli videoita, joissa kuvakulma kääntyi kesken analyysin, mikä teki IVA:n konenäön hyödyntämisen mahdottomaksi. Tästä syystä kameroita, joita käytetään muihin käyttötarkoituksiin ei suositella videoanalytiikan käyttöön. Projektin aikana tunnistettiin uusien, erillisten kameroiden hankkimisen vaihtoehdoksi toinen ratkaisutapa.

Toisaalta kameroille voitaisiin asettaa oletuskuvakulma ("default home position"), johon ne automaattisesti palaisivat esimerkiksi viiden minuutin viiveen jälkeen. Kameran kuvakulmaa käännettäessä pois oletuksesta videoanalytiikkajärjestelmä voitaisiin teknisellä integraatiolla kytkeä pois päältä kameran ollessa käännettynä, jottei analytiikan antamia kääntämisen vuoksi virheellisiä tuloksia välitetä eteenpäin.

Pilotin alkuperäisen laajuuden ulkopuolelta esiin tulleita havaintoja on lisäksi käsitelty raportin muissa osioissa. Näitä ovat mm. lämpökameroiden käyttö vähentämään virheitä pimeässä ja tuotantokäytön kustannusarvio.

Suosituksset jatkotoimenpiteistä

Suosituksat jatko-toimenpiteistä

Deloitte:n näkemyksen mukaan Helsingin kaupunki tarvitsee vision analytiikan hyödyntämisestä

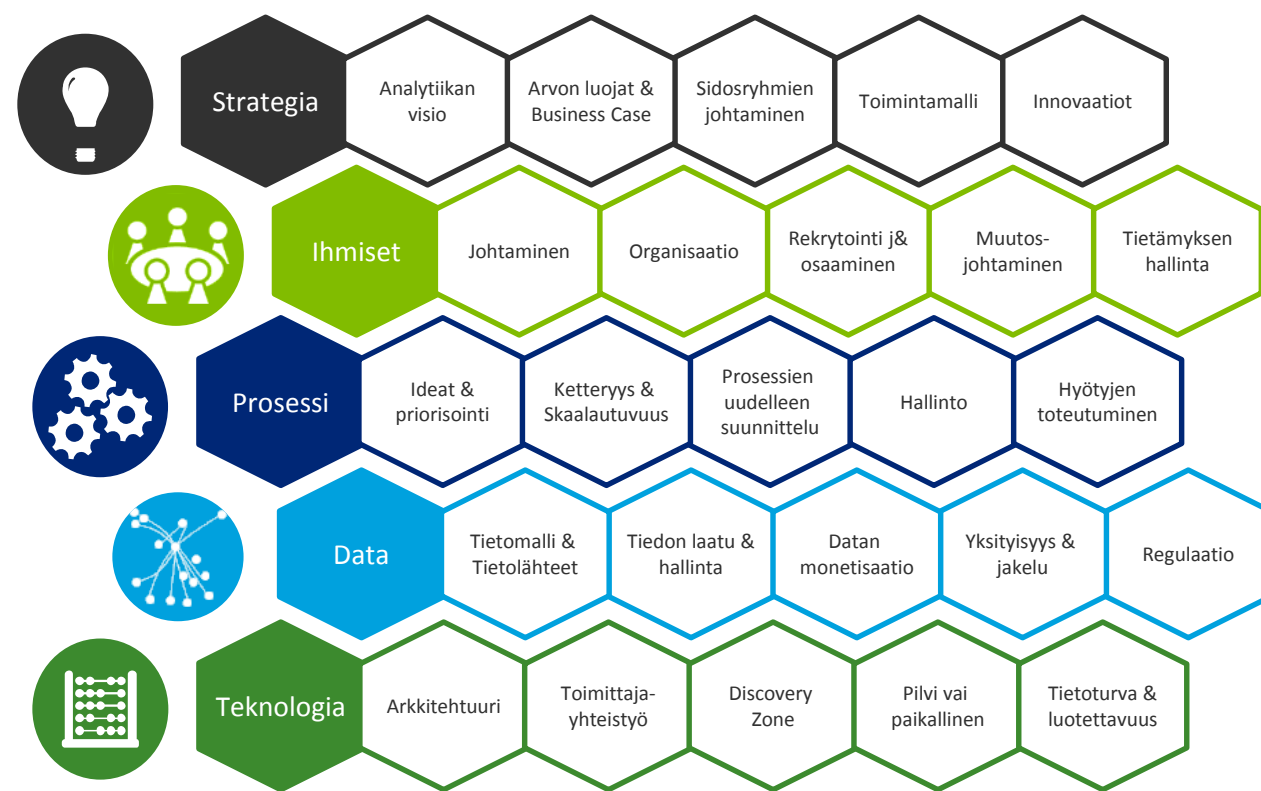
Näkemyksemme mukaan tiedolla johtamiseen siirtyminen edellyttää dataan ja teknologiaan liittyvien asioiden lisäksi strategiaan, ihmisiin ja prosessiin liittyvien asioiden ratkaisemista. Oikealla esitetyt näkökulmat pitävät sisällään joukon tehtäviä ratkaistavaksi, jotta tiedolla johtamisesta saadaan mahdollisimman suuri hyöty.

Deloitte:n näkemyksen mukaan Helsingin kaupunki tarvitsee joko oman tai yhdessä muiden kaupunkien kanssa* muodostetun strategian analytiikan ja tiedolla johtamisen hyödyntämisestä liikenteen ohjauksessa sekä liikenne- ja kaupunkisuunnittelussa. Strategian keskeiset elementit ovat tavoitetilan visio sekä tavoitetilaan liittyvä hyötytarkastelu (business case).

Esimerkkejä kysymyksistä, joihin visiotyöllä ja hyötytarkastelun avulla pitäisi vastata:

- Millaisia haasteita liikenteen ohjauksessa, liikenne- ja kaupunkisuunnittelussa on, joita voisi ratkaista analytiikan ja tiedolla johtamisen avulla?
- Ketkä voisivat hyötyä analytiikan ja tiedolla johtamisen kehittämisestä ja miten?
- Millainen on tavoitetila 5 vuoden päästä? Entä 10 vuoden päästä? Mikä estää meitä saavuttamasta tavoitetilaa?

Tiedolla johtamisen rakennuspalikat



Suosituksat jatko-toimenpiteistä

Siirtyminen tiedolla johtamiseen tapahtuu vaiheittain

1. Visio

Ensimmäisessä vaiheessa suositellaan luotavaksi erityisesti visioanalytiikan hyödyntämiselle liikenteen ohjauksessa, liikenne- ja kaupunkisuunnittelussa. Visioinnissa voidaan kehitysmahdollisuuksien tunnistamiseen käyttää työkaluna pilotointia, josta Liikennekameroiden videokuvan analyysipilotit ovat hyvä esimerkki.

Visio tarvitaan, jotta tulevaisuuden hankkeita voidaan tehokkaasti ohjata kohti visiota.

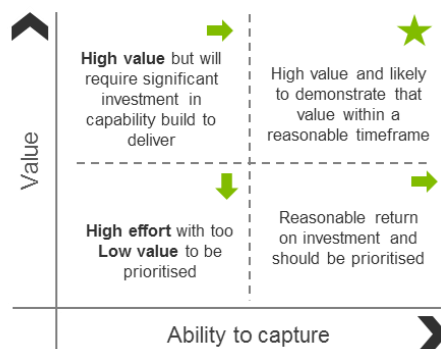


2. Tiekartta

Nykytila-arvion ja vision luomisen jälkeen on mahdollista muodostaa pitkän aikavälin priorisoitu tiekartta kohti strategian mukaista tavoitetta.

Tiekartta on elävä dokumentti, jota päivitetään tiedon ja ymmärryksen karttuessa. Tiekartan tavoitteena on näyttää miten kohti tavoitetilaa kuljetaan.

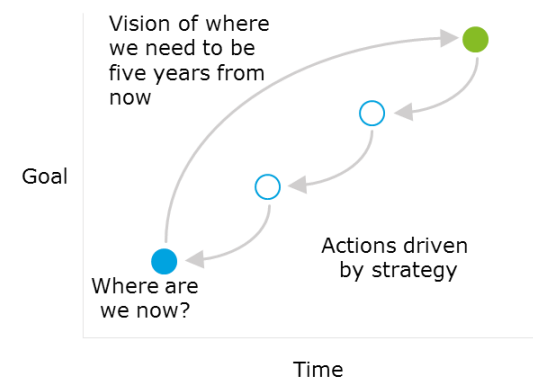
PRIORITISATION ASSESSMENT FRAMEWORK



3. Toteutus

Tiekartan hankkeista suositellaan valittavan ensimmäisenä toteutettaviksi ne, joissa saavutetaan suurimmat hyödyt suhteessa riskeihin ja panokseen.

Toteutus kannattaa myös suunnitella niin että asiantuntijoiden ja organisaation uuden oppiminen tapahtuu loogisesti järkevissä kokonaisuuksissa ja etenemisjärjestys vahvistaa tätä vaikutusta.



Liitteet

1. Projektisuunnitelma
2. Tekninen kuvaus
3. Kustannusarvio (Luottamuksellinen)
4. Kustannusarvio (Helsingin kaupungin sisäiseen käyttöön)



Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, a UK private company limited by guarantee (“DTTL”), its network of member firms, and their related entities. DTTL and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL (also referred to as “Deloitte Global”) does not provide services to clients. Please see www.deloitte.com/about for a more detailed description of DTTL and its member firms.

In Finland, Deloitte & Touche Oy is the member firm of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, and services are provided by Deloitte & Touche Oy and its subsidiaries. In Finland Deloitte is among the nation’s leading professional services firms, providing audit, tax, consulting, and financial advisory services through 450 people in 3 cities. Known as an employer of choice for innovative human resources programs, Deloitte is dedicated to helping its clients and its people excel. For more information, please visit our website at www.deloitte.fi.

This communication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, its member firms, or their related entities (collectively, the “Deloitte Network”) is, by means of this communication, rendering professional advice or services. No entity in the Deloitte network shall be responsible for any loss whatsoever sustained by any person who relies on this communication.

© 2016 Deloitte & Touche Oy, Group of Companies.