



# Mestarintunnelin liikennevirran analysointi Lidar-tutkalla

Loppuraportti

Unikie OY, Jouko Hokajärvi, Ilmari Nieminen huhtikuu 2018

<b>Pilotin tarkoitus ja aikataulu</b>	2
<b>Käytettävä laitteisto</b>	3
<b>Laitteiston asennus</b>	3
<b>Testiaineiston keräys ja käyttö</b>	3
<b>Ohjelmiston testaus</b>	5
<b>Projektin päättäminen</b>	5
<b>Kerätyn aineiston hävittäminen</b>	5
<b>Lidarin soveltuvuus liikennevirran analysointiin</b>	6
Lidar tutkien määrä ja sijoittaminen	6
Menetelmäkuvaus	6
Valaistuksen muutosten vaikutus havaintoihin	7
Savun ja sumun vaikutus havaintoihin	7
Laitteistovikojen automaattinen havaitseminen	8
Sensorin vikaantuminen	8
Sensorin siirtyminen	8
Sensorin likaantuminen	8
Tunnelissa tuotetun datan analysointi	8
Tietokantakuvaus	9
Ajoneuvo-taulun analysointi	9
Hälytysluokat	10
Hälytys-taulun analysointi	10
Simuloinnin tulokset	11
<b>Johtopäätökset</b>	13

## Pilotin tarkoitus ja aikataulu

Maantietunnelin liikennevirran seuranta ja vikatilanteiden tunnistaminen on tärkeää liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden varmistamiseksi. Liikennevirtaa analyysoivan järjestelmän tulee havaita liikennevirrasta ajoneuvot tai joiden nopeus on poikkeava muun liikenteen nopeudesta. Lisäksi järjestelmän tulee havaita väärään suuntaan liikkuvat ajoneuvot, pysähtyneet ajoneuvot ja mahdolliset turvallisuutta häiritsevät esteet.

Olemassa olevat automatisoidut ratkaisut perustuvat kamera-tekniikkaan, ja ne ovat allttiita antamaan virheellisiä hälytyksiä.

Tämän pilotin tarkoituksena on tutkia lasertutka -tekniikan soveltuvuutta maantietunnelissa tapahtuvan liikennevirran automaattiseen seurantaan ja liikenteen häiriötilanteiden automaattiseen tunnistamiseen.

Pilotti jakaantuu seuraaviin vaiheisiin; laitteiston asennus, datan keräys ja datan sekä raportointi.

## Käytettävä laitteisto

Lidar-tutka mittaa lähettämänsä laserpulssin heijastuman lentoaikaa ja tuottaa ympäristöstään Kolmiulotteisen kartan, pistepilven.

Tunneliin asennettiin Velodyn VLP-16 lasertutka. Tutkassa on 16 kanavaa ja sen kantama on 100m. VLP-16:n fov on 360 astetta horisontaalisesti ja +-15 astetta vertikaalisesti.

VLP-16 kykenee tuottamaan 300 000 pistettä sekunnissa.

Asensimme tunneliin myös ip-kameran vertailuaineiston keräämiseksi. VLP-16 lasertutka ja ip-kamera on kalibroitu keskenään samaan koordinaatistoon.

Lisäksi rakensimme ja asensimme laitteiston ja ohjelmiston pilvi- ja kuvadatan siirtämiseksi verkon ylitse.

## Laitteiston asennus

Koska lasertutkan vieminen tunneliin on kallis operaatio, suunnittelimme tutkan sijoittamisen tunneliin Unikien kehittämällä Lidar-simulaattori-ohjelmistolla.

Simuloinnin tulokset on esitetty seuraavassa dokumentissa:

<https://drive.google.com/open?id=15vgMdyPcf-HOFYe5urxcCetedWfHrunRgANbYbe3iE>

Asennussuunnitelma on kuvattu dokumenteissa:

<https://drive.google.com/open?id=1Uy5v2qPndZVvxvuq8K6FOE0gBa6Gopvi1XD028a2la4>

[https://drive.google.com/open?id=1GcXTXvh7EqWgq0yOiDxhfUBcO\\_eHEC4FJaKffRmHM54](https://drive.google.com/open?id=1GcXTXvh7EqWgq0yOiDxhfUBcO_eHEC4FJaKffRmHM54)

Laitteiston asentaminen tunneliin tapahtui joulukuussa 2017 ja laitteisto oli toimintavalmiudessa tammikuussa 2018.

## Testiaineiston keräys ja käyttö

Helmikuussa 2018 keräsimme testiaineistoa algoritmin kehitystä varten. Testiaineiston perusteella saimme hyvän kuvan tunnelin normaalista toiminnasta. Poikkeustilanteet ovat

kuitenkin sen verran harvinaisia, että emme saaneet kerättyä aineistoa tekoälyn opettamiseksi. Tästä lisää testaus -kappaleessa.

## Ohjelmiston testaus

Ohjelmisto on testausvalmis viikolla 13/2018. Testaus tapahtuu analysoimalla liikennettä Mestarintunnelissa. Lisäksi testaamme hälytyksiä simulaattori-ohjelmistolla tuotetulla testiaineistolla.

## Projektin päättäminen

Projekti päätetään ja laitteisto kerätään 24.04.2018 tapahtuvan katselmoinnin jälkeen. Unikie lähettää Tiedolle projektin aikana tallennetut pilvet.

## Kerätyn aineiston hävittäminen

Unikie OY hävittää kaiken tallennetun kuvamateriaalin projektin päättyessä. Pilvidata ei muodosta henkilörekisteriä ja se säästetään tutkimus- ja tuotekehitys -tarkoituksiin.

# Lidarin soveltuvuus liikennevirran analysointiin

Tämä kappale kuvaa lidar-tekniikan soveltuvuuden tunnelissa tapahtuvaan automaattiseen liikennevirran analysointiin.

## Lidar tutkien määrä ja sijoittaminen

Jotta liikennevirran analysointi olisi luotettavaa ympäristöstä on tuotettava mahdollisimman peittävä ja riittävän tarkka pistepilvi. VLP-16 tutkan kantama on 100 metriä 360 asteen sektorilla. Sovelluskohteessa tutkat on asennettu noin 20 asteen kulmaan alaviistoon, jotta kaikki säteet saadaan osumaan tien pintaan. Asennustavasta johtuen yhden tutkan tehollinen kantama on korkeintaan noin 50 metriä yhteen suuntaan.

Mestarin tunnelin pituus on noin 500m, ja Jos käytettävä tutka on VLP-16, mestarintunnelissa tarvitaan 12 tutkaa yhden liikennesuunnan luotettavaan monitorointiin.

Molempien liikennesuuntien kattamiseksi tarvitaan 24 tutkaa.

Erilaisilla tutkamalleilla tarvitaan erilainen asennuskuvio parhaan peittävyuden ja kustannustehokkuuden saavuttamiseksi. Lidar tutkien asennuspaikkojen suunnittelu onnistuu parhaiten Unikien suunnittelemana Lidar-simulaattori -ohjelmistolla.

## Menetelmäkuvaus

Tunnelin kaltaisessa staattisessa ympäristössä tausta voidaan suodattaa pois raakadatasta algoritmisesti. Tällainen suodatus voidaan saada päivittymään ympäristön muutosten mukaan, jolloin esimerkiksi tunneliin kertynyt lumi saadaan suodatettua pois arvioista. Lidar-tekniikan etuna on myös riippumattomuus ympäristön valaistuksesta. Märkä maa sen sijaan vaikeuttaa heijastusten saamista ja vähentää saatavia havaintopisteitä. Ajoneuvojen havainnoinnissa tämän ei kuitenkaan pitäisi olla ongelma, koska nämä havainnot sisältyisivät pois suodatettavaan taustaan.

Ajoneuvot eivät aina palauta heijastusta lasersäteeseen osumasta, mikä vaikeuttaa niiden seuraamista. Tämä korostuu erityisesti kohteiden ollessa kauempana sensorista. Käytännössä yhdellä sensorilla saadaan kohteen seuraamiseen riittävä määrä havaintopisteitä ainoastaan lähellä sensoria olevista ajoneuvoista. Tämän testin perusteella tämä näyttäisi kuitenkin jo riittävän liikenteen laskennan ja nopeuksien seurannan kaltaisiin yksinkertaisiin sovelluksiin. Havaittujen kohteiden luokittelu ei sisällynyt tähän testijaksoon, mutta sen kaltainen vaativampi sovellus vaatisi todennäköisesti kattavampia havaintoja. Tämä voitaisiin saavuttaa

käyttämällä useampaa Lidar-sensoria kattavamman sensoripeiton aikaansaamiseksi. Myös tässä testattujen sovellusten, erityisesti nopeuden seurannan, tarkkuus hyötyisi useamman sensorin käytöstä.

Kerätyn nopeusdatan luotettavuutta on vaikea arvioida tarkasti ilman vertailudataa, mutta silmämääräisesti arvioituna tulokset vaikuttavat uskottavilta. Paremman sensoripeiton lisäksi tuloksia voitaisiin vielä parantaa käytettyjen algoritmien hienosäädöllä. Eniten ongelmia aiheuttavat tällä hetkellä liian lähekkäiset ja toisiaan peittävät ajoneuvot, jotka saattavat johtaa virheelliseen objektien erotteluun ja täten vääriin havaintoihin. Vertailu kameradataan kertoo kuitenkin, että selvästi suurin osa tunnelissa kulkeneista ajoneuvoista saatiin jo nykyisellä testiratkaisulla havaittua normaalisti.

Testijaksossa kokeiltiin yksinkertaisen hälytysjärjestelmän toteuttamista kerätyn datan pohjalta. Hälytysluokiksi valittiin pidempiaikainen hidas tai pysähtynyt liikenne kaistalla ja liikkuvan kohteen havaitseminen sallitun ajoalueen ulkopuolella (käytännössä tunnelin äärilaidoilla). Järjestelmän toimivuuden testaus ja hienosäätö vaatisi pidempiaikaista ja järjestelmällisempää testaamista, sillä oikeat hälytystilanteet ovat harvinaisia.

Hälytysjärjestelmän parantamiseen voitaisiin hyödyntää Lidar-simulaattoria. Erilaisia epätavallisia tilanteita olisi käytännöllistä simuloida ja varmistaa, että järjestelmä osaa reagoida niihin halutulla tavalla. Tässä testissä kokeiltiin manuaalisesti määriteltyä hälytysjärjestelmää, jonka olisi tarkoitus tunnistaa ennalta päätettyjä tapauksia asetettujen toleranssiarvojen perusteella. Kehittyneempi järjestelmä voisi kuitenkin tämän lisäksi hyödyntää tekoälyä kaikenlaisten poikkeustilanteiden tunnistamiseen. Tämän kaltainen järjestelmä kykenisi havaitsemaan myös täysin odottamattoman tyyppiset tavallisuudesta poikkeavat tilanteet.

## Valaistuksen muutosten vaikutus havaintoihin

Tunnelin valaistusta ohjataan päivän valoisuuden mukaan siten, että tunnelin käyttäjät eivät kohtaisi nopeita suuria valoisuuden muutoksia. Lisäksi tunnelin suulla ulkoa tuleva valon määrä voi muuttua nopeasti. Perinteiselle kameratekniikalla valaistuksen muutokset voivat aiheuttaa ongelmia. Lidartekniikka on toimintaperiaatteensa takia immuuni valaistuksen muutoksille.

## Savun ja sumun vaikutus havaintoihin

Savu ja sumu näkyvät puuttuvina pisteinä ja väärinä heijastumina. Mitkä vaikuttavat Lidartekniikan toimivuuteen. Savun ja sumun vaikutusta ei kuitenkaan analysoitu tämän projektin puitteissa.

## Laitteistovikojen automaattinen havaitseminen

Järjestelmän toiminnan kannalta on tärkeää, että järjestelmä kykenee automaattisesti havaitsemaan sensorien viallisen toiminnan, sensorien likaantumisen tai sensorien sijainnin siirtymisen.

### Sensorin vikaantuminen

Sensorin ja tiedonsiirtoyhteyden vikaantuminen ilmenee puuttuvana tai virheellisenä datana. Mahdollinen vikatilanne voidaan havaita automaattisesti.

### Sensorin siirtyminen

Lasertutka on liikkunut hieman testijakson aikana. Liikkumisen syy on tuntematon. Esimerkiksi kiinnitysrakenteissa tapahtuva lämpölaajeneminen riittää aiheuttamaan havaittavia muutoksia pistepilvissä. Muutokset ovat kuitenkin niin pieniä, että ne voidaan algoritmisesti suodattaa pois, eivätkä ne vaikuta lidar -tekniikan tehokkuuteen sovelluskohteessa.

### Sensorin likaantuminen

Sensorin likaantuminen ilmenee asteittaisena havaintodatan huononemisena; tuotetussa pistepilvessä on vähemmän havaintopisteitä, kuin puhtaalla sensorilla tuotetussa pistepilvessä. Sensorin likaantumista voidaan arvioida algoritmisesti tilastollisin menetelmin. Hälytys voidaan antaa jo ennen kuin sensori on likaantunut niin pahasti, että luotettava liikennevirran monitorointi ei ole mahdollista.

Emme huomanneet, että sensori olisi likaantunut testijaksolla niin paljon, että likaantumisella (4kk, Tammikuu-Huhtikuu) olisi vaikutusta kerätyn kerätyn datan laatuun.

## Tunnelissa tuotetun datan analysointi

Tässä kappaleessa kuvataan monitorointi -algoritmin tulokset. Testidata on kerätty mestarintunnelista ja analysoitu reaaliaikaisesti. Datan keräys ja analysointi on aloitettu 04.04.2018.



## Tietokantakuvaus

Ajoneuvot ja hälytykset tallennetaan mysql tietokantaan. Seuraavat tiedot kerätään ylös:

```
mysql> describe halytys;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(11)	NO	PRI	NULL	auto_increment
tyyppi	varchar(100)	YES		NULL	
alku	datetime	YES		NULL	
loppu	datetime	YES		NULL	
kaista	int(11)	NO		NULL	

```
mysql> describe ajoneuvo;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(11)	NO	PRI	NULL	auto_increment
tyyppi	varchar(20)	YES		NULL	
aika	datetime	YES		NULL	
nopeus	int(11)	YES		NULL	
kaista	int(11)	YES		NULL	
suunta	varchar(10)	YES		NULL	

Ajoneuvon luokittelua ei ole toteutettu, joten kaikkien ajoneuvojen tyyppi on unknown.

## Ajoneuvo-taulun analysointi

Tätä kirjoittaessa mittauspisteen ohitse on mennyt 486614 ajoneuvoa.

Kaistalla 1 (vasen): 130000, kaistalla 2: 216000, kaistalla 3: 89000 ja kaistalla 4: 52000

Ajoneuvojen keskinopeus on ollut 56.9 km/h. Keskiarvo vaikuttaa luotettavalta, vaikka aineistossa on yksittäisiä epäuskottavia nopeus havaintoja.

Väärään suuntaan kulkevia ajoneuvoja havainto-datan perusteella on ollut 2457. Kaikki näistä havainnoista ovat luultavasti vääriä, ja niiden korjaamiseksi tarvittaisiin algoritmin säätämistä.

## Hälytysluokat

Tässä kuvataan hälytyksen tyyppi ja hälytyksen nimi tietokannassa.

Tipahtaneet esineet: STOPPED\_VEHICLE

Pysähtynyt ajoneuvo: STOPPED\_VEHICLE

Hidas liikenne: STOPPED\_VEHICLE

Liike kielletyllä aluella: FORBIDDEN\_AREA

Väärään suuntaan liikkuva ajoneuvo: ajoneuvon suunta on ajoneuvo taulussa

## Hälytys-taulun analysointi

Algoritmi antoi seuraavat hälytykset (järjestetty keston mukaan):

```
mysql> select *,(UNIX_TIMESTAMP(loppu)-UNIX_TIMESTAMP(alku)) from halytys ORDER BY (UNIX_TIMESTAMP(loppu)-UNIX_TIMESTAMP(alku)) desc;
```

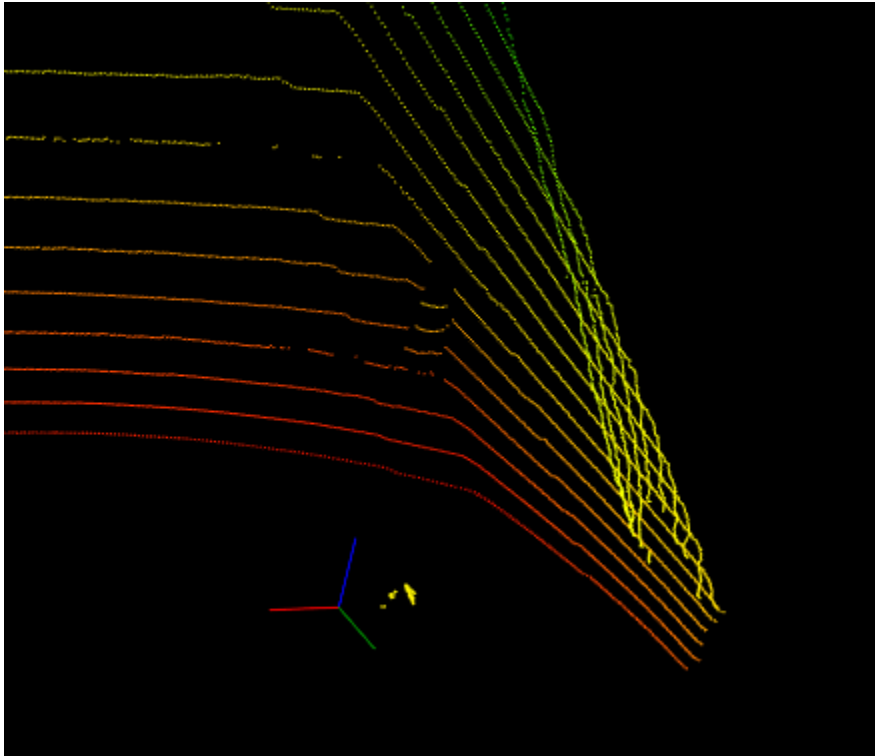
id	tyyppi	alku	loppu	kaista	(UNIX_TIMESTAMP(loppu)-UNIX_TIMESTAMP(alku))
8	STOPPED_VEHICLE	2018-04-09 17:40:20	2018-04-09 17:45:16	1	296
41	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 17:44:53	2018-04-19 17:48:53	1	240
40	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 17:44:47	2018-04-19 17:47:55	2	188
36	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 17:19:26	2018-04-19 17:22:33	1	187
29	STOPPED_VEHICLE	2018-04-17 22:45:37	2018-04-17 22:48:20	4	163
10	STOPPED_VEHICLE	2018-04-09 17:41:57	2018-04-09 17:44:14	3	137
11	STOPPED_VEHICLE	2018-04-09 17:42:43	2018-04-09 17:44:53	2	130
38	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 17:31:35	2018-04-19 17:33:31	1	116
26	STOPPED_VEHICLE	2018-04-17 13:20:24	2018-04-17 13:22:17	2	113
15	STOPPED_VEHICLE	2018-04-11 09:12:27	2018-04-11 09:14:15	2	108
33	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 16:58:26	2018-04-19 17:00:00	1	94
13	STOPPED_VEHICLE	2018-04-10 15:51:29	2018-04-10 15:52:55	2	86
7	STOPPED_VEHICLE	2018-04-09 17:30:05	2018-04-09 17:31:26	1	81
19	STOPPED_VEHICLE	2018-04-12 15:19:06	2018-04-12 15:20:25	2	79
37	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 17:21:13	2018-04-19 17:22:20	2	67
9	STOPPED_VEHICLE	2018-04-09 17:41:35	2018-04-09 17:42:35	2	60
4	STOPPED_VEHICLE	2018-04-09 17:21:04	2018-04-09 17:21:54	1	50
20	STOPPED_VEHICLE	2018-04-12 15:31:23	2018-04-12 15:32:01	3	38
39	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 17:32:36	2018-04-19 17:33:13	2	37
1	STOPPED_VEHICLE	2018-04-05 14:57:21	2018-04-05 14:57:57	2	36
32	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 16:40:06	2018-04-19 16:40:41	1	35
6	STOPPED_VEHICLE	2018-04-09 17:22:01	2018-04-09 17:22:33	1	32
17	STOPPED_VEHICLE	2018-04-11 12:56:46	2018-04-11 12:57:16	2	30
22	STOPPED_VEHICLE	2018-04-13 15:41:18	2018-04-13 15:41:46	1	28
5	STOPPED_VEHICLE	2018-04-09 17:21:24	2018-04-09 17:21:52	2	28
27	STOPPED_VEHICLE	2018-04-17 22:29:04	2018-04-17 22:29:30	4	26
31	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 16:27:03	2018-04-19 16:27:24	2	21
35	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 16:59:13	2018-04-19 16:59:31	2	18
12	STOPPED_VEHICLE	2018-04-10 15:29:20	2018-04-10 15:29:36	3	16
24	STOPPED_VEHICLE	2018-04-16 21:44:29	2018-04-16 21:44:42	1	13
23	STOPPED_VEHICLE	2018-04-16 21:43:18	2018-04-16 21:43:31	1	13
28	STOPPED_VEHICLE	2018-04-17 22:38:54	2018-04-17 22:39:07	4	13
34	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 16:58:52	2018-04-19 16:59:05	2	13
21	STOPPED_VEHICLE	2018-04-13 14:57:53	2018-04-13 14:58:03	3	10
25	STOPPED_VEHICLE	2018-04-17 03:17:53	2018-04-17 03:18:01	3	8
30	STOPPED_VEHICLE	2018-04-19 16:20:23	2018-04-19 16:20:29	3	6
16	STOPPED_VEHICLE	2018-04-11 12:00:19	2018-04-11 12:00:25	3	6
14	STOPPED_VEHICLE	2018-04-11 04:04:27	2018-04-11 04:04:33	2	6
2	FORBIDDEN_AREA	2018-04-08 21:08:46	2018-04-08 21:08:52	5	6
18	STOPPED_VEHICLE	2018-04-12 10:04:30	2018-04-12 10:04:35	3	5
3	FORBIDDEN_AREA	2018-04-08 21:14:50	2018-04-08 21:14:54	5	4

41 rows in set (0.00 sec)

Havaintojaksolla hälytyksiä on ollut 41 kappaletta.

Hälytys 1: Hitaasti kulkeva suuri ajoneuvo

Hälytys 2,3, kuvassa näkyy jalankulkija



<https://drive.google.com/open?id=1XIOQD1U3o7U09ZNYdrov2WKfxOIIEAdI>  
(Video tuotettu tallenetuilla pilvillä, hälytyksen aika ei ole sama kuin yllä olevassa hälytys-  
taulussa. Myös ajoneuvojen nopeudet videolla eivät vastaa oikeita nopeuksia)

Hälytys 4,5,6: Häiriö tunnelin liikenteessä. Pysähtelevä jono, liikenne loppuu  
<https://drive.google.com/open?id=1rA19oLIHEnDN9dKPlzZOjeKRfIIzww20>  
(Video tuotettu tallenetuilla pilvillä, hälytyksen aika ei ole sama kuin yllä olevassa hälytys-  
taulussa. Myös ajoneuvojen nopeudet videolla eivät vastaa oikeita nopeuksia)

Hälytys 7: Nopeasti hidastuva liikenne  
Hälytys 8: Hitaasti kulkevia ajoneuvoja

## Simuloinnin tulokset

Skenaario 1: onnettomuus,

Videot:

[https://drive.google.com/open?id=1gfn8-sdrtv6V7dhjwUQwl\\_QlgQGz0PYW](https://drive.google.com/open?id=1gfn8-sdrtv6V7dhjwUQwl_QlgQGz0PYW)

[https://drive.google.com/open?id=1uVyWrbJb8rb9UVXD8k7\\_XvwqvoFN4CJH](https://drive.google.com/open?id=1uVyWrbJb8rb9UVXD8k7_XvwqvoFN4CJH)

Tietokanta:

```
mysql> select * from halytys;
```

```
+----+-----+-----+-----+-----+
| id | tyyppi      | alku          | loppu          | kaista |
+----+-----+-----+-----+-----+
| 5 | FORBIDDEN_AREA | 2018-04-20 15:16:40 | 2018-04-20 15:16:43 | 0 |
| 6 | STOPPED_VEHICLE | 2018-04-20 15:16:52 | NULL            | 1 |
+----+-----+-----+-----+-----+
```

2 rows in set (0,00 sec)

Algoritmi havaitsi onnettomuuden ja antoi hälytyksen. Forbidden\_area hälytys johtuu simuloidun lidarin väärästä sijainnista.

Skenaario 2 tipahtanut objekti, esteen koko 60X70x80 cm:

Videot:

[https://drive.google.com/open?id=1f854HW\\_iegGGHf2aGBzi7xm9H4armvkO](https://drive.google.com/open?id=1f854HW_iegGGHf2aGBzi7xm9H4armvkO)

<https://drive.google.com/open?id=146eR7Q0yx1fVwgRchuj09CmzpkDmFaCG>

Tietokanta:

```
| 50 | STOPPED_VEHICLE | 2018-04-23 15:40:07 | NULL            | 2 |
| 51 | FORBIDDEN_AREA  | 2018-04-23 15:40:12 | 2018-04-23 15:40:14 | 0 |
| 52 | STOPPED_VEHICLE | 2018-04-23 15:40:25 | NULL            | 3 |
+----+-----+-----+-----+-----+
```

Algoritmi havaitsi tipahtaneen esineen ja myöhemmin pysähtyneen ajoneuvon

## Johtopäätökset

Projektin puitteissa kehitimme järjestelmän, joka kykenee havaitsemaan ja luokittelemaan häiriötilanteet simuloidusta ja oikealla Lidar-aineistolla. Järjestelmän luotettavuudessa on vielä pieniä puutteita; pudonneen esineen havaitsemisessa ja väärät havainnot väärään suuntaan liikkuvista ajoneuvoista. Nämä puutteet on kuitenkin poistettavissa algoritmia säätämällä ja kehittämällä ja mittaustarkkuutta parantamalla.

Lidar-tekniikalla on monia etuja perinteiseen kamera ja video -teknologiaan verrattuna. Tärkeimpinä etuina ovat järjestelmän kyky muodostaa kolmiulotteinen malli ympäristöstä ja suodattaa lumen, pinnan kosteuden ja valoisuuden muutoksen aiheuttamat virheelliset havainnot sen perusteella pois. Myös Etäisyyksien, tilavuuksien ja nopeuksien mittaaminen kolmiulotteisesta datasta on helpompaa ja tarkempaa, kuin kameralla tuotetusta aineistosta. Näiden lisäksi Lidar on täysin immuuni ulkoisen valaistuksen muutoksille. Lidarin haittana on laitteiston kalleus ja huono tarkkuus verrattuna kamera-teknologiaan. Esimerkiksi pilotissa käytetty Velodynen VLP-16 maksaa noin 8000€. Odotettavissa on, että Lidar laitteiden tarkkuus paranee ja hinnat laskevat nopeasti lähitulevaisuudessa.

Kuvankäsittelyyn on saatavissa valmiita algoritmeja, jotka nopeuttavat järjestelmän kehitystä. Koska laserkuvantaminen on suhteellisen uusi teknologia valmiita algoritmeja ja tuoteratkaisuja ei ole yhtä hyvin saatavilla, tämä voi hieman hidastaa järjestelmän kehitystä ja nostaa kustannuksia.

Kuitenkin Lidartekniikka tai yhdistetty lidar ja kameratekniikka voivat parantaa merkittävästi liikennevirran ja häiriötilanteiden automatisoitua havaitsemista ja analysointia.