



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Titel

Angelo Carly

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:  
Jan Janssens  
Co-promotor:  
Wannes Van Dorpe

Instelling: —

Academiejaar: 2019-2020

Tweede examenperiode



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Titel

Angelo Carly

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:  
Jan Janssens  
Co-promotor:  
Wannes Van Dorpe

Instelling: —

Academiejaar: 2019-2020

Tweede examenperiode



## Woord vooraf



## Samenvatting

teksts





# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>15</b>
1.1	Probleemstelling	15
1.2	Onderzoeksvraag	15
1.3	Onderzoeksdoelstelling	15
1.4	Opzet van deze bachelorproef	16
<b>2</b>	<b>Stand van zaken</b>	<b>17</b>
2.1	Huidige situatie UGent	17
2.1.1	Technologieën in gebruik	17
2.1.2	Andere potentiële toegangstechnologieën	18
2.2	Privacy en GDPR	19
2.2.1	Aanpassingen voor bedrijven	19
2.2.2	ANPR camera systemen	19

2.2.3	TODO .....	19
<b>2.3</b>	<b>Hardware</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>Methodologie .....</b>	<b>21</b>
3.1	Richtlijnen omtrent GDPR bij nummerplaatdetectie	21
3.2	Maatregelen voor nummerplaatdetectie met Raspberry PI	21
3.3	Praktische uitvoering van nummerplaatdetectie op UGent	22
<b>4</b>	<b>Richtlijnen omtrent GDPR bij nummerplaatdetectie ...</b>	<b>23</b>
4.0.1	Persoonlijke data .....	23
<b>5</b>	<b>Maatregelen voor nummerplaatdetectie met Raspberry PI .....</b>	<b>25</b>
5.1	Maatregelen	25
5.1.1	Detectie .....	25
5.1.2	Camera .....	25
5.1.3	Legale maatregelen .....	26
5.1.4	OpenALPR .....	26
5.2	Maatregelen inzake UGent	27
<b>6</b>	<b>Praktische uitvoering van nummerplaatdetectie op UGent</b>	<b>29</b>
6.1	Dataset collectie	29
<b>7</b>	<b>Conclusie .....</b>	<b>31</b>
<b>A</b>	<b>Onderzoeksvoorstel .....</b>	<b>33</b>
A.1	Introductie	33

<b>A.2</b>	<b>State-of-the-art</b>	<b>34</b>
A.2.1	Papieren tickets .....	34
A.2.2	RFID .....	34
A.2.3	Nummerplaatdetectie .....	34
<b>A.3</b>	<b>Methodologie</b>	<b>35</b>
<b>A.4</b>	<b>Verwachte resultaten</b>	<b>35</b>
<b>A.5</b>	<b>Verwachte conclusies</b>	<b>36</b>
	<b>Bibliografie</b> .....	<b>37</b>



## Lijst van figuren



## Lijst van tabellen





# 1. Inleiding

UGent heeft probleem met de doorgangen van hun parking. Het huidige systeem met tokens is een oude technologie en betere varianten zouden moeten bestaan.

## 1.1 Probleemstelling

Wat is het probleem? Tokens zijn verouderd, andere oplossing zijn interessant. Voor wie is dit onderzoek meerwaarde? UGent en andere campussen, co-promotor. Waarom is dit onderzoek een meerwaarde? Co-promotor weet welke stappen hij moet nemen om een goede implementatie te maken. Campussen kunnen de voordelen vergelijken tussen bestaande systemen.

## 1.2 Onderzoeksvraag

Is nummerplaatdetectie de moeite?  
Wat met privacywetgeving zoals gdpr?  
Kan dit uitgevoerd worden op lichte hardware zoals raspberry pi?

## 1.3 Onderzoeksdoelstelling

Wat is succes?  
Een passende technologie is gevonden voor de parkings.

Goede hardware is gevonden voor het uitvoeren van dit.  
Correcte manier van werk is gevonden om aan de privacywetgeving te voldoen.

## 1.4 Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen.

In Hoofdstuk 7, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeksvragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.

## 2. Stand van zaken

In dit hoofdstuk zal uitgelegd worden wat de huidige stand van zaken is van toegangssystemen bij de parking van UGent, welke andere technologieën hedendaags gebruikt worden en de maatregelen die genomen moeten worden omtrent privacy en GDPR.

### 2.1 Huidige situatie UGent

Het huidige toegangssysteem aan UGent is een systeem op basis van tokens. Een bezoeker rijdt de parking op zonder enige checks. Vervolgens bezoekt hij de campus en vraagt een token om de campus te verlaten. Ten laatste rijdt hij zijn wagen naar de slagboom en geeft zijn token in de gepaste tokenslikker. Op de campus Sterre zijn er 3 ingangen en 2 uitgangen, op de campus Coupure is dit gelijkaardig met 3 ingangen en 2 uitgangen.

#### 2.1.1 Technologieën in gebruik

Enkele systemen zijn vandaag al in gebruik aan de campussen Coupure en Sterre. Voor de toegang van personeel, studenten en bezoekers.

##### **Tokens**

Tokens worden aan alle uitgangen van de campussen gebruikt om de parking te verlaten. Tokens worden hoofdzakelijk gebruikt om de parking te verlaten, alle uitgangen beschikken over een tokenslikker. Op deze manier kunnen studenten of bezoekers de campus verlaten nadat zij een token gaan afhalen op het onthaal.

- verouderd simpelweg, moet buiten (?)
- duur
- Personeelskosten: legen van tokenslikkers, tokens uitdelen

## RFID

Radio frequency Identification (RFID) is een technologie die aan de hand van elektromagnetische golven objecten kan identificeren. Dit met het voordeel dat er geen direct contact of zicht moet zijn tussen de scanner en het object. RFID gebeurt a.d.h.v een RFID reader en een RFID tag. De reader zendt een elektromagnetisch signaal uit. De tag ontvangt deze golven en kan op zijn beurt de opgevraagde informatie verzenden. (Li & Ranga, 2009)

Aan iedere uitgang op UGent zijn RFID-kaartlezers te vinden. Deze zijn voorzien om een vlotte toegang te verlenen aan werknemers en worden via een centraal systeem beheerd. Studenten en bezoekers hebben geen toegang tot dit systeem omdat (?)

Heel draagbaar, geen slikkers nodig. Aalsalem, Khan en Dhabbah (2015) beschrijft wat onveilig is aan rfid. (kopieren van kaarten)

## Barcodes

Aan een enkele uitgang op de Campus Coupure. Papier.

In een poging tot de tokens te vervangen heeft UGent één uitgang waar barcodes worden gebruikt. Deze worden eerst geprint op de campus zelf, waarna de gebruiker de barcode in een slikker kan invoeren en toegang krijgen om de parking te verlaten.

Milieubewust

### 2.1.2 Andere potentiële toegangstechnologieën

De technologieën in gebruik op UGent zijn weliswaar niet de enigste toegangstechnieken die bestaan.

## ANPR

Automatic Number Plate Recognition (ANPR), ook wel ALPR genoemd, is de techniek om automatisch nummerplaten te herkennen. Deze techniek wordt al sinds 1976 gebruikt voor voor de detectie van gestolen wagens (UK-Parliament, 2011). Intussen is ANPR al veel toegankelijker en kan het op vele plaatsen teruggevonden worden zoals bij bv. trajectcontrole (DE PAUW, DANIELS, BRIJS, HERMANS & WETS, 2014), parkeersystemen, etc.

heel modulair. mensen kunnen een dagpas krijgen, toegang kan simpel gerevoked worden. Weinig kosten. Nauwkeurigheid (?) Wat met nachts, regen, brommers, non-standaard

nummerplaten. Is dit nog steeds de moeite dan?

Voor de herkenning van nummerplaten zijn een aantal technologieën beschikbaar. Deze werken adhv. Artificial Intelligence (AI) en zijn specifiek getraind op het detecteren en uitlezen van nummerplaten. De technologie die in dit onderwerp gebruikt zal worden is OpenALPR, een Open-Source library gemaakt voor nummerplaatdetectie. Hiervoor is gekozen omdat OpenALPR Open-Source is en bijgevolg heel goedkoop is (OpenALPR-Software-Solutions, 2019c) .

## 2.2 Privacy en GDPR

Sinds 25 Mei 2018 is de General Data Protection Regulation (GDPR) in gang gezet, een regulatie die ingevoerd is om het huidige en toekomstige digitale tijdperk veiliger te maken voor alle EU inwoners. Deze wetgeving is gedreven op het concept dat privacy een mensenrecht is, en dat online-data ook zo behandeld moet worden. Dit houdt in data die direct of indirect gelinkt kan worden aan een individu zoals locatie-data, cookies en ip-adressen.(Goddard, 2017)

### 2.2.1 Aanpassingen voor bedrijven

### 2.2.2 ANPR camera systemen

(?) Zolang er geen persoonlijke data bijgehouden is zijn we niet onderhevig aan van gdpr zoals toestemming van klant (?) Automatic Number Plate Recognition (ANPR)

### 2.2.3 TODO

Sharma, Jasani, Jaiswal en Bais (2017) beschrijft verschillende modellen voor parkeersystemen

## 2.3 Hardware

Om deze nummerplaatdetectie uit te voeren zal gebruik gemaakt worden van een Raspberry PI Model B+. Deze hardware wordt vandaag de dag veel gebruikt bij IOT-applicaties door zijn lage kost en gemakkelijke bruikbaarheid.

De Raspberry PI Model B+ beschikt over een 1.4GHz quad-core processor, 1GB LPDDR2 RAM, een on-board WiFi-kaart en de mogelijkheid om een Raspberry Pi Camera te verbinden (Raspberry-Pi-Foundation, 2019b) .



## 3. Methodologie

In dit onderzoek wensen we inzicht te krijgen of een ANPR-systeem succesvol geïmplementeerd kan worden aan de parking van UGent op de campussen Sterre en Coupure. Ook wordt er gewenst te beschrijven welke maatregelen er getroffen moeten worden om zo'n systeem aan de maatregelen van de GDPR te laten voldoen. Deze doelen werden opgeplits in 2 fasen en worden beschreven in de volgende hoofdstukken.

### 3.1 Richtlijnen omtrent GDPR bij nummerplaatdetectie

Sinds de GDPR ingevoerd is vorig jaar, moeten bedrijven veel meer rekening houden met hoe ze data verwerken. Deze richtlijnen zijn allemaal te vinden in de wettekst van de GDPR zelf, maar om deze te verduidelijken worden deze opgesomt.

Op basis van de richtlijnen die in dit hoofdstuk omschreven worden kan een ontwikkelaar inzicht krijgen in hoe een nummerplaatdetectiesysteem ingevoerd kan worden. Indien zo'n systeem deze richtlijnen niet volgt zal deze ook niet voldoen aan de GDPR.

### 3.2 Maatregelen voor nummerplaatdetectie met Raspberry PI

Een ANPR-systeem opzetten op een Raspberry PI is niet vanzelfsprekend aangezien ANPR-systemen normaal met dure hardware wordt geïnstalleerd. Om toch nauwkeurige resultaten te kunnen boeken, zal er in dit hoofdstuk beschreven worden wat de optimale waarden zijn in kwestie van camera-instellingen, plaatsing van de camera, netwerk en onderhoud.

A.d.h.v. deze maatregelen kan een ontwikkelaar een ANPR-systeem configureren met een zo hoog mogelijke nauwkeurigheid.

### 3.3 Praktische uitvoering van nummerplaatdetectie op UGent

Vervolgens kan er a.d.h.v. de vooropgestelde maatregelen getest worden of ANPR met een Raspberry PI haalbaar is op UGent. Hiervoor zal er op de campussen van de UGent foto's genomen worden met de PI-Cam van voertuigen die de parkings willen verlaten. Hierbij zal er gekeken worden welke uitvoeringstijd de detectie nodig heeft. Achteraf wordt er per foto gecontroleert of de gefotografeerde nummerplaat wel degelijk juist is gedetecteert. Indien deze nauwkeurigheid hoog genoeg is, kan er besloten worden dat ANPR met een Raspberry PI een haalbare techniek is op UGent.

Voor de foto's te nemen zal gebruik gemaakt worden van de PiNoir Camera, dit is een camera voor de Raspberry Pi die geen filtering heeft op infrarood licht, wat het optimaal maakt voor gebruik in donkere situaties (Raspberry-Pi-Foundation, 2019a).



## 4. Richtlijnen omtrent GDPR bij nummerplaat

Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG)

gemaakt om gegevens omtrent natuurlijke personen te beschermen en is van toepassing

### 4.0.1 Persoonlijke data

Wat is persoonlijke data? alle informatie over een geïdentificeerde of identificeerbare natuurlijke persoon. identificeerbaar is wanneer een persoon direct of indirect kan worden geïdentificeerd aan de hand van een indicator zoals naam adres, geboortedatum.

Dit houdt dus ook in nummerplaat, aangezien deze gelinkt is aan een persoon.

Wat willen we opslaan van persoonlijke data? Must: nummerplaat naam? gsm?

Artikel 5 van GDPR, 'persoonsgegevens moeten worden verwerkt op een wijze die ten aanzien van de brotke ne rechtmatig, behoorlijk en transparant is ("rechtmatigheid, behoorlijkheid en transparantie").



## 5. Maatregelen voor nummerplaatdetectie

In deze sectie beoordelen we welke maatregelen genomen moeten worden bij het implementeren van een ANPR systeem met oog op de parking aan de UGent.

Nummerplaatdetectie is al sterk geevolueerd sinds vroeger, maar heeft nog steeds enkele drawbacks. Zo spelen factoren zoals weer, belichting en plaatsing van de camera's een invloed op de nauwkeurigheid van de uitlezingen.

zoals camerahoek, resolutie, weerstandigheden, belichting, afbeeldingcompressie, tijd voor een uitlezen. Door het volgen van deze maatregelen kan een werknemer nummerplaatdetectie installeren op een zo'n correct mogelijke manier.

### 5.1 Maatregelen

#### 5.1.1 Detectie

Hoe weet men wanneer een nummerplaat te detecteren? Ultrasonische sensors, autodetectoren ondergronds

#### 5.1.2 Camera

infrarode camera nacht Detectie snachts (**boonsin2017car**) De belangrijkste factor op nauwkeurigheid van ALPR is plaatsing en kwaliteit van de camera (OpenALPR-Software-Solutions, 2019a).

Infrarood

### **Camerahoek**

Uit een prototype van arrieta-Rodriguez, Murillo, Arnedo, Caicedo en Fuentes (2019) bleek dat nummerplaten niet correct geïdentificeerd werden bij een inclinatiehoek vanaf 30 graden. Het is dus eerder aanbevolen om een camera parallel te richten ipv. perpendiculair.

OpenALPR heeft opties om de hoek te calibreren (OpenALPR-Software-Solutions, 2019b)

### **Shuttersnelheid**

GUO, LIANG en HU (2017) stelt een trainingsmodel voor dat rekening houdt met blur.

camera shutter speed is de snelheid dat een camera foto's neemt. In een klaarlichte dag kan de shutter speed zo'n 1/10000 seconden halen terwijl in het donker dit wel een volle seconde kan duren om genoeg licht te behalen.

Bij een lange shutter speed kan het dus zijn dat een voertuig een meter vooruit is gereden, terwijl bij een kleine shutter speed dit bv. maar een centimeter is. Een korte shutter speed is dus interessant voor het implementeren van nummerplaatdetectie aangezien de auto minder ver is gereden en dus minder motion blur op de foto staat.

Het nadeel van een kleine shutter speed te nemen is dat er veel minder licht aanwezig is op de foto's, wat de detectie dan weer omlaag brengt. Dit kan geredeneerd worden door LEDs te plaatsen die de nummerplaten oplichten.

### **Belichting**

'S nachts is de belichting van de nummerplaten een stoorzender, de camera kan onmogelijk een kleine shutter speed aanhouden en een genoeg belichte afbeelding krijgen. Hiervoor moet er dus een eigen belichting bijgezet worden.

Zelfs al wordt er belichting bijgezet zal de nummerplaat spijtig genoeg niet leesbaar zijn, dit komt doordat de koplampen van een auto ervoor zorgen dat de camera niet eens een nummerplaat meer ziet. Een algemene oplossing voor deze problemen is het gebruik van een IR-camera. Een IR-camera detecteert enkel IR-licht en heeft dus geen invloed van de koplampen van wagens. Verder is het voordeel hiervan dat IR-licht niet zichtbaar is voor het menselijk oog, en dus ongestoord snachts en overdag gebruikt kan worden.

**\*\*Foto\*\***

**Pixels on target****5.1.3 Legale maatregelen****Buitenlandse nummerplaten**

OpenALPR ondersteund herkenning van buitenlandse nummerplaten, maar kan

**Motoren****5.1.4 OpenALPR****Configuratie**

arrieta-Rodriguez e.a. (2019) en Buhus, Timis en Apatean (2016) concluderen beiden dat openalpr standaard goede resultaten biedt, maar nog hogere resultaten bereikt kunnen worden indien er verduidelijkt wordt welk type nummerplaten er verwacht wordt. Dit houdt factoren in zoals de juiste dataset van het land gebruiken en de volgorde van de kentekenkarakters aanduiden.

Door pattern matching toe te passen kunnen resultaten nog nauwkeuriger zijn. Hierbij wordt een reguliere expressie op alle top N resultaten uitgevoerd en worden de non-matching resultaten verworpen.

**Commerciële upgrades**

OpenALPR biedt commerciële versies van OpenALPR aan, deze zouden een hogere nauwkeurigheid bieden.

**5.2 Maatregelen inzake UGent**

In dit deel gaan we na op welke wijze de maatregelen toegepast kunnen worden op de campus van UGent. Motoren? camera's aan ingangen? waar camera plaatsen?



## 6. Praktische uitvoering van nummerplaatdet

### 6.1 Dataset collectie





## 7. Conclusie



# A. Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

## A.1 Introductie

Parkings zijn van groot belang in het dagelijks leven. Iedere dag rijden talloze wagens naar hun plaats om daar na een achttal uren weer opgepikt te worden. Ieder van deze wagens moet zich dan ook telkens identificeren om deze te betreden of te verlaten. Dit doen ze met behulp van tickets, badges of andere toegangssystemen. Ieder systeem heeft zijn eigen voor- en nadelen.

Dit onderzoek wordt uitgevoerd met oog op de parking van UGent, waar men kampt met enkele problemen met de toegang van de parking aan de Campus Sterre en Campus Coupure. Momenteel worden er op deze parkings tokens en badges gebruikt om de parking te verlaten, welke enkele negatieve punten met zich meebrengen. Zo worden de tokens snel kwijtgeraakt en zijn deze duur om bij te maken. Deze tokens zijn ook universeel en kunnen gebruikt worden bij andere diensten die soortgelijke tokens gebruiken. Verder moeten deze slingers regelmatig geleegd worden, wat dan weer een personeelskost met zich meebrengt. Men heeft al enkele oplossingen bekeken om dit systeem te vervangen en een grote favoriet is het gebruik van nummerplaatdetectie waarbij met een centraal systeem specifieke wagens toegang kunnen krijgen.

Vele manieren van toegangscontrole zijn allicht mogelijk en niets is perfect. In dit onderzoek wordt gekeken naar welke toegangstechnieken haalbaar zijn en welke voordelen deze leveren. Ook zal met oog op de voorkeur van UGent dieper ingegaan worden op nummer-

plaatdetectie. Hierbij zal er gekeken worden hoe dit opgeleverd kan worden waarbij de General Data Protection Regulation (GDPR) nageleefd wordt en of dit haalbaar is om uit te voeren op lichte hardware zoals een Raspberry PI.

Zo bekomen we volgende onderzoeksvragen:

- Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen de bestaande toegangstechnieken?
- Is nummerplaatdetectie een haalbare techniek omtrent privacy en GDPR?
- Kan men nummerplaatdetectie uitvoeren op een Raspberry PI?

## A.2 State-of-the-art

Vandaag de dag kampt UGent met verscheidene problemen met hun huidige toegangssysteem. Hierbij kunnen gebruikers de parking vrij binnenrijden, maar om deze te verlaten moeten ze een token verschaffen aan de campus zelf. Deze token moet vervolgens ingeworpen worden in de tokensliker aan de uitgang, waarna de gebruiker de parking kan verlaten. Deze tokens hebben weliswaar enkele nadelen. Zo worden deze snel kwijtgeraakt en moeten deze bijgemaakt worden, wat een redelijke kost is en niet milieubewust is. Ook zijn deze tokens universeel en kunnen in eender welke tokensliker ingevoerd worden.

### A.2.1 Papieren tickets

Door de problemen die bij het gebruik van tokens te kijk komen heeft men op Campus Sterre intussen één uitgang waar gebruikt gemaakt wordt van papieren tickets. Dit was bedoeld als alternatief voor de tokens, maar aangezien deze papieren tickets gelijkaardige problemen met zich meebrengen zou dit geen gewenste oplossing brengen.

### A.2.2 RFID

Verder heeft iedere uitgang ook een RFID-scanner die gebruikt wordt om toegang te verlenen aan personeel. RFID kan m.b.v. een centraal systeem personeelskosten verminderen (Pala & Inanc, 2007), maar op een campus waar men soms bezoekers voor maar één dag heeft is het niet wenselijk om hiervoor badges te bedelen.

### A.2.3 Nummerplaatdetectie

Een andere, nog niet geïmplementeerde techniek is nummerplaatdetectie. Deze techniek veroorzaakt geen directe milieubelasting aangezien er geen tickets of badges worden gebruikt, maar waar deze techniek wel onder lijdt is de zichtbaarheid van de nummerplaten in slechte weersomstandigheden (Azam & Islam, 2016). Hierbij moet dus onderzocht worden in welke mate dit haalbaar is in deze case.

Dit onderzoek zal nagaan welke toegangstechnieken het voordeligst zijn en welke het beste

is in de case van UGent. Dit gebeurt a.d.h.v. een literatuurstudie waarbij een overzicht van iedere techniek gegeven wordt op vlak van benodigde werkuren, milieubelastbaarheid, transparantie voor opvolging en toegangscontrole. Verder zal er uitgebreid gekeken worden hoe nummerplaatdetectie gebruikt kan worden zodat deze niet in strijd zijn met wetgevingen zoals de privacywetgeving en de GDPR. Ten slotte zal er gekeken worden of dit uitgevoerd kan worden op een kleine microcontroller zoals de Raspberry pi 3 B+ en of deze kwalitatieve resultaten biedt.

## A.3 Methodologie

Vooraleer de onderzoeksvragen beantwoord worden is er nood aan inzicht in verschillende mogelijke toegangstechnieken voor parkings. Dit zal gedaan worden a.d.h.v. een literatuurstudie, waarbij dan ook de eerste onderzoeksvraag zal beantwoord worden. In deze literatuurstudie zullen de karakteristieken op vlak van milieuvriendelijkheid, gebruiksvriendelijkheid en kost vergeleken worden. Vervolgens zal hieruit de keuze gemaakt worden welke techniek het beste is in de case van UGent.

Om de tweede onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zal nog een literatuurstudie uitgevoerd worden omtrent privacy en GDPR. Het doel hiervan is om richtlijnen te bekomen voor het gebruik van camera's op een parking zonder wetgevingen te overtreden.

Voor de laatste onderzoeksvraag zal onderzocht worden of nummerplaatdetectie een haalbare technologie is om te gebruiken op een Raspberry Pi 3B+ met Pi-Cam. Dit zal getest worden door foto's te nemen van voertuigen aan de toegangspunten aan UGent, waarna er gekeken wordt of deze nummerplaten detecteerbaar zijn met de Raspberry Pi, maar ook of dit in een realistische tijd uitgevoerd kan worden met een acceptabele foutratio.

## A.4 Verwachte resultaten

Er wordt verwacht dat nummerplaatdetectie het meest profijtelijk zal zijn in het geval van de parking van de UGent. Aan de toegangspunten zouden enkel camera's en microcontrollers geïnstalleerd moeten worden, wat met de huidige netwerkinfrastructuur geen probleem moet zijn. Het implementeren van andere technieken zoals tickets zou ook een verbetering zijn, maar is nadeliger voor het milieu en brengt meer personeelswerk met zich mee zoals het legen van de slikkers en het aanvullen van de tickets. Uit de studie naar privacy en GDPR wordt verwacht dat afbeeldingen opslaan van de nummerplaatdetectie niet toegestaan zal zijn zonder expliciete toestemming van de bezoekers. Aangezien afbeelding geen must is, zal nummerplaatdetectie een haalbare technologie zijn. Voor het onderzoek naar nummerplaatdetectie wordt verwacht dat 5.6% van de inlezingen foutief zijn. Deze marge wordt genomen uit het onderzoek van Figuerola, Lanka, Shah en Tromanhauser (2016) waar men in optimale omstandigheden 94.4% nauwkeurigheid gehaald heeft met gelijkaardige technologieën. Ook zal blijken dat instellingen van de Pi-Cam cruciaal zijn om een degelijk resultaat te kunnen behalen (Gurney, Rhead, Lyons & Ramalingam, 2013).

## **A.5 Verwachte conclusies**

Indien de testresultaten van de nummerplaatdetectie hoog genoeg zijn en deze duidelijke voordelen heeft tegenover andere technieken, mogen we concluderen dat dit een haalbare toegangstechniek is voor de parking bij de UGent. Aangezien een detectie van 100% vermoedelijk niet gehaald zal worden, zal worden aanbevolen om het huidige systeem met tokens te behouden in als backup.

## Bibliografie

- Aalsalem, M. Y., Khan, W. Z. & Dhabbah, K. M. (2015). An automated vehicle parking monitoring and management system using ANPR cameras. In *2015 17th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)* (pp. 706–710). IEEE.
- arrieta-Rodriguez, E., Murillo, L., Arnedo, M., Caicedo, A. & Fuentes, M. (2019). Prototype for identification of vehicle plates and character recognition implemented in Raspberry pi. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Deel 519, 1, p. 012028). IOP Publishing.
- Azam, S. & Islam, M. M. (2016). Automatic license plate detection in hazardous condition. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 36, 172–186.
- Buhus, E. R., Timis, D. & Apatean, A. (2016). Automatic parking access using openalpr on raspberry pi3. *Acta Technica Napocensis*, 57(3), 10.
- DE PAUW, E., DANIELS, S., BRIJS, T., HERMANS, E. & WETS, G. (2014). Snelheids-camera's en trajectcontrole op Vlaamse autosnelwegen. Evaluatie van het effect op snelheidsgedrag en verkeersveiligheid.
- Figuerola, C., Lanka, S., Shah, U. & Tromanhauser, M. (2016). Automated Parking Garage Payment System.
- Goddard, M. (2017). The EU General Data Protection Regulation (GDPR): European regulation that has a global impact. *International Journal of Market Research*, 59(6), 703–705.
- GUO, Q., LIANG, Z. & HU, J. (2017). Vehicle Classification with Convolutional Neural Network on Motion Blurred Images. *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*, (aiea).
- Gurney, R., Rhead, M., Lyons, V. & Ramalingam, S. (2013). The effect of ANPR camera settings on system performance.

- Li, X. & Ranga, U. K. (2009). Design and implementation of a digital parking lot management system. *Technol. Interface J*, 10.
- OpenALPR-Software-Solutions. (2019a). OpenALPR Documentation. Verkregen 8 oktober 2019, van [http://doc.openalpr.com/camera\\_placement.html](http://doc.openalpr.com/camera_placement.html)
- OpenALPR-Software-Solutions. (2019b). OpenALPR Documentation. Verkregen 5 oktober 2019, van <http://doc.openalpr.com/opensource.html>
- OpenALPR-Software-Solutions. (2019c). OpenALPR Github Page. Verkregen 1 oktober 2019, van <https://github.com/openalpr/openalpr>
- Pala, Z. & Inanc, N. (2007). Smart parking applications using RFID technology. In *2007 1st Annual RFID Eurasia* (pp. 1–3). IEEE.
- UK-Parliament. (2011). The history of ANPR. Verkregen 27 september 2019, van <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>
- Raspberry-Pi-Foundation. (2019a). Pi NoIR Camera V2. Verkregen 1 oktober 2019, van <https://www.raspberrypi.org/products/pi-noir-camera-v2/>
- Raspberry-Pi-Foundation. (2019b). Raspberry Pi 3 Model B+. Verkregen 1 oktober 2019, van <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>
- Sharma, R., Jasani, K., Jaiswal, A. & Bais, P. (2017). Automated Parking and Security System. *International Journal for Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 3(2), 709–715.