



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



## **Woordenlijst**



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>17</b>
1.1	Probleemstelling	17
1.2	Onderzoeksvraag	17
1.3	Onderzoeksdoelstelling	18
1.4	Opzet van deze bachelorproef	18
<b>2</b>	<b>Stand van zaken</b>	<b>19</b>
2.1	Huidige situatie UGent	19
2.1.1	Technologieën in gebruik	19
2.1.2	Andere potentiele toegangstechnologieen	21
2.2	Privacy en GDPR	22
2.3	Hardware	22
2.3.1	Camera	22

<b>3</b>	<b>Methodologie .....</b>	<b>23</b>
3.1	Richtlijnen omtrent GDPR bij nummerplaatdetectie	23
3.2	Maatregelingen voor nummerplaatdetectie met Raspberry PI	23
3.3	Praktische uitvoering van nummerplaatdetectie op UGent	24
<b>4</b>	<b>Wetgeving omtrent nummerplaatdetectie .....</b>	<b>25</b>
4.1	Algemene verordening gegevensbescherming	25
4.1.1	Voorwaarden van verwerking .....	26
4.1.2	Rechten van de betrokkenen .....	26
4.1.3	Verantwoordelijkheden van de verwerker .....	27
4.2	Belgische Camerawetgeving	27
<b>5</b>	<b>Maatregelingen voor ANPR .....</b>	<b>29</b>
5.1	Camera Plaatsing	29
5.1.1	Locatie van de camera .....	29
5.1.2	Camera oriëntatie .....	30
5.1.3	Pixeldichtheid .....	30
5.2	Camera instellingen	30
5.2.1	Shuttersnelheid .....	30
5.2.2	Belichting .....	30
5.2.3	Depth of field .....	31
5.3	Configuratie	32
5.3.1	Pattern matching .....	32
5.3.2	Buitenlandse nummerplaten .....	33
5.3.3	Commerciële upgrades .....	33

<b>6</b>	<b>Praktische uitvoering van ANPR .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1</b>	<b>Hardware en software .....</b>	<b>35</b>
6.1.1	Camera .....	35
<b>6.2</b>	<b>Dataset .....</b>	<b>36</b>
6.2.1	Opstelling .....	36
<b>6.3</b>	<b>Verwerking van gegevens .....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>Conclusie .....</b>	<b>39</b>
<b>A</b>	<b>Onderzoeksvoorstel .....</b>	<b>41</b>
<b>A.1</b>	<b>Introductie .....</b>	<b>41</b>
<b>A.2</b>	<b>State-of-the-art .....</b>	<b>42</b>
A.2.1	Papieren tickets .....	42
A.2.2	RFID .....	42
A.2.3	Nummerplaatdetectie .....	42
<b>A.3</b>	<b>Methodologie .....</b>	<b>43</b>
<b>A.4</b>	<b>Verwachte resultaten .....</b>	<b>43</b>
<b>A.5</b>	<b>Verwachte conclusies .....</b>	<b>44</b>
	<b>Bibliografie .....</b>	<b>45</b>



# Lijst van figuren

5.1 Vergelijking van verschillende shutterinstellingen. (easy-basic-photography, 2019) .....	31
5.2 Vergelijking tussen camerainstellingen in de nacht. (Axis-Communications, 2019) .....	31
5.3 Verduidelijking van depth of field. (Axis-Communications, 2019) ..	32
5.4 Pattern matching van OpenALPR (OpenALPR-Software-Solutions, 2015) 33	
6.1 Uitgang met tokens aan UGent campus Coupure .....	36



## Lijst van tabellen



# 1. Inleiding

## 1.1 Probleemstelling

Vandaag de dag kampt UGent met problemen omtrent hun toegangssysteem aan de campus Coupure en campus Sterre. Het huidige systeem dat gebruikt maakt van tokens is niet efficiënt en zorgt voor veel extra werk. Daarom zouden Vado Solutions en UGent overwegen om over te stappen naar een nieuw systeem dat gebruikt maakt van nummerplaatdetectie. Dit met een Raspberry PI omdat deze hardware goedkoop is.

In dit onderzoek zal nagegaan worden of zulk systeem degelijke resultaten kan bieden op deze locaties, en dit met een Raspberry PI.

## 1.2 Onderzoeksraag

TODO: Inleiding onderzoeksraag

Bij dit onderzoek bekomen we drie onderzoeksraag:

- Is nummerplaatdetectie een haalbare techniek omtrent privacy en GDPR?
- Welke maatregelingen moeten er genomen worden om succesvol nummerplaatdetectie te implementeren?
- Kan men nummerplaatdetectie succesvol uitvoeren met een Raspberry PI op de campus Coupure en Sterre van UGent?

### **1.3 Onderzoeksdoelstelling**

Dit onderzoek wordt als succesvol beschouwd indien een correcte manier van werk is gevonden om aan de privacywetgevingen te voldoen, een duidelijk overzicht van maatregelingen voor ANPR is bekomen en wanneer een performantie is gevonden voor nummerplaatdetectie aan de campus Coupure en Sterre van UGent.

### **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 onderzoeksdomain, 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 onderzoeks vragen.

In Hoofdstuk 4 wordt er nagegaan waarop er gelet moet worden bij het implementeren van nummerplaatdetectie als toegangssysteem op vlak van privacywetgevingen.

In Hoofdstuk 5 wordt er nagegaan welke maatregelingen er genomen moeten worden om een zo performant mogelijke implementatie van nummerplaatdetectie te maken.

In Hoofdstuk 6 wordt een onderzoek uitgevoerd aan de hand van de vooropgestelde maatregelingen aan de campus Sterre en Coupure van UGent. Hieruit zal blijken of nummerplaatdetectie met een Raspberry PI mogelijk is op deze locatie.

In Hoofdstuk 7, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeks vragen. 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 en welke andere technologieën hiervoor hedendaags gebruikt worden. Verder wordt er besproken wat de GDPR inhoudt en waar deze op slaat. Ten laatste wordt er bekeken wat de voorgestelde hardware betreft voor dit onderzoek.

### 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

Meerdere toegangssystemen zijn vandaag de dag 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.

De tokens zelf vallen momenteel niet in goede aard omdat deze enkele nadelen met zich meebrengen:

- Tokens zijn verouderd en worden hedendaags bijna nergens meer gebruikt als toegangssysteem.
- De tokens zelf kunnen makkelijk verloren geraken, wat niet milieubewust is.
- De tokens zelf zijn redelijk duur aan een kost van 1 euro.
- Bij ieder bezoek moet er achter een token gegaan worden, wat een personeelskost met zich meebrengt om deze voor alle bezoekers te bedelen. Verder moeten ook de tokenslikkers ook regelmatig geleegd worden.

Deze punten geven aan dat tokens niet de gewenste oplossing zijn voor de campussen van UGent. Dit is te merken aan de hoofduitgang van de Campus Sterre waar de uitgang vrij is om door te laten omdat de slikkers te veel werk met zich meebrengen.

### **Radio frequency Identification**

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.

Heel draagbaar, geen slikkers nodig. Het is geen optie om rfid voor alle bezoekers te gebruiken aangezien er vaak bezoekers binnentrede die maar 1 dag op de campus zijn. Aangezien er anders voor iedere dagbezoeker een RFID-kaart moet gemaakt worden is dit geen gewenste oplossing.

### **Barcodes**

In een poging tot de tokens te vervangen heeft UGent één uitgang aan de campus Coupure 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.

Deze barcodes hebben het voordeel dat ze goedkoper zijn om te maken per persoon. Voor de rest hebben ze nog steeds het probleem dat iedere gebruiker telkens aan het onthaal een nieuw ticket moeten opvragen en dat de slikkers geleegd moeten worden.

## 2.1.2 Andere potentiele toegangstechnologieen

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

### ANPR

Automatic Number Plate Recognition (ANPR) is de techniek om automatisch nummerplaten te herkennen. Deze techniek wordt al sinds 1976 gebruikt voor de detectie van gestolen wagens (UK-Parliament, 2011). Hedendaags 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.

ANPR heeft nog vele andere acroniemen zoals Automatic License Plate Recognition (ALPR), Automatic Vehicle Identification (AVI), Vehicle Plate recognition (VLPR), Vehicle Recognition Identifier (VRI), Car plate Recognition (CPR) en Car Plate Reader (CPR) (Axis-Communications, 2019). In dit onderzoek zal voor nummerplaatdetectie het acroniem ANPR gebruikt worden.

Het gebruik van ANPR brengt enkele voordelen met zich mee:

- Het is heel modulair; mensen kunnen een dagpas of toegang voor een volledig schooljaar krijgen.
- Er moet slechts éénmalig aangemeld worden om toegang voor een langere periode te krijgen. Dit zou helemaal digitaal gedaan kunnen worden, wat personeelskosten bespaart.
- Indien succesvol geïmplementeerd kan ANPR opstoppingen aan toegangspunten verminderen omdat er geen menselijke interactie met het systeem meer nodig is.

ANPR zelf komt ook met enkele nadelen.

- Er is een centraal systeem nodig om de toegang van de nummerplaten te beheren.
- Ieder toegangspunt moet een internetvoorziening hebben om met het centrale systeem te communiceren.
- Iedere ANPR-camera moet correct ingesteld zijn om haalbare resultaten te behalen.
- Weersomstandigheden bieden extra moeilijkheid voor de detectie van nummerplaten (dag, nacht)
- Hedendaagse ANPR-camera's zijn een redelijke investering.

Voor de herkenning van nummerplaten zijn een aantal technologien 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 een gratis Open-Source product is (OpenALPR-Software-Solutions, 2019d).

## 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)

## 2.3 Hardware

Om deze nummerplaatdetectie uit te voeren is gekozen voor 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) .

### 2.3.1 Camera

De camera die gebruikt wordt is een Pi-NoIr camera. Deze camera is ook geproduceerd door de Raspberry Pi Foundation en biedt afbeeldingen en video in een 8-MegaPixel formaat. In dit onderzoek is voor deze camera gekozen omdat deze makkelijk te verbinden is met de Raspberry Pi, relatief goedkoop is en geen IR-filter heeft. Dit maakt de camera direct ook interessant voor foto's te nemen in donkere omgevingen. (Raspberry-Pi-Foundation, 2019a)

## **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 maatregelingen er getroffen moeten worden om zo'n systeem aan de maatregelingen 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 Maatregelingen voor nummerplaatdetectie met Raspberry PI**

Een ANPR-systeem opzetten op een Raspberry PI is niet vanzelfsprekend aangezien ANPR-systemen normaal met dure hardware wordt geinstalleerd. 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 maatregelingen 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 maatregelingen 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. Wetgeving omtrent nummerplaatdetectie

Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG)

### 4.1 Algemene verordening gegevensbescherming

De General Data Protection Regulation (GDPR) of in het Nederlands: Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG), is een nieuwe wetgeving die op 25 mei 2018 ingevoerd is met als doel regels op te stellen om de grondrechten en de fundamentele vrijheden van natuurlijke personen te beschermen in de Europese Unie, dit met name op hun recht op bescherming van persoonsgegevens. (SecureDataService, 2018)

Voor de verwerking van deze gegevens worden maatregelingen opgelegd over hoe deze op een correcte manier behandeld moeten worden en aan welke eisen een bedrijf moet voldoen indien deze hiermee handelt.

In dit onderdeel zal niet de volledige AVG beschreven worden, maar enkel de onderdelen m.b.t. een parkeersysteem met nummerplaatdetectie.

#### Persoonsgegevens

In artikel 4 van het AVG worden persoonsgegevens als volgt beschreven: 'alle informatie over een geïdentificeerde of identificeerbare natuurlijke persoon ("de betrokkenen"); als identificeerbaar wordt beschouwd een natuurlijke persoon die direct of indirect kan worden geïdentificeerd, met name aan de hand van een identificator zoals een naam, een identificatienummer, locatiegegevens, een online identificator of van een of meer elementen

die kenmerkend zijn voor de fysieke, fysiologische, genetische, psychische, economische, culturele of sociale identiteit van die natuurlijke persoon'

Hieruit blijkt dat nummerplaten onder de term persoonsgegevens vallen; Deze zijn geregistreerd aan een persoon en kunnen worden gebruikt om de persoon te identificeren. In een parkeersysteem met nummerplaatdetectie zal hier dus ook op gelet moeten worden.

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

#### **4.1.1 Voorwaarden van verwerking**

Vooraleer men verwerkingen mag uitvoeren op de persoonsgegevens van een gebruiker, moet deze gebruiker hier expliciete toestemming voor gegeven hebben.

#### **4.1.2 Rechten van de betrokkenen**

De GDPR stelt enkele rechten op die de betrokkenen, de eigenaar van de persoonsgegevens heeft. Deze zijn terug te vinden in hoofdstuk III van de GDPR.

##### **Rechtmatigheid van verwerking**

De GDPR beschrijft in artikel 6 onder welke omstandigheden verwerking van persoonsgegevens rechtmatig is. Er zijn enkele omstandigheden beschreven, maar in de context van een ANPR-systeem kan men enkel persoonsgegevens verwerken indien de betrokkenen toestemming gegeven heeft hiervoor. De verwerkingsverantwoordelijke moet later kunnen aantonen dat de betrokkenen toestemming gegeven heeft gegeven.

##### **Het recht om geïnformeerd te zijn**

Indien een ANPR-systeem is opgesteld, dient er volgens artikel 13 van de GDPR, gesignalerd te worden dat een dergelijk systeem aanwezig is, dit samen met contactinformatie indien men meer informatie wenst te verkrijgen.

##### **Recht op informatie en rectificatie van persoonsgegevens**

Iedereen bezit zijn eigen persoonlijke data en mag deze bijgevolg ook inkijken en corrigeren. Indien een gebruiker vraagt om zijn persoonsgegevens in te kijken, moet het bedrijf in kwestie al de persoonsgegevens van de gebruiker binnen de maand kunnen opleveren. Ook kan een gebruiker op eender wanneer beslissen om al zijn data te laten verwijderen. (SecureDataService, 2018)

**4.1.3 Verantwoordelijkheden van de verwerker****4.2 Belgische Camerawetgeving**

Sinds 25 mei 2018 is de nieuwe camerawetgeving ingevoerd, dit is een herziening van de Camerawetgeving uit 2007 en viel niet toevallig samen met de dag dat de GDPR is ingevoerd. Deze wet slaat op bewakingscamera's en geldt enkel wanneer deze als doel hebben:

- Misdrijven tegen personen of goederen te voorkomen, vast te stellen of op te sporen;
- overlast in de zin van artikel 135 van de nieuwe gemeentewet, te voorkomen, vast te stellen of op te sporen, de naleving van gemeentelijke reglementen te controleren of de openbare orde te handhaven.

Aangezien nummerplaatdetectie als toegangssysteem geen van deze doelen bevat valt het niet onder de camerawetgeving voor bewakingscamera's. (STAATSBLAD, 2007)

Natuurlijk zal er wel nog rekening gehouden moeten worden met de AVG omdat er persoonsgegevens worden verwerkt door een bedrijf, vereniging of eenmanszaak. (Gegevensbeschermingsautoriteit, 2019)



## 5. Maatregelingen voor ANPR

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

Nummerplaatdetectie is al sterk geëvolueerd 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, weerstomstandigheden, belichting, afbeeldingcompressie, tijd voor een uitlezen. Door het volgen van deze maatregelingen kan een werknemer nummerplaatdetectie installeren op een zo'n correct mogelijke manier.

### 5.1 Camera Plaatsing

#### 5.1.1 Locatie van de camera

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 aanbevolen om de camerahoek te beperken tot een kleine hoek.

Verder is het aangeraden om de camera hoger te plaatsen dan de koplampen van de auto, dit om te voorkomen dat de camera verblind wordt door het sterke licht.

### **5.1.2 Camera oriëntatie**

De gedetecteerde nummerplaten horen parallel te staan met de randen van de afbeelding. Dit omdat de datasets voor OpenANPR getraint zijn met afbeeldingen van horizontale nummerplaten, maar niet van gedraaide. Indien het niet mogelijk is om een rechte afbeelding te nemen kan de afbeelding ook later gedraaid worden.

### **5.1.3 Pixeldichtheid**

Het aantal pixels van de foto waaruit een nummerplaat bestaat is van belang voor OpenALPR voor een duidelijke herkenning. Indien een foto van veraf is genomen zal deze laag zijn en van dichtbij zal deze dan weer hoog zijn. OpenALPR verwacht voor Europeaanse nummerplaten minstens een wijde van 75 pixels en een grootte meer dan 250 pixels verhoogt niet opmerkelijk de accuraatheid. (OpenALPR-Software-Solutions, 2019c)

## **5.2 Camera instellingen**

De belangrijkste factor van een performant ANPR-systeem is een correct ingestelde camera. Het nemen van foto's is de eerste stap in het proces en indien hierop nummerplaten niet duidelijk zijn kan OpenALPR onmogelijk iets detecteren. In dit onderdeel worden de belangrijkste instellingen verduidelijkt die bijdragen tot een correcte foto voor gebruik bij nummerplaatdetectie.

### **5.2.1 Shuttersnelheid**

Camera shutterspeed is de snelheid dat een camera foto's neemt. In een klaarlichte dag kan de shutterspeed zo'n 1/10000 seconden halen terwijl in het donker dit wel een volle seconde kan duren om genoeg licht te behalen. (OpenALPR-Software-Solutions, 2019c)

Bij een lange shutterspeed kan het dus zijn dat een voertuig een meter vooruit is gereden, terwijl bij een kleine shutterspeed dit bv. maar een centimeter is. Een korte shutterspeed 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 shutterspeed te nemen is dat er veel minder licht aanwezig is op de foto's, wat de detectie dan weer omlaag brengt. Zo krijg je 's nachts bijna volledig zwarte foto's. Dit kan geremedieerd worden door belichting bij te plaatsen.

### **5.2.2 Belichting**

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

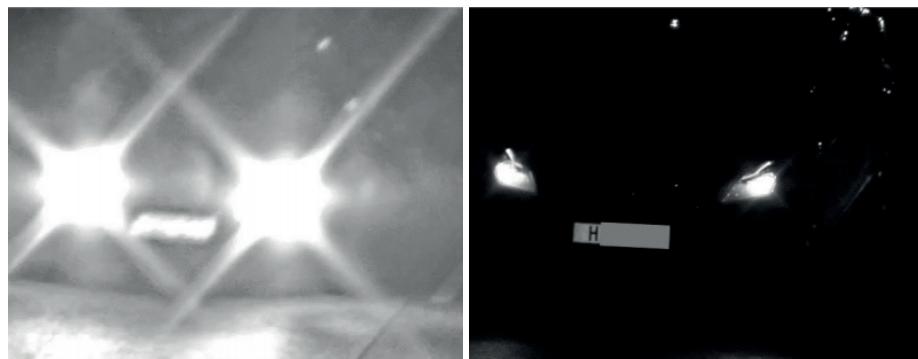


(a) Shutter speed van 1/60

(b) Shutter speed van 1/250

Figuur 5.1: Vergelijking van verschillende shutterinstellingen. (easy-basic-photography, 2019)

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.



(a) Slecht geconfigureerde camera.

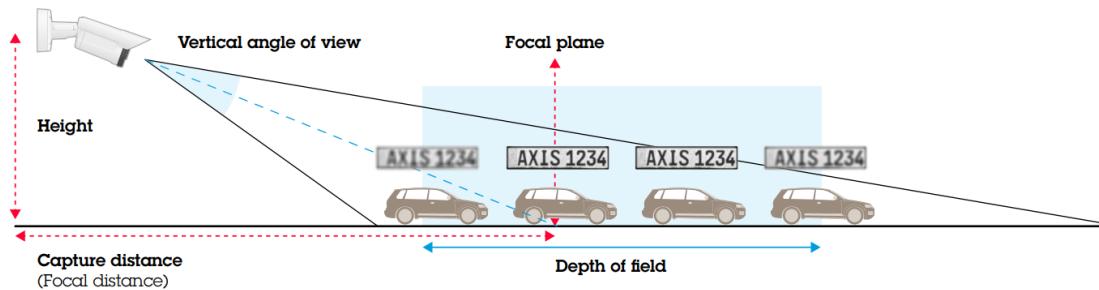
(b) Correct geconfigureerde camera.

Figuur 5.2: Vergelijking tussen camerainstellingen in de nacht. (Axis-Communications, 2019)

Infrarood, infraroodlamp, dag, nacht

### 5.2.3 Depth of field

Om scherpe afbeeldingen te verkrijgen moet de depth of field (DOF) van een camera correct ingesteld staan. Deze bepaalt in welke range een afbeelding scherp is. Hoe groter de DOF, hoe verder de objecten in focus zijn. Bij afstanden onder de 10m is de DOF aan de kleine kant en moet deze heel nauwkeurig ingesteld worden. (Axis-Communications, 2019)



Figuur 5.3: Verduidelijking van depth of field. (Axis-Communications, 2019)

## 5.3 Configuratie

### 5.3.1 Pattern matching

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.

Een voorbeeld hiervan is op nummerplaten in Tsjechië, verkregen van OpenALPR-Software-Solutions (2015). Er wordt nummerplaatdetectie uitgevoerd op afbeelding 5.4 met volgende regexpatronen die voorkomen in Tsjechië:

- cz #@#####
- cz #@ @#####

```
[mhill@mhill-linux tmp]$ alpr -c eu -p cz cz_4s50233.jpg -n 40
Config file location provided via default location
plate0: 40 results
- 4S5O233    confidence: 90.947    pattern_match: 0
- 4S5O23     confidence: 87.8683   pattern_match: 0
- 4S5O23     confidence: 85.1644   pattern_match: 0
- 4S5O23S    confidence: 84.5445   pattern_match: 0
- 4S5O23B    confidence: 83.7395   pattern_match: 0
- 4S5O2S3    confidence: 83.3698   pattern_match: 0
- 4S5O23G    confidence: 83.1375   pattern_match: 0
- 4S5O233    confidence: 83.0457   pattern_match: 1
- 4S5O2B3    confidence: 82.5635   pattern_match: 0
- 4S5O2       confidence: 82.0857   pattern_match: 0
- 4S5O2G3    confidence: 81.5684   pattern_match: 0
- 4S5O2J3    confidence: 81.0409   pattern_match: 0
```

```
– 4S5O2S      confidence : 80.2911      pattern_match : 0
... more results that do not match ...
```



© O.A.Brekke 2006

Figuur 5.4: Pattern matching van OpenALPR (OpenALPR-Software-Solutions, 2015)

Hieruit is te zien dat bij de top 7 resultaten het middelste karakter als een O zien i.p.v. een 0. Door te kijken of de pattern matching succesvol was, zien we dat het achtste resultaat correct is.

### 5.3.2 Buitenlandse nummerplaten

OpenALPR heeft verscheidene configuraties voor Europa, Amerika en andere continenten. Door één van deze te selecteren wordt een ander model gekozen dat specifiek voor deze regio getraind is. Bij een keuze van de Europese databank worden er dan ook geen tot weinig fouten verwacht indien een buitenlandse nummerplaat gedetecteert is.

### 5.3.3 Commerciële upgrades

OpenALPR wilt ook wel winst maken en biedt dan ook een commerciële versie van OpenALPR aan, deze zou een hogere nauwkeurigheid bieden in enkele cases waar de Open Source versie slechte presteert. (OpenALPR-Software-Solutions, 2019a)



## 6. Praktische uitvoering van ANPR

In dit hoofdstuk zal er onderzocht worden of nummerplaatdetectie degelijke resultaten kan leveren op de Campus Sterre en Campus Coupure van UGent. Hiervoor zullen handmatig foto's genomen worden van wagens die de parking willen verlaten met de Pi-NoIR cam. Hierna wordt er gecontroleerd of OpenANPR wel degelijk correcte resultaten levert op de genomen foto's.

### 6.1 Hardware en software

In dit onderdeel wordt de opstelling en configuratie van de camera's uitgelegd adhv. de informatie verzameld in Hoofdstuk 5.

#### 6.1.1 Camera

Als camera zal gebruik gemaakt worden van de PiNoIR-Cam. Deze camera is een standaard extensie voor de Raspberry-PI die geen infrarood filtering heeft staan. Standaard wordt infrarood uit afbeeldingen gefilterd omdat deze een ongewenst bijproduct zijn op foto's. De PiNoIR camera filtert geen infrarood uit de afbeeldingen en maken het dus mogelijk om te gebruiken voor infrarood detectie.

#### Cameraplaatsing

Voor de plaatsing van de camera's wordt er gewenst zo veel mogelijk kosten te besparen en wordt er liever niet geopteerd voor een aparte paal voor de ANPR-camera. Daarom zal

als fotopunt de metalen constructie van de hefboom gekozen worden. De camera zal hier zo hoog mogelijk aan worden gehangen zodat deze zo min mogelijk interferentie heeft van de koplampen van de auto's.



Figuur 6.1: Uitgang met tokens aan UGent campus Coupure

### **Cameraconfiguratie**

De voorgaande camerainstellingen zullen zo correct mogelijk op de PiNoIR camera worden ingesteld. TODO: configuratie bepalen

## **6.2 Dataset**

Om een correcte dataset te bekomen zal er op de parking van UGent zelf data verzameld worden aan de uitgangen.

Aan alle vier de uitgangen zullen in totaal een honderd foto's genomen worden van voertuigen die de parking verlaten in verscheidene omstandigheden zoals licht/donker/regen en zal bij iedere foto genoteerd worden welke nummerplaat dit was. Zo kan er later vergeleken worden of de juiste resultaten bekomen zijn.

### **6.2.1 Opstelling**

Om de foto's te verkrijgen zal gebruik gemaakt worden van de Raspberry Pi met de PiNoIR camera, deze zal in een behuizing op de juiste hoogte van de paal tijdelijk vastgezet worden tesamen met een powerbank. Om het signaal te sturen dat de Raspberry Pi een foto moet

nemen zal deze ingesteld worden als Access Point, zo kan er via een GSM een SSH verbinding gemaakt worden waarop men de camera bestuurt.

TODO: Opstelling camera maken en fotograferen, met duct tape tijdelijk vasthangen?

### **6.3 Verwerking van gegevens**



## **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 omtrent 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 slikkers 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 zal er op de voorkeur van UGent dieper ingegaan worden op nummerplaatdetectie. Hierbij zal er gekeken worden hoe dit opgeleverd kan worden waarbij de General Data

Protection Regulation (GDPR) nageleefd wordt, welke maatregelingen genomen moeten worden om goede resultaten te behalen en of dit haalbaar is om uit te voeren op lichte hardware zoals een Raspberry PI.

Zo bekomen we volgende onderzoeks vragen:

- Is nummerplaatdetectie een haalbare techniek omtrent privacy en GDPR?
- Welke maatregelingen moeten er genomen worden om succesvol nummerplaatdetectie te implementeren?
- 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 tokenslikker 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 tokenslikker 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

Om de eerste onderzoeksvergadering te kunnen beantwoorden zal 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 enige wetgevingen te overtreden.

Om de tweede onderzoeksvergadering te beantwoorden is er nood aan nog een literatuurstudie waarbij maatregelingen worden samengesteld om op een optimale manier nummerplaten te kunnen herkennen. Door deze maatregelingen te volgen kan een ontwikkelaar gemakkelijk een functionele installatie ontwikkelen.

Voor de laatste onderzoeksvergadering 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, gebruik makende van de tweede onderzoeksvergadering, waarna er gekeken wordt of deze nummerplaten detecteerbaar zijn met de Raspberry Pi, en dit een acceptabele foutratio oplevert.

### A.4 Verwachte resultaten

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 afbeeldingen opslaan geen must is, zal nummerplaatdetectie een haalbare technologie zijn. Uit het literatuuronderzoek naar maatregelingen omtrent nummerplaatdetectie wordt verwacht dat een groot aantal variabelen invloed hebben op nummerplaatdetectie, dit zijn cameraplaatsing, camerainstellingen, softwareinstellingen en meer. 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 Tromanhauer (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

- 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.
- Axis-Communications. (2019). License plate capture: Key factors for successful license plate recognition. Verkregen 15 oktober 2019, van [https://www.axis.com/files/whitepaper/wp\\_license\\_plate\\_capture\\_73350\\_en\\_1906\\_hi.pdf](https://www.axis.com/files/whitepaper/wp_license_plate_capture_73350_en_1906_hi.pdf)
- 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). Snelheidscamera's en trajectcontrole op Vlaamse autosnelwegen. Evaluatie van het effect op snelheidsgedrag en verkeersveiligheid.
- easy-basic-photography. (2019). Camera exposure basics: shutter speeds, aperture, f stops and iso. Verkregen 17 oktober 2019, van <http://www.easybasicphotography.com/camera-exposure-basics.html>
- Figuerola, C., Lanka, S., Shah, U. & Tromhauser, M. (2016). Automated Parking Garage Payment System.
- Gegevensbeschermingsautoriteit. (2019). Camera's en privacy: Videoparlofoon. Verkregen 17 oktober 2019, van <https://www.gegevensbeschermingsautoriteit.be/node/17286>
- 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. (2015). OpenALPR Pattern Matching Documentation. Verkregen 24 oktober 2019, van <https://github.com/openalpr/openalpr/wiki/Pattern-Matching>
- OpenALPR-Software-Solutions. (2019a). OpenALPR benchmarks. Verkregen 24 oktober 2019, van <https://www.openalpr.com/benchmarks.html>
- OpenALPR-Software-Solutions. (2019b). OpenALPR Documentation. Verkregen 5 oktober 2019, van <http://doc.openalpr.com/opensource.html>
- OpenALPR-Software-Solutions. (2019c). OpenALPR Documentation. Verkregen 8 oktober 2019, van [http://doc.openalpr.com/camera\\_placement.html](http://doc.openalpr.com/camera_placement.html)
- OpenALPR-Software-Solutions. (2019d). 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/>
- SecureDataService, N. V. (2018). EU algemene verordening gegevensbescherming. Verkregen 17 oktober 2019, van <http://www.privacy-regulation.eu/nl/index.htm>
- STAATSBLAD, B. (2007). Wet tot regeling van de plaatsing en het gebruik van bewakingscamera's. *Belgisch Staatsblad*, 31.