

Visie voor semantische robotnavigatie in ziekenhuisgangen

Olivier VAN DEN EEDE

Promotor(en): Prof. dr. ir. Toon Goedemé

Co-promotor(en): Filip Reniers

Masterproef ingediend tot het behalen van
de graad van master of Science in de
industriële wetenschappen: Electronica-ICT
afstudeerrichting ICT

Academiejaar 2018 - 2019



©Copyright KU Leuven

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(en) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden. Voor aanvragen i.v.m. het overnemen en/of gebruik en/of realisatie van gedeelten uit deze publicatie, kan u zich richten tot KU Leuven Technologicampus De Nayer, Jan De Nayerlaan 5, B-2860 Sint-Katelijne-Waver, +32 15 31 69 44 of via e-mail iiw.denayer@kuleuven.be.

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotor(en) is eveneens vereist voor het aanwenden van de in deze masterproef beschreven (originele) methoden, producten, schakelingen en programma's voor industrieel of commercieel nut en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

Voorwoord

Het voorwoord vul je persoonlijk in met een appreciatie of dankbetuiging aan de mensen die je hebben bijgestaan tijdens het verwezenlijken van je masterproef en je hebben gesteund tijdens je studie.

Samenvatting

De (korte) samenvatting, toegankelijk voor een breed publiek, wordt in het Nederlands geschreven en bevat **maximum 3500 tekens**. Deze samenvatting moet ook verplicht opgeladen worden in KU Lokaal.

Abstract

Het extended abstract of de wetenschappelijke samenvatting wordt in het Engels geschreven en bevat **500 tot 1.500 woorden**. Dit abstract moet **niet** in KU Loket opgeladen worden (vanwege de beperkte beschikbare ruimte daar).

Keywords: Voeg een vijftal keywords in (bv: Latex-template, thesis, ...)

Inhoudsopgave

Voorwoord	iii
Samenvatting	iv
Abstract	v
Inhoud	vii
Figurenlijst	viii
Tabellenlijst	ix
Symbolenlijst	x
Lijst met afkortingen	xi
1 Literatuurstudie	1
1.1 Indoor navigatie & visie	1
1.2 Object detection	1
1.2.1 Traditionele object detectie	1
1.2.2 Convolutional neural network	2
1.3 Object tracking	3
1.4 Image segmentation	3
2 Structuur van de masterproeftekst	4
2.1 Opdeling in hoofdstukken	4
2.2 Verdere onderverdeling binnen een hoofdstuk	4
2.3 Dit is een voorbeeld van een sectie	4
2.3.1 Dit is een voorbeeld van een subsectie	4
3 Figuren en tabellen	5

3.1 Algemene richtlijnen	5
4 Richtlijnen voor formules	7
5 Richtlijnen voor referenties	8
5.1 Inleiding	8
5.2 Referentiestijl	8
A Uitleg over de appendices	11

Lijst van figuren

1.1	De lagen van een CNN volgens het YOLO [4] detection system.	2
3.1	Dit is een voorbeeld van een figuur-float	6

Lijst van tabellen

3.1	Dit is een voorbeeld van een tabel	6
-----	--	---

Lijst van symbolen

Maak een lijst van de gebruikte symbolen. Geef het symbool, naam en eenheid. Gebruik steeds SI-eenheden en gebruik de symbolen en namen zoals deze voorkomen in de hedendaagse literatuur en normen. De symbolen worden alfabetisch gerangschikt in opeenvolgende lijsten: kleine letters, hoofdletters, Griekse kleine letters, Griekse hoofdletters. Onderstaande tabel geeft het format dat kan ingevuld en uitgebreid worden. Wanneer het symbool een eerste maal in de tekst of in een formule wordt gebruikt, moet het symbool verklaard worden. Verwijder deze tekst wanneer je je thesis maakt.

b	Breedte	$[mm]$
A	Oppervlakte van de dwarsdoorsnede	$[mm^2]$
c	Lichtsnelheid	$[m/s]$

Lijst van afkortingen

CNN	Convolutional Neural Network
RGB	Rood Groen Blauw
HSI	Hue Saturation Intensity
HOG	Histogram of Oriented Gradients
SVM	Support Vector Machine
SIFT	Scale-invariant feature transform
RANSAC	Random sample consensus

Hoofdstuk 1

Literatuurstudie

1.1 Indoor navigatie & visie

Op visie gebaseerde navigatie is een onderwerp dat zeer vaak onderzocht wordt.

1.2 Object detection

Een belangrijk aspect van dit onderzoek is het detecteren van individuele objecten in het beeld van 1 enkele RGB camera. De te detecteren objecten zijn op voorhand vastgelegd, en zijn afhankelijk van de ruimte waarin de robot zich bevindt.

In de logistieke gangen van een ziekenhuis zijn er heel wat objecten te zien die we kunnen detecteren, een kleine selectie van deze objecten zijn.

- Pictogrammen
- Brandblussers
- Deurklinken

Voor deze objecten gaan we kijken naar detectie technieken uit de traditionele beeldverwerking, en naar meer *state of the art* technieken.

1.2.1 Traditionele object detectie

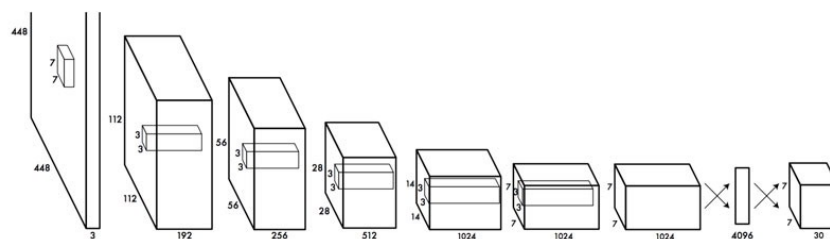
In openbare gebouwen zijn er heel wat pictogrammen te vinden zoals nooduitgang, hoogspanning en brandblusser. Deze pictogrammen hebben steeds een specifieke vorm, kleur en symbool. De literatuur leert ons weinig over pictogramdetectie, maar pictogrammen kunnen wel vergeleken worden met verkeersborden die bijna dezelfde kenmerken hebben. De aanpak van [1] is om 2 soorten features in een beeld te onderscheiden. In eerste instantie detecteren ze vormen op basis van kleur randen en anderzijds wordt de afbeelding omgezet naar HSI waaruit enkel de hue gebruikt wordt.

De hue is de belangrijkste component voor het onderscheiden van kleuren omdat er zo geen rekening wordt gehouden met de hoeveelheid licht en schaduwen. Een recenter onderzoek [5] bouwt voort op deze technieken, maar bereken de Histogram of Oriented Gradients (HOG) features van het beeld. Vervolgens wordt er gebruik gemaakt van een Support Vector Machine (SVM) om te bepalen waar er zich een match bevindt.

Vervolgens kunnen de vorm en kleur features gecombineerd worden om de plaats voor een mogelijke match te vinden. Eens er een mogelijke bounding box gevonden is, kan er geprobeerd worden een template te matchen om het effectieve pictogram te achterhalen. Het grootste probleem bij de techniek van [1] is dat hun gebruikte template matching techniek niet robuust is voor schaal invarianties. Bij [5] maken ze voor de herkenningfase gebruik van SIFT[3] features en kleur informatie. Hierbij worden de SIFT features van de kandidaat matches en de templates vergeleken, en er wordt een gemiddelde genomen van de verschillen tussen hue, saturation en value. Door middel van RANSAC en een threshold wordt er bepaald welke matches gebruikt worden.

1.2.2 Convolutional neural network

Een convolutional neural network of CNN is een supervised deep learning techniek die gebruikt kan worden om complexere beeldinterpretatie te doen. Een CNN kan bestaan uit meerdere lagen die meestal een combinatie zijn van 'convolutional-layers' en 'fully connected-layers'. Elk van deze lagen bevat een aantal neuronen met elk een eigen set van gewichten. Het doel van een CNN is om de gewichten zodanig bij te stellen zodat data die aan de eerste laag gegeven wordt een verwacht resultaat geeft aan de laatste laag. Deze laatste laag kan men de classificatielaag noemen, en geeft een representatie van wat het netwerk denkt dat er aan de input staat. In figuur 1.1 is een voorbeeld te zien van een CNN met de verschillende soorten lagen.



Figuur 1.1: De lagen van een CNN volgens het YOLO [4] detection system.

Een 'convolutional-layer' is een laag die een convolutie operatie uitvoert op zijn input, het resultaat van deze operatie is een kleinere dataset die gebruikt wordt als input voor de volgende laag. De convolutie kan toegepast worden op meerdere dimensies in 1 keer waardoor de output een tensor zal worden.

Om een CNN te gebruiken, dient het 'getraind' te worden. Voor de training van een netwerk zijn er 2 dingen noodzakelijk, veel voorbeeld data en per voorbeeld de verwachte output. De loss functie is een maat van hoe goed een netwerk een voorspelling kan doen van de input data, met andere woorden een vergelijking tussen de input en de output. Het doel van de training van een netwerk

is het minimaliseren van deze loss functie. Dit kan gedaan worden d.m.v 'backpropagation'. Backpropagation is het steeds een klein beetje aanpassen van de gewichten in de inwendige neuronen om zo het resultaat te verbeteren en de loss functie te verkleinen. Een netwerk heeft een goede training gehad als de loss functie minimaal is.

1.3 Object tracking

1.4 Image segmentation

Het correct segmenteren van de beelden zal een belangrijke rol spelen. Niet in elk beeld zal er een distinctief object aanwezig zijn om te detecteren. Daarom is het belangrijk om de vloer van de muren te kunnen onderscheiden. Een eenvoudige approach zou kunnen zijn om via K-means een verdeling van een beeld te doen en met een soort regressie de regio's te labelen. Volgens [6] werkt de K-means aanpak met een op textuur en kleur gebaseerde aanpak redelijk goed, maar wordt steeds de muur verbonden met het plafond omwille van kleur en textuur gelijkenissen. Hun regressie gebaseerde labeling techniek blijkt echter een slechte oplossing. Verder zoals [2] aangeeft zijn reflecties en overbelichting eigenschappen van indoor omgevingen die het moeilijk kunnen maken om een correcte segmentatie te doen.

Hoofdstuk 2

Structuur van de masterproeftekst

2.1 Opdeling in hoofdstukken

De masterproeftekst vormt de kern van de scriptie. De tekst wordt logisch opgedeeld in een aantal hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk is altijd een inleiding, het tweede en eventueel derde de literatuurstudie of een *state of the art*, gevolgd door een hoofdstuk dat de methodologie beschrijft. De volgende hoofdstukken bevatten de elementen van het eigen onderzoek. Het laatste hoofdstuk bevat de algemene besluiten van de masterproef. Elk hoofdstuk vormt een afgerond geheel (m.a.w. met inleiding en conclusie!).

2.2 Verdere onderverdeling binnen een hoofdstuk

De tekst wordt onderverdeeld in logische paragrafen met een aangepaste nummering. De nummering van de onderliggende delen van een hoofdstuk bevat begint steeds met het hoofdstuknummer en gaat maximum tot drie subniveaus. Volgende onderverdeling wordt gebruikt:

2.3 Dit is een voorbeeld van een sectie

2.3.1 Dit is een voorbeeld van een subsectie

2.3.1.1 Dit is een voorbeeld van een subsubsectie

Dit is een voorbeeld van een paragraaf

Hoofdstuk 3

Figuren en tabellen

3.1 Algemene richtlijnen

Alle figuren en tabellen worden genummerd en binnen een float omgeving geplaatst

```
(\begin{figure} figuurcontent \end{figure})
```

Foto's, grafieken, schema's,... worden alle onder de benaming 'Figuur' gecatalogeerd.

Het is belangrijk dat tabellen en figuren duidelijk zijn en dat ze alle informatie bevatten die nodig is om ze te begrijpen.

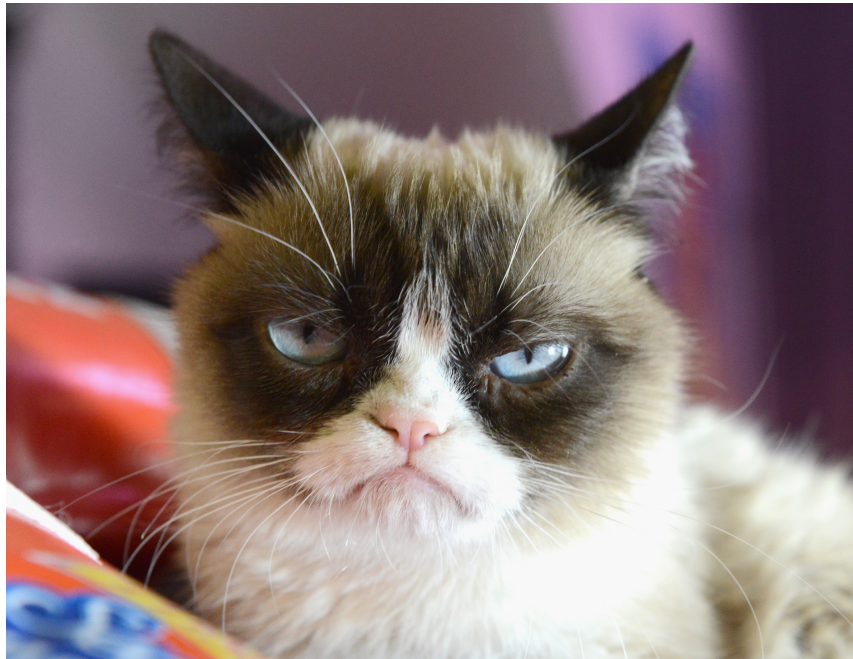
Tabellen worden bij voorkeur niet gesplitst over twee bladzijden. Indien een tabel niet op één bladzijde past, wordt het bijschrift op de volgende bladzijde hernomen en aangevuld met (vervolg). Ook de kolomkoppen van de tabel worden hernomen.

In de tekst wordt naar alle tabellen en figuren verwezen met het itemnummer. Schrijf dus niet 'onderstaande figuur toont....', maar wel 'Figuur 3.1 toont...'. Doe dit door gebruik te maken van de commando's `\label{}` en `\ref{}`. Geef figuren ook zinvolle captions (`\caption{Caption}`). Figuren worden gecentreerd op de bladzijde. Ook het bijschrift wordt gecentreerd en onder de figuur geplaatst. Na de figuurnummer volgt een de beschrijving van de figuur.

Figuur 3.1 toont een voorbeeld gegeven van een float omgeving voor een figuur. Hieronder wordt de syntax weergegeven.

```
\begin{figure}[!ht]
\centering
\includegraphics[width=0.75\linewidth]{image.jpg}
\caption{Dit is een voorbeeld van een figuur-float}
\label{fig:VoorbeeldFigFloat}
\end{figure}
```

Tabellen worden links uitgelijnd op de bladzijde. Ook het bijschrift wordt links uitgelijnd en boven de tabel geplaatst. Na de tabelnummer volgt de beschrijving van de tabel. Tabel 3.1 toont een voorbeeld van een eigen tabel. Vermijd om tabellen te kopiëren van andere werken, maar herwerk ze en plaats de nodige bronvermelding. De nodige syntax om tabel 3.1 te generen wordt hieronder



Figuur 3.1: Dit is een voorbeeld van een figuur-float

weergegeven:

```
\begin{table}[!ht]
\caption{Dit is een voorbeeld van een tabel}
\begin{tabular}{ccc}
\hline
Kolom 1 & Kolom 2 & Kolom 3\
\hline
1 & 2 & 3\\
4 & 5 & 6\\
\hline
\end{tabular}
\label{tab:VoorbeeldTableFloat}
\end{table}
```

Tot slot, let er op dat er expliciet naar elke tabel en figuur verwezen wordt vanuit de tekst.

Tabel 3.1 Dit is een voorbeeld van een tabel

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3
1	2	3
4	5	6

Hoofdstuk 4

Richtlijnen voor formules

Er zijn twee manieren om formules in LaTeX in te voeren:

- Inline: $a^2 + b^2 = c^2$ (`$a^2+b^2 = c^2$`)
- In een equation omgeving (`\begin{equation} a^2+b^2 = c^2 \end{equation}`):

$$a^2 + b^2 = c^2 \tag{4.1}$$

Griekse letters geef je in d.m.b. het backslash commando. Bijvoorbeeld de letter sigma σ verkrijg je door `σ` inline in te geven. Dit is analoog voor griekse letters in de equation omgeving. Een beknopte lijst van symbolen vind je op de Wikibooks pagina voor LaTeX ([link](#)). Alle andere nuttige informatie omtrent het gebruik van LaTeX voor formules vind je hier ook terug.

Hoofdstuk 5

Richtlijnen voor referenties

5.1 Inleiding

De referentielijst bevat de volledige lijst van literatuur en bronnen waarnaar in de tekst wordt verwezen. Door systematisch de referentielijst aan te vullen bij het schrijven van het literatuuroverzicht gaat er achteraf geen tijd verloren aan het opnieuw opzoeken van referenties.

5.2 Referentiestijl

Voor het verwijzen naar informatiebronnen wordt gebruik gemaakt van het numerisch systeem of van het auteur-jaar systeem. Dit kies je door volgend commando in het latex bronbestand aan te passen:

- numerisch (IEEE) : `\bibliographystyle{ieee}`
- alfabetisch (APA) : `\bibliographystyle{apalike}`

Plaats je bronnen in een *bibtex* bestand (evt. via software zoals bv. Jabref Endnote of Mendeley), waarnaar je verwijst vanuit je thesis text a.d.h.v. het commando `\cite`. Enkele links naar nuttige software in deze context:

- JabRef (Open Source)
- Mendeley (Freeware)
- EndNote (Paid license)

Indien je zelf een *.bibtex* bestand wil aanleggen dien je volgende syntax te volgen voor een tijdschriftartikel:

```
@article{hughes2005,  
title={Isogeometric analysis: CAD, finite elements, NURBS, exact geometry  
and mesh refinement},  
author={Hughes, Thomas JR and Cottrell, John A and Bazilevs, Yuri},  
journal={Computer methods in applied mechanics and engineering},  
volume={194},  
number={39},  
pages={4135--4195},  
year={2005},  
publisher={Elsevier}  
}
```

Enkele voorbeelden van het gebruik van bronnen in een tekst (in APA stijl):

Recent werd het Higgs boson experimenteel vastgesteld door Aad et al. [?] (syntax: \cite{aad2012}).

Als alternatief voor het discretiseren van een CAD model vooraleer een eindige elementenanalyse te kunnen toepassen, stellen Hughes et al. voor om de nodige elementenformulering rechtstreeks uit de NURBS beschrijving van de CAD geometrie te halen [?] (syntax: \cite{hughes2005}). Daarnaast introduceren ze tevens een k-iteratieve procedure als een verfijning van de geldende p- en h-iteratieve procedures in eindige elementen methoden [?] (syntax: \cite{cottrell2009}).

Bibliografie

- [1] Chiung Yao Fang, Sei Wang Chen, and Chiou Shann Fuh. Road-sign detection and tracking. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 52(5):1329–1341, 2003.
- [2] Yinxiao Li and Stanley T. Birchfield. Image-based segmentation of indoor corridor floors for a mobile robot. *IEEE/RSJ 2010 International Conference on Intelligent Robots and Systems, IROS 2010 - Conference Proceedings*, pages 837–843, 2010.
- [3] D G Lowe. Object recognition from local scale-invariant features. In *Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision*, volume 2, pages 1150–1157 vol.2, sep 1999.
- [4] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, and Ali Farhadi. You only look once: Unified, real-time object detection. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Jun 2016.
- [5] S. J. Zabihi, S. M. Zabihi, S. S. Beauchemin, and M. A. Bauer. Detection and recognition of traffic signs inside the attentional visual field of drivers. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings*, (lv):583–588, 2017.
- [6] Zhong-Ju Zhang. Wall, floor, ceiling, object region identification from single image.

Bijlage A

Uitleg over de appendices

Bijlagen worden bij voorkeur enkel elektronisch ter beschikking gesteld. Indien essentieel kunnen in overleg met de promotor bijlagen in de scriptie opgenomen worden of als apart boekdeel voorzien worden.

Er wordt wel steeds een lijst met vermelding van alle bijlagen opgenomen in de scriptie. Bijlagen worden genummerd met een drukletter A, B, C,...

Voorbeelden van bijlagen:

Bijlage A: Detailtekeningen van de proefopstelling

Bijlage B: Meetgegevens (op USB)

FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN
CAMPUS DE NAYER SINT-KATELIJNE-WAVER
J. De Nayerlaan 5
2860 SINT-KATELIJNE-WAVER, België
tel. + 32 15 31 69 44
iiw.denayer@kuleuven.be
www.iw.kuleuven.be

