



University of Applied Sciences

HOCHSCHULE  
EMDEN-LEER

Fachbereich Technik  
Abteilung Elektrotechnik und Informatik

---

# CACHE SPECULATION SIDE-CHANNELS

## BACHELOR-THESIS

Vorgelegt von  
Max Mustermann  
Matr. Nr.

Emden, 23. April 2018

Betreut von  
Name des Erstbetreuers  
Name des Zweitbetreuers



## Rechtliche Erklärung

- [ ] Die vorliegende Arbeit entstand in Zusammenarbeit mit einer Institution, Firma oder Person außerhalb der Hochschule Emden/Leer.
- [ ] Die vorliegende Arbeit enthält vertrauliche oder kommerziell nutzbare Informationen, deren Rechte außerhalb der Hochschule Emden/Leer liegen. Sie darf nur den am Prüfungsverfahren beteiligten Personen zugänglich gemacht werden, die hiermit auf ihre Pflicht zur Vertraulichkeit hingewiesen werden.
- [ ] Soweit meine Rechte berührt sind, erkläre ich mich einverstanden, dass die Bachelor-Arbeit Angehörigen der Hochschule Emden/Leer für Studium, Lehre und Forschung uneingeschränkt zugänglich gemacht werden kann.

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit bis auf die offizielle Betreuung selbst und ohne fremde Hilfe angefertigt habe und die benutzten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben sind.

---

Datum, Unterschrift



# Inhaltsverzeichnis

Rechtliche Erklärung . . . . .	III
Nomenclature . . . . .	XI
Danksagung . . . . .	XI
Abstract . . . . .	XIII
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Formalien . . . . .	2
1.3 Beispiel . . . . .	2
<b>2 Grundlagen und Stand der Technik</b>	<b>3</b>
2.1 Motivation . . . . .	3
2.2 Stand der Technik . . . . .	3
<b>3 Umsetzung</b>	<b>5</b>
3.1 Motivation . . . . .	5
<b>4 Bewertung der Ergebnisse</b>	<b>7</b>
<b>5 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>9</b>
<b>A Einen hab ich noch</b>	<b>13</b>
A.1 Weiterführende Erläuterungen . . . . .	13
A.2 Messdaten . . . . .	13
The Author . . . . .	15



# Abbildungsverzeichnis





# Tabellenverzeichnis



# Danksagung

The author would like to thank Prof. T.J. Ellis and Prof. A. Georgiadis for their supervision, encouragement and valuable discussions. The author is also very grateful to Dipl.-Ing. J. Mahalek who triggered this very interesting project and to Dipl.-Ing. L. Eisenmann for fruitful discussions and contributions in the development of systems for detecting occupants and for his support at BMW.

I wish to thank Dr. S-B. Park for his introduction to CMOS cameras and smart illumination and his tireless explanations. I will never forget our in-circuit software development during high-speed test drives. I also have to thank J.J. Yoon for his support in multiple mathematical problems and value discussions about illumination strategies.

Special thanks to my fellows at BMW who helped me bring our HDR-camera from illusions and raw ideas to reality: S. Akisogulu, W. Solka, S. Weidhaas and A. Augst. I also express my gratitude to the fellows who looked carefully through this manuscript and helped to improve it with a number of corrections, suggestions and good questions.

Finally I want to thank my wonderful wife Melanie for her constant faith, love and encouragement.

The majority of this research was sponsored by BMW and performed at the BMW AG Research and Innovation Center in Munich, Germany. The opinions expressed herein are those of the author and do not necessarily represent those of BMW.



# Kurzfassung

The aim of this thesis is to explore strategies for real-time image segmentation of non-rigid objects in a spatio-temporal domain with a stationary camera within an optical high dynamic range environment. Camera, illumination and segmentation techniques are discussed for image processing in environments which are characterized by large intensity fluctuations and hence a high optical dynamic range (HDR), in particular for vehicle interior surveillance.

Since the introduction of the airbag in 1981 numberless lives were saved and bad injuries were avoided. But in recent years the airbag has frequently been in the headlines due to the increasing number of injuries caused by it. To avoid these injuries a new generation of 'smart airbags' has been designed which shows the ability to inflate in multiple steps and with different volumes. In order to determine the optimal inflation mode for a crash it is necessary to consider information about the interior situation and the occupants of the vehicle. This thesis presents a real-time visual occupant detection and classification system for advanced airbag deployment, utilizing a custom CMOS camera and motion based image segmentation algorithms for embedded systems under adverse illumination conditions.

A novel illumination method is presented which combines a set of images flashed with different radiant intensities, which significantly simplifies image segmentation in HDR environments. With a constant exposure time for the imager a single image can be produced with a compressed dynamic range and a simultaneously reduced offset. This makes it possible to capture a vehicle interior under adverse light conditions without using high dynamic range cameras and without losing image detail. The expansion of this active illumination experiment leads to a novel shadow detection and removal technique that produces a shadow-free scene by simulating an artificial infinite illuminant plane over the field of view. Finally a shadowless image without loss of texture details is obtained without any region extraction phase.

Furthermore, a texture based segmentation approach for stationary cameras is presented which is neither effected by sudden illumination changes nor by shadow effects.



# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Motivation

Die Bachelor- oder Masterarbeit ist ein besonders wichtiger Bestandteil des Studiums in den Abschlusssemestern. Sie stellt eines der wenigen gegenständlich vorzeigbaren Arbeitsergebnisse des Studiums dar und ist auch deshalb, z.B. bei Bewerbungen, von besonderer Bedeutung. Es liegt daher im Interesse eines jeden Studierenden, eine sowohl inhaltlich als auch vom äußeren Erscheinungsbild her hohen Ansprüchen gerecht werdende Dokumentation der Abschlussarbeit zu erstellen. Die nachfolgenden Hinweise sollen dabei Hilfestellung bieten.

Gegenstand des einleitenden Kapitels ist es, dem Leser einen Überblick über für die Arbeit relevante Grundlagen und verwandten Arbeiten zu geben. Folgende grundlegende Fragen sollten beantwortet werden:

- Warum wird das Thema der Arbeit behandelt?
- Wie lautet die genaue Aufgabendefinition?
- Welche Fragenstellungen werden in der Arbeit behandelt?
- Wie ist die Arbeit strukturiert?

Das Kapitel zur Einleitung dient dem Leser vorrangig als Entscheidungshilfe: Ist die Arbeit für mich überhaupt relevant? Werden für mich interessante Fragestellungen in der Arbeit behandelt? Sofern den Leser nur Teilergebnisse interessieren: Wo finde ich diese?

Die Motivation zur Projektarbeit kann vielfältig sein und sollte daher ausreichend begründet werden. Beispiele: Ein bestehendes Problem wurde durch den Stand der Technik bisher nicht oder nicht zufriedenstellend gelöst. Oder: Gegenstand der Arbeit ist eine besonders kostengünstige Lösung. Oder auch: Die Arbeit behandelt eine grundlegende Evaluation, um Möglichkeiten als auch Limitationen einer neuen Technologie aufzuzeigen.

Um dem Leser den logischen Aufbau und die Zusammenhänge einzelner Kapitel zu verdeutlichen ("roter Faden"), bieten sich beispielsweise Formulierungen an wie "Nachdem im zweiten Kapitel die Grundlagen der Bluetooth-Technologie behandelt wurde, wird im Kapitel 3 die Realisierung eines Systems zur Ortung von Satelliten mittels Bluetooth beschrieben. Anschließend folgt die Auswertung der in Kapitel 4 definierten Experimente zur Performance des Systems".

## 1.2 Formalien

Dieser Abschnitt ...

## 1.3 Beispiel

Dieser Abschnitt beinhaltet einen Ausschnitt aus der Ballade "Erlkönig" von Johann Wolfgang von Goethe [1].

*"Wer reitet so spät durch Nacht und Wind? Es ist der Vater mit seinem Kind. Er hat den Knaben wohl in dem Arm, Er faßt ihn sicher, er hält ihn warm.*

*Mein Sohn, was birgst du so bang dein Gesicht? Siehst Vater, du den Erlkönig nicht! Den Erlenkönig mit Kron' und Schweif? Mein Sohn, es ist ein Nebelstreif.*

*Du liebes Kind, komm geh' mit mir! Gar schöne Spiele, spiel ich mit dir, Manch bunte Blumen sind an dem Strand, Meine Mutter hat manch gülden Gewand.*

*Mein Vater, mein Vater, und hörest du nicht, Was Erlenkönig mir leise verspricht? Sei ruhig, bleibe ruhig, mein Kind, In dürren Blättern säuselt der Wind.*

*Willst finer Knabe du mit mir geh'n? Meine Töchter sollen dich warten schön, Meine Töchter führen den nächtlichen Reihn Und wiegen und tanzen und singen dich ein." ...*



## Kapitel 2

# Grundlagen und Stand der Technik

### 2.1 Motivation

Gegenstand dieses Kapitels ist es, dem Leser einen Überblick über für die Arbeit relevante Grundlagen und verwandten Arbeiten zu geben. Folgende grundlegende Fragen sollten beantwortet werden:

- Welche artverwandten Projektarbeiten oder Produkte existieren?
- Wo ist der Mangel zum Stand der Technik? Warum ist es notwendig oder relevant, das Thema in der Projektarbeit zu behandeln?
- Wie grenzt sich der grundlegende Lösungsansatz vom Stand der Technik ab?
- Existieren Vorarbeiten, auf denen aufgebaut wird?

Die Motivation zur Projektarbeit kann vielfältig sein und sollte daher ausreichend begründet werden. Beispiele: Ein bestehendes Problem wurde durch den Stand der Technik bisher nicht oder nicht zufriedenstellend gelöst. Oder: Gegenstand der Arbeit ist eine besonders kostengünstige Lösung. Oder auch: Die Arbeit behandelt eine grundlegende Evaluation, um Möglichkeiten als auch Limitationen einer neuen Technologie aufzuzeigen.

### 2.2 Stand der Technik

Zum Stand der Technik oder Stand des Wissens gehören alle

Als Startpunkt für einen ersten Überblick bietet sich die Internet-Suchmaschine Ihres Vertrauens an. Die Qualität der Ergebnisse hängt hierbei grundlegend von den verwendeten Schlüsselwörtern ab.

Der erste Überblick hilft, weitere relevante Schlüsselwörter zu definieren. Mit diesen bietet sich eine gezieltere Suche in fachspezifischen Datenbanken an. Beispiele:

- IEEE Explore
- CiteSeer <http://citeseer.ist.psu.edu>
- arXiv <http://arxiv.org>
- Google Scholar
- ...

Innerhalb der Hochschule verfügen Sie über einen kostenfreien Zugang zu Publikationen der IEEE - nutzen Sie diese qualitativ hochwertige Quelle!

Bitte verwenden Sie zur Darlegung des Stands der Technik vorrangig *nicht* flüchtige Quellen, beispielsweise Publikationen in Form von Buch-, Zeitungs-, oder Konferenzbeiträgen. Vermeiden Sie nach Möglichkeit *flüchtige* Quellen, beispielsweise Informationen, die ausschließlich durch Internetseiten, Blog-Einträge und dergleichen belegt sind. Der Leser muss die Möglichkeit haben, Ihre durch Literaturangaben hinterfütterten Aussagen noch nach Jahren nachvollziehen zu können - dies ist durch reiche Verwendung sekundlich veränderbarer Inhalte einzelner Internetseiten nicht gegeben.

## Kapitel 3

# Umsetzung

### 3.1 Motivation

Dies Kapitel ...



## Kapitel 4

# Bewertung der Ergebnisse

Dies Kapitel ...



## Kapitel 5

# Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel wird ein Resume zu den Ergebnissen der Arbeit gegeben. Hierbei ist eine selbstkritische Darstellung angebracht. Was funktioniert? Wie gut funktioniert es: Wie kann die Performanz des Systems numerisch beschreiben werden? Konnte die Aufgabenstellung vollständig umgesetzt werden? Was funktioniert nicht? Beispiel: "Das realisierte Kamerasystem ist in der Lage, bis zu 90 Bilder in der Sekunde aufzunehmen, siehe Kapitel. Dies geht signifikant über die in der Aufgabenstellung geforderten 60 Bilder pro Sekunde hinaus. Aufgrund der limitierten Bandbreite des CAN-Bus, ist das Kamerasystem jedoch ohne Bildkompression lediglich in der Lage, 50 Bilder pro Sekunde an einen PC zu übertragen".

Insbesondere die Abgrenzung zu Themen, die explizit nicht behandelt wurden, sollten hervorgehoben werden und dienen als Vorlage für den Ausblick auf Folgearbeiten. Beispiel: "Die Realisierung einer Bildkompression als auch eine deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs, ist Gegenstand weiterführender Arbeiten."





# Literaturverzeichnis

[1] Johann Wolfgang von Goethe. Erlkönig. Ballade, 1782.



## Anhang A

# Einen hab ich noch

### **A.1 Weiterführende Erläuterungen**

Inhalte, die nicht im direkten Fokus der Aufgabenstellung stehen, jedoch zur Ausarbeitung indirekt beigetragen haben oder zum besseren Verständnis der dargestellten Aussagen beitragen, finden im Anhang der Arbeit eine passende Position.

### **A.2 Messdaten**

Im begrenzten Umfang ist es auch hilfreich, weiteres Datenmaterial der Arbeit hinzuzufügen, beispielsweise Tabellen, Messreihen, kleinere Skripte, etc.



## The author



Carsten Koch was born in 1974 in Lüneburg, Germany. From 1994 to 1999 he studied at the University of Applied Sciences in Lüneburg, and he holds a degree in Automation and Electronics.

After his graduation he enrolled in City University, London, in the department of Electrical, Electronic and Information Engineering as a research student. The research was supervised by Prof. T.J. Ellis.

In 1999 he joined the BMW research and development department in Munich, Germany, where most of this research was performed.

Today the author and his family live in northern Germany, where he founded a consulting company for image sensors in 2002. He teaches courses in digital electronics at the Leuphana University Lüneburg.