Dipl.-Ing. Bernhard Lamprecht

A Testbed for Vision-based Advanced Driver Assistance Systems with Special Emphasis on Multi-Camera Calibration and Depth Perception

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Technischen Wissenschaften

Alpen-Adria-Universität Klagenfurt

Fakultät der Technischen Wissenschaften

1. Begutachter:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kyandoghere Kyamakya
Institut:	Institut für Intelligente Systemtechnologien
2. Begutachter:	ao.Univ.-Prof. Mag. DI Dr. Abdelhamid Bouchachia
Institut:	Institut für Informatik Systeme

04/2008

Smart System Technologies

Band 2

Bernhard Lamprecht

A Testbed for Vision-based Advanced Driver Assistance Systems with Special Emphasis on Multi-Camera Calibration and Depth Perception

Shaker Verlag
Aachen 2008

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek
The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at http://dnb.d-nb.de.

Zugl.: Klagenfurt, Univ., Diss., 2008

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-7521-1
ISSN 1866-7791

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen
Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9
Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende wissenschaftliche Arbeit selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Ich erkläre weiters, dass ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle ausgedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind gemäß den Regeln für wissenschaftliche Arbeiten zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet.

Die während des Arbeitsvorganges gewährte Unterstützung einschließlich signifikanter Betreuungshinweise ist vollständig angegeben.

Die wissenschaftliche Arbeit ist noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden. Diese Arbeit wurde in gedruckter und elektronischer Form abgegeben. Ich bestätige, dass der Inhalt der digitalen Version vollständig mit dem der gedruckten Version übereinstimmt. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Dipl.-Ing. Bernhard Lamprecht Klagenfurt, 18.04.2008

Dedication

This thesis is dedicated to Corina.

Acknowledgement

I would like to express my gratitude to all those who gave me the possibility to complete this thesis, to those that encouraged me to preserve and to those that accompanied me during my time at Klagenfurt University.

> Aerodynamically, the bumble bee shouldn't be able to fly, but the bumble bee doesn't know it so it goes on flying anyway. [Mary Kay Ash]

Abstract

This thesis was a part of the still ongoing research project Machine Vision-based Context-aware Intelligent Driver Co-pilot (MIDCO) of the Transportation Informatics Group at Klagenfurt University. The main objective of this project is the development of an intelligent co-pilot system, which assists human drivers in their driving tasks. MIDCO is to represent a technically mature Advanced Driver Assistance System (ADAS).

As for this thesis, it focuses on both, the practical design and development of a simulation and testing framework for a vision-based ADAS and the fundamental scientific questions of moving camera systems in the context of the ADAS:

1. Can each camera of a moving multi-camera system automatically determine its extrinsic parameters without an overlapping visual field?
2. Can the distance to an object be measured with an uncalibrated moving camera in combination with the vehicle's speed?

This study explores state-of-the-art ADAS and compares them to each other from the perspective of the system and the sensors. Cameras will play an important role in the spatio-temporal modeling of the car's surroundings in the near-future since enough computational power will be available inside vehicles to process the high amount of data delivered. A basic need of ADAS is a a spatio-temporal model of the vehicle's surroundings, which is why current concepts for depth determination with cameras are outlined.

What is documented in the practical/technical part of the thesis are a car-like robot testbed, a virtual reality simulator and vision modules for tracking, background segmentation, and object recognition.

The scientific part describes the investigations and the developed approaches.

The thesis closes with a summary of the main contributions and results achieved. The appendix includes two additional papers on the topic of intelligent vehicular technology. Moreover, one chapter of the appendix is dedicated to an accepted application for a research scholarship in connection to this thesis which presents parts of the future research in this field.

Contents