



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik Institut für Automatisierungstechnik

BACHELOR THESIS

zum Thema

Image Based Visual Servoing for Aerial Robot

vorgelegt von Pablo Rodríguez Robles
im Studiengang Aerospace Engineering, Jg. 2014
geboren am 28.02.1996 in León, Spain

Betreuer: Dipl.-Ing. Chao Yao
Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr. techn. Klaus Janschek
Tag der Einreichung: 27.03.2018

Aufgabenstellung

Test der PDF-Integration

Achtung

Auch wenn die Möglichkeit besteht, die eingescannte Aufgabenstellung als PDF zu integrieren, muss in **einem einzureichendem Exemplar** die Aufgabenstellung **im Original** eingebunden werden.



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik Institut für Automatisierungstechnik

Image Based Visual Servoing for Aerial Robot

Hier muss der Text für die deutsche Kurzfassung inklusive eines aussagekräftigen Bildes eingefügt werden.

Betreuer:	Dipl.-Ing. Chao Yao
Hochschullehrer:	Prof. Dr. techn. Klaus Janschek
Tag der Einreichung:	27.03.2018

Bearbeiter: Pablo Rodríguez Robles



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik Institut für Automatisierungstechnik

Image Based Visual Servoing for Aerial Robot

Here an English abstract including one significant image must be inserted.

Tutor: Dipl.-Ing. Chao Yao
Supervisor: Prof. Dr. techn. Klaus Janschek
Day of Submission: 27.03.2018

STUDENT RESEARCH THESIS

Author: Pablo Rodríguez Robles

Contents

1	Introduction	1
1.1	Motivation and Background	1
1.2	Aims and Objectives	2
2	Theoretical Background and State of the Art	3
3	Software Requirements Specification and Structured Analysis	4
4	Visual Servoing Algorithm Description	5
5	Implementation of the Visual Servoing Controller	6
6	Final Results and Conclusions	7
7	Future Work	8
	References	9

List of Figures

List of Tables

List of Listings

1 Introduction

1.1 Motivation and Background

During the last decade, the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) has spread among very different applications. The use of flying robots can be very helpful to improve the way some tasks are already achieved by terrestrial robots. For example, object transportation, environment mapping or surveillance. At the Institute of Automation Engineering¹ of the Technical University of Dresden, a drone is being developed in cooperation with the Institute of Solid Mechanics² to investigate the use of flying robots in aerial manipulation.

When dealing with manipulation of objects, it is desired that the aerial robot adopts a certain pose with respect to the target before the manipulation process really starts. The present work deals with the development of a Visual Servoing (VS) control system that helps a quadrotor robot to acquire the desired pose by means of image data.

A monocular monochrome camera as well as an Inertial Measurement Unit (IMU) are planned to be the only available on board sensors. For the controller proposed the feedback is directly computed from image features rather than estimating the robot's pose and using the pose errors as control input.

In order to integrate the visual servoing algorithm into the future modular robot system, the algorithm has been designed and tested on a underactuated conventional quadrotor. The aerial robot is implemented within the ROS³ framework, where the visual servoing controller developed for this thesis is also integrated. Instead of using real hardware the complete system is simulated using Gazebo⁴.

¹Technische Universität Dresden. Institut für Automatisierungstechnik. 01062 Dresden, 2 Germany

²Technische Universität Dresden. Institut für Festkörpermechanik. 01062 Dresden, Germany

³www.ros.org

⁴www.gazebo-sim.org

1.2 Aims and Objectives

The aim of this work is to implement and test a VS control algorithm for a quadrotor, which could be later used by the Flypulator (TODO: Add reference) project. This includes the review of the state of the art with regard to Visual Servoing, the design of a solution and a prototypical implementation with in the ROS framework and simulation with Gazebo of a test case.

The present thesis documents comprehensively the theoretical background, implementation details and results of the conducted work through the following structure. In Chapter 2 the theoretical background and state of the art of Visual Servoing is presented. Chapter 3 gives a description of the system requirements as well as the system decomposition by Structure Analysis (SA) *Systementwurf mit Strukturierter Analyse* 2016. Chapter 4 describes the solution developed and the algorithms to be tested. Chapter 5 deals with the implementation, testing and validation. Finally, Chapter 6 contains the final results and conclusions and Chapter 7 suggests future improvement and research paths.

2 Theoretical Background and State of the Art

3 Software Requirements Specification and Structured Analysis

4 Visual Servoing Algorithm Description

5 Implementation of the Visual Servoing Controller

6 Final Results and Conclusions

7 Future Work

References

Systementwurf mit Strukturierter Analyse (2016). German. URL: https://www.et.tu-dresden.de/ifa/fileadmin/user_upload/www_files/richtlinien_sa_da/Nutzeranforderungen_nach_IEEE.pdf (visited on 11/14/2017).

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, Pablo Rodríguez Robles, geboren am 28.02.1996 in León, Spain, dass ich die vorliegende Bachelor Thesis zum Thema

Image Based Visual Servoing for Aerial Robot

ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Dipl.-Ing. Chao Yao

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Bachelor Thesis nicht beteiligt. Mir ist bekannt, dass die Nichteinhaltung dieser Erklärung zum nachträglichen Entzug des Diplomabschlusses (Masterabschlusses) führen kann.

Dresden, den 27.03.2018

.....
Unterschrift