
Implementierung und Evaluation eines Langstrecken-Funkkanals für Drohnen

Titel der Arbeit (Übersetzung)

Bachelor-Arbeit

Pascal Dornfeld

KOM-type-number



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachbereich Elektrotechnik
und Informationstechnik
Fachbereich Informatik (Zweitmitglied)

Fachgebiet Multimedia Kommunikation
Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz

Implementierung und Evaluation eines Langstrecken-Funkkanals für Drohnen

Titel der Arbeit (Übersetzung)

Bachelor-Arbeit

Studiengang: Informatik

KOM-type-number

Eingereicht von Pascal Dornfeld

Tag der Einreichung: 01. Januar 1990

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz

Betreuer:

Technische Universität Darmstadt

Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik

Fachbereich Informatik (Zweitmitglied)

Fachgebiet Multimedia Kommunikation (KOM)

Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz

Erklärung zur Abschlussarbeit gemäß § 23 Abs. 7 APB der TU Darmstadt

Hiermit versichere ich, Pascal Dornfeld, die vorliegende Bachelor-Arbeit ohne Hilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht worden. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Mir ist bekannt, dass im Falle eines Plagiats (§38 Abs.2 APB) ein Täuschungsversuch vorliegt, der dazu führt, dass die Arbeit mit 5,0 bewertet und damit ein Prüfungsversuch verbraucht wird. Abschlussarbeiten dürfen nur einmal wiederholt werden.

Bei der abgegebenen Bachelor-Arbeit stimmen die schriftliche und die zur Archivierung eingereichte elektronische Fassung überein.

Darmstadt, den 01. Januar 1990

Pascal Dornfeld



Contents

1	Exposé	1
1.1	Ausgangslage und Zielsetzung	1
1.2	Methoden und Vorgehen	1
1.3	Erwartete Ergebnisse	2
2	Introduction	5
2.1	Motivation	5
2.2	Problem Statement and Contribution	5
2.3	Outline	5
3	Background	7
3.1	Background Topic 1	7
3.2	Background Topic 2	7
3.3	Summary	7
4	Related Work	9
4.1	Related Work Area 1	9
4.2	Related Work Area 2	9
4.3	Analysis of Related Work	9
4.4	Summary	9
5	Design	11
5.1	Requirements and Assumptions	11
5.2	System Overview	11
5.2.1	Component 1	11
5.2.2	Component 2	11
5.3	Summary	11
6	Implementation	13
6.1	Design Decisions	13
6.2	Architecture	13
6.3	Interaction of Components	13
6.4	Summary	13
7	Evaluation	15
7.1	Goal and Methodology	15
7.2	Evaluation Setup	15
7.3	Evaluation Results	15
7.4	Analysis of Results	15
8	Conclusions	17
8.1	Summary	17
8.2	Contributions	17
8.3	Future Work	17
8.4	Final Remarks	17

1 Exposé

1.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Drohnen können zukünftig eine große Rolle in der regionalen Infrastruktur spielen. Sie werden meist elektrisch betrieben und belasten damit nicht die lokale Luftverschmutzung. Sie können sich schnell durch die Luft bewegen und strapazieren nicht den Straßenverkehr. Sie können kleinere Lasten transportieren und eignen sich somit wunderbar zum Kleintransport innerhalb von Städten. So möchte Amazon zukünftig Pakete per Luftpost verschicken¹. Auch eignen sich Drohnen zur Erkundung von Gebieten. Die Feuerwehr testet sie zur Einschätzung von Bränden².

Bei allen Szenarien ist es sinnvoll mit der Drohne kommunizieren zu können. Hierbei ist in der Frequenz des Funkkanals zu unterscheiden. Eine höhere Frequenz bedeutet mehr Datendurchsatz und eine Geringere mehr Reichweite. Handelsübliche Drohnen übertragen dabei meist über die Frequenzen 2,4 - 2,4835 GHz. Diese schaffen unter besten Bedingungen etwa 2 km³. Ziel dieser Arbeit ist es, mithilfe eines LoRa-Moduls, das auf einer Frequenz von 868 MHz sendet, einen Kommunikationskanal aufzubauen und zu evaluieren.

1.2 Methoden und Vorgehen

Die zur Verfügung gestellte Drohne ist eine Intel Aero RTF. An diese soll ein LoRa-Modul angeschlossen werden. Dafür verfügt die Drohne über 15 GPIOs, die über ein Linux Betriebssystem ansprechbar sind. Da das LoRa-Modul für eine Arduino-Pinbelegung gedacht ist, muss untersucht werden, ob der Anschluss über diese GPIOs möglich ist. Sollte dies nicht funktionieren, muss das Modul an einen Arduino angeschlossen werden und der Arduino an die Drohne. Dann müsste sowohl für den Arduino als auch für das Linux ein Programm geschrieben werden. Dies bedeutet mehr Gewicht, Latenzen und Energieverbrauch. Die Webseite der Drohne schreibt: "A custom-built I/O expansion board, 34 GPIOs (3.3 V), 5 analog inputs (0 to 3 V), 1 HSUART (shared), and 1 CAN bus are available."⁴. Es müsste geprüft werden, ob dies auch eine Möglichkeit wäre, da es der Pinbelegung des Arduino ähneln könnte. Es ist auf der Webseite sonst nichts über das Expansion Board zu finden.

Auf der anderen Kommunikationsseite wird ein Arduino mit einem weiteren LoRa-Modul gestellt. Diese können dann an ein beliebiges Gerät angeschlossen und über eine serielle Konsole gesteuert werden.

Bei der Programmierung stellen sich technische Herausforderungen wie die API der Drohne um zum Beispiel an Sensordaten zu kommen oder die LoRa-Module richtig anzusprechen. Auf der anderen Seite müssen Gesetze und Bedingungen für die Funkkommunikation eingehalten werden⁵. Zunächst aber kann sich die direkte Verkabelung von Drohne und LoRa-Modul als schwierig gestalten.

Um die Kommunikation zu Evaluieren müssen Parameter gefunden werden. Dafür kämen unter anderem Reichweite, Datendurchsatz und Energieverbrauch infrage. Diese sind aber nicht frei von Problemen. So hängt der Datendurchsatz zum Beispiel von der Kanalbreite und anderen Geräten auf der gleichen Frequenz ab. Die Reichweite bedingt sich durch die verwendete Antenne und der Umgebung.

¹ <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/boerse/amazon-drohne-101.html>

² <https://www.digitalstadt-darmstadt.de/drohnen-feuerwehr/>

³ <https://www.dji.com/de/spark/info#specs>

⁴ <https://software.intel.com/en-us/aero/compute-board>

⁵ https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/2018_05_SRD_pdf.pdf;jsessionid=F337AE0C6953C29A4C1E7EA233CD0C52?__blob=publicationFile&v=2

1.3 Erwartete Ergebnisse

Es ist zu erwarten, dass die Reichweite wesentlich mehr als 2 km wie auf der 2,4 GHz Frequenz beträgt. Der Datendurchsatz sollte ausreichen um Sensordaten zu übertragen und könnte auch ausreichen, um die Drohne zu steuern. Bildübertragung wäre für praktische Szenarien interessant und bei sehr kleiner Auflösung vielleicht möglich.

Abstract

The abstract goes here...



2 Introduction

Hint:

This chapter should motivate the thesis, provide a clear description of the problem to be solved, and describe the major contributions of this thesis. The chapter should have a length of about two pages!

2.1 Motivation

What is the motivation for doing research in this area?

2.2 Problem Statement and Contribution

What is the problem that should be solved with this thesis?

2.3 Outline

How is the rest of this thesis structured?



3 Background

Hint:

This chapter should give a comprehensive overview on the background necessary to understand the thesis. The chapter should have a length of about five pages!

BibTeX-Test: [?] ? [?]

3.1 Background Topic 1

3.2 Background Topic 2

3.3 Summary



4 Related Work

Hint:

This chapter should give a comprehensive overview on the related work done by other authors followed by an analysis why the existing related work is not capable of solving the problem described in the introduction. The chapter should have a length of about three to five pages!

4.1 Related Work Area 1

4.2 Related Work Area 2

4.3 Analysis of Related Work

4.4 Summary



5 Design

Hint:

This chapter should describe the design of the own approach on a conceptional level without mentioning the implementation details. The section should have a length of about five pages.

5.1 Requirements and Assumptions

5.2 System Overview

5.2.1 Component 1

5.2.2 Component 2

5.3 Summary



6 Implementation

Hint:

This chapter should describe the details of the implementation addressing the following questions:

1. What are the design decisions made?
2. What is the environment the approach is developed in?
3. How are components mapped to classes of the source code?
4. How do the components interact with each other?
5. What are limitations of the implementation?

The section should have a length of about five pages.

6.1 Design Decisions

6.2 Architecture

6.3 Interaction of Components

6.4 Summary



7 Evaluation

Hint:

This chapter should describe how the evaluation of the implemented mechanism was done.

1. Which evaluation method is used and why? Simulations, prototype?
2. What is the goal of the evaluation? Comparison? Proof of concept?
3. Which metrics are used for characterizing the performance, costs, fairness, and efficiency of the system?
4. What are the parameter settings used in the evaluation and why? If possible always justify why a certain threshold has been chosen for a particular parameter.
5. What is the outcome of the evaluation?

The section should have a length of about five to ten pages.

7.1 Goal and Methodology

7.2 Evaluation Setup

7.3 Evaluation Results

7.4 Analysis of Results



8 Conclusions

Hint:

This chapter should summarize the thesis and describe the main contributions of the thesis. Subsequently, it should describe possible future work in the context of the thesis. What are limitations of the developed solutions? Which things can be improved? The section should have a length of about three pages.

8.1 Summary

8.2 Contributions

8.3 Future Work

8.4 Final Remarks



Bibliography
