

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



**Lehrstuhl für Informationstechnik
mit dem Schwerpunkt Kommunikationselektronik**



Professor Dr.-Ing. Jörn Thielecke

Diplomarbeit

Thema:

Horizontale Geschwindigkeitsregelung eines Quadrocopter mit Hilfe von
Laserdaten

Bearbeiter: B.Eng Matthias Welter

Betreuer: Dipl.-Inf. Manuel Stahl
Dipl.-Ing. Christian Strobel

Beginn: 01. August 2014

Ende: 31. Januar 2015

Bestätigung

Erklärung:

Ich versichere, dass ich die Arbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen angefertigt habe und, dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat und von dieser als Teil einer Prüfungsleistung angenommen wurde. Alle Ausführungen, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Erlangen, den 31.01.2015

Matthias Welter

Thema und Aufgabenstellung

Thema:

Horizontale Geschwindigkeitsregelung eines Quadrocopter mit Hilfe von Laserdaten

Aufgabenstellung:

Um das manuelle sowie automatisierte Navigieren eines Quadrocopters in der horizontalen Ebene zu vereinfachen ist es von Vorteil, die Bewegung ausschließlich in Form von Geschwindigkeiten in x- und y-Richtung vorzugeben. Manuell soll die Vorgabe über die Fernsteuerung erfolgen. Für das automatisierte Navigieren ist eine Schnittstelle zum Übergeben der Sollwerte vorzusehen. Die Geschwindigkeit ist anhand der vom Laserscanner erfassten Daten zu ermitteln.

Ziel ist es eine Regelung zu entwerfen, welche die horizontale Geschwindigkeit des Quadrocopters auf den Sollwert einregelt.

Optional kann eine automatisierte relative Positionsverschiebung des Quadrocopters implementiert werden.

Die Arbeitsschritte sind:

- Literaturrecherche
- Auswahl und Integration einer geeigneten Methode zur Bestimmung der relativen Position aus den Laserdaten
- Bestimmung der Geschwindigkeit in der x-y-Ebene
- Entwurf und Implementierung einer Geschwindigkeitsregelung
- Optional: Integration einer automatisierten relativen Positionsverschiebung

Klassifikation:

Robotik, Regelungstechnik, Informatik, Elektrotechnik, Sensorik

Kurzzusammenfassung

Hier soll eine kurze Zusammenfassung der Arbeit eingefügt werden, in der grob umrissen wird, um welches Thema es sich bei der Arbeit dreht und die Ergebnisse, die erzielt worden sind. Die Kurzzusammenfassung soll nur eine halbe bis dreiviertel Seite lang sein, auf keinen Fall länger als eine Seite!

Abstract

Die englische Version der Kurzzusammenfassung. Für die Länge gelten die gleichen Vorgaben wie für die deutsche Version.

Vorwort

Hier können allgemeine Hinweise zur Arbeit gegeben werden, bspw. wie man mit englischen Begriffen, Abkürzungen und Codeabschnitten umgeht. Der nachfolgende Text kann als Beispiel gesehen werden, ist aber keinesfalls verpflichtend und sollte der eigenen Konvention angepasst werden!

Da sich diese Arbeit um ein aktuelles technisches Thema dreht, ist die Verwendung von englischen Begriffen unumgänglich. Es wurde soweit wie möglich versucht, für englische Begriffe eine sinnvolle deutsche Übersetzung zu finden und diese stattdessen zu verwenden. Bei Ausdrücken, bei denen dies nicht möglich war, die aber eine wichtige Bedeutung für diese Arbeit haben, wird mit einer Fußnote eine kurze Erklärung gegeben. Begriffe und Bezeichnungen aus den Standards wurden allgemein nicht übersetzt. Englische Begriffe sind im Text kursiv geschrieben. Wörter, die inzwischen in den alltäglichen Gebrauch der deutschen Sprache eingeflossen sind, wie beispielsweise Computer, Software, Internet etc., werden nicht kursiv geschrieben.

Bei Abkürzungen wird bei der ersten Nennung die volle Bezeichnung ausgeschreiben und die Abkürzung dahinter in Klammern gesetzt. Im Folgenden wird dann nur noch die Abkürzung verwendet.

Quelltexte von Programmen sowie programmiertechnische Bezeichnungen und Schlüsselwörter werden durch die Verwendung von Schreibmaschinenschrift hervorgehoben.

Am Anfang der Arbeit findet sich ein Abkürzungsverzeichnis, in dem alle in dieser Arbeit genannten Abkürzungen und deren ausgeschriebene Formen enthalten sind. Zusätzlich befindet sich im Anschluss an den Ausblick ein Glossar, das die wichtigsten Begriffe nochmals kurz erläutert.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Software	1
2	Systemarchitektur des Quadrocopters	2
2.1	Hardwareaufbau	2
2.2	Kommunikationsstruktur	4
	Literaturverzeichnis	6
	Abbildungsverzeichnis	7
	Tabellenverzeichnis	8
A	Anhang	9

KAPITEL 1

Einleitung

1.1 Software

KAPITEL 2

Systemarchitektur des Quadrocopters

Zu Beginn wird in diesem Kapitel die Hardwarearchitektur sowie die Kommunikationsstruktur vorgestellt. Ziel ist es einen Überblick der verbauten Sensoren und Recheneinheiten sowie deren Vernetzung untereinander zu erlangen.

2.1 Hardwareaufbau

Zum Einsatz kommt der AscTec Pelican der Firma ASCENDING TECHNOLOGIES. Dieser Quadrocopter ist speziell für die Forschung entworfen worden. Seine Turmstruktur ermöglicht eine einfache Integration zusätzlicher Sensoren und Nutzlasten. Durch diese Flexibilität im Aufbau ist es Ziel dieses Teilkapitels einen Überblick zu geben, wo die einzelnen Komponenten positioniert sind. Begleitend zum Text ist der Aufbau in Abbildung 2.1 sowie etwas ausführlicher, mit den Daten der Komponenten, im Anhang dargestellt.

Für jeder der vier mit einem Propellor verbundenen Elektromotoren, ist ein separate Motorcontroller zuständig. Diese sorgen dafür, dass sich die von der *Flight-Contorl-Unit (FCU)* angeforderten Drehzahlen einstellen.

Die FCU ist die zentrale Steuer- und Regeleinheit des Quadrocopters. Sie besitzt zwei ARM7 Prozessoren, einen *Low-Level-Processor (LLP)* und einen *High-Level-Processor (HLP)*. Außerdem verschiedene Kommunikationsschnittstellen (vgl. Kapitel 2.3). Zusätzlich dient sie als inertielle Messeinheit (engl. *Inertial-Measurement-Unit (IMU)*). Diese Einheit wird zur Bewegungsdetektion sowie zur Bestimmung der Lage und Ausrichtung benötigt. Sie ist nicht zur Positionsbestimmung in einem ortsfesten Koordinatensystem (Koordinaten-

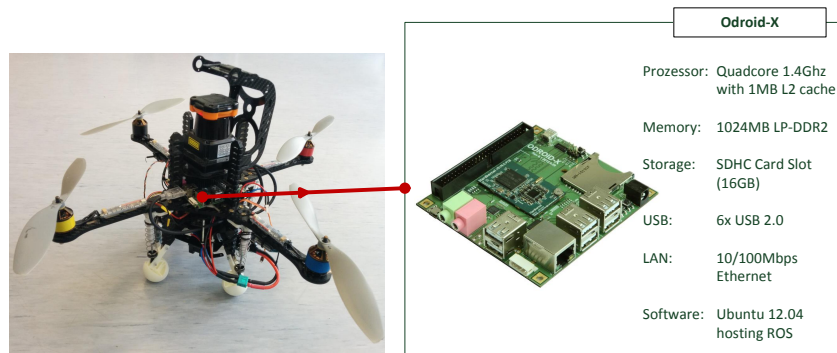


Abbildung 2.1: Hardwareaufbau des Quadrocopters...DIESE GRAFIK IST EIN PLATZHALTER GRAFIK NUR MIT NAMEN DER KOMPONENTEN

systeme siehe Kapitel HIER MUSS EINE REF hin) geeignet. Bestandteile der IMU sind ein 3D-Beschleunigungssensor, drei Drehratensensoren(Gyros), einem Kompass sowie einem Drucksensor zur Ermittlung der Flughöhe anhand des Luftdrucks. Verbaut sind die Sensoren mit Ausnahme des Kompass direkt auf der Platine (siehe Abbildung 2.2).

Da der Einsatzbereich im Indoorbereich liegt, ist Drucksensor zur Höhenbestimmung in geschlossenen Räumen nicht eignet, da er erst ab einer Höhe von 5m zuverlässige Werte liefert. Daher wurde in einer vorangegangenen Arbeit von Jan Kallwies (IITERAURVERWIES JAN) die Hardware um ein Modul zur Messung der Höhe im Indoorbereich erweitert. Auf diesem Modul befinden sich ein zwei Infrarotsensoren für den Nahbereich. Diese decken, aufgrund der Einbauhöhe, den Bereich von 0 cm bis 146 ab. Erweitert wird der Messbereich durch einen Ultraschallsensor für Entfernungen von bis zu 5 m. Aus diesen drei Sensordaten wird über einen Extended-Kalman-Filter die Flughöhe bestimmt. Eine genaue Beschreibung dieses Fusionsfilters kann in der Arbeit von Jan Kallwies [LITERATURVERZEICHNIS] nachgelesen werden. Da in dieser Arbeit die Navigation in der horizontale Ebene den Schwerpunkt darstellt, wird dieses Modul nicht weiter behandelt.

Um allerdings in der Horizontalen navigieren zu können, muss die Position des Flugkörpers in der x-y Ebene (VGL KOORDINATENSYSTEME) bekannt sein. Da dies, wie schon beschrieben, nicht mit der Inertialsensorik möglich ist, wurde in die Turmstruktur der Laserscanner UTM-30LX der Firma Hokuyo integriert. Dieser Scanner hat eine maximale

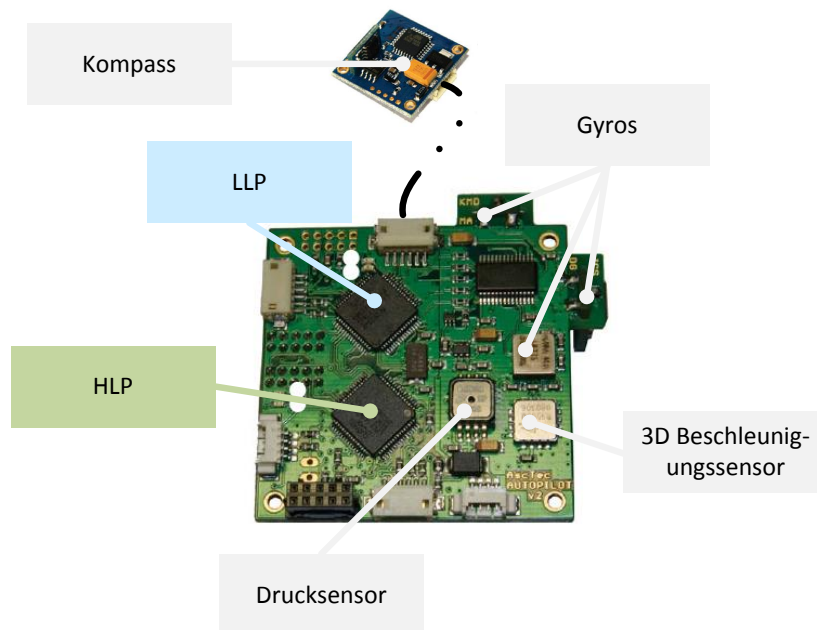


Abbildung 2.2: Platine der *FCU*

Reichweite von 30 m und Abtastbereich von 270°. Die Umlaufdauer beträgt dabei 40 Hz, d.h. alle 25 ms wird ein neuer Umgebungssan zur Verfügung gestellt.

Damit zur Berechnung der Position sowie Implementierung weiterer Algorithmen und Funktionen ausreichend Rechenleistung vorhanden ist, befindet sich auf dem Quadrocopter ein zusätzlicher Odroid-X Mikrocomputer mit einem Quad Core Prozessor mit 1.4 Ghz und einen 1024MB LP-DDR2 Arbeitsspeicher. Außerdem befinden sich auf dieser Entwicklungsplattform sechs USB-Anschlüsse sowie ein 10/100Mbps Ethernet-Anschluss.

Nun sollte man einen Überblick über die im Quadrocopter verbauten Komponenten besitzen. Wie die Einheiten untereinander vernetzt sind, darauf wird im folgenden Kapitel 2.2 eingegangen.

2.2 Kommunikationsstruktur

Nachdem im vorigen Kapitel 2.1 der Hardwareaufbau des Flugobjekts vorgestellt wurde, geht es in diesem Teilkapitel um

die Kommunikationsstruktur und Verwendungszwecke der Hardwarekomponenten.

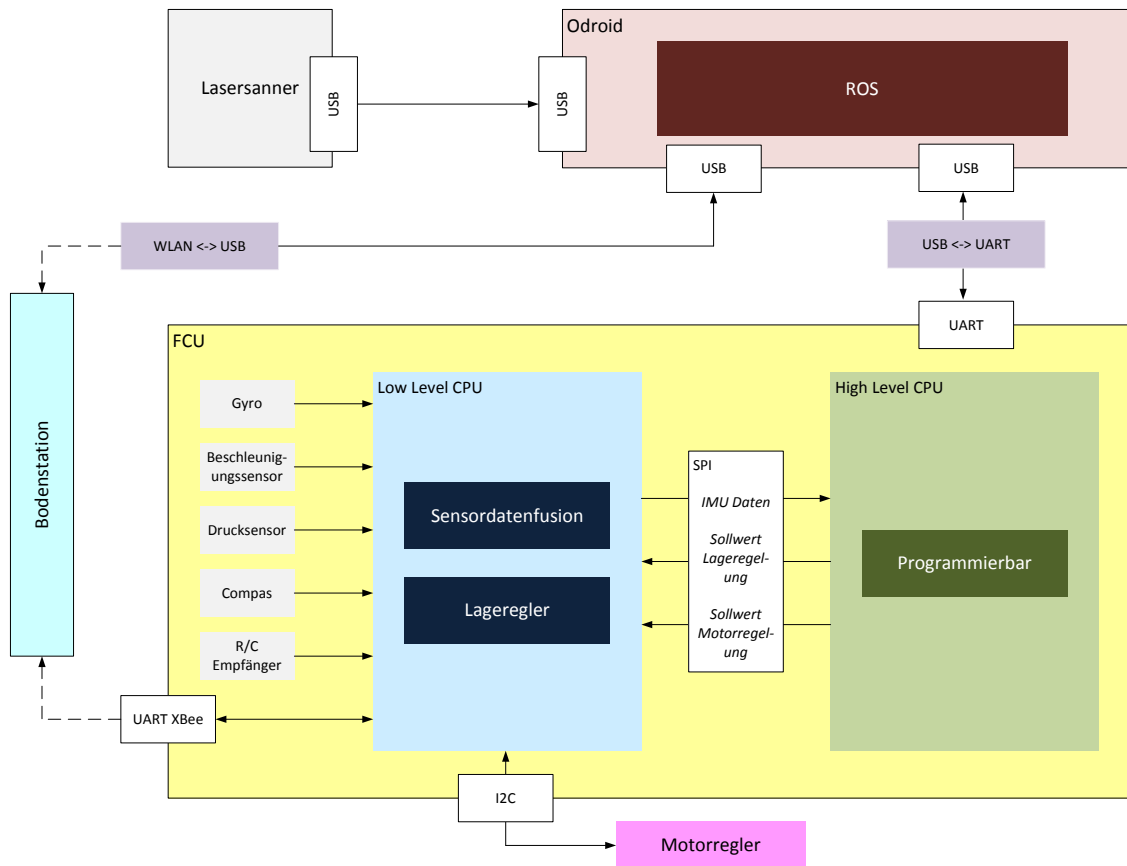


Abbildung 2.3: Kommunikationsstruktur des Quadrocopters In Grafik fehlt das Modul zur Höhenmessung Kompass auf deutsch

Literaturverzeichnis

- [1] MISRA, Pratap ; ENGE, Per: *Global Positioning System*. 2. Ganga-Jamuna Press, 2006 (Zitiert auf Seiten)
- [2] SOARES, Manuel G. ; MALHEIRO, Benedita ; RESTIVO, Francisco J.: An Internet DGPS Service for Precise Outdoor Navigation. In: *Emerging Technologies and Factory Automation, 2003. Proceedings. ETFA '03. IEEE Conference* Bd. 1, 2003, S. 512–518 (Zitiert auf Seiten)
- [3] ZOGG, Jean-Marie: *Essentials of Satellite Navigation - Compendium*. <http://www.u-blox.com/technology/GPS-X-02007.pdf>. Version: April 2007 (Zitiert auf Seiten)

Abbildungsverzeichnis

2.1	Hardwareaufbau	3
2.2	fcuplatine	4
2.3	Kommunikationsstruktur	5

Tabellenverzeichnis

ANHANG A

Anhang

Hier können weiterführende Grafiken, Codefragmente oder Ähnliches, das den Rahmen der Ausführung der eigentlichen Arbeit sprengen würde, hinzugefügt werden.