

Bachelorarbeit

Entwicklung und Evaluation einer Multi-LiDAR-Sensorik zur Hinderniserkennung für Drohnen

Aufgabenstellung

LiDAR-Sensoren ermöglichen die berührungslose Messung von Entfernungen und werden bei Drohnen unter anderem zur Höhenmessung, Positionsstabilisierung und Hinderniserkennung eingesetzt. Ein einzelner nach unten gerichteter Entfernungssensor kann beispielsweise die Höhe über dem Boden bestimmen. Für die Erkennung von Hindernissen in mehreren Richtungen sind dagegen mehrere Sensoren erforderlich.

Ziel dieser Arbeit ist es, Möglichkeiten zur Integration mehrerer LiDAR-Sensoren in eine Drohne zu untersuchen und eine eigene Multi-LiDAR-Lösung zu entwickeln. Mehrere Sensoren sollen gleichzeitig Entfernungen in unterschiedliche Richtungen erfassen. Denkbar sind beispielsweise Sensoren nach vorne, hinten, links und rechts sowie ein zusätzlicher Sensor zur Messung der Höhe über dem Boden.

Im Rahmen der Arbeit sollen zunächst existierende Lösungen, geeignete LiDAR-Sensoren und unterschiedliche technische Konzepte untersucht werden. Dabei sind insbesondere Möglichkeiten zur Anbindung mehrerer Sensoren über UART, I2C, CAN bzw. DroneCAN oder einen zusätzlichen Mikrocontroller bzw. Companion Computer zu betrachten. Die verschiedenen Ansätze sollen hinsichtlich technischer Komplexität, Gewicht, Energieverbrauch, Kosten, Skalierbarkeit, Zuverlässigkeit und Integrationsaufwand bewertet werden.

Auf Basis der Recherche soll eine eigene Lösung entwickelt und als funktionsfähiger Prototyp realisiert werden. Dabei kann beispielsweise ein Mikrocontroller oder ein Companion Computer als zentrale Einheit eingesetzt werden, der mehrere LiDAR-Sensoren ausliest, die Messwerte verarbeitet und über eine geeignete Schnittstelle an den Flight Controller überträgt. Alternativ können die Sensoren direkt mit dem Flight Controller verbunden werden.

Ein Schwerpunkt der Arbeit liegt auf der Integration der Multi-LiDAR-Sensorik mit mindestens einer verbreiteten Open-Source-Flugsteuerungssoftware. Besonders interessant sind Betaflight, INAV und ArduPilot. Es soll untersucht werden, welche Möglichkeiten die jeweiligen Systeme zur Verarbeitung mehrerer Entfernungssensoren bieten und welche Erweiterungen gegebenenfalls erforderlich sind.

Auf Basis der Messwerte soll prototypisch eine einfache Hinderniserkennung realisiert werden. Die Drohne soll Hindernisse in unterschiedlichen Richtungen erkennen und die erfassten Entfernungen für eine geeignete Reaktion oder zur Information des Piloten bereitstellen. Je nach Fortschritt der Arbeit kann zusätzlich untersucht werden, ob sich die Messwerte zur automatischen Kollisionsvermeidung verwenden lassen.

Die entwickelte Lösung ist durch praktische Versuche zu evaluieren. Dabei sollen insbesondere Messgenauigkeit, Reichweite, Aktualisierungsrate, Zuverlässigkeit und Verhalten bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Sensoren untersucht werden. Auch mögliche gegenseitige Beeinflussungen der LiDAR-Sensoren sind zu berücksichtigen.

Die entwickelte Hard- und Software sowie die notwendige Konfiguration sind vollständig zu dokumentieren. Ziel ist eine kostengünstige, offene und reproduzierbare Multi-LiDAR-Lösung, die sich für weitere Forschungs- und Lehrprojekte mit Drohnen verwenden lässt.

Mögliche Arbeitspakete der Abschlussarbeit

- AP1: Recherche und Anforderungsanalyse.
Untersuchung existierender Multi-LiDAR-Systeme, geeigneter Sensoren und verfügbarer Lösungen zur Hinderniserkennung bei Drohnen.
- AP2: Untersuchung von Schnittstellen und Kommunikationsprotokollen.
Analyse geeigneter Möglichkeiten zur Anbindung mehrerer Sensoren über UART, I2C, CAN bzw. DroneCAN oder andere geeignete Schnittstellen.
- AP3: Entwicklung einer eigenen Multi-LiDAR-Lösung.
Entwurf einer geeigneten Hard- und Softwarearchitektur zur gleichzeitigen Erfassung und Verarbeitung

mehrerer Entfernungssensoren.

- AP4: Aufbau eines Prototyps.
Integration mehrerer LiDAR-Sensoren sowie der notwendigen Hard- und Software in eine geeignete Drohne.
- AP5: Integration mit einer Flugsteuerungssoftware.
Anbindung der entwickelten Lösung an Betaflight, INAV oder ArduPilot und Bereitstellung der Entfernungsmesswerte im System.
- AP6: Prototypische Hinderniserkennung.
Entwicklung einer einfachen Funktion zur Erkennung von Hindernissen in unterschiedlichen Richtungen.
- AP7: Test und Evaluation.
Praktische Untersuchung von Messgenauigkeit, Reichweite, Aktualisierungsrate, Zuverlässigkeit und möglichen gegenseitigen Beeinflussungen der Sensoren.
- AP8: Dokumentation.
Dokumentation der entwickelten Hard- und Software, der notwendigen Konfiguration sowie der Ergebnisse der praktischen Untersuchungen.

Einige Quellen

- ArduPilot RangeFinders Setup Overview
<https://ardupilot.org/copter/docs/common-rangefinder-setup.html>
- ArduPilot Rangefinders – Supported Hardware
<https://ardupilot.org/rover/docs/common-rangefinder-landingpage.html>
- ArduPilot Sensor Drivers – I2C, SPI, UART and DroneCAN
<https://ardupilot.org/dev/docs/code-overview-sensor-drivers.html>
- ArduPilot DroneCAN Adapter Setup – Rangefinder Setup
<https://ardupilot.org/dev/docs/common-ap-periph-usage-examples.html>
- INAV – Optical Flow and Rangefinder
<https://inavflight.github.io/docs/core-features/optical-flow-rangefinder/>
- INAV – Rangefinder Documentation
<https://github.com/iNavFlight/inav/blob/master/docs/Rangefinder.md>
- MicoAir MTF-01P Optical Flow and LiDAR Sensor
<https://www.rotorama.de/product/micoair-mtf-01p-optical-flow-a-range-sensor>

Kontakt

Prof. Dr. Christian Baun

christianbaun@fb2.fra-uas.de

<http://www.christianbaun.de>