

Autopilot und Regelung für einen Quadrocopter

Diplomanden



Stephan Blättler



Edwin Koch

Ausgangslage: Am Institut für Kommunikationssysteme (ICOM) an der OST – Ostschweizer Fachhochschule (ehem. HSR) wurde eine Autopilot-Hardware entwickelt, die in Zukunft in verschiedenen Projekten in Zusammenhang mit Flugobjekten eingesetzt werden kann. Das Ziel dieser Bachelorarbeit war es, aufbauend auf der vorherigen Studienarbeit, die Autopilot Firmware zu erweitern und anschließend Navigations- und Regelungskonzepte für einen Schwebeflug eines Quadrocopters auszuarbeiten. Diese Konzepte sollen dann auf dem Autopiloten implementiert werden.

Vorgehen: Zu Beginn der Arbeit wurden diverse Bereiche der Firmware erweitert und verbessert. Für das Datenlogging während eines Fluges wurde ein microSD-Kartentreiber implementiert. Für das Einlesen der asynchronen Signale vom GPS-Modul und Fernsteuerung wurde je eine uDMA-unterstützte UART-Schnittstelle verwendet. Dies ermöglicht eine Entlastung der CPU und steigert dadurch die Performance des Autopiloten.

Für eine einfache Verarbeitung von Interrupts und die Einhaltung von zeitkritischen Ereignissen wurde FreeRTOS als Echtzeit-Betriebssystem verwendet. Neben den Sensoren auf der Hardwareplattform wurde zudem der Treiber für das externe GPS-Modul umfangreich überarbeitet. Die GPS-Informationen stehen nun abrufbereit zur Verfügung. Die korrekte Funktionsweise der Sensoren auf dem Autopiloten wurde mithilfe von vordefinierten Testszenarien überprüft und später in der Navigation nochmals verifiziert.

Für die Navigation wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Ziel war es, Schätzfilter zu finden, welche die Orientierung des Quadrocopters in einem gegebenen Referenzsystem abschätzen. Die Schätzfilter wurden zuerst mithilfe von Matlab evaluiert, anschliessend in C++ auf dem Quadrocopter implementiert und auf ihre korrekte Funktionsweise verifiziert.

Für die Regelung des Quadrocopters wurden Regelungskonzepte ausgearbeitet, diese dann diskretisiert und in C++ umgesetzt. Für das Tunen der Reglerparameter wurden verschiedene regelungstechnische Vorgehensweisen in Betracht gezogen und eine geeignete Methode weiterverfolgt. Die Regelungsalgorithmen wurden anschliessend anhand von Flugtests auf dem Quadrocopter getestet und final die Funktionsweise samt der Navigation validiert.

Ergebnis: Die Firmware des Autopiloten konnte erfolgreich auf einem stabilen und zuverlässigen

Stand weiterentwickelt werden. Sie ist zudem modular aufgebaut, sodass ihre Weiterentwicklung flexibel gestaltet werden kann. Der Autopilot ist nun dank der aufgebauten Firmware sowie mithilfe der umgesetzten Regelungs- und Navigationsalgorithmen fähig, einen Schwebeflug durchzuführen.

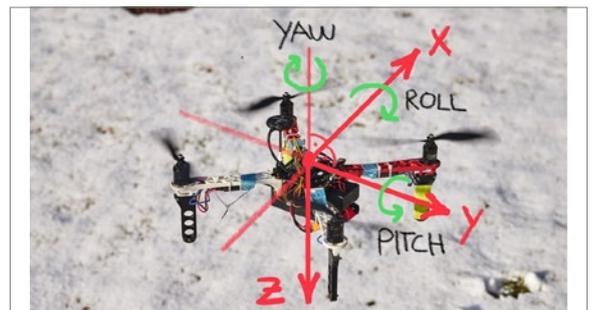
Quadrocopter im Flug

Eigene Darstellung



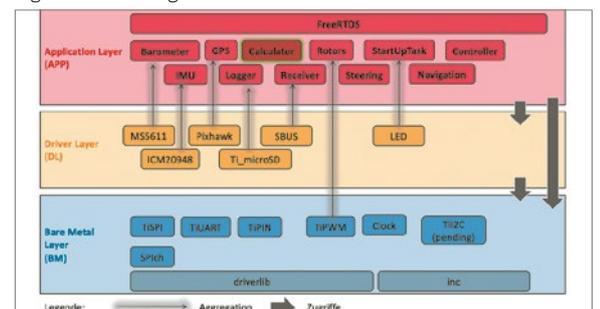
Die Achsen des Quadrocopters

Eigene Darstellung



Die Abstraktionsebenen der Firmware

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Markus Kottmann

Experte
Dr. Markus A. Müller,
Frei Patentanwalts-
büro AG, Zürich

Themengebiet
Regelungstechnik /
Control Theory