



Matthias
Krienbühl

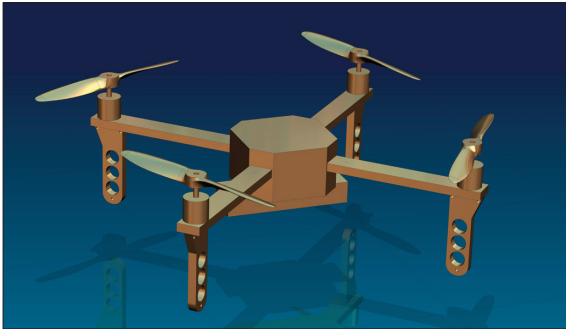


Patrik
Rusterholz

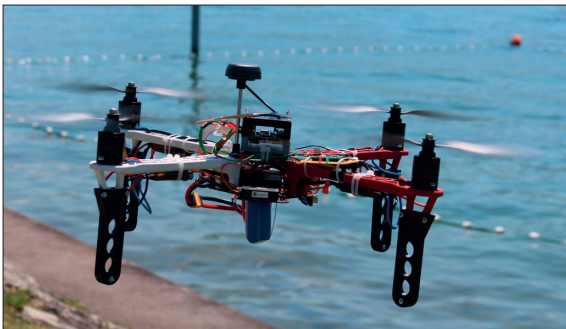
Diplomanden	Matthias Krienbühl, Patrik Rusterholz
Examinator	Michael Hubatka
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro AG, Zollikon, ZH
Themengebiet	Regelungstechnik

Regelung eines Quadrocopters

Entwicklung eines modellbasierten Zustandsreglers mit anschliessender closed-loop-Streckenidentifikation und Regleroptimierung



CAD-Modell des Quadrocopters



Quadrocopter während eines Testflugs

Aufgabenstellung: Unsere Aufgabe besteht darin, eine Drohnenregelung zu entwickeln. Als Erstes soll dazu eine Hardware-Plattform evaluiert werden, auf der die Regelung unserer Drohne implementiert werden kann. Der Regler soll den Quadrocopter im Schwebeflug halten, während die Drohne gezielt angeregt wird. Die Reaktion der Drohne auf die Anregung soll aufgezeichnet und daraus ein neues Streckenmodell abgeleitet werden. Das neue Modell soll für weitere Regleroptimierungen verwendet werden.

Vorgehen: Das physikalische Verhalten einzelner Komponenten wurde experimentell ermittelt. Dabei konnten wesentliche Parameter bestimmt werden. Ausgehend von den physikalischen Gesetzen, den Konstruktionsdaten und den gemessenen Parametern wurde ein mathematisches Modell des Quadrocopters erstellt und in Simulink modelliert. Aus dem Simulinkmodell wurden verschiedene LQR-Regler zur Stabilisierung des Quadrocopters berechnet. Die besten dieser Regler wurden auf der Hardwareplattform wePilot4000 in der Programmiersprache Oberon implementiert. Während diverser Testflüge konnten die bestehenden Regelalgorithmen weiter verbessert werden. In einem zweiten Teil der Arbeit wurde der fliegende Quadrocopter gezielt gestört, um aus dem Verhalten ein präziseres Modell zu schätzen. Dieses Modell wurde wiederum verwendet, um extrem performante Regelalgorithmen zu entwickeln.

Fazit: Die ersten flugfähigen Regler wurden innerhalb weniger Wochen entwickelt. Allerdings driftete der Quadrocopter mit diesen ständig ab. Nach langer Fehlersuche stellte sich heraus, dass in den Navigationsalgorithmen des wePilot4000 ein Fehler vorliegt. Nachdem dieser behoben worden war, konnten sehr gute Regler entwickelt werden.



Quadrocopter im Tiefflug über dem Wasser