



Michael Hubatka

Diplomand	Michael Hubatka
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro, Zürich, ZH
Master Research Unit	Sensor, Actuator and Communication Systems
Projektpartner	weControl SA, Courtelary, BE

Regelung zur Beherrschung hoher Reisegeschwindigkeiten bei Helikoptern

LQ-Regelung mit Gain-Scheduling



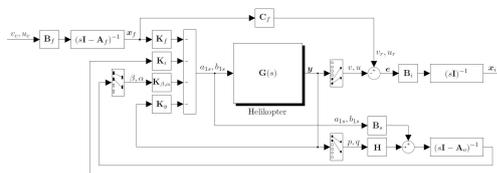
Der Helikopter Copter City, der für Flugversuche zur Verfügung stand. Der Rotordurchmesser beträgt 1.8 m.

Einleitung: Die Firma weControl SA stellt Autopiloten für unbemannte Helikopter und Flugzeuge her. Zusammen mit Survey Copter SA werden komplette Systeme (Helikopter, Basisstation, Kamera, etc.) entwickelt und vertrieben. Die Autopiloten werden auch bei Helikoptern von Kunden eingesetzt. Diese müssen jeweils speziell für diese Anwendungen ausgelegt werden. Dabei zeigt sich, dass das vorhandene Regelkonzept nicht in jedem Fall eine ausreichende Performance liefert. Gerade bei grösseren Helikoptern stösst das Konzept an seine Grenzen, da nicht der gesamte Geschwindigkeitsbereich abgedeckt werden kann.

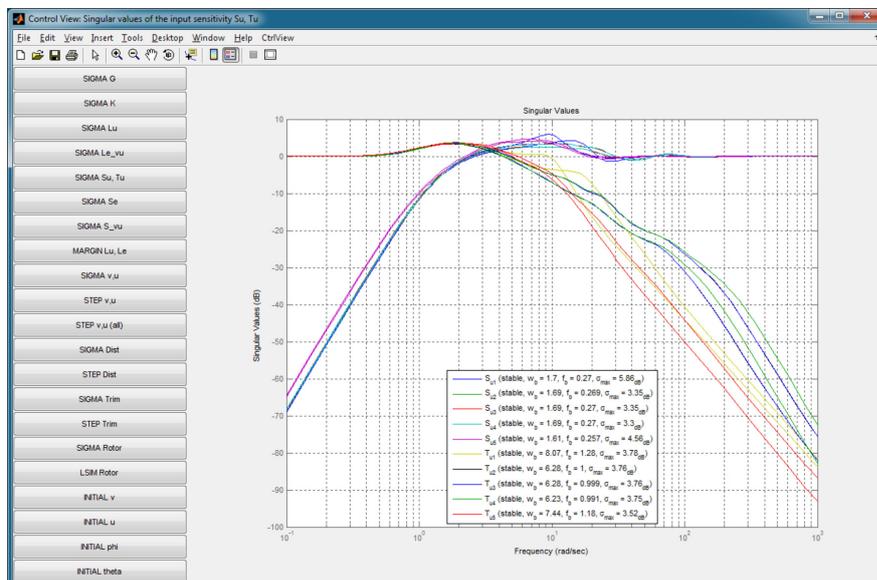
Aufgabenstellung: Es soll ein neues Regelkonzept erarbeitet werden, das sich der Problematik hoher Reisegeschwindigkeiten annimmt. Dabei wird Wert darauf gelegt, dass die Methode aus der Literatur bekannt ist und mit Flugversuchen validiert wurde.

Ergebnis: Es wurden die zwei Konzepte Adaptive Inverse Control mit neuronalen Netzen und Gain-Scheduling evaluiert. Zusammen mit dem Projektpartner wurde entschieden, die Gain-Scheduling Methode in Kombination mit Linear-Quadratischen (LQ) Reglern weiter zu untersuchen. Anhand von Flugversuchen und der Analyse verschiedener Reglerstrukturen wurde ein konkretes Regelkonzept für die Stabilisierung der Lage des Helikopters vorgeschlagen, welches auch ohne Gain-Scheduling als Alternative zum bestehenden Regler einsetzbar ist:

- robuster LQ-Regler mit Vorfilter, reduziertem Beobachter für die Flapping-Winkel und Integrator-Erweiterung zur Unterdrückung von Störungen
 - robuster, kaskadierter P-Regler für den Schwebeflug
 - Begrenzung der Lagewinkel
- Zur Analyse und zum Vergleichen von linearen Reglern wurde ein MATLAB-Tool entwickelt, welches flexibel auf die eigenen Bedürfnisse anpassbar ist.



Vorgeschlagenes Regelkonzept für den LQ-Regler mit Gain-Scheduling.



Das entwickelte MATLAB-GUI, welches der Analyse von Reglern dient. Im Graph werden Sensitivitäten für fünf verschiedene Regler verglichen.