

## Arduino Due als Plattform für die Implementierung einer Flugregelung

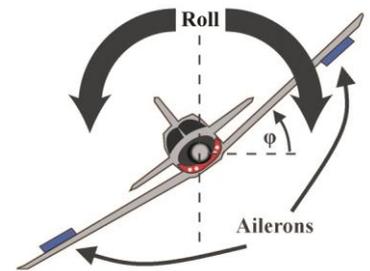
Die Regelungstechnik unterstützt den Menschen in der Überwachung und der Kontrolle unterschiedlichster Prozesse. In der Aviatik kommen unzählige Regelsysteme zum Einsatz, um den Piloten zu entlasten. Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Auslegung eines Flugreglers, der die Lage des Flugzeugs bei vorgegebener Höhe und Geschwindigkeit stabilisiert. Sollwerte und Störgrößen sollen dabei von ausserhalb durch den Anwender vorgegeben werden. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Implementierung und der Inbetriebnahme des Reglers auf dem externen Mikrokontroller des 'Arduino Due', während das Flugzeug als Software-in-the-Loop (SIL) in Echtzeit mit MATLAB®/Simulink simuliert wird. Ein bestehendes Simulink-Modell eines Flächenflugzeugs wurde zur Ermittlung von stabilen Arbeitspunkten verwendet, die für eine Linearisierung benötigt werden. Das Modell wurde zudem für Echtzeit-Anwendungen und die Kommunikation mit dem 'Arduino Due' optimiert. Ein Zustandsregler würde eine optimale Umsetzung der Anforderungen ermöglichen, da er die gekoppelten Einflüsse der Eingänge auf alle Systemausgänge berücksichtigt. Da sich herausstellte, dass sich das Modell nicht für eine Linearisierung eignet, konnte die Auslegung eines Zustandsreglers nicht weiterverfolgt werden. Empirischen Methoden und manuelles Tuning lieferten eine alternative Reglerstruktur, bestehend aus zwei PI-Reglern für die Höhen- resp. die Rollwinkelregelung und einem adaptiven P-Regler mit einer multivariablen 'Lookup'-Tabelle für die Geschwindigkeitsregelung. Zudem konnte durch 'Feedforward Control' eine markante Performance-Steigerung der Regelung von Geschwindigkeit und Flughöhe erzielt werden. Im weiteren Verlauf der Arbeit wurden die Regler auf dem 'Arduino Due' programmiert. Echtzeit-Simulationen zur Validierung des digitalen Flugreglers zeigen eine erhebliche Verbesserung des Flugverhaltens gegenüber dem unregulierten Modell. Das Hauptziel, einen funktionierenden Mehrgrößenregler für ein Flächenflugzeug auf dem 'Arduino Due' mit SIL zu betreiben, wurde somit erreicht.

Für eine entscheidende Verbesserung des Regelverhaltens wäre ein vollständiger Neuaufbau des Flugmodells vonnöten, um durch geeignete Anpassungen eine Linearisierung zu ermöglichen. Somit könnte ein Zustandsregler entworfen und auf den 'Arduino Due' transferiert werden. Ein Performance-Vergleich mit den bestehenden Reglern würde zudem weitere Erkenntnisse über die Vorteile von Zustandsreglern mit sich bringen.

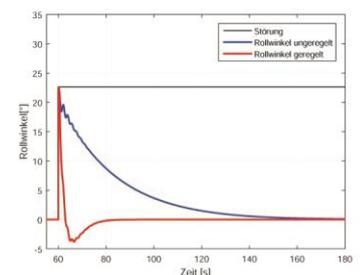


Diplomierende  
Michael Daniel Bösch  
André Stefan Lafranchi

Dozent  
Walter Siegl



Das Verstellen der Ailerons erzeugt ein Rollmoment, welches das Flugzeug um einen Rollwinkels  $\varphi$  auslenkt.



Vergleich von unreguliertem und reguliertem Flugverhalten bei einer Störung auf den Rollwinkel  $\varphi$ . Ein PI-Regler korrigiert die Abweichung durch Ansteuern der Ailerons.