



Dominik Büsser

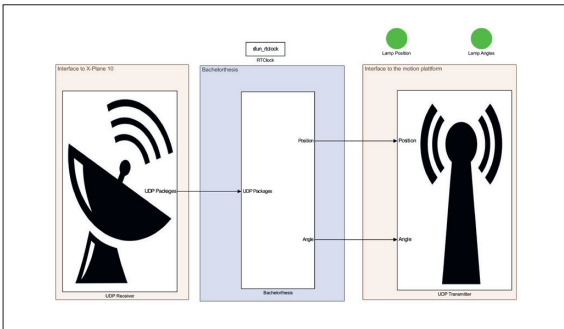


Claudio Stucki

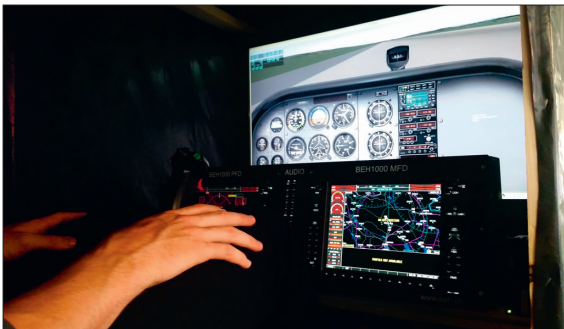
Diplomanden	Dominik Büsser, Claudio Stucki
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro, Zollikon, ZH
Themengebiet	Regelungstechnik
Projektpartner	Brunner Elektronik AG, Hittnau, ZH

Motion-Algorithmen für eine 6dof-Plattform

Ansteuerung einer Steward-Plattform eines Flugsimulators mittels Washout-Filter



Aufbau des Gesamtmodells mit UDP-Empfänger (links), Motion-Algorithmus (Mitte) und UDP-Sender (rechts)



Innenansicht des Cockpits



6dof-Plattform in einer leichten Schräglage

Ausgangslage: Flugsimulatoren sind heutzutage aus der modernen Flugausbildung nicht mehr wegzudenken. Durch sie wird ein effizientes Training für den realen Einsatz ermöglicht, ohne Risiken für Mensch und Maschine einzugehen. Die Firma Brunner Elektronik AG beschäftigt sich mit sogenannten Control-Loading-Systemen, welche die auf den Piloten wirkenden Kräfte in einem Flugzeug realistisch nachstellen. Das Produktportfolio soll nun um eine 6dof-Plattform (sechs Freiheitsgrade) erweitert werden. Um das Ziel zu erreichen, soll ein Algorithmus entwickelt werden, der die 6dof-Plattform sich möglichst realitätsnah bewegen lässt. Die ausgewählten Verfahren sollen implementiert und in einem ersten Schritt auf dem zur Verfügung gestellten Motion Visualizer getestet werden. In einem weiteren Schritt sollen anschliessend Tests auf der realen Plattform durchgeführt werden.

Vorgehen/Ergebnis: Der Arbeitsbereich einer 6dof-Plattform ist äusserst beschränkt. Deshalb werden schnelle Bewegungen «ausgewaschen», damit die Plattform wieder in ihre Ausgangsposition gelangt. Dies wird mit sogenannten Washout-Filtern realisiert. In diesem Projekt wurden zwei verschiedene Washout-Filter entwickelt. Der klassische Washout-Filter ist eine Filterstruktur, welche im Wesentlichen aus zwei Hochpassfiltern und einem Tiefpassfilter besteht. Der optimale Washout-Filter ist eine Erweiterung des klassischen Washout-Filtern. Bei diesem Ansatz wurde zusätzlich ein mathematisches Modell in einer Kostenfunktion berücksichtigt und diese schliesslich minimiert. Die beiden entwickelten Washout-Filter wurden erfolgreich mit verschiedenen Parameterkonfigurationen auf der 6dof-Plattform getestet. Die durchgeführten Tests haben gezeigt, dass sich für die vorhandene 6dof-Plattform der optimale Washout-Filter am besten eignen würde. Der Arbeitsbereich der 6dof-Plattform wird damit optimal ausgenutzt und gleichzeitig der Wahrnehmungsfehler möglichst klein gehalten. Daraus resultiert ein realistischeres und angenehmeres Flugerlebnis.

Fazit: Die entwickelten Washout-Filter können in einer beliebigen Programmiersprache für das Zielsystem implementiert werden. Dazu wurde ein Vorgehen aufgezeigt, das die Umsetzung ohne grössere Probleme möglich macht. Die Washout-Filter können zusätzlich mit statischen Verstärkungen einem spezifischen Flugverhalten angepasst werden. In einer Weiterentwicklung könnte mit einer adaptiven Regelstruktur verhindert werden, dass die Plattform bei einer Änderung des Flugverhaltens an ihre Limiten gerät.