

# Messtechnik und Messdatenverarbeitung - Kalman-Filter

Maike Meier und Lasse Schuirmann

26. Januar 2015

THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK.

# 1 Inertiale Navigation

Es ist nicht sinnvoll die Flughöhe allein auf Basis der Beschleunigung zu berechnen, da wie in der Aufgabenstellung beschrieben zusätzlich noch Inhomogenitäten des Treibstoffgemischs und Luftdruckschwankungen berücksichtigt werden müssen.

# 2 Messunsicherheit

Mit zunehmender Flughöhe kann der aktuelle Zustand stärker durch Aktionen und Ungenauigkeiten der Sensoren beeinflusst werden, dadurch steigt auch die Varianz der Messwerte und somit die Messungenauigkeit. Der Fehler wird also mit Aufintegriert.

# 3 GPS Messung

Die (ideale) GPS Messung mit der bekannten Standardabweichung von  $\sigma_h = 2m$  ist nicht Höhenabhängig insbesondere da die aktuelle Messung nicht von vorherigen Abhängt.

# 4 Kalman: Grundlagen

Ein Kalman-Filter schätzt den Zustand eines Prozesses auf Kenntnis früherer Beobachtungen. Betrachtet werden zeitdiskrete Prozesse der Form  $x_t = A_t * x(t-1) + B_t * u_t + eps_t$ . Die Messwerte werden durch den (geschätzten) Zustand  $z_t = C_t * x_t + \delta_t$  beschrieben.  $x_t$  bildet einen Zustandsvektor zum Zeitpunkt  $t$  mit kontinuierlichen Komponenten.  $u_t$  bildet einen Aktionsvektor.  $A_t$ , Systemmatrix, (nxn) beschreibt den idealen Zustandsübergang von  $t$  nach  $t+1$ .  $B_t$ , Steuermatrix, (n x l) beschreibt den Zustandsübergang der durch die Aktion  $u_t$  bewirkt wird.  $C_t$ , Messmatrix, (k x n) beschreibt die Abbildung von Zustand  $x_t$  auf Beobachtung  $z_t$ .  $eps_t, \delta_t$  beschreiben das Rauschen des Prozesses als Zufallsvariablen, unabhängig und mit Kovarianzen  $R_t$  und  $Q_t$  verteilt. Daraus ergibt sich ein Kreislauf aus Prädiktion und Korrektur der Messungen.

# 5 TODO

Durch den Kalman-Filter wird die Messunsicherheit mit zunehmender Flughöhe tendenziell eher nicht weiter ansteigen, da immer wieder Korrekturen vorgenommen werden.