



Zustandsschätzung in dynamischen Systemen

Übung 4



Ausarbeitung im Studiengang
Geodäsie und Geoinformatik
an der Universität Stuttgart

Ziqing Yu, 3218051

Stuttgart, January 25, 2021

Betreuer: Prof. Dr. techn. Thomas Hobiger
Universität Stuttgart
MSc. Tomke Jantje Lambertus
Universität Stuttgart

Kapitel 1

Ausarbeitung

1.1 Aufgabe 1

Die Unsicherheit wird mit Kalmanfilter berechnet:

$$P_{n|n-1} = \Phi_{n-1|n-1} P_{n|n-1} \Phi_{n-1|n-1}^T + Q \quad (1.1)$$

$$K = P_{n|n-1} H_n^T (H_n P_{n|n-1} H_n^T + R_n)^{-1} \quad (1.2)$$

$$P_{n|n} = (I - K_n H_n) P_{n|n-1} \quad (1.3)$$

Die Designmatrix H sind jeweils für 2 Fälle:

$$H_1 = 0.5 \quad (1.4)$$

$$H_2 = \cos\left(1 + \frac{t}{120}\right) \quad (1.5)$$

Die Unsicherheit von beiden Instrumenten sind in Abbildung 1.1.

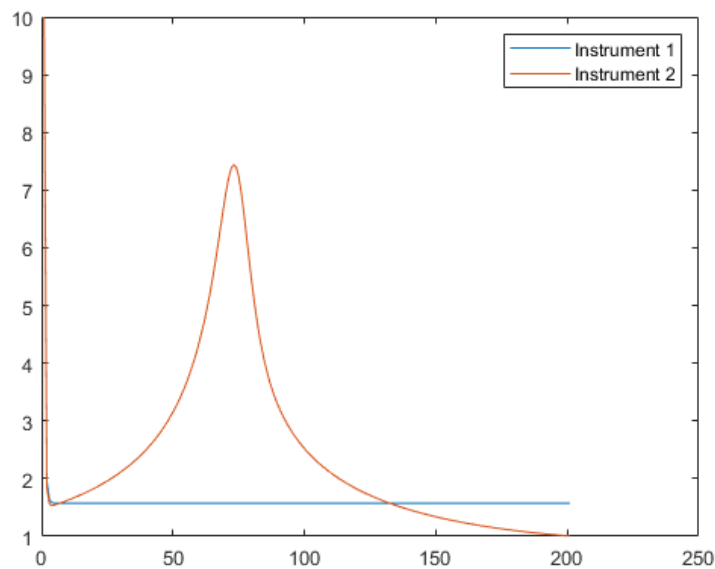


Abbildung 1.1: Unsicherheit

Wenn $t \approx 70$, $p \approx \frac{\pi}{2}$ und $\cos(p) \approx 0$, der Zustand x ist gegen diesem Zeitpunkt von positiv nach negativ geändert. Der Kalmanfilter braucht Zeit, um diese Änderung zu reagieren, deshalb ist die Positionsschätzung gegen $t \approx 70$ ungenauer.

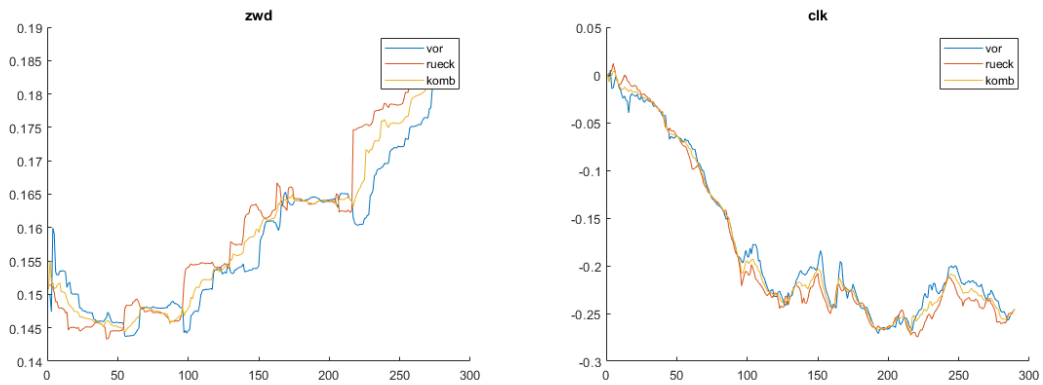
1.2 Aufgabe 2

Der Zustand wird mit Kalmanfilter jeweils vorwärts, rückwärts und kombiniert berechnet. Die Formeln für Kombination lauten:

$$P_n = \left(\left(P_{n|n}^b \right)^{-1} + \left(P_{n|n} \right)^{-1} \right)^{-1} \quad (1.6)$$

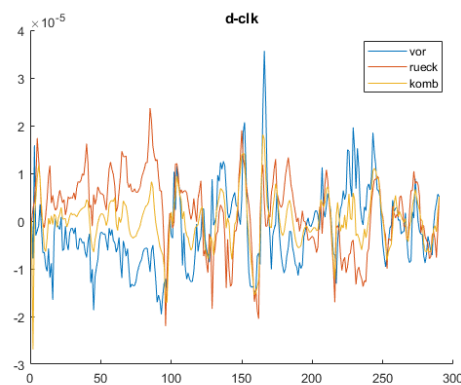
$$\hat{x}_n = P_n \left(\left(P_{n|n}^b \right)^{-1} \hat{x}_{n|n}^b + \left(P_{n|n} \right)^{-1} \hat{x}_{n|n} \right) \quad (1.7)$$

Ergebnis:



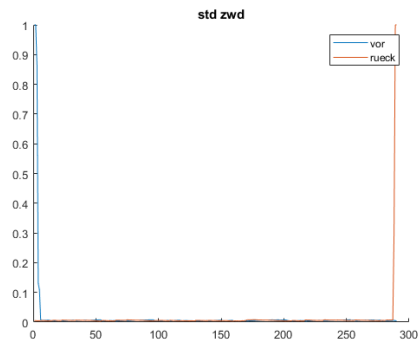
(a) τ_{ZWD}

(b) τ_{CLK}

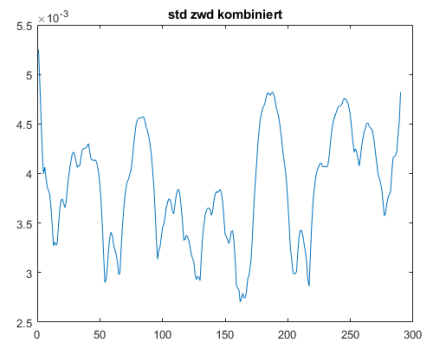


(c) $d\tau_{CLK}$

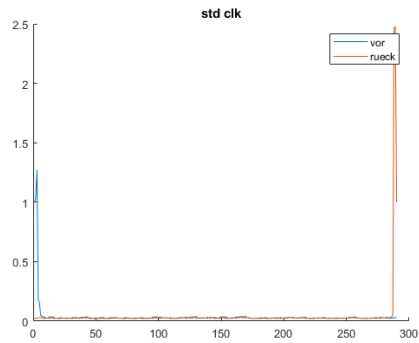
Standardabweichungen:



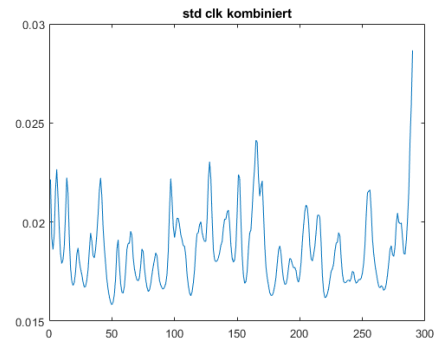
(d) Std τ_{ZWD} vor und rückwärt



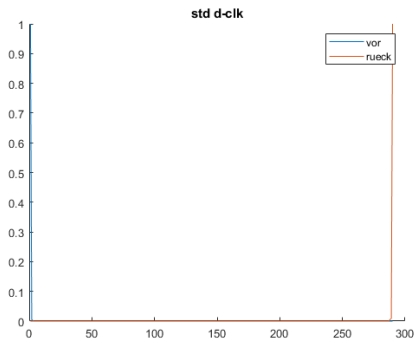
(e) Std τ_{CLK} kombiniert



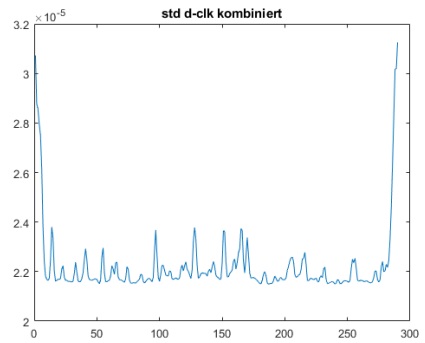
(f) Std τ_{CLK} vor und rückwärt



(g) Std τ_{CLK} kombiniert



(h) Std $d\tau_{ZWD}$ vor und rückwärt



(i) Std $d\tau_{CLK}$ kombiniert