



---

# Zustandsschätzung in dynamischen Systemen

## Übung 5



Ausarbeitung im Studiengang  
**Geodäsie und Geoinformatik**  
an der Universität Stuttgart

Ziqing Yu, 3218051

Stuttgart, February 7, 2021

---

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

# Kapitel 1

## Ausarbeitung

### 1.1 Aufgabe 1

EKF nutzt Taylor-Approximation 1.Ordnung zur Linearisierung. Wenn man das gemacht, ist die Linearisierung nur am eigentlichen Zustand stattfindet. In manchen Fällen ist der funktionale Zusammenhang hochgradig nichtlinear und die Taylor-Approximation 1.Ordnung kann daher zu einer Verschlechterung des Filters und zu falschen Zustandsschätzungen führen.

### 1.2 Aufgabe 2

In dieser Aufgabe ist eine Epoche eines UKF berechnet. Der Zustand und Kovarianzmatrix zur Epoche n-1>

$$\mathbf{x}_{n-1|n-1} = \begin{bmatrix} 2.0 \\ 3.0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{P}_{n-1|n-1} = \begin{bmatrix} 1.0 & 0.7 \\ 0.7 & 4.0 \end{bmatrix}$$

Zuerst sind Sigma-Punkten basierend auf dem  $\mathbf{x}_{n-1|n-1}$

2.000	3.273	2.000	0.727	2.000
3.000	3.891	5.385	2.109	0.615

*Tabelle 1.1: Sigma-Punkten basierend auf dem  $\mathbf{x}_{n-1|n-1}$*

Die unscented Transformation mit Prädiktionsfunktion wird durchgeführt:

$$\hat{\mathbf{x}}_{n|n-1} = \begin{bmatrix} 0.7131 \\ 0.6737 \end{bmatrix}, \quad \hat{\mathbf{P}}_{n-1|n-1} = \begin{bmatrix} 3.66 & -5.61 \\ -5.61 & 33.16 \end{bmatrix}$$

Damit die Beobachtung berücksichtigt wird, werden Sigma Punkten basierend auf dem  $\hat{\mathbf{x}}_{n|n-1}$  und  $\hat{\mathbf{P}}_{n-1|n-1}$  berechnet werden.

$$\mathbf{z}_n^* = -0.9546 \quad \mathbf{S}_n + \mathbf{R} = 27.2384$$

wobei  $\mathbf{R} = \sigma_r^2 = 0.4$  der Messgenauigkeit ist.

Kalman Gain ist bei UKF multipliziert von  $\mathbf{S}_n + \mathbf{R}$  und  $\mathbf{P}_{n|n-1}^{x,z}$ .

$$\mathbf{P}_{n|n-1}^{x,z} = \sum_{i=0}^{2n} w_c^i [f(\chi_1) - \hat{\mathbf{x}}_{n|n-1}] [h(\chi_1') - \mathbf{z}_n^*]$$

Dann sind  $\hat{\mathbf{x}}_{n|n}$  und  $\hat{\mathbf{P}}_{n|n}$  bestimmbar:

$$\hat{\mathbf{x}}_{n|n-1} = \begin{bmatrix} 3.9231 \\ -3.9861 \end{bmatrix}, \quad \hat{\mathbf{P}}_{n-1|n-1} = \begin{bmatrix} 2.61 & -4.08 \\ -4.08 & 30.95 \end{bmatrix}$$