

# Diplomarbeit

Title

Author

31. Dezember 2020

---

Referent: Prof. Dr.-Ing. Uwe D. Hanebeck

Betreuer: Dipl.-Inform. X

---



## **Zusammenfassung**

Abstract.



# Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Diplomarbeit selbstständig angefertigt zu haben.  
Die verwendeten Quellen sind im Text gekennzeichnet und im Literaturverzeichnis  
aufgeführt.

Karlsruhe, 31. Dezember 2020

---

Author



# Contents

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| List of Figures            | III      |
| List of Algorithms         | V        |
| List of Examples           | VII      |
| List of Review Material    | IX       |
| Notation                   | XI       |
| <b>1 Grundlagen</b>        | <b>1</b> |
| 1.1 Related Work . . . . . | 2        |





# List of Figures



# List of Algorithms



# List of Examples



# List of Review Material





# Notation

## Conventions

|                              |  |
|------------------------------|--|
| $x$                          | Scalar   |
| $\boldsymbol{x}$             | Random variable  |
| $\hat{x}$                    | Mean of random variable $\boldsymbol{x}$ .   |
| $\underline{x}$              | Column vector  |
| $\underline{\boldsymbol{x}}$ | Random vector  |
| $\hat{\underline{x}}$        | Mean of random vector $\underline{\boldsymbol{x}}$ .   |
| $\mathbf{A}$                 | Matrix   |
| $(\cdot)_k$                  | Quantity at time step $k$ .  |
| $\mathbb{R}$                 | Set of real numbers.   |
| $\sim$                       | Distribution operator.<br>E.g., $\boldsymbol{x} \sim \mathcal{U}$ means $\boldsymbol{x}$ is distributed according to $\mathcal{U}$ . |
| ■                            | End of example.  |
| □                            | End of proof.  |

## Abbreviations

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| KF   | Kalman Filter                   |
| LRKF | Linear Regression Kalman Filter |
| RMSE | Root Mean Square Error          |



## CHAPTER 1

# Grundlagen

Grundlagen:

- TrackSort Schüttgutsortierung - Kalman Filter - NN - RNN - LSTM

Das Kalman-Filter Als Kalman-Filter bezeichnet man ein mathematisches Verfahren mit dem Messfehler in realen Messwerten reduziert werden können und nicht messbare Systemgrößen geschätzt werden können.

[vergangene, aktuelle und zukünftige Systemzustände schätzen] [Einschränkung Linearität (Extended Kalman) und Gauß rauschen]

Der Zustand des Systems zum Zeitschritt  $t$  wird als  $y_t$  und die Messung im Zeitschritt  $t$  als  $z_t$  bezeichnet.

$$y_t = Ay_{t-1} + w, w \sim N(0, Q)$$

$$z_t = Hy_t + v, v \sim N(0, R)$$

Dabei ist  $A$  die Zustandsübergangsmatrix, die den Übergang von einem Zustand in den nächsten beschreibt.  $H$  ist die Messmatrix, die beschreibt wie Messungen aus dem Zustand entstehen und  $Q$  und  $R$  sind die Kovarianzmatrizen des Systemrauschens beziehungsweise des Messrauschens.

Das Kalman-Filter funktioniert mittels abwechselnd ausgeführter *predict* und *update* Schritte.

$$\hat{y}'_t = A\hat{y}'_{t-1}$$

$$\hat{P}'_t = A\hat{P}'_{t-1}A^T + Q$$

Neuronale Netze:

Die Grundsteine des Feldes wurde 1943 von Warren McCulloch und Walter Pitts gelegt, die in ihrem Paper ein Neuronenmodell vorschlugen, mit dem sich logische arithmetische Funktionen berechnen lassen. Infolge dessen gab verschiedene Forschungsbestrebungen in dem Feld, wie [Examples: TODO!].

[Viele der Begrifflichkeiten, die wir heute noch verwenden wurden 1956 auf der Dartmouth Conference festlegt.]

Nachdem jedoch Marvin Minsky und Seymour Papert zeigten, dass einzelne Perceptrons nicht in der Lage sind linear nicht separierbare Probleme zu lösen sank das Interesse an dem Feld.

### 1.1 Related Work

Notizen:

Long Short-Term Memory Kalman Filters: Recurrent Neural Estimators for Pose Regularization von Huseyin et al. - Motion Model und Measurement Model mittels LSTM Netzen lernen. - Am Beispiel Pose-Estimation. - 3 Separate LSTMs, je eins für Motionmodel, System und Messrauschen. ( $A$  = Transition Matrix,  $H$  = Measurement Matrix,  $Q$  = Covariance of process noise,  $R$  = Covariance of sensor noise)