

# Der Kalman Filter zur Anwendung in der Innerstädtischen Verkehrssteuerung – Eine Literaturrecherche

## Bachelor's Thesis von Aleksandar Dimitrov

### Mentor(in/innen/en):

M.Eng. Barbara Karl  
Dr.-Ing. Matthias Spangler  
M.Sc. Philipp Stüger

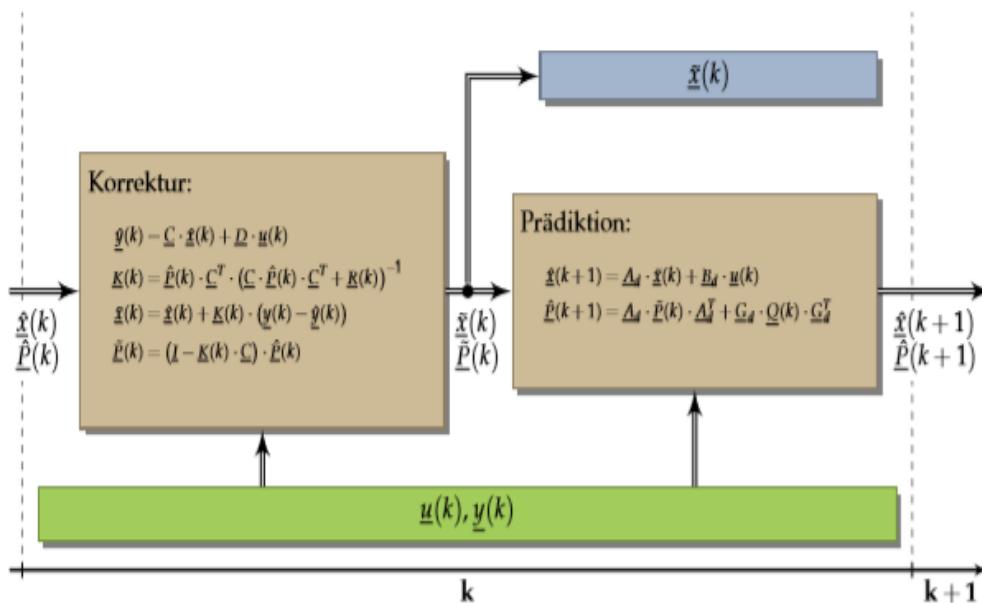


Abb.1. Verlauf des Kalman-Filters. Quelle: Marchthaler, R.; Dingler, S. [2017]: Kalman-Filter: Einführung in die Zustandsschätzung und ihre Anwendung für eingebettete Systeme. Springer Vieweg, Abb.1.6.

Die typische Anwendungen des Kalman-Filters liegen im Bereich der Navigation und Positionierung. Der Kalman-Filter kann zur Verbesserung der Bildverarbeitung bei der Fahrspurerkennung für die Spurhalteassistenten oder zur Objektidentifikation eingesetzt werden. Der Kalman-Filter kann die Daten aus Bildsequenzen verbessern, indem er die Daten aus dem aktuellen Zeitschnitt verwendet, um die Daten aus dem nächsten vorzubestimmen.

Seine Fähigkeit, Daten aus verschiedenen Quellen zu kombinieren und deren Rauschen zu minimieren, wird bei der Positions- und Lagebestimmung von Fahrzeugen genutzt. Im Zustandsvektor des Filters werden die Parameter von den Sensoren kombiniert und gemeinsam für die Positionierung des Autos interpretiert.

Die Anwendung des klassischen Kalman-Filters ist auf lineare und normalverteilte Systeme beschränkt. Um seinen Einsatzbereich zu erweitern, werden verschiedene Modifikationen beschrieben

Ein gutes Verkehrsmanagementsystem ist für eine Stadt sehr wichtig. Dieses System überwacht und steuert den Verkehr, um Staus zu vermeiden und den Verkehrsfluss zu verbessern. Das Hauptziel des Verkehrsmanagements ist es, die Verkehrsteilnehmer so schnell und sicher wie möglich an ihr Ziel zu bringen. Da Verkehrsmanagement und Verkehrssteuerung ein stark untersuchtes Thema ist, sind im Laufe der Jahre viele verschiedene Verkehrsmanagementsysteme entwickelt worden.

In dieser Bachelorarbeit wurde untersucht, wie der Kalman-Filter im Verkehrsmanagement einer Stadt eingesetzt werden kann. Der Kalman-Filter ist ein Satz mathematischer Gleichungen, der im Jahr 1960 erfunden wurde. In den meisten Fällen wird dieser Filter verwendet, um Systemparameter abzuschätzen, die nicht gemessen werden können, oder um durch verrauschte Daten verursachte Ungenauigkeiten zu minimieren.

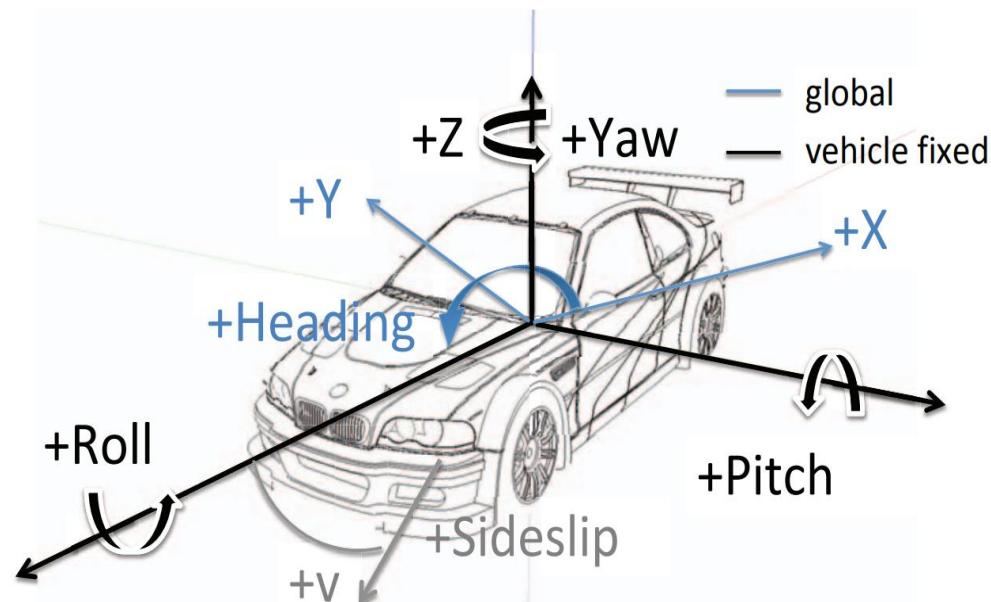


Abb.2. Positionierung. Quelle: Balzer, P.; Trautmann, T.; Michler, O. [2014] EPE and Speed Adaptive Extended Kalman Filter for Vehicle Position and Attitude Estimation with Low Cost GNSS and IMU

Die Anwendung des Kalman-Filters als Datenfusionsmethode in der Stadt wird beschrieben. Um die benötigte Rechenzeit zu reduzieren, werden verschiedene Möglichkeiten zur Verbesserung des Filters vorgestellt. Die Verbesserungsmöglichkeiten ergeben sich durch den Einsatz des Filters auf der Autobahn, da der Einsatz in solchen Verkehrsnetzen besser untersucht worden ist. Die potenzielle Anwendung dieser Verbesserungen in der Stadt wurde ebenfalls betrachtet.

Als alternatives Konzept wurde die Anwendung von Daten aus vernetzten Fahrzeugen betrachtet. Bei diesem Vorgehen werden von den Fahrzeugen gemessene Daten, wie Position und Fahrtgeschwindigkeit, an die installierte Infrastruktur gesendet. Dies erspart die Installation von Verkehrssensoren und ermöglicht einen besseren Überblick über das Verkehrsnetz in der Stadt. Nach der Durchführung einer Simulation werden gute Ergebnisse erzielt, aber dieses Verfahren muss in zukünftigen Forschungsarbeiten im städtischen Umfeld überprüft werden.



Abb.3. Vernetzte Fahrzeuge. Quelle: IEEE [2019]