

Zusammenfassung:

**Sensorfusion und sequenzielle Parameterschätzung
in einer schwach gekoppelten Filterstruktur
zur Navigation**

des Herrn Maik Bevermeier

Im Rahmen dieser Arbeit werden zwei Ansätze aufgegriffen, um die Navigationslösung eines Ortungs- bzw. Navigationssystems in beispielsweise einem Kfz-Umfeld zu verbessern: die Stützung des Systems mit Hilfe von zuverlässigen Höheninformationen sowie die Schätzung von Rauschprozessparametern zur Berücksichtigung zeitlicher Korrelationen in inertialen Sensorsignalen.

Die Ausgangsbasis bildet eine schwach gekoppelte Filterstruktur, die es erlaubt, Sensor-signale einer inertialen Messeinheit mit Informationen anderer Stützsensoren zu fusionieren. Das eingesetzte linearisierte Kalman-Filter ermöglicht die Schätzung des Fehlers der Navigationslösung, die außerhalb des Filters fortlaufend auf Basis des *Strapdown*-Algorithmus bestimmt wird. Das Filter wird u. a. durch satellitenbasierte Positions- und Geschwindigkeits- sowie durch Höheninformationen gestützt, die auf Temperatur- und Luftdruckmessungen in Kombination mit topografischen Referenzdaten basieren. Diese Referenzinformationen werden dazu genutzt, um Bias und Skalenfaktorfehler, die aus vereinfachten Annahmen bei der Herleitung der barometrischen Höhenformel resultieren, schätzen und kompensieren zu können. Es wird gezeigt, dass somit eine zuverlässigere Bestimmung der Schwerebeschleunigung erreicht wird, was wiederum zu einer Kompensation von Positionsschätzfehlern in der horizontalen Ebene führt. Zudem wurde ein Algorithmus entwickelt, der eine sequenzielle Schätzung der als zeitvariant angenommenen Systemrauschvarianzen des Kalman-Filters ermöglicht, welche den Messrauschvarianzen der zeitlich korrelierten Inertialsensorsignale entsprechen. Dieser Ansatz basiert auf dem *Expectation-Maximization* (EM)-Algorithmus, der in ein Verfahren überführt wurde, das die Sensorsignale nicht mehr block-, sondern abtastwertweise verarbeitet. Dabei wurde die Zielfunktion, der bedingte Erwartungswert der *Log-Likelihood* der kompletten Daten, in eine rekursive Beschreibung überführt. Das Optimierungsproblem wird gelöst, indem die Zielfunktion mit Hilfe des Newton-Verfahrens maximiert wird. Zum Vergleich werden zwei Verfahren herangezogen. Eines beruht auf der empirischen Berechnung statistischer Größen von ergodischen Zufallsprozessen, das andere auf einer rekursiven Schätzung der Autokorrelationsfunktion autoregressiver Prozesse auf Basis der Differenz aufeinanderfolgender Messwerte.

Im Rahmen experimenteller Untersuchungen werden die entwickelten Ansätze sowohl anhand künstlich generierter als auch Felddaten untersucht. Dabei wird gezeigt, dass sich auch unter realistischen Bedingungen durch den kombinierten Einsatz konsistente Verbesserungen in der Navigationslösung ergeben.