

Entwicklung eines Algorithmus zur Bestimmung sensorspezifischer Fehlerkenngrößen bei der Fahrzeugortung

Genauigkeit und Verfügbarkeit von Fahrzeugposition und –ausrichtung sind oft wesentliche Aspekte in modernen Fahrerassistenzsystemen. Zur Bestimmung des dynamischen Bewegungsverhaltens eines Fahrzeuges werden u.a. hochgenaue GPS-Receiver, Beschleunigungs- und Gierratensensoren eingesetzt. Die Berechnung der Position basiert auf der Fusion von GPS- und Fahrdynamikdaten in einem Kalmanfilter. In der Abstimmung des Filters steckt weiteres Optimierungspotenzial zur Genauigkeitssteigerung. Dazu werden jedoch spezifische Fehlerkenngrößen (Zeitverzug, Offset, Verstärkung etc.) der genutzten Signale benötigt. In dieser Arbeit wird ein Algorithmus entwickelt, der die Bestimmung dieser Kenngrößen für verschiedene Systeme ermöglicht.

Dazu wurde ein Versuchsfahrzeug mit mehreren Sensorsystemen ausgerüstet. Eine hochgenaue GPS-gestützte Inertialplattform stellt das Referenzsystem dar. Ein leistungsfähiger GPS-Receiver, serienmäßige Fahrzeugsensoren und ein Sensorcluster werden mit dem Referenzsystem verglichen.

Bei unterschiedlichen Fahrmanövern können somit die Sensorsignale der einzelnen Systeme aufgezeichnet werden. Diese Signale bilden die Datengrundlage für die Bestimmung der Fehlerkenngrößen von Beschleunigungs-, Geschwindigkeits-, Gierraten- und Kurswinkelsignalen.

Mit einer Korrelationsanalyse können Abhängigkeiten zwischen zwei Signalen untersucht werden. Die Kreuzkorrelationsfunktion dient dabei zur Aufdeckung von Zeitverschiebungen zwischen zwei Signalen.

Mit einem linearen Gleichungssystem lässt sich der mathematische Zusammenhang zwischen den Sensorsignalen und dem zugehörigen Referenzsignal darstellen. Die Koeffizienten der Ausgleichsgerade entsprechen dem additiven und multiplikativen Fehler (Offset und Verstärkung).

Für Kurswinkel- und Geschwindigkeitssignale des GPS-Receivers konnten sehr große Zeitverzögerungen im Bereich zwischen 100 und 120ms festgestellt werden. Wesentliche Ursache dafür ist die im Vergleich zum Referenzsystem sehr geringe Updaterate von 10Hz (100ms).

Die Gierraten- und Beschleunigungssignale des Sensorclusters sind nur minimal verzögert, weisen aber deutliche Abweichungen in der Amplitude auf, die sich durch einen Signaloffset und einen Verstärkungsfaktor sehr gut beschreiben lassen.

Für die Längsbeschleunigungs- und Geschwindigkeitssignale der serienmäßigen Fahrzeugsensorik konnten keine gleichbleibenden Fehlerkenngrößen festgestellt werden. Hier wurde eine starke Abhängigkeit der Kenngrößen vom jeweiligen Fahrmanöver beobachtet. Insbesondere bei Eingriffen des ABS-Regelsystems weichen diese Signale sehr stark vom Referenzsignal ab. Entscheidender Grund dafür ist die Berechnung der Fahrzeuggeschwindigkeit aus der Raddrehzahl und einem konstanten Normradius. Bei starken Bremsmanövern führt kurzzeitiges Blockieren der Räder zu einer Verminderung der Drehzahl und folglich zum Abfall der Geschwindigkeit.

Für den Fall bestünde die Möglichkeit weitere Informationen (z.B. ABS-Eingriff) in den Algorithmus einfließen zu lassen, um diese entsprechenden Bereiche für die Bestimmung der Fehlerkenngrößen auszuschließen. Eine Verfälschung der Ergebnisse könnte somit vermieden werden.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass für die meisten Sensorsignale nahezu gleichbleibende Fehlerkenngrößen ermittelt werden konnten. Lediglich für die Geschwindigkeit und die Längsbeschleunigung der Fahrzeugsensorik besteht eine Abhängigkeit vom Fahrmanöver. Ein Großteil der Ergebnisse kann also für die Abstimmung des Kalmanfilters genutzt werden.



Student: Manuel Tanner
 Betreuer: Dipl.-Ing. Matthias Körner
 Dipl.-Ing. Daniel Niehues (BMW Group Forschung und Technik)