

Kameragestütztes inertiales Navigationssystem mit Sensorfusion



Abb. 1: Demonstrator des kameragestützten inertialen Navigationssystems

Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG

Kommissarische Leitung:
Dr. rer. nat. Günter Hörcher

Nobelstraße 12
D-70569 Stuttgart
Tel.: +49 (0) 711 / 970 - 35 00
Fax: +49 (0) 711 / 970 - 95 3500

www.teg.fraunhofer.de

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Harald von Rosenberg
Tel.: +49 (0) 711 / 970 - 36 48
Fax: +49 (0) 711 / 970 - 95 3500
E-Mail: Harald.von.Rosenberg@teg.fraunhofer.de

Einleitung

Die Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG entwickelt seit mehreren Jahren Systeme und Lösungen auf dem Gebiet der inertialen Objektverfolgung und Navigation unter Verwendung von low-cost Inertialsensoren. Diese Sensoren messen die Beschleunigung und die Rotation eines Körpers relativ zu einem Bezugssystem. Damit ist eine Lokalisierung und eine Verfolgung des Objekts sowie eine Zielberechnung und -führung möglich.

Folgende Probleme der Inertialsensorik stellen die Experten der Fraunhofer TEG vor neue Herausforderungen:

- Die Positionsmessung mit Inertialsensorik ist nur kurzzeitig genau.
- Inertiale Sensoren haben eine Drift im Nullpunkt.
- Die Korrektur von Positionsfehlern macht einen weiteren Sensorinput oder ein hinterlegtes dynamisches Systemmodell erforderlich.

Zielsetzung

Ziel der Experten der Fraunhofer TEG ist die Steigerung der Genauigkeit inertialer Sensorik sowie der Ausgleich von Sensorfehlern. Dazu nutzen die Forscher die Sensorfusion, also das Zusammenführen und Kombinieren von verschiedenen Sensorsignalen zu einem Gesamtbild. Dabei folgen sie dem Prinzip, dass der Informationsgehalt der kombinierten Werte größer ist als die Summe der einzeln betrachteten Messwerte. Hierbei liefert die Kamera komplementäre und langzeitstabile Messwerte (z.B. feststehende Merkmale im Kamerabild), während die Inertialsensorik hochdynamisch Bewegungen exakt erfassen kann. So kann auch ein Stillstand oder nur sehr langsame Bewegungen sicher und präzise gemessen werden.

Vorgehensweise

Die Idee der Fraunhofer TEG war es, Inertialsensorik (IMU) und optische Sensorik mittels Kamera zu kombinieren.

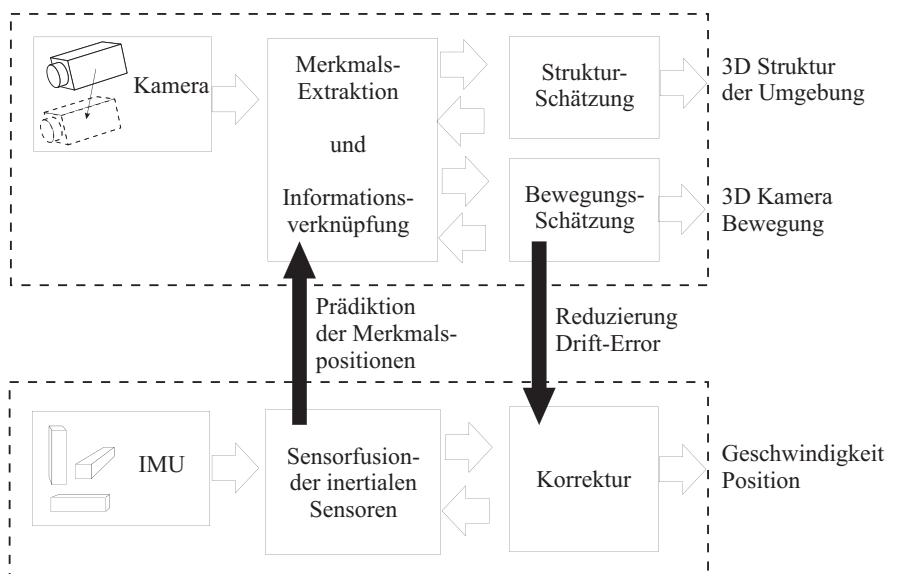


Abb. 2: Struktur des kameragestützten inertialen Navigationssystems

Kameragestützte Navigationslösungen gewinnen aufgrund ihrer zunehmenden Echtzeitfähigkeit sowie der hohen Genauigkeit bei der Implementierung in automatisierten mechatronischen Systemen zunehmend an Bedeutung. Zudem können vorhandene Bildverarbeitungskonzepte mit leistungsfähigen mobilen Recheneinheiten verarbeitet werden und liefern das Potential für eine sichere Bewegungsschätzung aus Bildinformationen. Die Kamera-Bildaten werden zur optischen Bewegungsmessung und -analyse herangezogen. Die inertialen Messdaten finden Verwendung in der Bildverarbeitung, wodurch ein gegenseitig gekoppeltes Sensorfusionssystem entsteht, das die Vorteile aus dem jeweiligen Einzelsystem ziehen kann.

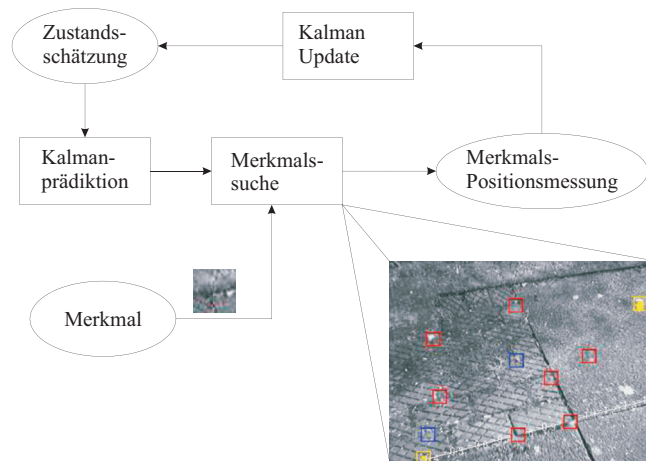


Abb. 3: Merkmalsuche und Feature-Tracking im Kamerabild

Ergebnis

Die Kombination einer Kamera mit einer inertialen Messeinheit ermöglicht die Extraktion von Eigenbewegungen und Strukturinformationen aus der Umgebung zu Stütz- und Korrekturzwecken. Dadurch werden die Genauigkeit der Bewegungseinschätzung erhöht und Sensorfehler besser kompensiert. Die Stützung durch die Kamera funktioniert in unbekanntem Umgebungen und benötigt keinerlei Modellierung oder Vorgabe des Kamerablickraumes. Durch die Integration der Kamera in das mobile inertielle Navigationssystem wird das Messprinzip eines referenzlosen Sensorsystems beibehalten, in dem sich alle benötigte Sensorik innerhalb des Sensormoduls befindet und keine externe Infrastruktur (z.B. Infrarot-Marker) benötigt wird.

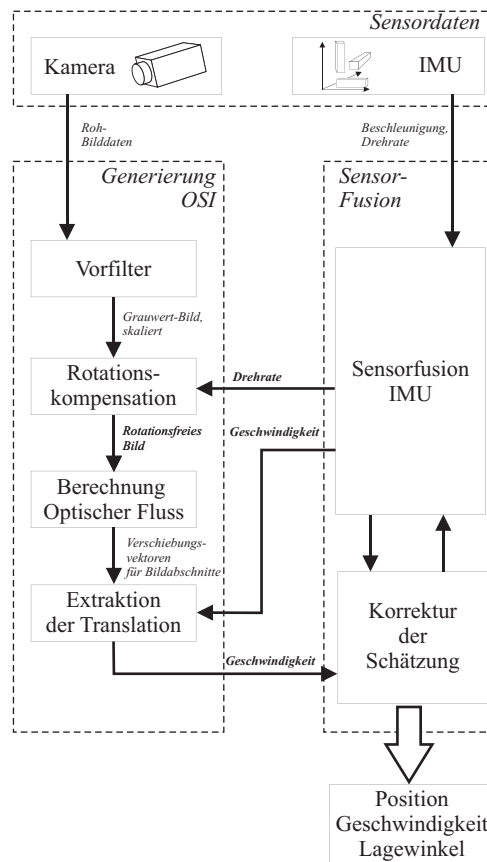


Abb. 4: Algorithmus des kameragestützten Navigationssystems

Bildquellen:

Abb. 2 basiert auf: [Corke et al. 2007] Corke, Peter; Lobo, Jorge und Dias, Jorge: An Introduction to Inertial and Visual Sensing. In: The International Journal of Robotics Research 26 (2007), Nr. 6, S. 519–535.

Abb. 3 basiert auf: [Andrew J. Davison und Olivier Stasse 2007] Andrew J. Davison, Member IEEE Nicholas D. M. und Olivier Stasse, IEEE: MonoSLAM: Real-Time Single Camera SLAM. In: IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, 2007.