

## KAMERAGESTÜTZTES INERTIALES NAVIGATIONS- SYSTEM MIT SENSORFUSION

### Einleitung

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA entwickelt seit 10 Jahren Systeme und Lösungen auf dem Gebiet der inertialen Objektverfolgung und Navigation unter Verwendung von Low-Cost-Sensoren. Die inertielle Navigation erfasst die Orientierung, Geschwindigkeit und Position eines Körpers relativ zu einem Bezugssystem, indem Beschleunigungen und Drehraten des Körpers relativ zum Bezugssystem gemessen werden. Damit ist eine referenzlose Lokalisierung und die Verfolgung des Objekts sowie eine Zielberechnung und -führung möglich.

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

- Die Positionsmessung mit Inertialsensorik ist nur kurzzeitig genau.

- Inertielle Sensoren haben einen Drift im Nullpunkt.
- Die Korrektur von Positionsfehlern macht einen weiteren Sensorinput oder ein hinterlegtes dynamisches Systemmodell erforderlich.

### Zielsetzung

Ziel der Experten des Fraunhofer IPA ist die Steigerung der Genauigkeit inertialer Sensorik sowie der Ausgleich von Sensorfehlern.

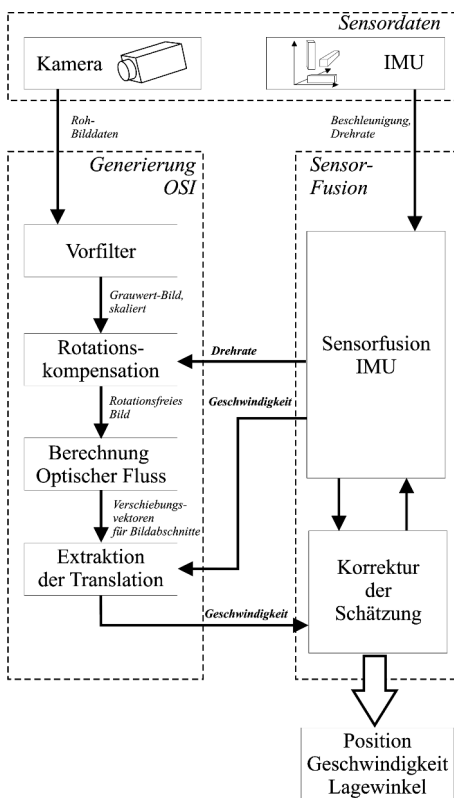
Dazu nutzen die Forscher die Sensorfusion, also das Zusammenführen und Kombinieren von verschiedenen Sensorsignalen zu einem Gesamtbild. Dabei folgen sie dem Prinzip, dass der Informationsgehalt der kombinierten Werte größer ist als die Summe der einzeln betrachteten Messwerte.

### Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Ansprechpartner  
Dipl.-Ing. Bernhard Kleiner  
Telefon +49 711 970-3718  
bernhard.kleiner@ipa.fraunhofer.de

[www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)



So liefert bei der Sensorfusion die Kamera komplementäre und langzeitstabile Messwerte (z. B. feststehende Merkmale im Kamerabild), während die Inertialsensorik hingegen hochdynamische Bewegungen exakt erfassen kann. So können auch Stillstand und nur sehr langsame Bewegungen sicher und präzise gemessen werden.

### Vorgehensweise

Die Idee des Fraunhofer IPA war es, Inertialsensorik (IMU) und optische Sensorik mittels Kamera miteinander zu kombinieren. 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 Potenzial für eine sichere Bewegungsschätzung aus Bildinformationen.

Die Kamera-Bilddaten 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.

### Ergebnis

Die Kombination einer Kamera mit einer inertialen Messeinheit ermöglicht die Erfassung von Eigenbewegungen und Strukturinformationen aus der Umgebung zu Stütz- und Korrekturzwecken.

Dadurch wird die Genauigkeit der Bewegungsschätzung erhöht und Sensorfehler werden besser kompensiert. Die Stützung durch die Kamera funktioniert in unbekanntem Umgebungen und benötigt keinerlei Modellierung oder Vorgabe des Kamerablickraums.

Durch die Integration der Kamera in das mobile inertielle Navigationssystem wird das Messprinzip eines referenzlose Sensorsystems beibehalten, in dem sich alle benötigte Sensorik innerhalb des Sensormoduls befindet und keine externe Infrastruktur (z. B. Infrarot-Marker) benötigt wird.