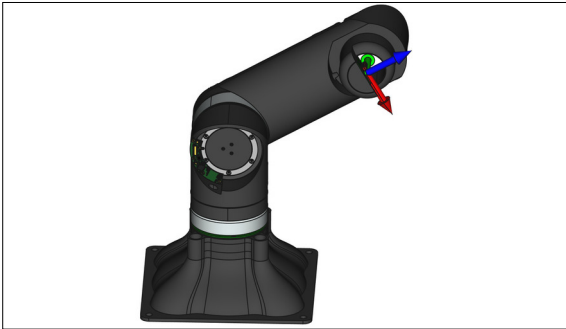


Michael Philipp Sägesser

Student	Michael Philipp Sägesser
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Themengebiet	Electrical Engineering

Bewegungsverfolgung durch IMU-Datenfusion



2-Achsen Roboter Mettronic
Mettronic GmbH

Ausgangslage: In der Robotik wie auch in anderen Bereichen der Technik ist Motion Tracking (Bewegungsverfolgung) ein essentieller Bestandteil der Systeme. Die am weitesten verbreitete Methode ist der Einsatz von Encodern. Encoder sind jedoch relativ kosten- und platzintensiv. Der Einsatz von Inertial Measurement Units (IMU, Inertiale Messeinheit) ist dazu eine Alternative. Handelsübliche IMUs sind eine Kombination von einem dreiachsigen Gyroskop und einem dreiachsigen Beschleunigungssensor. Das bedeutet, dass für die Bewegungsverfolgung sechs Signale zur Verfügung stehen.

Die Firma "Mettronic GmbH" entwickelt, unter anderem, Robotersysteme und Gimbals. Momentan setzt die Firma noch Encoder zur Bewegungsverfolgung ein. Sie ist jedoch an einer alternativen Lösung interessiert. In dieser Arbeit wurde eine Methode zur IMU-Datenfusion für die Berechnung der relativen Orientierung einer IMU im Raum erarbeitet und umgesetzt. Dies mit dem Ziel, eine Grundlage für zukünftige Projekte mit einem IMU für die Firma "Mettronic GmbH" zu schaffen.

Vorgehen: Ein IMU liefert im Gegensatz zu Encodern nicht direkt eine Orientierungsangabe. Daher muss sie aus den IMU-Messdaten des Gyroskops und des Beschleunigungssensors berechnet werden. Die Messdaten des IMU sind durch verschiedene Fehlerursachen wie Bias und Rauschen verfälscht. Dies erschwert eine genaue Berechnung der Orientierung. Die Genauigkeit der Berechnungen kann durch eine Kombination der Daten des Gyroskops und des Beschleunigungssensors verbessert werden. Diese Kombination wird als Sensorfusion bezeichnet.

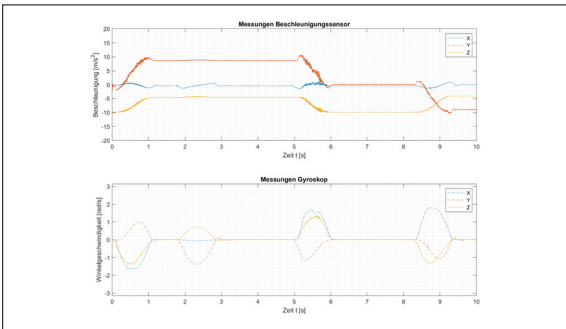
In einem ersten Schritt wurde analysiert, welche Methoden zur Sensorfusion und Fehlerkorrektur bereits bekannt sind. Die Wahl des Algorithmus zur Sensorfusion fiel auf das Extended Kalman Filter.

Um das Filter für die Problemstellung zu nutzen, wurden sowohl Fehler- wie auch Systemmodelle der IMU erstellt. In einem nächsten Schritt wurde die entwickelte Methode in Matlab implementiert und getestet.

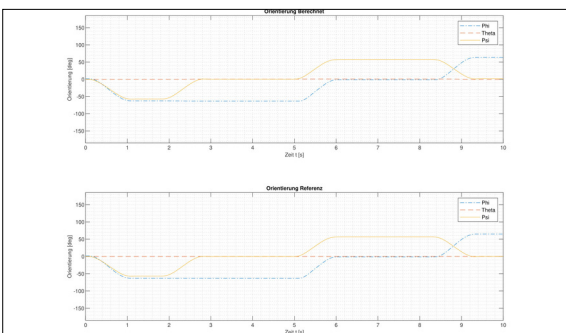
Die Mess- und Referenzdatensammlung für die Tests erfolgte mit einem von der Firma "Mettronic GmbH" entwickelten 2-Achsen Roboter, der sowohl über eine IMU zur Messdatensammlung, wie auch über Encoder zur Referenzdatensammlung verfügt.

Ergebnis: Im Rahmen dieser Arbeit wurden System- und Fehlermodelle einer IMU erarbeitet. Weiter wurde die Sensorfusion zur Lagebestimmung mittels einem Extended Kalman Filter umgesetzt. Die Tests lieferten Ergebnisse, die absolute Fehler von ungefähr 0.2° bis knapp 3° aufweisen. Mögliche Gründe für diese Restfehler wurden analysiert.

Der momentane Stand der entwickelten Methode rechtfertigt noch keinen Ersatz von Encodern durch eine IMU. Wird der Restfehler durch die vorgeschlagenen Methoden jedoch noch weiter reduziert, ist ein solcher Wechsel realistisch.



Reale Beschleunigungs- und Gyroskopmessungen
Eigene Darstellung



Orientierung des Sensors berechnet (oben) und Referenz (unten)
Eigene Darstellung