

Inertiales Navigationssystem

Diplomand



Silvan Hutter

Aufgabenstellung: Das Ziel dieser MSE Masterarbeit war, die theoretische sowie praktische Grundlage für ein inertiales Navigationssystem (INS) zu erarbeiten. Die gewonnenen Informationen sollen anschliessend für die Umsetzung weiterer Projekte genutzt werden können. Ein INS macht sich die Trägheit zunutze (En: Inertia). So können mit Hilfe einer Inertial Measurement Unit (IMU), bestehend aus Drehratensensoren und Beschleunigungsmessern, die Orientierung und Position im Raum ermittelt und propagiert werden. Dafür sind keine externen Referenzpunkte nötig (z.B. über Funk). Auf Grund der Sensordrifts und -Fehler ist ein INS nur eine kurzzeitgenaue Navigationslösung, da die auftretenden Fehler mit der Zeit propagiert werden.

Ergebnis: Der Kern der Arbeit bildete die Herleitung der für ein INS genutzten Strapdown-Rechnung. Diese wurde durch eine ausführliche Recherche im Zusammenspiel mit diversen Versuchen als MATLAB-Code erarbeitet. Dieser wurde verifiziert und validiert. Zusätzlich wurden alternative Methoden zur Berechnung der Orientierung diskutiert.

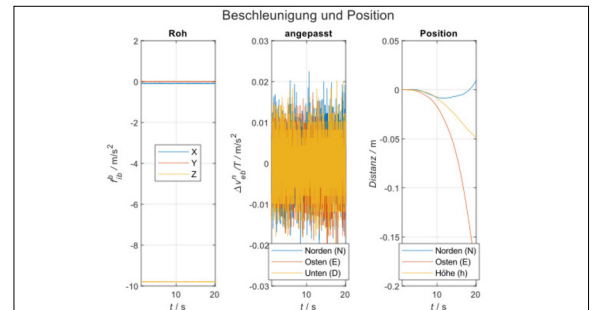
Bei der Strapdown-Rechnung werden unter Einbezug der IMU-Messdaten folgende Schritte durchgeführt:

- Berechnung der Orientierung aus der Drehrate
- Anpassung der Beschleunigung mit der Orientierung
- Propagation der Geschwindigkeit & Position

Vorab muss die Strapdown-Rechnung initialisiert werden. Anschliessend können einfache Kompensationen/Kalibrationen (Schwerebeschleunigung, Bias-Offset,...) angewandt werden.

Fazit: Mit der zur Verfügung gestellten Hardware (Murata) konnte die erarbeitete Strapdown-Rechnung getestet und fortlaufend erweitert werden. So konnte die Grundlage für ein INS gelegt und dabei die Hardware charakterisiert werden. Während der Arbeit wurde bemerkt, dass die Korrektur der durch die IMU verursachten Fehler essenziell für den Betrieb eines INS ist. Zur Fehlerkorrektur und Kalibrierung wurde ein Überblick geschaffen.

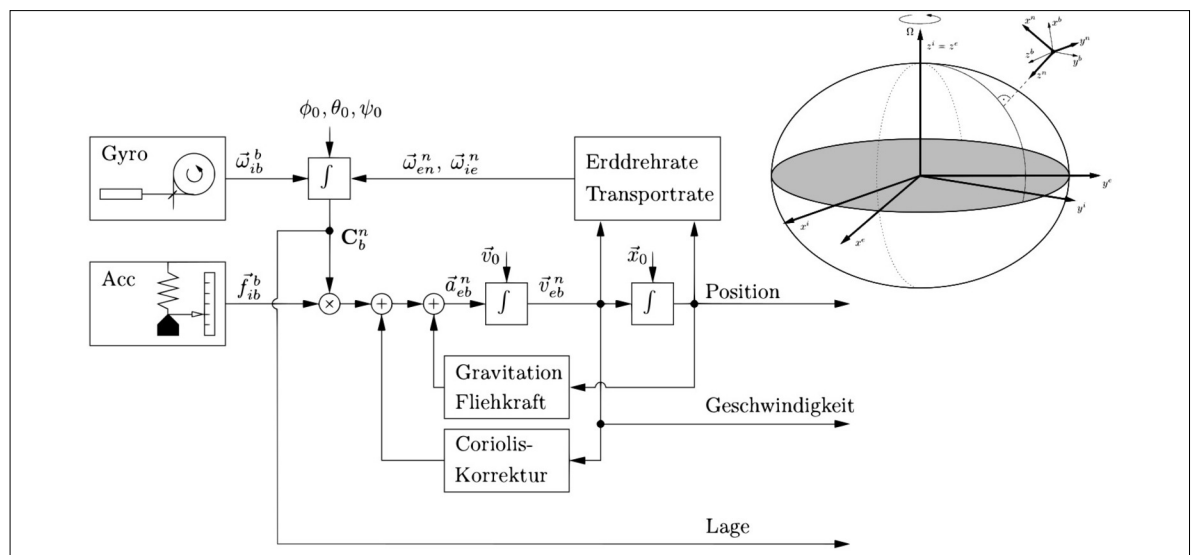
Beschleunigung und Position nach Strapdown-Rechnung
Eigene Darstellung



Murata MEMS-Sensor (SCHA63T-K03) auf Evaluation Unit
Eigene Darstellung



Blockschaltbild Strapdown-Rechnung (mit den Koordinatensystemen)
J. Wendel, Inertiale Navigationssysteme, München, 2011



Referent
Prof. Guido Piai

Korreferent
Prof. Dr. Hans Fritz

Themengebiet
Electrical Engineering