

Inertialnavigation bei autonomen Flugkörpern

Fabian Ulbricht Paul Walger

9. März 2012

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Trägheitsnavigation
- 3 Sensoren
 - Acceloremeter
 - Gyroskop
- 4 Bewegungsgleichungen
- 5 Kalman-Filter
- 6 Kalman-Filter für UAV
- 7 Literatur

Einleitung

Dies ist eine Einleitung.

Trägheitsnavigation

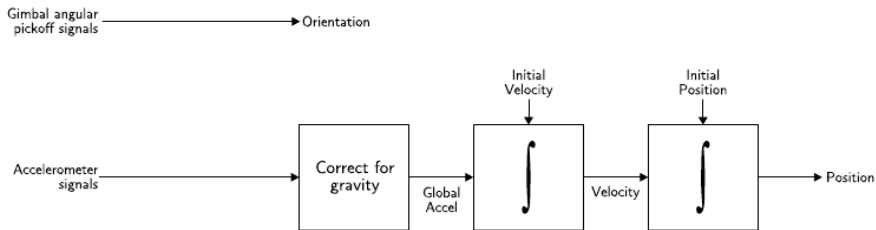
In sich abgeschlossen Navigationstechnik, welche die Position und Orientierung eines Objektes relativ zu einem Start-punkt, orientierung und geschwindigkeit bestimmt. Besteht aus:

- ① Computer
- ② Accelerometer
- ③ Gyroscope

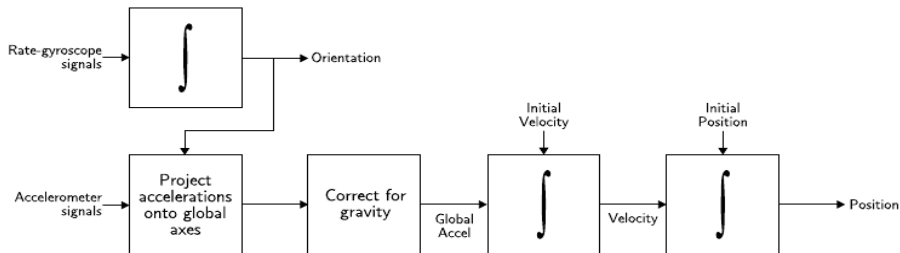
2 Hauptgruppen von Konfigurationen [2]

- ① Stable Platform Systems
- ② Strapdown Systems

Stable Platform Systems



Strapdown Systems



Sensoren

Acceloremeter (Beschleunigungssensoren)

Anwendung:

- Messung von (linearen) Beschleunigungen
- Sensorik in digitalen Kameras
- Positionsbestimmung

MEMS Acceloremeter

Definition (MEMS)

= Microelectromechanical systems

Very small mechanical devices driven by electricity.

2 Typen von Acceloremtern:

- Piezoelectric accelerometer
- Surface micromachined capacitive

Piezoelectric accelerometer

Wirkungsweise: Die bei Beschleunigung Änderung der einwirkenden Kraft wird mittels des Piezoelektrischen Effekts gemessen. Konstante Beschleunigungen können nicht gemessen werden.

Definition (Piezoelektrizität)

Beschreibt das Auftreten einer elektrischen Spannung an Festkörpern, wenn sie elastisch verformt werden.

Capacitive accelometers

Funktionsweise

Messung von Kapazitätsänderungen.

Vorteile

- Herstellung mit herkömmlicher MEMS Technologie möglich
- Hervorragende Sensibilität
- Unabhängig von Außentemperatur

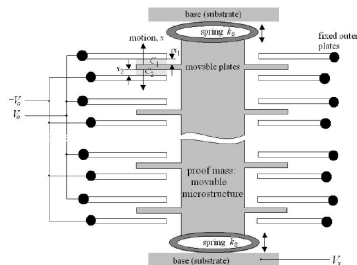
Kapazität

Die Kapazität von 2 parallelen Platten ist [1]

$$C_0 = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} = \epsilon_A \frac{1}{d} \quad (1)$$

wobei $\epsilon_A = \epsilon_0 \epsilon_r A$ und A die Fläche der Elektroden, d die Distanz zwischen ihnen und die ϵ_r die Permittivität von dem Material das die beiden trennt.

Kapazität 3



Die Kapazitäten

C_1 und C_2 zwischen der beweglichen Platte und den äußeren Stationären Platten sind abhängig von den Verschiebung x_1 und x_2 .

$$C_1 = \epsilon_A \frac{1}{x_1} = \epsilon_A \frac{1}{d + x} = C_0 - \Delta C \quad (2)$$

$$C_2 = \epsilon_A \frac{1}{x_2} = \epsilon_A \frac{1}{d - x} = C_0 + \Delta C \quad (3)$$

Kapazität 4

Wenn die Beschleunigung null ist, dann sind die Kapazitäten C_1 und C_2 gleich.
Wenn aber $x_1 \neq x_2$ also $x \neq 0$ dann gilt:

$$C_1 - C_2 = 2\Delta C = 2\epsilon_A \frac{x}{d^2 - x^2} \quad (4)$$

Wenn wir nun ΔC messen, dann können wir die Verschiebung x messen indem wir die nichtlineare algebraische Gleichung lösen.

$$\Delta C x^2 + \epsilon_A x + \Delta C d^2 = 0 \quad (5)$$

Für kleine Verschiebungen ist der Term $\Delta C x^2$ verschwindend klein. Es gilt also

$$x \approx \frac{d^2}{\epsilon_A} \Delta C = d \frac{\Delta C}{C_0} \quad (6)$$

Wir können also sagen, dass die Verschiebung annähernd proportional ist zur Kapazitätsdifferenz ΔC

Gyroskop (Rotationssensoren)

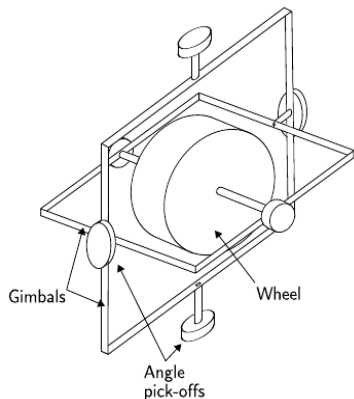
Was ist ein Gyroskop

Ein Gerät zur Messung oder Erhaltung der Orientierung, basierend auf dem Prinzip des Drehimpulses.

Typen von Gyroskopen

- 1 Mechanisch
- 2 Optisch
- 3 MEMS

Mechanische Gyroskope



Bestehen

aus einem spinning wheel und zwei Gimbals, welche es eine Rotation in 3-Achsen erlaubt.

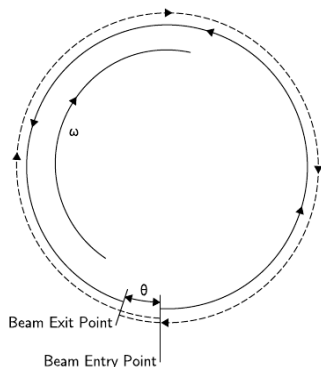
Ein

Mechanische Gyroscope misst die Orientation direkt, während die meisten modernen Gyroskope die Winkelgeschwindigkeit messen.

Nachteile:

- 1 Bewegliche Teile
- 2 Reibung
- 3 Ein paar Minuten Aufwärmzeit benötigt

Optische Gyroskope



Insbesondere
Faserkreisel (Fibro Optic Gyroscope = FOG).
Besteht aus
einer langen Spule von Glasfasern. Es werden
zwei Lichtimpulse in entgegengesetzte Richtung
abgefeuert. Wenn das System rotiert, erfährt
der eine Lichtimpuls eine längere Laufzeit.
Gemessen wird über
die Interferenz von den beiden Lichtimpulsen.

Bewegungsgleichungen

Kalman-Filter

Kalman-Filter für UAV

Literatur

- [1] Matej Andrejaši. *MEMS ACCELEROMETERS*. Department of physics, März 2008.
- [2] Oliver J. Woodman. *An introduction to inertial navigation*. Techn. Ber. Computer Laboratory: University of Cambridge, Aug. 2007.