

Ok, du willst 6 Freiheitsgrade in der Bewegung.

Dann wirds etwas komplizierter:

$$\vec{F} = m \left(\frac{d}{dt} \vec{v} + \vec{\omega} \times \vec{v} \right) \quad (1)$$

$$\vec{M} = \mathbf{J} \frac{d}{dt} \vec{\omega} + \vec{\omega} \times \mathbf{J} \vec{\omega}. \quad (2)$$

in Komponenten geschrieben, ergibt sich

$$\begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{bmatrix} = m \left(\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} \right) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_z \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} J_{xx} & 0 & -J_{xz} \\ 0 & J_{yy} & 0 \\ -J_{xz} & 0 & J_{zz} \end{bmatrix} \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} \\ &\times \begin{bmatrix} J_{xx} & 0 & -J_{xz} \\ 0 & J_{yy} & 0 \\ -J_{xz} & 0 & J_{zz} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (4)$$

und ausmultipliziert ergibt sich

$$F_x = m (\dot{v}_x + \omega_y v_z - \omega_z v_y) \quad (5)$$

$$F_y = m (\dot{v}_y + \omega_z v_x - \omega_x v_z) \quad (6)$$

$$F_z = m (\dot{v}_z + \omega_x v_y - \omega_y v_x) \quad (7)$$

$$M_x = J_{xx} \dot{\omega}_x - J_{xz} \dot{\omega}_z - J_{xz} \omega_x \omega_y + (J_{zz} - J_{yy}) \omega_y \omega_z \quad (8)$$

$$M_y = J_{yy} \dot{\omega}_y + (J_{xx} - J_{zz}) \omega_x \omega_z - J_{xz} (\omega_z^2 - \omega_x^2) \quad (9)$$

$$M_z = J_{zz} \dot{\omega}_z - J_{xz} \dot{\omega}_x + J_{xz} \omega_y \omega_z + (J_{yy} - J_{xx}) \omega_x \omega_y. \quad (10)$$

Jetzt brauchst du noch weitere Zustände, vielleicht für die Position, falls du noch gps hast? und für die Lage im raum

$$\dot{\vec{P}}_e = \mathbf{C}_k^e \cdot \vec{v}_k \quad (11)$$

$$\dot{\vec{\Phi}} = \mathbf{R}_k^e \cdot \vec{\omega}_k \quad (12)$$

$$\mathbf{C}_k^e = \begin{bmatrix} \cos \Psi \cos \Theta & \cos \Psi \sin \Theta \sin \Phi - \sin \Psi \cos \Phi & \cos \Psi \sin \Theta \cos \Phi + \sin \Psi \sin \Phi \\ \sin \Psi \cos \Theta & \sin \Psi \sin \Theta \sin \Phi + \cos \Psi \cos \Phi & \sin \Psi \sin \Theta \cos \Phi - \cos \Psi \sin \Phi \\ -\sin \Theta & \cos \Theta \sin \Phi & \cos \Theta \cos \Phi \end{bmatrix}, \quad (13)$$

Tabelle 1: Raumfeste Koordinaten

Freiheitsgrad	Bezeichnung
Nordrichtung	x_e
Ostrichtung	y_e
von der Erdoberfläche Richtung Erdmitte	z_e
Rollwinkel (roll)	Φ
Nickwinkel (pitch)	Θ
Gierwinkel (yaw)	Ψ

$$\mathbf{R}_k^e = \begin{bmatrix} 1 & \sin \Phi \tan \Theta & \cos \Phi \tan \Theta \\ 0 & \cos \Phi & -\sin \Phi \\ 0 & \frac{\sin \Phi}{\cos \Theta} & \frac{\cos \Phi}{\cos \Theta} \end{bmatrix}. \quad (14)$$

$\frac{F}{m}$ ist ja schon die Beschleunigung, welche du misst. Eine Variante, einen Kalmanfilter ohne wirkliches Modell aufzubauen besteht darin, für $\frac{F}{m}$ einfach deine Messung des Sensors einzusetzen.

So ein Magnetometer hat doch 3 spulen senkrecht zueinander oder? Dann müsste sich doch als messung etwa sowes ergeben:

$$\begin{bmatrix} \text{x-Mag} \\ \text{y-Mag} \\ \text{z-Mag} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \Psi \cos \Theta \\ -\sin \Psi \cos \Theta \\ \sin \Psi \sin \Theta \end{bmatrix} \quad (15)$$

Dann hättest du eigentlich alles zusammen um dein Filter zu realisieren. OK, es ist noch einiges zu tun. Wenn dein Fahrzeug nicht nur nach Norden und Süden fahren soll, ist es mit der Linearisierung der gleichungen so eine Sache. Ich glaube da musst du zum erweiterten Kalmanfilter greifen. Aber schau mal erst mal wie du dich mit den Koordinaten-Systemen anfreunden kannst, bevor es weiter geht.

und frag nach, ich habe auf die schnelle nicht alle variablen erklärt go2tobias@gmx.de