

Laskuharjoitus 5.

1. Gyroyksikkö mittaa lineaarisen kiihtyvyyden kolmen ortogonaalisen akselin suuntaisesti. Lisäksi se mittaa kulmanopeuden näiden akselien ympäri. Gyroyksikkö kiinnitetään työkoneeseen. Suunnittele työkoneen sivuttaisen kallistuksen estimaattori, joka käyttää kiihtyvyyden ja kulmanopeuden mittausta. Kiihtyvyyden mittaussyksikkö on g ja kulmanopeuden mittaussyksikkö on rad/s . Näyteväli on 10 ms.

2. Junan veturi liikkuu suoraa kiskoja pitkin, joten vapausasteita on yksi. Veturin tilasuureina ovat paikka ja nopeus. Kirjoita kaksi differentiaaliyhtälöä Kalman suodinta varten, jotka kuvaavat veturin tiloja. Junan paikkaa ja nopeutta voidaan mitata GPS vastaanottimella 1 Hz taajuudella. Kirjoita myös diskreetti matriisimuotoinen mittausyhtälö Kalman suodinta varten. Veturin kiihtyvyyden keskihajonta on $0,5 \text{ m/s}^2$. GPS paikkamittauksen virheen keskihajonta 10 m ja nopeusmittauksen keskihajonta on $0,1 \text{ m/s}$. Kirjoita mittausmallin ja tilan ennustemallin virheiden diagonaaliset kovarianssimatriisit.

3. Tehtävän tarkoituksena on laskea tarkka estimaatti sisävesillä liikkuvan aluksen paikkasta ja liikkeestä. Mittauksina on GPS-paikka ja NMEA VTG tyyppinen mittaus kulkusuunnasta. Tehtävänäsi on muodostaa Kalman suodatin, joka estimoi paikan ja liikkeen.

Tehtävässä täytyy:

- a) muodostaa aluksen liikeyhtälö, mittausyhtälöt sekä muodostaa laajennettu Kalman suodatin joka käyttää niitä hyväksi.
- b) määrittää sopivat systeemi- ja mittauskovarianssimatriisit .

AS-84.3127 Localization- and navigation methods

Exercise 5.

1. A gyro unit measures linear acceleration along three orthogonal axes. It also measures angular velocities around these axes. The gyro unit will be fixed to a work machine. Design a roll angle estimator, that uses linear acceleration and angular velocity measurements. The acceleration measurement unit is g and angular velocity measurement unit is rad/s. The measurement sample time is equal to 10 ms.

2. Locomotive is moving trails in one degree of freedom. The states of the locomotive are position and velocity. Write two differential equations for the states of the locomotive. The position and velocity of the locomotive is obtained from a GPS receiver at 1 Hz. Write also a discrete matrix form measurement equation for Kalman filter. The standard deviation of the locomotive acceleration is equal to $0,5 \text{ m/s}^2$. The standard deviation of GPS position and velocity measurements are equal to 10 m and 0,1 m/s, respectively. Write the diagonal covariance matrix for the discrete measurement model error and for the continuous system model error.

3. The objective is to accurately determine the pose and movement of a ship moving in the inland waterways. Available measurements are GPS-position and the NMEA VTG-measurement for heading. Your task is to construct a Kalman filter for pose and movement estimation.

You need to:

- c) construct a model for ship movement, a measurement equation and use them in a (an extended) Kalman filter.
- d) determine the covariance matrices used in the Kalman filter.