

AS-84.3125 Estimointi- ja sensorifuusiomenetelmät (3 p)

Estimation and sensor fusion methods

Tentti/Exam 25.10.2010

Tentissä saa käyttää opintojaksolla jaettua kaavakokoelmaa.

It is allowed to use the delivered Collection of important formulas for this course.

1. Tarkastellaan yhtä mittauta z tuntemattomasta vakioparametrista x .
Consider one measurement z of an unknown constant parameter x .

$$z = \frac{1}{2}x + w$$

Oletetaan että w on normaaliseesti (Gaussisesti) jakautunut, odotusarvo on nolla, varianssi P_{zz} . Johda parametrille x LS-estimaattori. Miten luonnehtisit LS ja ML estimaattoreita ja niiden välisiä suhteita?

Let's assume that w has Gaussian pdf with mean zero and covariance P_{zz} . Find LS estimator for the parameter x . How could you characterize LS and ML estimators and the relations between them?

(6 p)

2. Suunnittele diskreetti laajennettu Kalmansuodin traktorille, jonka jatkuva-aikaisessa mallissa tiloina ovat 2D-paikka, ajosuunta θ ja ohjauskulma α_F .
Find a discrete extended Kalman filter for a tractor having the following continuous time model, in which 2D-position, heading angle θ and steering angle α_F are state variables

$$\dot{x}_R = v_R \cos(\theta)$$

$$\dot{y}_R = v_R \sin(\theta)$$

$$\dot{\theta} = \frac{1}{a} v_R \tan(\alpha_F)$$

$$\dot{\alpha}_F = \omega_F$$

jossa input -suureina v_R nopeus ja ω_F ohjauskulman kulmanopeus; a on vakio. Paikka pystytään mittamaan huonohkolla GPS – laitteella ja ajosuunta pystytään mittamaan huonolla kompassilla. Mittausvirheet oletetaan Gaussisesti jakautuneiksi

As inputs, v_R is velocity, ω_F is the angular velocity of the steering angle; a is constant. The position is measured with a standard poor GPS and the heading angle with a low cost compass, both disturbed with Gaussian distributed noise.

Diskretoinnin voi tehdä Eulerin menetelmällä, jonka voi johtaa suoraan derivaatan määritelmästä. *The system can be discretized with Euler method, which can be reasoned on the basis of definition for derivative.*

$$\dot{x} = f(x, u, t) \approx \frac{x(k+1) - x(k)}{T}.$$

(6 p)

3. Selosta estimoinnin perusyhtälön (Fundamental Equation of Estimation) merkitys Kalman-suodattimen yhteydessä.
Explain the meaning of the Fundamental Equation of Estimation in connection of Kalman -filter. (6 p)
4. a) Milloin kannattaa käyttää informaatiomuotoista Kalmansuodatinta, milloin 'tavallista' formulointia ?
a) In what cases it is beneficial to use Information filter? in what cases 'normal' Kalman filter? (2 p)
- b) Miksi Kalman suodattimessa a posteriori kovarianssi on aina 'pienempi' kuin a priori kovarianssi?
b) Why a posteriori covariance is always 'smaller' than a priori covariance in Kalman filter? (2 p)
- c) Mitä tarkoittaa residuaali ?
What is the meaning of the residual? (2 p)
5. Miksi implementoidut tilaestimaattorit epälineaaristen järjestelmien yhteydessä ovat lähes aina vain approksimaatioita optimaalisista tilaestimaattoreista?
Why, in cases of nonlinear systems, the implemented state estimators are almost always only approximations of the optimal state estimators? (6 p)