

AS-84.3125 Estimointi- ja sensorifuusiomenetelmät (3 p) *Estimation and sensor fusion methods*

Tentti/Exam 25.8.2011

Tentissä saa käyttää opintojaksolla jaettua kaavakokoelmaa. *It is allowed to use the delivered Collection of important formulas for this course in the exam.*

1. Tarkastellaan yhtä mittausta z tuntemattomasta vakioparametrasta x .
Consider one measurement z of an unknown constant parameter x .

$$z = 3x + w$$

Oletetaan että w on normaalisesti (Gaussisesti) jakautunut, odotusarvo on nolla, varianssi P_{zz} . Johda parametrille x ML-estimaattori sekä LS-estimaattori. Vertaile estimaattoreita.

Let's assume that w has Gaussian pdf with mean zero and covariance P_{zz} . Find ML estimator and LS estimator for the parameter x . Compare estimators.

(6 p)

2. Suunnittele diskreetti laajennettu Kalmansuodin ajoneuvolle, jonka jatkuva-aikaisessa mallissa tiloina ovat 2D-paikka x_1 , x_2 , suunta x_3
Find a discrete extended Kalman filter for a vehicle having the following continuous time mode, in which 2D-position x_1 , x_2 and heading angle x_3 are the state variables

$$\dot{x}_1 = v \cos(x_3 + k_1 u)$$

$$\dot{x}_2 = v \sin(x_3 + k_1 u)$$

$$\dot{x}_3 = v k_2 u$$

jossa u ohjauksen kulma ja v nopeus. Paikka pystytään mittaamaan huonohkolla GPS-laitteella, jonka mittausvirhe oletetaan nollakeskiarvoiseksi ja gaussiseksi.

Input u is steering angle and v velocity. The position can be measured with a standard poor GPS, disturbed with white zero mean Gaussian 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.*

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

Mitä seikkoja pitää huomioida tällaista suodatinta käytettäessä. *What things should be taken into account when using this kind of filter.*

(6 p)

3. Missä tilanteissa MAP-estimaattori on parempi kuin ML estimaattori?
In what cases MAP estimator is better than ML estimator? (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) Missä tilanteessa Kalman suodattimen a posteriori kovarianssi konvergoi asympotoottisesti nollaan?
b) In what kind situation a posteriori covariance of Kalman filter converges asymptotically to zero ? (2 p)
- c) Miksi toisen kertaluvun laajennetun Kalman suodattimen yhteydessä dynaamisen mallin virhettä ja mittauksen virhettä kuvaavien kohinoiden kovarianssien pitää olla todenmukaiset.
Why, in the case of second order extended Kalman filter, the covariances of the noises in the dynamic model and in the measurement equation must have realistic values? (2 p)
5. Miksi epälineaarisissa järjestelmissä implementoidut tilaestimaattorit ovat lähes aina vain approksimaatioita optimaalisesta tilaestimaattoreista?
Why, in cases of nonlinear systems, the implemented state estimators are almost always only approximations of the optimal state estimators? (6 p)