AS-84.3127 Paikannus- ja navigointimenetelmät

Tentti 9.3.2010

Tentissä on lupa käyttää **T. Pentikäinen, Matematiikan kaavoja** tai **MAOL matematiikan taulukot** kaavakokoelmaa.

1.) Tavoitteena on mitata Suomen teiden NE-koordinaatit GPS paikannusta ja autoa käyttäen. Selosta GPS World-lehdessä olleen artikkelin perusteella miten se voidaan tehdä. Mitä antureita tarvitaan, jotta satelliittien katvealueilla voitaisiin navigoida keskeytyksettä. Kuvaile miten eri menetelmillä laskettu reitti yhdistetään. Selosta myös miten jälkiprosessointi suoritettiin. (6p)

2.) Moottoripyörä liikkuu pohjois-itäsuuntaisessa xy-koordinaatistossa. Kulkusuunta ϕ määritetään kompassilla x-akselista myötäpäivään. Etupyörän ohjauskulma on positiivinen käännyttäessä oikealle. Kirjoita moottoripyörän taka-akselin nopeuskomponenttien ja suuntakulman differentiaaliyhtälöt pohjois-itäsuunnassa. Piirrä myös koordinaatisto ja kulmat. Moottoripyörän nopeus v ja etupyörän ohjauskulma u tunnetaan. Moottoripyörä lähtee origosta. (6p)

3.) Laadukkaan kiihtyvyysanturin kohinan keskihajonta on 2 mV ja 10 V lukema vastaa kiihtyvyyttä 10 m/s^2 ja 0 V vastaa 0 m/s^2.Laske Riccatin yhtälöä käyttäen kiihtyvyydestä integroidun paikan keskihajonta ajan funktiona. (6p)

$dx/dt=A*x+w \qquad E\{w*w^T\}=Q$

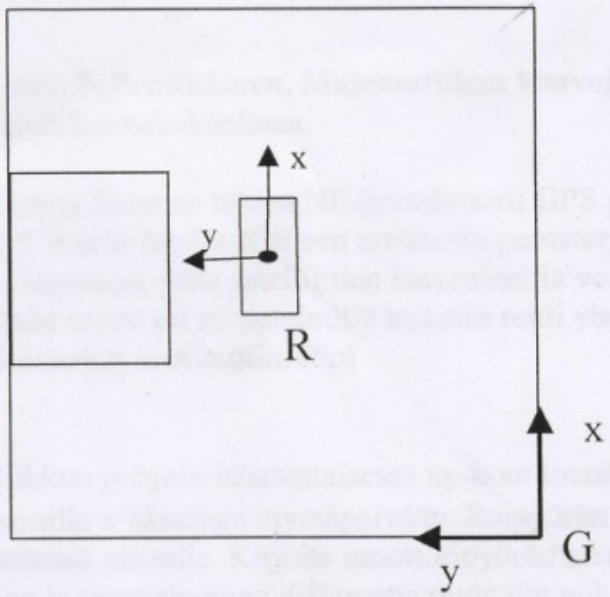
Riccatin yhtälö:

$dP/dt=A*P+P*A^T+Q$

4.) Alla olevassa kuvassa on esitetty robotti, jonka toimintaympäristönä on huone. Robotti määrittää aluksi etäisyydet oman koordinaatistonsa suhteen sekä seinien suuntakulmat oman koordinaatistonsa x-akselista vastapäivään. Tavoitteena on että robotti pystyisi määrittämään paikkansa ja suuntansa myös kulmaan kiinnitetyn referenssikoordinaatioston G suhteen.

a) Selosta sanallisesti miten robottiin kiinnitetyn, tasossa mittaavan laserskannerin peräkkäisistä etäisyysmittauksista lasketaan kulmahistogrammi vastaten kuvassa esitettyä robotin paikkaa ja asentoa. Missä kohtaa histogrammia ovat kunkin seinän/kaapin paikkaa vastaavat huiput? Robotin skannaussektori on 180 astetta robotin y-akselin suunnasta alkaen myötäpäivään. (3p)

b) Selosta sanallisesti miten x- ja y-koordinaattien suuntaiset etäisyys histogrammit määritetään sen jälkeen kun laserin osumapisteiden x- ja y-koordinaateista on "kompensoitu" a)-kohdassa määritetty kiertokulman vaikutus pois. Huoneen koko on noin 3mx3m. Missä kohtaa histogrammia on kunkin seinän/kaapin paikka? (3p)



5. Gyroyksikkö mittaa lineaarisen kiihtyvyyden työkoneen sivusuunnassa. Lisäksi se mittaa kulmanopeuden sivusuunnassa. Suunnittele työkoneen sivuttaisen kallistuksen estimaattori, joka käyttää kiihtyvyyden ja kulmanopeuden mittausta. Kiihtyvyyden mittausyksikkö on *g* ja kulmanopeuden mittausyksikkö on *rad/s*. Näyteväli on 10 ms. Kallistuskulma voidaan olettaa pieneksi. (6p)

Kaavoja:

systeemiin dx/dt=A*x+B*u+w ja mittausyhtälöön y=C*x+v liittyvä Kalman suodin (ilman indeksejä) on

dx/dt=A*x+Bu ja dP/dt=A*P+P*A^T+Q, kun Q=E{v*v^T}

x=x+K*(y-C*x) ja P=P-P*C^T*(C*P*C^T+R)$^{-1}$*C*P, kun R=E{w*w^T}