Mat-2.129 Systeemien identifiointi
Tentti 6.5.2006
Tuomas Raivio

Kirjoita jokaiseen vastauspaperiin
- nimi ja opiskelijanumero
- koulutusohjelma ja vuosikurssi
- mahdollinen entinen nimi
- paperin nro / paperien lkm
- nimikirjoitus

Tentissä saa oikeasta vastauksesta suluissa ilmoitetun määrän pisteitä, väärästä vastauksesta 0 pistettä ja sisällöttömästä, läpipääsyyn keinolla millä hyvänsä tähtäävästä selittelystä -1 pistettä (oikeasti).

1.
   a. Esittele takaisinkytketyn säädön periaate ja jokin tuntemasi säätöalgoritmi. (2p)
   b. Mikä on Kalman-suodin ja mihin sitä käytetään? (2p)
   c. Mitä mallin validoinnissa tarkoittaa ennustevirheiden autokorrelaatio?(2p)

2. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:
   a. Mitä tarkoittaa superpositioperiaate lineaaristen järjestelmien yhteydessä? (2p)
   b. Miten superpositioperiaate liittyy systeemien identifiointiin? (1p)
   c. Mikä on lineaarisen SISO-systeemin impulssivaste? (1p)
   d. Mikä on lineaarisen SISO-systeemin taajuusvaste? (1p)
   e. Mitä ymmärretään signaalin jatkuvasti herättävyydellä (persistency of excitation)? (1p)

3. Ennustevirhemenetelmää käytettäessä ennustevirheiden neliösumman minimoiva parametriestimaatti θ^*minimoi myös integraalin

$$\int_{-\pi}^{\pi} |G_0(e^{i\omega}) - G(e^{i\omega},\theta)|^2 \frac{\Phi_u(\omega)}{|H_*(e^{i\omega})|^2} d\omega$$

jossa G_0 on systeemin siirtofunktio, G mallin siirtofunktio, Φ_U herätteen u spektri, H_* kohinan spektri (jonka ei tässä oleteta riippuvan parametrivektorista) ja θ parametrivektori.
   a) Mitä tämä tulos tarkoittaa käytännössä? (2p)
   b) Miten käytät tätä tietoa hyväksesi identifiointikokeen suunnittelussa? (2p)
   c) sisäänmeno ja ulostulo suodatetaan stabiililla suotimella L(q). Miten integraali muuttuu? Miten tulosta voidaan käyttää hyväksi? (2p)

4. Uudessa työpaikassasi pomosi pyytää sinua pitämään puolen tunnin esityksen aiheesta "Dynaamisten järjestelmien parametrien estimointi". Yleisö koostuu pääasiassa prosessitekniikan asiantuntijoista, jotka käyttävät rakenteellisia malleja ja joilla on

joitakin ongelmia mallien parametriarvojen kanssa. Suunnittele esitykseesi liittyvän kalvosarjan sisältö. (6p)

Tekniset tehtävät (voi korvata harjoitustöillä)

5. Tarkastellaan lineaarista dynaamista SISO-järjestelmää (oletetaan, että A on täyttä rangia)

$$dx/dt = Ax(t)+Bu(t)$$
$$y(t) = Cx(t)+Du(t).$$

a) Ilmoita tilaesitystä vastaavan input-output -kuvauksen siirtofunktio. (2p)
b) Ratkaise järjestelmän tasapainotila vakio-ohjauksella u_0. (1p)
c) Miten ohjaus u_0 vaikuttaa tasapainotilan stabiilisuusominaisuuksiin? (1p)
d) Millä ehdolla järjestelmä on täydellisesti ohjattava? (1p)
e) Oletetaan, että systeemi on saatu linearisoimalla jokin epälineaarinen systeemi ja että lineaarinen systeemi on stabiili. Mitä voit tällöin sanoa alkuperäisen epälineaarisen systeemin stabiilisuudesta? (1p)

6. Tarkastellaan mittauksia x_i ajanhetkillä t_i, $i=1,...,N$, sekä epälineaarista tilayhtälömallia $dz/dt=f(z(t),u(t);\theta)$, $z(0)=z_0$, jossa θ on parametrivektori. Tarkoituksena on estimoida θ minimoimalla neliösummaa $\Sigma^N_{i=1}(x_i-z(t_i,\theta)^2$.

a) Mitä on $z(t_i,\theta)$ mallin avulla lausuttuna? (1p)
b) Miten gradientti $dz/d\theta(t_i;\theta)$ lasketaan? (2p)
c) Hahmottele algoritmi yo. neliösumman minimoimiseksi gradienttimenetelmällä. (3p)