

1

T-61.3040 Signaalien tilastollinen mallinnus

Tentti 9.1.2006

Tentissä saa olla mukana laskin (ei ohjelmoitava tai muisti tyhjä) ja matematiikan perustaulukot (ei taulukoita joissa on kurssin aiheisiin suoraan liittyvää materiaalia)

1. (max 6p) Selitä *lyhyesti* seuraavat asiat menemättä tarpeettomasti yksityiskohtiin:
- i) Autokorrelaatio. (2p)
 - ii) Wiener-suodin. (2p)
 - iii) LMS-suodin. (2p)

2. (max 6p) Prosessi $x(n) = A \exp(jn\omega) + v(n)$ koostuu yhdestä kompleksisesta sinisignaalista valkoisessa kohinassa. Kun korrelaatiomatriisi on

$$R_x = \begin{bmatrix} 3 & 2(1-j) \\ 2(1+j) & 3 \end{bmatrix}$$

niin

- i) mikä on kohinan varianssi? (2p)
- ii) mikä on teho $P = |A|^2$? (2p)
- iii) mikä on signaalin taajuus ω ? (2p)

3. (max 6p)

Vastaa seuraaviin väitteisiin joko "tosi" tai "epätosi" tai jätä vastaamatta. Oikea vastaus antaa yhden pisteen, väärä -1 pistettä ja vastaamatta jättäminen nolla pistettä. Vastauksia ei tarvitse perustella.

- a) Ergodisuus liittyy aikakeskiarvon suppenemiseen kohti otoskeskiarvoa.
- b) Kun tunnetaan minkä tahansa satunnaisprosessin $x(n)$ kaikki autokorrelaatiot $r_x(k)$, niin silloin prosessin kaikki tilastolliset ominaisuudet tunnetaan täysin.
- c) WSS-prosessin autokorrelaatiomatriisi R_x on aina positiivisemidefiiitti eli $x^H R_x x \geq 0$ kaikilla x .
- d) Säännöllinen prosessi voidaan aina esittää MA-prosessina.
- e) Periodogrammin resoluutio on huonompi kuin Bartlettin ja Welchin menetelmien resoluutio.
- f) Jos LMS-algoritmissa askelpituus on välillä $0 < \mu < 2/\lambda_{max}$ niin algoritmi suppenee aina myös epästationäärisillä prosesseilla.

4. (max 6p)

Kun näppäilet puhelinnumeron, niin äänitaajuuspuhelimessa kuulet kutakin näppäintä vastaavan äänen. Ääni koostuu kahdesta sinisignaalista eri taajuuksilla. Sinisignaalit poimitaan kahdesta neljän sinisignaalin ryhmästä niin, että mukana on aina yksi signaali kummastakin ryhmästä. Ryhmien sisältämien sinisigaalien taajuudet tunnetaan etukäteen. Näin voidaan muodostaa 16 eri näppäintä vastaavaa ääntä. Molempien sinisignaalien amplitudit ovat tietyissä rajoissa samat. Oletetaan, että olet suunnittelemassa digitaalista laitetta, joka vastaanottaa digitoituja äänisignaaleja. Laitteen pitäisi pystyä selvittämään mitä näppäinten painalluksia signaali sisältää. Tiedät, että signaalin näytteenottotaajuus on 8 kHz ja minkä tahansa näppäimen äänessä sinisignaalien taajuudet poikkeavat toisistaan vähintään 268 Hz.

Alkuverryttelynä estimoit taajuudet periodogrammilla. Arvioi suunnilleen kuinka kauan näppäintä pitää painaa, jotta periodogrammi pystyy erottelemaan taajuudet. (2p)

Suunnittele parempi menetelmä kuin periodogrammi. Menetelmän tulisi ottaa huomioon mahdollinen kohina sekä ennalta signaalista tunnetut asiat. Perustele menetelmäsi. (4p)

Annathan kurssipalautetta / Var så god och ge kursfeedback

<http://www.cs.hut.fi/Opinnot/Palaute/kurssipalaute.html>