T-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät

K5 - lisäpisteet portfoliosuoritukseen. Deadline ke 2.3.2005.

Alla olevat tehtävät liittyvät **portfoliosuoritukseen** (arvosanat 2-5). Palautus keskiviikkoon 2.3.2005 mennessä paperilla T-talon 3. kerroksen Informaatiotekniikan palautuslaatikkoon.

Palauta lyhyt dokumentti sekä tuloksiin johtanut koodi (ei käsinkirjoitettuna).

Mahdollisesta **YHTEISTYÖSTÄ on ilmoitettava selkeästi!**

Lisäpistetehtävät

1. (2p) Liittyen Matlab-demon tehtävään 1 katso `http://www.jhu.edu/~signals/` ja erityisesti funktion approksimoinnista demot (java applet) osoitteessa `http://www.jhu.edu/~signals/fourier2/index.html` Huomaa, että voit piirtää hiirellä kuvaikkunaan signaalin yhden jakson ajalta (signaali toistaa itseään).

   Vastaa kyseisen www-sivun alareunassa oleviin kysymyksiin 1-5.

2. (1p) Fourier-kertoimet (itse asiassa diskreetti Fourier-muunnos) voidaan laskea Matlabissa `fft`-komennolla. Seuraavassa on sekvenssi, joka on jaksollinen $N_0 = 100$ peruskulmataajuudella $\omega_0 = 0.02\pi$:

```
n   = [0:99];
N   = length(n);
x   = cos(0.02*pi*n);
subplot(211); stem(n, x); ylabel('x[n]');        % aikatason aaltomuoto
ak  = (1/N)*fft(x);
subplot(212); stem(n, abs(ak)); ylabel('|a_k|'); % taajuustason kertoimet
```

   Matlab laskee siis kertoimet a_0:sta a_{N-1}:een. Alemmasta kuvaajasta nähdään, että $|a_1| = 0.5$. Mitä on $|a_{-1}|$?

3. (1p) Jatkaen edellisestä tehtävästä. Lisää sekvenssiin $x[n]$ toinen kosini, jonka $\omega = 0.14\pi$ ja piirrä kuvaajat uudestaan. Nollasta poikkeavia Fourier-kertoimia pitäisi olla nyt neljä kappaletta.

   Mitä tapahtuu, jos lisäät vielä kolmannen sekvenssin, jonka $\omega = 0.25\pi$? Kuinka monta nollasta poikkeavaa F-kerrointa löytyy? Miksi?

4. (2p) Katso myös Matlab-demon tehtävä 3, jossa ei-rekursiivinen toteutus. Paperilaskarikierroksella K3 tutkittiin lisäpistetehtävässä 4 korkojen muutoksia vuoden ajalta. Muutokset päivästä toiseen olivat useimmiten hyvin pieniä ("kohinaa"), joten paras veikkaus seuraavan päivän arvoksi on tämän päivän arvo eli $x[n+1] \approx x[n]$.

   Keskiarvoista signaalia `aani.wav` rekursiivisella algoritmilla, joka on annettu funktiossa `ka_IIR.m`. Otetaan R osaa edellistä suodatettua arvoa ja $(1-R)$ osaa nykyistä sisääntulevaa arvoa, $0 < R < 1$, eli

$$y[n] = Ry[n-1] + (1-R)x[n]$$

   Piirrä tämän rekursiivisen suotimen lohkokaavio. Suodata edellisen kohdan äänisignaalia rekursiivisella suotimella `ka_IIR.m` eri R:n arvoilla $R = \{0.01, 0.1, 0.5, 0.9, 0.99\}$. Miten R vaikuttaa tulokseen? Piirrä esimerkki suotimen magnitudivasteesta (amplitudivaste) jollakin R:n arvolla. Jos halutaan tutkia tämän suotimen taajuusominaisuuksia saadaan

$$H(e^{j\omega}) = (1-R)/(1-Re^{-j\omega})$$

```
w = [0 : pi/1024 : pi];  % omega/rad-asteikko
H = (1-R) ./ (1 - R*exp(-j*w));
plot(w, abs(H));         % amplitudivaste
```


5. (1p) Matlabilla voi laskea konvoluutio käyttäen hyväksi funktioita `conv` ja `deconv`. Esimerkiksi sekvenssi $x[n] = \delta[n-1] - 2\delta[n-2]$ kannattaa esittää Matlabissa `x = [1 -2]` ja pitää itse kirjaa sekvenssien alkamiskohdista.

   Tutkitaan LTI-järjestelmää, jossa syöte $x[n]$ menee järjestelmään $h_1[n]$, jonka ulostulo on $w[n]$. Tämä taasen menee järjestelmään $h_2[n]$, josta tulee vastesekvenssi $y[n]$. Tämä kaskaadikytkentä voidaan esittää kaaviokuvana:

$$x[n] \longrightarrow \boxed{h_1[n]} \longrightarrow w[n] \longrightarrow \boxed{h_2[n]} \longrightarrow y[n]$$

   a) Jos syöte on $x[n] = \delta[n] + \delta[n-1] - \delta[n-2]$ ja $h_1[n] = \delta[n] - \delta[n-1]$, niin mitä on $w[n]$?
   b) Käyttäen kohdan (a) sekvenssiä $w[n]$ saadaan vasteeksi $y[n] = \{\underline{0}, 1, 2, -2, -3, 2\}$. Mikä on impulssivaste $h_2[n]$?
   c) Mikä on kaskaadijärjestelmän $h_c[n] = h_1[n] * h_2[n]$ impulssivaste?

   Nämä siis tällä kertaa Matlabilla laskettuna, koodi mukaan.

6. (2p) Tutkitaan jälleen Matlabin "kameramiestä". Matlab-harjoituksissa keskiarvoistettiin kuvaa. Tällä kertaa sen sijaan lasketaan vierekkäisten pisteiden eroa. Nopeat muutokset harmaasävyssä ovat usein jonkin objektin ääriviivat.

   Alhaalla vasemmalla on alkuperäinen kuva ja vieressä on kuva, joka on saatu aikaiseksi ensin laskemalla erotusta kahden pikselin välillä pystysuoraan, sitten laskemalla erotusta kahden pikselin välillä vaakasuunnassa (edelleen alkuperäisestä kuvasta), summaamalla äsken saadut reunakuviot yhteen ja sen jälkeen kynnystämällä (vaaleat pikselit valkeiksi ja tummat mustiksi) sopivasti.

   Tee reunaviivakuva (ei tarvitse olla samanlainen kuin alla). Muita vaihtoehtoisia Matlabin valmiita kuvia löytyy hakemistosta, jonka `which cameraman.tif` antaa.