

T-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät

2. välikoe / tentti, ti 4.5.2004 13-16 M.

Välikokeessa saa käyttää graafista laskinta, ylimääräinen muisti tyhjennettävä. Normaali kaavakokoelmakirja sallittu. Taulukoita oheisella paperilla - käytä niitä hyväksesi!

2. välikoe: Kirjoita päällimmäiseen konseptiin "VÄLIKOE" ja vastaa tehtäviin 3, 4, 5 ja 6.

Tentti: Kirjoita päällimmäiseen konseptiin "TENTTI" ja vastaa tehtäviin 1, 2, 4, 5 ja 6.

HUOM! Jos teet tänään 2. välikokeen, et voi uusia sitä 12.5.2004. Jos teet tänään tentin, et voi uusia sitä 12.5.2004.

MUISTA TÄYTTÄÄ KURSSIPALAUTE OSOITTEESSA

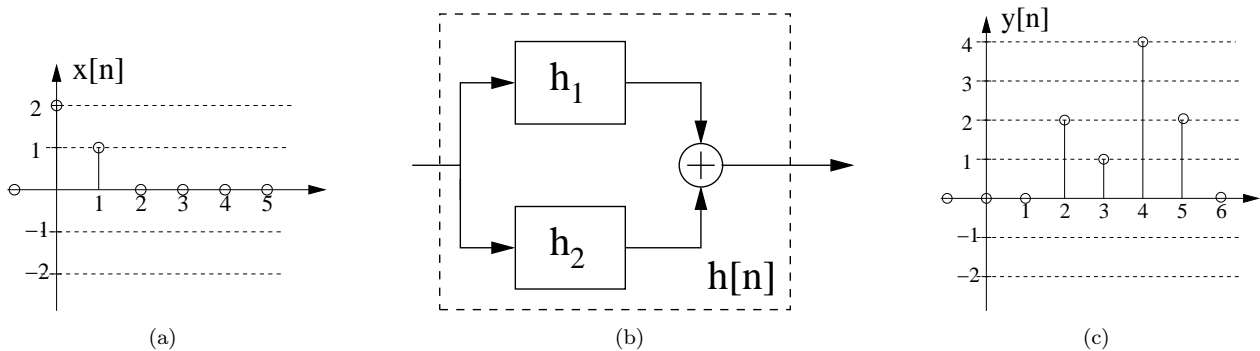
<http://www.cs.hut.fi/Opinnot/Palaute/k2004/kurssipalaute.html>

1) (Tentti, 3 x 2p = 6p) Laske tai perustele pätevästi.

- Diskreettiaikainen sekvenssi on määritelty $y[n] = \sqrt{x[n] + x[n-1]}$. Onko järjestelmä LTI?
- LTI-järjestelmä on määritelty impulssivasteensa avulla $h[n] = \left(\frac{1}{3}\right)^{-n+1} u[n-1]$. Onko järjestelmä stabiili? Onko järjestelmä kausaalinen?
- Tunnetaan diskreettiaikainen sekvenssi $x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{3}n\right) + 2 \sin\left(\frac{\pi}{4}n + \frac{\pi}{2}\right)$. Onko $x[n]$ jaksollinen? Jos on, mikä on sen perusjakson pituus N_0 ?

2) (Tentti, 6p) Tarkastellaan kuvassa 1 olevaa diskreettiaikaista LTI-järjestelmää. Se koostuu kahdesta komponentista, jotka on yhdistetty kuvan (b) mukaisesti. Osajärjestelmän h_1 impulssivaste on $h_1[n] = \delta[n] - \delta[n-1]$. $h_2[n]$ on tuntematon. Kun järjestelmään menee kuvan (a) mukainen syöte $x[n]$, saadaan ulostulona kuvan (c) mukainen vaste $y[n]$.

- Laske $y_1[n] = h_1[n] * x[n]$.
- Määrä koko impulssivasteen arvot $h[0]$ ja $h[1]$.
- Määrä toisen osajärjestelmän impulssivaste $h_2[n]$.
- Jos syöteenä on $x_m[n] = -x[1-n]$, niin mikä on ulostulosekvenssi $y_m[n]$?



Kuva 1: Tehtävän 2 kuvat: (a) Syöte $x[n]$, $x[n] = 0$, kun $n < 0$, $n > 1$, (b) LTI-järjestelmä, (c) Vaste $y[n]$, $y[n] = 0$, kun $n < 2$, $n > 5$, $n \in \mathbf{Z}$.

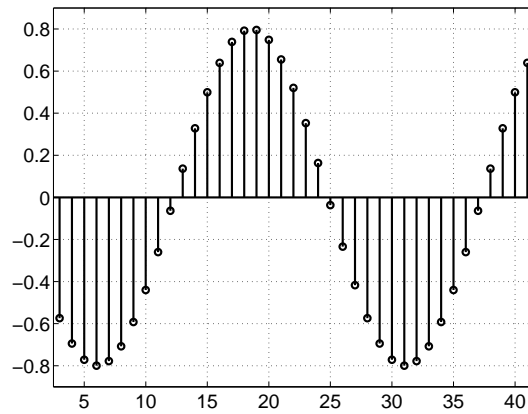
3) (Välikoe, 3 x 2p = 6p) Vastaa **enintään kolmeen** väitteeseen, onko väite oikein (O) vai väärin (V). Perustele lyhyesti, mutta yksiselitteisesti.

- Minkä tahansa signaalin $y[n]$ amplitudispektristä $|Y(e^{j\omega})|$ voidaan palauttaa yksikäsitteisesti aikataason sekvenssi $y[n]$, kunhan käytössä on tarvittava määrä laskentakapasiteettia.
- Olkoon jatkuva signaali $x(t) = \cos(2\pi ft)$, jonka taajuus $f = 1$ MHz. Signaalia näytteistetään näytteenotto-taajuudella $f_s = 44100$ Hz. Väite: Signaali ei vierastu (alias) kaistalle $0 \dots f_s/2$ lainkaan.
- Impulssivasteen $h[n] = \delta[n+2] - \delta[n+1] - \delta[n-1] - \delta[n-2]$ määräämä LTI-suodin on lineaarivaiheinen.
- Toisen asteen LTI-suodin, jonka differenssiyhtälö on $y[n] = 0.3y[n-1] + 0.4y[n-2] + 13x[n]$, voidaan esittää kahden ensimmäisen asteen LTI-suotimen rinnankytkentänä $H(e^{j\omega}) = 8/(1 - 0.8e^{-j\omega}) + 5/(1 + 0.5e^{-j\omega})$.

4) (Tentti/Välikoe, 6p) LTI-suotimen impulssivaste on

$$h[n] = (-0.8)^n u[n] + (-0.8)^{n-1} u[n-1]$$

- Muodosta järjestelmän taajuusvaste $H(e^{j\omega}) = Y(e^{j\omega})/X(e^{j\omega})$.
- Onko suodin FIR vai IIR? Onko suotimen laskenta rekursiivista vai ei? Mikä on suotimen asteluku?
- Hae suotimen differenssiyhtälö ja piirrä suotimen lohkokaaevioesitys.
- Hahmottele amplitudivaste $|H(e^{j\omega})|$. Onko suodin tyyppiä ali-, yli-, kaistanpäästö, kaistanesto vai kaikki taajuudet sellaisenaan päästävä (all-pass)?



- 5) (Tentti/Välikoe, 6p) Yllä olevaan kuvaan on piirretty sekvenssi $x[n]$, joka on saatu näytteistämällä jatkuvaa signaalia $x(t)$ näytteenottotaajuudella $f_s = 20$ kHz. X-akselilla on indeksi n arvoja (ei sekunteja). Sekvenssi $x[n]$ on muotoa $x[n] = A_1 \cos(2\pi f_1(n/f_s) + \theta_1)$.
- Mikä on kunkin näytteen välinen aika (näyteväli) T_s sekunneissa?
 - Arvioi kosinin taajuus ja hahmottele diskreetti-aikaisen sekvenssin $x[n]$ spektri $X(e^{j\omega})$ välillä $0 \dots f_s$ Hz.
 - Hahmottele sekvenssistä $x[n]$ palautetun jatkuva-aikaisen signaalin $\hat{x}(t)$ spektri $|\hat{X}(j\Omega)|$ välillä $0 \dots f_s$ Hz.
 - Mitä voidaan sanoa alkuperäisestä signaalista $x(t)$, josta kyseinen sekvenssi $x[n]$ on saatu näytteistämällä?

6) (Tentti/Välikoe, 6p) **Vaihtoehtoisesti joko A tai B.**

- 6A) Esittele kurssin sisältöön liittyviä perusteita puhesignaaliin ja sen analysointiin. Miten puhesignaalia voidaan esikäsitellä, jotta se soveltuisi paremmin puheentunnistukseen.
- 6B) Tutki seuraavaa koodinpätkää, joka on kirjoitettu Matlabilla (ja johon on lisätty rivinumerot kunkin rivin alkuun). Sitä käytetään 2D-signaaliin, joka on esitetty harmaasävyarvoina (välillä 0-255) vasemmanpuoleisessa kuvassa. Osa pisteistä on täysin valkeita (255) ja osa täysin mustia (0).

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
1: figure, imshow(A,[0 255]); % plot the original figure (lily / lilja)
2: number_of_rows = size(A, 1);
3: number_of_cols = size(A, 2);
4: B = zeros(number_of_rows, number_of_cols); % initialize
5: C = zeros(number_of_rows, number_of_cols); % initialize
6: for m = 1 : number_of_rows
7:   for n = 1 : number_of_cols-4
8:     temp = A(m, n:n+4);
9:     B(m,n) = mean(temp);
10:    C(m,n) = median(temp);
11:   end;
12: end;
13: figure, imshow(B,[0 255])
14: figure, imshow(C,[0 255])
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

Alla on alkuperäisen kuvan lisäksi kolme kuvaa, joista kaksi on aikaansaatu ylläesitetyllä Matlab-koodilla ja yksi erästä toisesta operaatiosta. Selvitä, mitä ohjelma tekee, miten se liittyy kahteen kolmesta (b-d) alla olevasta kuvasta ja miksi nämä kaksi kuvaa ovat sellaisia kuin ovat. Miten tehtävä liittyy kurssin LTI-suotimiin?

