

SGN-1250 Signaalinkäsittelyn sovellukset,
Välikoe 19.10.2009
Heikki Huttunen

Kirjoita nimesi ja opiskelijanumerosi paperiin. Laskinta saa käyttää, mutta muistin tulee olla tyhjä.

1. Ovatko seuraavat väitteet tosia vai epätosia? Ei perusteluja, pelkkä tosi / epätosi. Oikea vastaus 1p, väärä vastaus $-\frac{1}{2}$ p, ei vastausta 0p.
 - (a) Bilineaarimuunnosta käytetään IIR-suodinten suunnittelussa.
 - (b) Jokainen ylimääräinen bitti pienentää kvantisointikohinaa niin, että signaalikohinasuhde kasvaa noin kahdeksan desibeliä.
 - (c) Adaptiivinen suodatin on IIR-suodatin, jonka kertoimia muutetaan ns. LMS-algoritmin mukaisesti.
 - (d) Näytteenottotaajuus muunnetaan 1,5-kertaiseksi desimoimalla se ensin puoleen ja interpoloimalla sen jälkeen kolminkertaiseksi.
 - (e) Kohinanmuokkaus siirtää kohinan tehoa korkeammille taajuuksille.
 - (f) Desimoinnin yhteydessä tavattu $\downarrow N$ -operaatio lisää $N - 1$ nollaa jokaisen kahden peräkkäisen näytteen väliin.
2. (a) Adaptiivisen suotimen kohdesignaalin autokorrelaatiomatriisi on

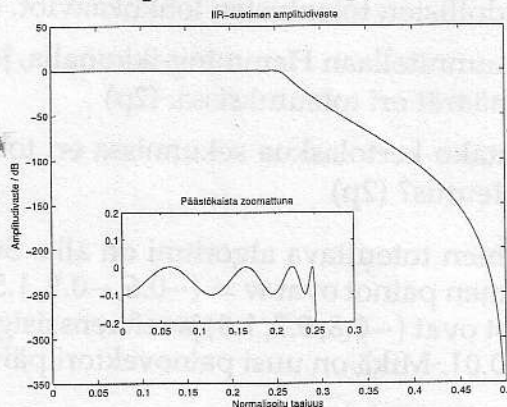
$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$$

ja ristikorrelaatiovektori kohde- ja referenssisignaalien välillä

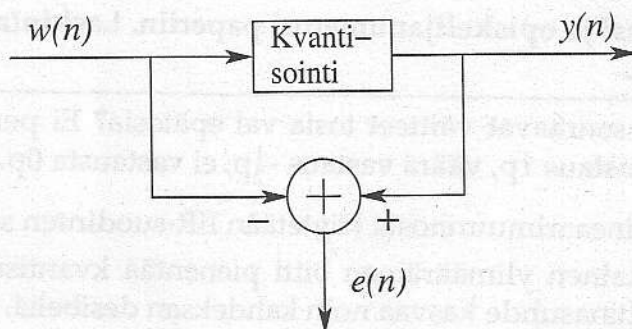
$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} 6 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Laske optimaaliset painokertoimet adaptiiviselle suotimelle. (2 p)

- (b) Alla olevassa kuvassa on esitetty erään digitaalisen IIR-suotimen amplitudivaste. Kuvan sisällä pikkukuvassa on zoomattu amplitudivasteeseen päästökaistalla. Onko kyseessä Butterworth-suodin, elliptinen suodin (eli Cauer-suodin), vai Chebyshev-suodin? Millä perusteella? (2p)

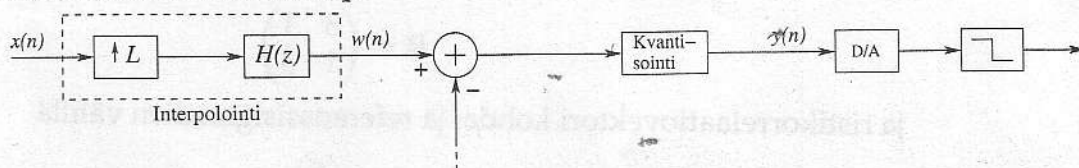


- (c) Alla olevan kuvan järjestelmän heräte $w(n)$ pyöristetään viiteen bittiin (+merkkibittiin). Piirrä kuva signaalin $e(n)$ jakaumasta. Merkitse vaak akselille asteikko selvästi näkyviin (2p).



3. Vastaa seuraaviin tehtäviin sanallisesti ja piirrä lohkokaaviot.

- Kuinka adaptiivista suodatusta voidaan käyttää sikiön sydänäänten tunnistukseen? (2p)
- Kuinka adaptiivista suodatinta voidaan käyttää signaalin tulevien näytearvojen ennustukseen? (2p)
- Täydennä oheisen lohkokaavio (konseptille) niin, että se esittää toisen asteen kohinanmuokkainta. (2p)



- Signaalin näytteenottotaajuus on 48000 Hz ja se halutaan tallentaa laitteelle, jonka näytteenottotaajuus on 8000 Hz. Signaalin olennaisin informaatio on taajuuskaistalla 0–3500 Hz, joka tulee säilyttää sellaisenaan ilman vaimennusta. Desimointi halutaan toteuttaa mahdollisimman tehokkaasti, joten kaikki mahdolliset toteutukset on tutkittava (ml. yhdessä vaiheessa tehtävä desimointi).
 - Piirrä mahdollisten toteutusten lohkokaaviot. (2p)
 - Suotimet suunnitellaan Hamming-ikkunalla, jolloin $N = 3.3/\Delta f$. Laske kerrointen yhteismäärät eri toteutuksissa. (2p)
 - Laske montako kertolaskua sekunnissa eri toteutukset tarvitsevat. Mikä on tehokkain toteutus? (2p)
- (a) LMS-suotimen toteuttava algoritmi on alla. Suodatus on edennyt tilanteeseen, jossa suotimen painot ovat $w = (-0.6, -0.5, 1.5)$, kohdesignaalin ikkunan sisällä olevat arvot ovat $(-0.8, 0.7, 1.8)$ ja referenssisignaalin arvo tässä pisteessä on 1.4. Luku $\mu = 0.01$. Mikä on uusi painovektori päivityksen jälkeen.

```

for n = N:pituus,
    data = x(n:-1:n-N+1);
    y(n) = w*data;
    e = ref(n) - y(n);
    w = w + 2*mu*e*data';
end;

```

- (b) Matlabin funktiolla suunnitellaan IIR-suodin, ja saadaan vektorit $a = [0.49, 0.98, 0.49]$ ja $b = [1.00, 0.69, 0.29]$. Nythän a kuvaa siirtofunktion osoittajan kertoimia ja b nimittäjän. Kirjoita (konseptille) puuttuva C-kielinen rivi, joka toteuttaa suotimen alla olevassa yksinkertaistetussa koodirungossa:

```

while (!finished)
{
    x[n] = ReadInput ();

    y[n] = _____
    WriteOutput (y[n]);
    n = n + 1;
}

```

Yksinkertaisuuden vuoksi tässä ei välitetä puskurin reunoista ja sen sisällä pysymisestä. Voit siis viitata aikaisempiin herätteisiin ja vasteisiin suoraan $x[n]$, $x[n-1]$, ..., jne. ja $y[n-1]$, $y[n-2]$, ..., jne. vaikka esim. $n-1 < 0$. (3p)