

**COMP.SGN.100 Signaalinkäsittelyn perusteet,
Harjoitus 11, 26.-27.4.2021**

1. (*Kynä & paperi*) Tavoitteena on pudottaa 24 kHz signaalin näytteenottotaajuus kolmeen kilohertsiin. Signaalin olennaisin informaatio sijaitsee taajuuskaistalla 0 – 1000 Hz, joka tulee siis ehdottomasti säilyttää.

Selvitä tarvittavien suodinten kertoimien yhteismäärä eri multistage-toteutuksissa (3 kpl riittää, jos tutkitaan vain ne tapaukset, joissa desimointikertoimet ovat laskevassa järjestyksessä), kun alipäästösuotimet suunnitellaan Blackman-ikkunalla (jolloin $N = 5.5/\Delta f$).

2. (*Kynä & paperi*) Kuinka monta kertolaskua kukin edellisistä toteutuksista tarvitsee sekunnissa (MPS, multiplications per second)? Tämä saadaan laskettua kaavasta

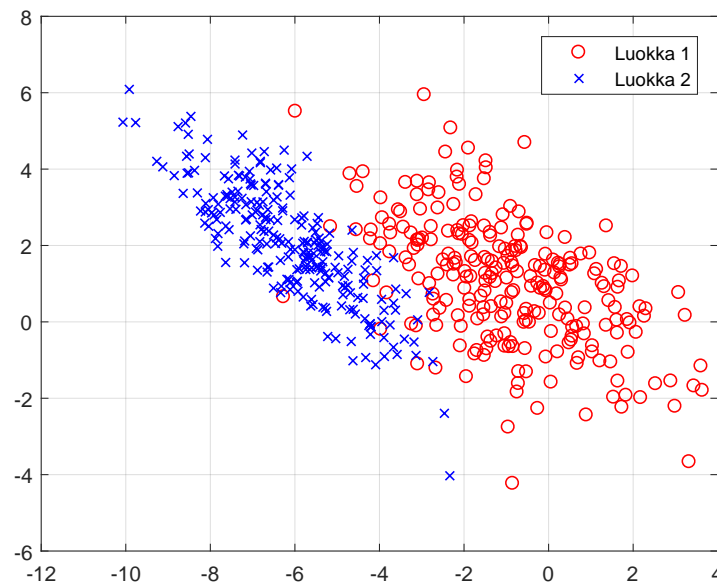
$$\text{MPS} = \sum_{i=1}^I N_i F_i,$$

missä I on desimointilohkojen lukumäärä, N_i on i :nnen lohkon kertoimien määrä ja F_i on i :nnen lohkon sisääntulevan signaalin näytteenottotaajuus.

3. (Matlab) Toteutetaan tässä ja seuraavassa tehtävässä lineaarinen erottelija kaksiulotteiselle keino-tekaiselle datalle.

- (a) Lataa tiedosto `two_class_data.mat` kurssin Moodlesta (`Harj_11.zip`). Tiedosto sisältää kaksi kaksiulotteista dataa sisältävää matriisia, joista kumpikin esittää yhtä luokkaa. Lataa tiedosto Matlabiin, jonka jälkeen Matlabissa on kaksi uutta muuttujaa: $X1 \in \mathbf{R}^{250 \times 2}$ sisältää 250 kaksiulotteista datapistettä luokan 1 alkioita ja $X2 \in \mathbf{R}^{250 \times 2}$ saman määrän luokan 2 alkioita. Molempien ensimmäinen sarake sisältää alkioiden x-koordinaatit ja toinen sarake y-koordinaatit.

Tulosta samaan kuvaan matriisin $X1$ pisteet punaisilla palloilla ja matriisin $X2$ pisteet sinisillä rasteilla alla olevan kuvan mukaisesti (`help plot` ohjeistaa eri väreit ja merkinnät).



- (b) Toteuta LDA-luokittelija a)-kohdan datalle. Menetelmä laskee projektiovektorin $\mathbf{w} \in \mathbf{R}^2$. Piirrä vektori \mathbf{w} ruudulle komennolla `line` ja pohdi onko suunta järkevä. Anna myös komento `axis equal`, jotta koordinaatistosta tulisi neliö ja vertailusta helpompaa.
4. (Matlab) Jatkoa edelliseen tehtävään. Projektiosuoran suunnan lisäksi tarvitaan kohta, johon luokkien välinen raja vedetään. Yksinkertaisin tapa on sijoittaa se luokkien massakeskipisteiden puoliväliin. Käytännössä tämä tapahtuu projisoimalla data suoralle ja vertaamalla tulosta kynnsarvoon $c \in \mathbf{R}$:

$$\begin{cases} \text{Näyte } \mathbf{x} \text{ kuuluu luokkaan 1, jos } \mathbf{w} \cdot \mathbf{x} \geq c \\ \text{Näyte } \mathbf{x} \text{ kuuluu luokkaan 2, jos } \mathbf{w} \cdot \mathbf{x} < c \end{cases}$$

- (a) Laske kynnsarvo c seuraavasti:

- Laske mille arvolle μ_1 projisoituu.
- Laske mille arvolle μ_2 projisoituu.
- Luku c on näiden keskiarvo.

- (b) Laske montako prosenttia näytteistä luokituu oikein.

5. (Matlab) Sovelletaan LDA-luokittelijaa kuvadatan käsittelyyn. Lataa tiedostot canoe.jpg ja canoe_harkka.m kurssin Moodlesta (Harj_11.zip).

Tiedosto canoe_harkka.m on koodipohja, jolla voit kerätä kuvasta esimerkkejä kahdesta eri luokasta.

- Klikkaile kuvasta esimerkkejä kanootin pisteistä hiiren vasemmalla napilla.
- Klikkaile kuvasta esimerkkejä taustan pisteistä hiiren oikealla napilla.
- Lopeta datan keruu keskimmäisellä napilla. (Jos hiiressäsi ei ole keskinappia, niin klikkaamalla lopuksi kuvan ulkopuolella pääset pois koodista.)

Käytä tehtävien 3-4 ohjelmakoodia saadaksesi kolmiulotteisen vektorin, joka kuvaa parasta projektiota annetun kahden värin optimaaliseksi erotteluksi. Mikä kyseinen vektori on?

Projisoi jokainen kuvan RGB-pikseli harmaasävyarvoksi vektorillasi w :

```
Z = imlincomb(w(1), img(:, :, 1), w(2), img(:, :, 2), w(3), img(:, :, 3));
```

Katso tulokuva `imshow(Z, [])`. Osoittamasi punaisen alueen pitäisi hohtaa kirkkaan valkoisena ja jälkimmäisenä osoitetun alueen miltei mustana.

Yritä erottaa punainen alue muista kynnystämällä saamaasi arvoa c suuremmat arvot valkoisiksi ja muut mustiksi. Tee tämä Matlabissa komennolla

```
imshow(Z > c, [])
```

Saatko kanootin irrotettua taustastaan?

