

T-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät

K1. Matlab-laskarit 24.-28.1.2005.

Luo ensin Windowsissa alihakemisto Z:\SKJ2005\. Jos teet UNIX-koneissa, niin ensin "use matlab", sitten käynnistys "matlab" ja tee vastaava alihakemisto. Kuulokkeet tulevat äänikortin (vihreään) ulostuloreikään. Palauta lainatut kuulokkeet takaisin eteen tunnin jälkeen.

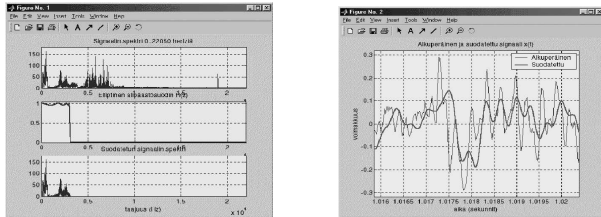
Matlabin käynnistyttyä vaihda työhakemistoksi ("Current Directory") yläosassa Matlab-ikkunaa kyseinen hakemisto. Oikealla on "Command Window", johon komennot kirjoitetaan ja osa tuloksista tulee. Vasemmalla ylhäällä kannattaa valita "Workspace"-lehti, jolloin käytössä olevat muuttujat ovat näkyvillä.

Matlabin editori aukeaa komennolla `edit`. Kirjoita syntyvä koodi ajokelpoisin tiedostoihin työhakemistosi. Komennolla `help` saa apua funktioiden käyttöön.

Portfoliosuoritusta varten tee muistiinpanoja ja kirjoita vastauksia tehtäviin A-D sekä merkitse läsnäolosi assistentin listaan. Lisäpisteitä (arvosanat 2-5) varten julkaistaan muutamia lisäpistetehtäviä, joiden palautus on ensi viikolla.

Tehtävät

- Demotaan perustointoa signaalinkäsittelyssä eli signaalin suodattamista taajuusselektiivisellä LTI-suotimella. Lataa tiedostot `esim1.m` ja `esim1.wav` osoitteesta <http://www.cis.hut.fi/Opinnot/T-61.246/Demo/esim1.shtml>



Käy läpi ensin [www-sivun demo](http://www.cis.hut.fi/Opinnot/T-61.246/Demo/esim1.shtml) (`esim1.shtml = esim1.m`). Onko suodatettu ääni hyvänkuuloinen?

Tehtävä A: Modifioi koodia niin, että nostat rajataajuutta niin korkealla kuin mahdollista ilman että sirinää tulee mukaan. Kokeile sopivia arvoja. Sopivin arvo: ___ Hz.

- Äänisignaali on tietokoneessa vain pelkkä jono numeroita, joita voi käsitellä haluamallaan tavalla. Edellisessä esimerkissä signaalia suodatettiin alipäästösuotimella. Tämä operaatio voidaan esittää pelkillä lukujen kerto- ja yhteenlaskuilla. Tarkastellaan vielä demoa numero 12, jossa käydään läpi signaalin olemusta. Lataa siis tiedostot `esim12.m` ja `esim12.wav` sivulta <http://www.cis.hut.fi/Opinnot/T-61.246/Demo/demo.shtml>, ja käy demo läpi komennolla `esim12`.

Tehtävä B: "Oravaääniä" varten kertoimen K tulee olla ____. Käännä edellisen tehtävän palindromi takaperin signaalinkäsittelyn menetelmin. Kuulostaako palindromi samalta takaperin kuulutuna? Lisää aiheesta <http://www.hut.fi/u/phalonen/superpalindromit.html>.

- Joka kämnykästä tutut DTMF-näppäinäänet (Dual-Tone Multi-Frequency) koostuvat kahden kosinin summasta

$$x_i(t) = \cos(2\pi f_{i1}t) + \cos(2\pi f_{i2}t)$$

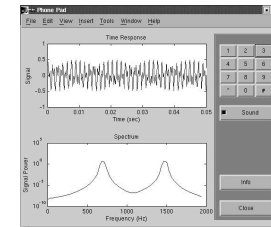
jossa f_{i1} ja f_{i2} ovat näppäintä i vastaavat taaajuudet alla oikealla olevasta kaaviokuvasta.

Avaa Matlabin demo DTMF:stä kirjoittamalla `phone`. Demossa oikealla on näppäimet, joita voi painella ja kuunnella vastaavaa ääntä. Vasemmalla ylhäällä on signaali aikatasossa ja alhaalla taaajuustasossa.

Aikatasossa signaali esitetään aaltomuotona (waveform). Signaali on merkitty useimmiten $x(t)$ tai $x[n]$. X-akselilla menee aika tai aikaindeksi ja suureen yksikkö on sekunti (tai indeksinumero). Y-akselilla on signaalin voimakkuus.

Taaajuustaso tarkoittaa vastaavan signaalin taajuusmuunnettua esitystä, jota kutsutaan usein spektriksi. Yksi puhdas kosiniaalto vastaa yhtä piikkiä vastaavalla taaajuudella spektrissä. Koska DTMF-ääni koostuu kahdesta kosinista, taaajuustasossa on kaksi piikkiä.

Taaajuustason spektriä merkitään usein jollain seuraavista $X(j\Omega)$, $X(j\omega)$, $X(f)$, tai $X(e^{j\omega})$ ja se on käytännössä aina vielä edellisen itseisarvo, esim. $|X(e^{j\omega})|$. X-akselilla on taaajuutta ilmaiseva suure ja arvona $[f] = \text{Hertz (Hz=1/s)}$, $[\Omega] = \text{rad/s}$ tai $[\omega] = \text{rad}$. Diskreettien sekvenssien spektri kuvataan yleensä välillä $f = 0 \dots f_s/2$, jossa f_s on näytteenototaajuus. Y-akselilla on kunkin taaajuuskomponentin voimakkuus. Taaajuustason kuvauksissa käytetään vaihtelevasti lineaariasteikkoja (1, 2, 3, 4, ...) ja logaritmisia/desibeliasteikkoja (1, 10, 100, 1000, ...).



	1209Hz	1336Hz	1477Hz
	.-.	.-.	.-.
697Hz	-(1)	--(2)	--(3)
	>-<	>-<	>-<
770Hz	-(4)	--(5)	--(6)
	>-<	>-<	>-<
852Hz	-(7)	--(8)	--(9)
	>-<	>-<	>-<
941Hz	-(*)	--(0)	--(#)
	(_)	(_)	(_)

Tehtävä C: Painele napit läpi ja varmista, että kaaviokuvan taaajuudet todellakin pitävät paikkansa. Voit käyttää komentoa `ginput(2)` tarkkojen Hz-arvojen saamiseksi. Miksi taaajuustason kuvassa ei ole teorian mukaisia piikkejä vaan "kumpuja"?

- Harmaasävykuvat ovat 2D-signaaleja. Pikselien arvot skaalataan yleensä niin, että nolla vastaa mustaa ja 255 vastaa valkeaa. Katso kuvat alla vasemmalla ja keskellä.

```
A = imread('cameraman.tif'); % ladataan Matlabin valmis kuva
imshow(A); % ja piirretään se
B = double(A); % muutetaan muuttujan tyyppiä uint8->double
B(5:6,20:22) = 255; % valk. rivit 5 ja 6, ja sar. 20, 21 ja 22
imshow(B, [0 255]);
axis on; % axis on | off
colorbar % lisätään väripylväs
```

Tehtävä D: Negatointi suorakulmainen alue, jossa miehen kasvat, oikeanpuoleisen kuvan mukaisesti.

```
=====
| 145 | 148 | 190 | 193 |
|-----|
| 122 | 184 | 192 | 195 |
|-----|
| 90 | 160 | 193 | 211 |
|-----|
|
```

