

Harjoitustyö tulee tehdä **parityönä** (tarvittaessa saa tehdä myös yksin). Harjoitustyötä **ei saa kopioida** toisilta (ei muilta pareilta eikä verkosta).<sup>1</sup> Harjoitustyö tulee palauttaa alla annetun ohjeen mukaisesti **pe 26.4.2013 klo 16:00** mennessä.

## Taustaa

Harjoitustyössä ratkaistaan numeerisesti minimointitehtävä  $e = \min_{\mathbf{b} \in \mathbb{R}^n} \epsilon(\mathbf{b})$ , missä

$$\epsilon(\mathbf{b}) = \sum_{k=1}^m (\mathbf{f}(x_k)^T \mathbf{b} - y_k)^2, \quad (1)$$

$(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)$  ovat annettuja datapisteitä, ja funktio  $\mathbf{f}(x) = [f_1(x), \dots, f_n(x)]^T$ , missä  $f_i : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  ovat annettuja. Tavoitteena on löytää sekä minimoiva vektori  $\mathbf{b} \in \mathbb{R}^n$  että sitä vastaava arvo  $e$  minimoitavalle summalausekkeelle. Tehtävä kannattaa ratkaista kirjoittamalla ylläoleva minimointitehtävä matriisimuodossa:

$$e = \min_{\mathbf{b} \in \mathbb{R}^n} \|\mathbf{A}\mathbf{b} - \mathbf{y}\|^2$$

missä matriisi  $A$  sisältää funktioiden  $f_i$  arvot pisteissä  $x_k$ . (Ks. esim. Saarimäki, LAG2-luentomoniste, Luku 20).

## Tehtävä

Kopioi työhakemistoosi tiedostot

- `0:\Visible2Everyone\MATA123_2013\mata123_origdata.mat`
- `0:\Visible2Everyone\MATA123_2013\mata123_data.m`

ja suorita komento

```
>> [x,y] = mata123_data('tunnus');
```

missä merkkijonon ”tunnus” paikalla on jommankumman tekijän käyttäjätunnus.

---

<sup>1</sup>Harjoitustöitä tarkastettaessa kiinnitetään huomiota mahdolliseen kopiointiin. Harjoitustyön kopiointi toiselta (eli myös verkosta) on rinnastettavissa tenttivilppiin. Kiinni jäädessä siitä rangaistaan samalla tavalla kuin tenttivilpistäkin.

Komento lataa työmuistiin datavektorit  $\mathbf{x}$  ja  $\mathbf{y}$  sekä tulostaa samalla ruudulle henkilökohtaisen minimoitavan funktion  $\mathbf{f}(x)$ . Esimerkiksi

```
>> mata123_data('virtanen')  
f(x) = [1; x^5; x^4; cos(x)]
```

tarkoittaa, että tarkasteltava funktiokombinaatio on muotoa

$$\mathbf{f}(x)^T \mathbf{b} = b_1 + b_2 x^5 + b_3 x^4 + b_4 \cos(x).$$

Tee funktio `pns_tunnus`, joka ottaa syötteenään ylläolevat vektorit  $\mathbf{x}$  ja  $\mathbf{y}$  sekä:

1. Palauttaa lausekkeen (1) minimoivan vektorin  $\mathbf{b}$ .
2. Palauttaa lausekkeen (1) minimiarvon  $e$ .
3. Palauttaa generoimasi matriisin  $A$  kuva-avaruuden dimension  $r$ .
4. Piirtää sovittamasi funktion  $\mathbf{f}(x)^T \mathbf{b}$  kuvaajan samaan kuvaan datapisteiden  $(x_k, y_k)$  kanssa. Kuvaajan tulee olla välillä  $0 \leq x \leq 4$  ja käyttää sataa tasavälisesti jaettua pistettä kyseisellä välillä.
5. Piirtää edellisen kuvaajan viereen kuvauksen

$$(\delta_1, \delta_2) \mapsto \epsilon(\mathbf{b} + \delta_1 \mathbf{e}_1 + \delta_2 \mathbf{e}_2),$$

tasa-arvokäyrät välillä  $(\delta_1, \delta_2) \in [-1, 1] \times [-1, 1]$  missä  $\mathbf{e}_i$  on avaruuden  $\mathbb{R}^n$  luonnollisen kannan  $i$ :s yksikkövektori ja  $\mathbf{b}$  on lausekkeen (1) minimoiva vektori.

Kun funktio on valmis, sitä tulee voida kutsua MATLAB:issa tähän tapaan:

```
>> [b,e,r] = pns_tunnus(x,y);
```

Funktion kirjoitus tulee seuraavalla tavalla:

```
function [b,e,r] = pns_tunnus(x,y)
% Etunimi Sukunimi, email@osoite.fi
% Etunimi2 Sukunimi2, email2@osoite.fi
subplot(1,2,1)
plot(x,y,'k*'); hold on
```

missä toinen ja kolmas %-merkillä alkava (kommentti)rivi sisältää **nimenne** ja **sähköposti-osoitteenne**, ja neljäs rivi piirtää datapisteet (**x** ja **y**) pisteinä kuvaan, johon lisätään myöhemmin sovittamanne funktion kuvaaja.

Ohjeita funktion kirjoittamiseen:

1. Lisää komentojen perään puolipiste ”;”, niin funktio `pns_tunnus` ei tulosta ruutua täyteen.
2. Jokaisen MATLAB-komennon edelle on kirjoitettava vähintään yksi kommenttirivi (kommenttirivin aloittaa kommenttimerkki %), johon kirjoitat, mitä seuraavan rivin komento tekee. Siis esimerkiksi

```
% Lasketaan matriisin A QR-hajotelma
[Q,R] = qr(A);
```

```
% Poimitaan matriisista Q k:s sarake vektoriin y
y = Q(:,k);
```

Huom: **kommentit ovat pakollisia**, eli vastauksia ilman kommentteja ei hyväksytä.

## Palautus ja arvostelu

Harjoitustyö palautetaan sähköpostitse osoitteeseen

```
lasse.leskela@iki.fi
```

Palautuksen tulee olla **perillä viimeistään pe 26.4.2013 klo 16:00**. Funktio, joka on `pns_tunnus.m` -nimisessä tiedostossa (jossa `tunnus` on korvattu käyttäjätunnuksella), tulee olla sähköpostin **liitetiedostona**. Sähköpostin otsikkokentässä tulee olla teksti

```
MATA123 harjoitustyö
```

Harjoitustyö arvioidaan asteikolla 0–5. Kurssin suorittamiseksi harjoitustyöstä vaaditaan vähintään arvosana 1/5.