

Matlab-perusteita, osa 1

Heikki Apiola, Juha Kuortti, Miika Oksman

5. lokakuuta 2015

Mikä on Matlab

Matlab-
perusteita,
osa 1

Heikki
Apiola, Juha
Kuortti,
Miika
Oksman

- **Matriisilaboratorio** [Cleve Moler, Mathworks inc.]
- Numeerisen laskennan työskentely-ympäristö
- Suuri joukko matemaattisia ja muita funktioita, joita käyttäjä voi määritellä (ohjelmoida) lisää.
- Funktionaalinen ohjelmointikieli
- Sovellusaloittaisia työkalupakkeja, "toolbox".
- Mathworks'n oppimateriaaleja
- <http://math.aalto.fi/~apiola/matlab/opus/lyhyt/>
- <http://math.aalto.fi/opetus/Mattie/MattieO/matlab.html>

- help
 - `>> help funnimi` antaa käyttöohjeen ja **doc**-linkin
Kokeile `>> help sin, doc sin`
- `>> doc funnimi` antaa kauniimman ja täydellisemmän tekstin, `help` on puolestaan nopeampi.
- `>> doc + "Search tab "` \implies hakutoiminto
Esim:
`>> doc fmin, poly, ode`
- `>> lookfor` : Sama kuin yllä suoraan komentoikkunassa.
Kokeile: `>> lookfor sum`
Liian väljä haku tuottaa paljon tulostusta kokeile (tai sitten ei) vaikka
`>> lookfor min`

Alkutoimet

Matlab-
perusteita,
osa 1

Heikki
Apiola, Juha
Kuortti,
Miika
Oksman

- Työtila, komentoikkuna
 - Matriisit ja muut tietoalkiot tallettavat muistiin **työtilaan**.
 - `who`, `whos`
- Komentoja (funktioita) sovelletaan työtilan muuttujiin.
 - Matlab tulkkaa ja palauttaa tuloksen (tai virheilmon) työtilaan.

Alkutoimet

Matlab-
perusteita,
osa 1

Heikki
Apiola, Juha
Kuortti,
Miika
Oksman

- Työtila, komentoikkuna
 - Matriisit ja muut tietoalkiot tallettavat muistiin **työtilaan**.
 - `who`, `whos`
- Komentoja (funktioita) sovelletaan työtilan muuttujiin.
 - Matlab tulkkaa ja palauttaa tuloksen (tai virheilmon) työtilaan.

- 1 Käynnistä Matlab
- 2 Luo työhakemisto (joko File-valikko tai komento `mkdir` ^{a)})
- 3 Aseta nykyhakemisto työhakemistoksesi.
- 4 Luo muuttuja:
`>> x=5`
- 5 Suorita: `>> y=exp(x)`
- 6 Kokeile: `>> who`, `whos`

^a Jotkut Unix-komennot voidaan antaa Matlab-komentoikkunasta

Mathworks'n "Getting started tutorials"

Desktop

- Käynnistä Matlab, komentoikkuna isommaksi (tai "undoc")
- `>> doc`

Matlab -> Getting started -> Tutorials
Examples : videoita (kotona!)

Valintoja:

Desktop Basics, Matr and arrays
Array indexing, Workspace vars

Myöhemmin, omatoimisesti:
Char strings, Calling fns,
2d and 3d plots, Progr. and scripts,
Help and doc

Matlab Laskimena

- Kirjoita Matlablauseke komentoikkunan kehoitteeseen `>>`
- Tulos lasketaan ja sijoitetaan muuttujaan `ans`
- Lauseke koostuu luvuista, muuttujista, funktioista, kuten `+, -, *, /, ^, ()`, `sin`, `cos`, `exp`, `abs`, ...
- `help elfun`, `doc elfun` -> laaja luettelo Matlabin funktioista
- Lisää aiheesta:
<http://math.aalto.fi/~apiola/matlab/opas/mini/laskin.html>

`http://math.aalto.fi/~apiola/matlab/opas/mini/laskin.html`

Esimerkkejä lausekkeista

Kirjoita tai “copy/paste” Matlab/Octave-komentoikkunaan.

```
>> 5 + pi
>> 6*sqrt(2)^4-12
>> yksi=sin(pi/3)^2 + cos(pi/3)^2 % Sijoitus muuttujaa
>> 1==sin(pi/3)^2 + cos(pi/3)^2 % Ovatko samat
>> exp(i*pi) % Ei e^x !!
>> 1.0/0.0
>> -4/inf
>> 0/0
>> format long % Tulostustarkkuus maksimiin
>> [1+eps 2+eps 3+eps] % help eps, doc eps
>> 1+(1:3)*eps % 'More about': Fl. pt. nrs.
>> format short % Paluu oletusasuun
>> clc % Puhdista näyttö vanhasta roju
```


Muuttujien nimet ja tyypit

- Muuttujia ei tarvitse alustaa eikä tyyppiä määritellä.
- Lukujen oletustyyppi on 64:n bitin liukuluku ("double"), n. 16 desimaalinumeroa.

```
>> 2.345
```
- Merkkien tyyppi on 16 bitin 'char'

```
>> 'a'
```
- Useimmat kohtaamamme muuttujat ovat edellisistä koostuvia matriiseja.
- Luvun muuttaminen merkiksi:

```
>> num2str(2.3)  
>> str2num(ans) % ja takaisin.
```
- Muita tyyppejä: logical, single, int-tyypit, help datatypes

Matriisit,vektorit, skalaarit

- Perustietorakenne: Matriisi, alkiot kompleksi(liuku)lukuja.
 - Sarakevektori: $(m,1)$ -matriisi
 - Rivivektori: $(1,n)$ -matriisi
 - Skalaari: $(1,1)$ -matriisi
 - Tyhjä: $(0,0)$ -matriisi
- Matriisin määrittäminen ja koko (size)

Kokeile:

```
>> A=[1 2 3 4 ;5 6 7 8; 9 10 11 12]
>> [m,n]=size(A)
>> v=-[1 2 3 4 ]
>> length(v)
>> 1:10
>> size(ans)      % ans viittaa aina edelliseen,
>>                % jota ei sijoitettu muuttujaan.
>> who
```

Vektorien muodostusfunktioita

<http://math.aalto.fi/~apiola/matlab/opas/mini/vektgraf.html>

- `v=a:h:b;`
- `v=linspace(a,b,N);` (Oletusarvo: $N=100$)
- `v=logspace(a,b,N);`
 $10^a, \dots, 10^b$, N pistettä

Esim:

```
>> logspace(0,1,4)
```

```
ans =
```

```
1.0000    2.1544    4.6416   10.0000
```

```
>> 10.^linspace(0,1,4)
```

```
ans =
```

```
1.0000    2.1544    4.6416   10.0000
```

<http://math.aalto.fi/~apiola/matlab/opas/lyhyt/grafiikka.html>

Perusgrafiikka, plot

Matlab-
perusteita,
osa 1

Heikki
Apiola, Juha
Kuortti,
Miika
Oksman

<http://math.aalto.fi/~apiola/matlab/opas/mini/vektgraf.html>

Esim 1, yksi kuvaaja:

```
>> x=linspace(0,3*pi); % Oletus siis 100 osaa.  
>> y=sqrt(x).*sin(x);  
>> plot(x,y)
```

Esim 2, kaksi+ kuvaajaa:

```
>> x1=linspace(0,pi,1000); % Lisätää pisteitä.  
>> y1=cos(4*x1).*sin(x1);  
>> x2=[0 1 3 3.5];  
>> plot(x1,y1,x2,sqrt(x2),'r--') % "red" katko
```

<http://math.aalto.fi/~apiola/matlab/opas/lyhyt/grafiikka.html>

Matriisi- ja taulukkoalgebraa

A, B matriiseja, koot yhteensopivat, c skalaari.

Matriisialgebraa

- $A + B$, $A+c$
- $A*B$ matriisitulo
- A' konjugoitu transpoosi
- $A.'$ transpoosi (ilman konjug.)
- A^p Matriisipotenssi (A neliömatr.)
- $A \setminus b$
 $Ax = b \iff x = A \setminus b$
(jos A kääntävä)

Taulukkoalgebraa

- $A + B$, $A+c$
- $A.*B$ Pisteittäinen tulo
- $A.^p$, $A.^B$ Pisteittäinen potenssi, mielivalt. (samankokoiset) matriisit.
- $A./B$, $c ./A$ Pisteittäinen jako. **Huom:**sudenkuopat!
- **Huom:** c/A on yleensä aivan muuta kuin käyttäjä tarkoittaa! Miksihän?

Funktioita matriisien muodostamiseen

Matlab-
perusteita,
osa 1

Heikki
Apiola, Juha
Kuortti,
Miika
Oksman

`eye, vander, hilb, zeros, ones, diag, rand, reshape, magic`

Tehtävä: Suorita komennot

```
>> A = zeros(2,5)
>> B = ones(3)      % tai ones(3,3)
>> R = rand(3,2)
>> N = randn(3,2)
>> D=diag(-2:2)
```

Miten eroavat `rand` ja `randn`? Mitä tapahtuu, jos toistat:

```
>> R = rand(3,2) (↑) komentoikkunassa tai CTR-ENTER  
editorissa
```

Toista :

```
>> rng('default'); R = rand(3,2)
```

Matriisin muodostaminen, osat ja kokoaminen

```
>> A=[1:3;4:6] % Perustapa
```

reshape

- Muotoilee annetun datan annetun kokoiseksi matriisiksi.
- Data sijoitetaan annetunkokoiseen “kehykseen” sarakejärjestyksessä. (Matlab on sarakeorientoitunut.)
- Dataa on oltava täsmälleen yhtä paljon kuin dimensioiden tulo.

Esim:

```
>> A=reshape(1:6,2,3)
>> B=reshape(1:6,3,2)' % Kun halutaan rivijärj.
>> C=reshape(B,1,6)
```

Matriisin osat, indeksointi

Matlab-
perusteita,
osa 1

Heikki
Apiola, Juha
Kuortti,
Miika
Oksman

```
A=reshape(1:6,2,3); B=ones(2,2),C=diag(1:3)
```

```
>> [A B] % Vierekkain
```

```
ans =
```

```
     1     3     5     1     1
     2     4     6     1     1
```

```
>> [A;C] % Allekkain
```

```
ans =
```

```
     1     3     5
     2     4     6
     1     0     0
     0     2     0
     0     0     3
```

TÄHÄN MIT-kuva s. 25

Matrices

- Make matrices like vectors

- Element by element

```
» a = [1 2; 3 4];
```

$$a = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

- By concatenating vectors or matrices (dimension matters)

```
» a = [1 2];
```



```
» b = [3 4];
```



```
» c = [5; 6];
```



```
» d = [a;b];
```



```
» e = [d c];
```



```
» f = [[e e]; [a b a]];
```



```
» str = ['Hello, I am ' 'John'];
```

➤ Strings are character vectors

Skalaarifunktiot, alkiioittain toimivat

- Funktiot, jotka skalaariin sovellettuna antavat skaalaarituloksen, toimivat vektoreille ja matriiseille alkiioittain ("pisteittäin"). Näin toimivat yleensä kaikki matemaattiset funktiot.

```
>> t = [1 2 3];
```

```
>> y = exp(t)
```

on sama kuin $y = [\exp(1) \exp(2) \exp(3)]$

- Maple:ssa pitää vastaavassa tilanteessa käyttää map-operaattoria:

```
> map(f,t);
```

Versiosta 14 alkaen myös :

```
> t := [a,b,c];
```

```
> f~(t);
```

$[f(a), f(b), f(c)]$

f on **funktio** (tai määrittelemätön symboli), ei lauseke 

Matriisien visualisointia

Matlab-
perusteita,
osa 1

Heikki
Apiola, Juha
Kuortti,
Miika
Oksman

Huvittele komentamalla tyyliin:

```
>> mesh(ones(30));hold on;mesh(zeros(30));  
>> mesh(eye(30));shg; hold off  
>> surf(diag(-5:5))  
>> surf(magic(10));colorbar;shg  
>> surfc(vander(0:.1:1));colorbar;shg  
>> mesh(reshape(0:24,5,5))
```

Voit vaihdella esim. `mesh` → `surf` ja lukua 30 sekä `figure`, `hold off`, ja voit keksiä muita visualisoitavia matriiseja.

Näppää “rotate”-nuolta ja kääntele.

Mieti samalla, miten ko. matriisi rakentuu.

Erikoismuuttujia, laskenta/näyttötarkkuus

Matlab-
perusteita,
osa 1

Heikki
Apiola, Juha
Kuortti,
Miika
Oksman

- ans – Edellisen komennon tulosmuuttuja, ellei tulosta ole sijoitettu nimettyyn muuttujaan.
- pi – π , Huom: "e" ei ole erikoismuuttuja
- i,j – Imaginaariyksikkö (kumpikin)
 - » $3+i*4$, $3+4i$, $3+i4$Käytä kertomerkkiä silloinkin, kun ei pakko!
- eps – Suhteellisen virheen tarkkuusraja
- realmin,realmax
- NaN,Inf – "Not a Number", "ääretön"
- » $0/0$, $1/0$, $-1/0$
- Muista: » help/doc