

# TMA4123 - Matlab

## Oppgavesett 1

11.02.2013

### 1 Introduksjon til Matlab

Det finnes mange ressurser for å komme igang med Matlab, det mest tilgjengelige er sannsynligvis i Matlab's egen "Product help". I hovedvinduet, trykk på Help → Product Help. Under "Getting Started" finner du en serie med hjelpefiler som forklarer de grunnleggende konseptene, samt filmsnutter som fungerer som introduksjon.

Noe av det viktigste når man jobber med Matlab er å vite hvor man finner hjelp. Kommandoene `help` og `doc` gir deg informasjon om funksjoner du kjenner navnet til, eks

```
>> help sin
>> doc abs
```

Vet du ikke hva funksjonen heter, kan `lookfor` være nyttig. La oss si du lurer på hvordan du beregner  $\sin^{-1}(x)$  i Matlab, da kan du skrive

```
>> lookfor 'inverse sine'
```

### 2 Enkle operasjoner

**Oppgave 1:** Opprett tre variabler med navnene  $x$ ,  $y$ , og  $z$ , og sett  $x = 2$ ,  $y = e^{2.1}$  og  $z = \sqrt{2}\pi + \sqrt{2}i\pi$ .

- (a) Beregn  $x + z$  og lagre det i variabelen  $w$ . Beregn  $|w|$ .
- (b) Finn  $\sin(x)$ ,  $\frac{1}{\sqrt{y}}$ ,  $\sinh^{-1}(y)$ , og  $|e^z + \cos(y)|$ . **Hint:**  $\sinh$  heter "hyperbolic sine" på engelsk.)

#### Oppgave 2:

- (a) Bruk en `for`-løkke til å skrive ut de 20 første kvadrattallene.
- (b) Gjør det samme med en `while`-løkke. **Hint:** Du kan beregne en verdi uten å skrive den ut ved å avslutte med semikolon (;)

### 3 Vektorer og matriser

Matlab er en forkortelse for “Matrix laboratory”, og noe som skiller Matlab fra andre programmeringsspråk er at det har mange innebygde funksjoner for vektorer og matriser.

#### Oppgave 3:

- (a) Lag kolonnevektoren som består av de 10 første naturlige tallene og lagre denne i  $\mathbf{v}$ . **Hint:** Du brukte en liknende vektor allerede i oppgave 2(a).
- (b) Bruk  $\mathbf{v}$  for å beregne vektorene  $[e^1 \ e^2 \ \dots e^{10}]^\top$  og  $[1^2 \ 2^2 \ \dots 10^2]^\top$  (Du trenger ikke bruke løkker.)
- (c) Lag de to  $10 \times 10$ -matrisene

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 3 & 3 & \dots & 3 \\ 3 & 3 & \dots & 3 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 3 & 3 & \dots & 3 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 10 \end{pmatrix}.$$

$\mathbf{A}$  består bare av tre-tall.  $\mathbf{B}$  er en matrise som har elementene  $1, 2, \dots, 10$  på diagonalen, og 0 ellers. **Hint:** `ones`, `diag`.

- (d) Beregn  $\mathbf{C} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$ .
- (e) Lag  $3 \times 3$ -matrisen

$$\mathbf{D} = \begin{pmatrix} 5 & -3 & 4 \\ 1 & 1 & -4 \\ 3 & -3 & -2 \end{pmatrix}.$$

Finn egenvektorene og egenverdiene til  $D$ .

- (f) Løs ligningssystemet

$$\begin{aligned} 5x - 3y + 4z &= 0 \\ x + y - 4z &= 4 \\ 3x - 3y - 2z &= 1. \end{aligned}$$

### 4 Programmering

Et *script* er en .m-fil som består av linjer med Matlab-kommandoer. Når du kjører et script, gjør Matlab det samme som om du hadde skrevet inn disse kommandoene i kommandolinja. En *function* er et Matlab-program som tar inn input og gir tilbake output.

**Oppgave 4:** I denne oppgaven beregner vi Fibonacci-tallene, som er en tallfølge definert ved

$$F_n = \begin{cases} 1, & n = 1, 2, \\ F_{n-1} + F_{n-2} & n = 3, 4, \dots \end{cases}$$

- (a) Lag et script som beregner de 20 første Fibonacci-tallene, og lagrer disse i en vektor.
- (b) Modifiser scriptet til en funksjon som gitt et heltall  $n$ , returnerer en vektor med de  $n$  første Fibonacci-tallene.

## 5 Anonyme funksjoner

Enkle funksjoner kan også implementeres som *anonyme* funksjoner, det vil si at de ikke er lagret i en .m-fil. Dette er spesielt nyttig hvis du skal bruke funksjonen i en innebygd Matlab-funksjon.

### Oppgave 5:

- (a) Lag funksjonen  $f(x) = \sin(4x) + \sin(5x) + \sin(6x)$  som en anonym funksjon. **Hint:** lookfor 'anonymous'.
- (b) Bruk  $f$  og lag funksjonen  $g(x) = f(x)^2$ . (Bruk elementvis kvadrering).
- (c) Bruk `quad` til å beregne  $\int_{-\pi}^{\pi} f(x)^2 dx$  numerisk. Har du gjort rett, skal du få tilnærmet lik  $3\pi \approx 9.4248$ .
- (d) Løs den ikke-lineære ligningen  $\cos x = x$  ved hjelp av `fzero`.

## 6 Grafer

Matlab kan brukes til å plotte grafer av funksjoner av én eller to variabler. Matlab's plot-verktøy er litt "dum" sammenlignet med tilsvarende verktøy i Maple, Geogebra, Wolfram alpha og så videre, men på den annen side er den veldig tilpasningsvennlig. Det viktigste er å vite at input til `plot` er vektorer, ikke funksjoner. Matlab tegner punkter og trekker linjer mellom dem. For å oppnå illusjonen av glatte kurver, bør man bruke mange punkter. `linspace` er her en nyttig funksjon. Den gir deg jevnt fordelte verdier i et intervall.

**Oppgave 6:**  $f$  og  $g$  refererer til funksjonene fra forrige oppgave.

- (a) Plott funksjonen  $\sin x$  på intervallet  $-\pi$  til  $\pi$ .
- (b) Plott  $f(x)$  og  $g(x)$  på intervallet  $[-\pi, \pi]$  i samme plott.
- (c) Legg til tegnforklaring (`legend`) og tittel (`title`).

## 7 Lydfiler

Matlab kan importere data fra forskjellige filformater. Når det gjelder lyd er det .wav som er det mest vanlige av de støttede formatene. Lyd kan importeres med `wavread` eller via menyvalget File → Import Data... En .wav fil er rett og slett én (mono) eller to (stereo) vektorer med tall. I tillegg inneholder filen meta-data som samplingsraten (fs), denne importeres også via `wavread`. Du kan spille av lyder i matlab med `sound`.

### Oppgave 7:

- (a) Last ned chamberlain.wav fra hjemmesiden, og importer den til Matlab.
- (b) Plot lydsignalet.
- (c) Spill av lydsignalet.
- (d) Gjenta (a-c) med lydfila chord.wav
- (e) Beregn  $\mathbf{z} = \text{fft}(\mathbf{y})$  (hvor  $\mathbf{y}$  er vektoren som inneholder dataen fra chord.wav).

- (f) `fft` returnerer en vektor med komplekse tall. Plot absoluttverdien av `z`. Som du ser er `z` en ganske lang vektor, og det er ikke så mye som skjer i midten. For å se nærmere på hva som skjer for lave frekvenser, prøv f.eks. å se på de 10000 første elementene i `z`. Dette kan du gjøre ved `plot(abs(z(1:10000)))`,