

MATLAB

Introduction

Teknisk vetenskapliga beräkningar

MATLAB

MATrix LABoratory

räknedosa för matriser

- miljö och "programmeringsspråk"

visualisering av data

- avancerad grafik

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Språket - kommandosyntaxen

- liknar matematik
- stor uppsättning kommandon och funktioner
 - avancerade algoritmer
 - inriktat mot linjär algebra ☺
- enkelt konstruera egna rutiner och funktioner (M-filer)

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Variabler

- ingen variabeldeklaration
 - variabler definieras genom tilldelning
- resultat default i ans
- tilldelningar sker med = och avslutas med retur
 - >> A = 7.5*2
 - >> 7.5*2 (resultatet i ans)
- 1×1-matriser kallas skalärer
- semikolon undertrycker utskrifter
- case-sensitive

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

...variabler

- kommentarer inleds med % och räcker resten av raden
- den grundläggande datatypen är matrisen (normalt 16 decimaler)
- elementen är i de flesta fall reella (kan vara komplexa)

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

: operatorn

start : steg : stopp

- ger en följd av värden

start : stopp

- steget är 1

x = -pi/2:pi/30:pi/2

- ger en radvektor

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Skapa en matris

```

MATLAB Command Window
File Edit View Window Help
A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]
A =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
> diag(A)
ans =
     1
     5
     9
> rank(A)
ans =
     2
  
```

Matriser

tilldelning

- omges av hakparenteser []
- sker radvis
- blank eller komma mellan elementen
- rader i matrisen skiljs med semikolon

värdet av en variabel

- variabelns namn följt av retur

Enstaka element i matrisen

variabelnamn(radindex, kolumnindex)
A(2,3)

```

MATLAB Command Window
A =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
> A(2,3)=-100
A =
     1     2     3
     4     5 -100
     7     8     9
  
```

Observera! skillnad mellan tilldelning och adressering

Del av matrisen

```

MATLAB Command Window
A =
     1     2     3
     4     5 -100
     7     8     9
> A(:,2)
ans =
     2
     5
     8
> A(1:2,:)
ans =
     1     2     3
     4     5 -100
  
```

i:te raden A(i,:)

j:te kolumnen A(:,j)

Delmatris A(i,j:k:l)



Att skapa matriser

- ones(n) n x n-matris med ettor
- ones(m,n) m x n-matris med ettor
- zeros(n) n x n-matris med nollor
- eye(n) en enhetsmatris n x n

diag ger diagonalen/skapar diagonalmatris

triu, tril ger över/under triangulära matriser

Matrisoperationer

- A' (konjugerade) transponatet
- det(A) determinanten
- inv(A) inversen
- eig(A) egenvärdena
- norm(A) 2-normen
- A*B, A+B

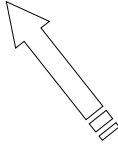
matrisoperatorer!

Elementoperationer

```
x = linspace(0,1); % OBS! Radvektor
y = x.^n.*exp(x);
plot(x,y,'k')

plot(x, x.^n.*exp(x))
```

% OBS! Radvektor



Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedter Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
MATLAB Command Window
>> x = linspace(0,1);
>> y = x.^n.*exp(x);
>> plot(x,y,'k')
>> plot(x, x.^n.*exp(x))
>> A = [1 1 4; 2 1 2; 1 0 1];
>> b = [11; 6; 4];
>> A\b
ans =
     1
    -2
     3
>> x=A\b
x =
     1
    -2
     3
>>
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedter Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Användbara kommandon

```
who/whos
help
lookfor
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedter Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

what/pwd

```
>> what
M-files in the current directory
C:\Dokument\TVB1\NV-vt01
exempell
>> pwd
ans =
C:\Dokument\TVB1\NV-vt01
>>
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedter Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Kontrollstrukturer...

```
for variabel = uttryck
    satser
end
for I = 1:2:n
    satser
end
for i = 1:n
    satser
end
```

jmfr. C / Java

```
for (i=1; i<=n; i=i+2)
{
    satser
}
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedter Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

...kontrollstrukturer

```
if logiskt uttryck
    satser
end
```

```
if logiskt uttryck
    satser
else
    satser
end
```

```
if logiskt uttryck
    satser
elseif logiskt uttryck
    satser
end
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedter Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

...kontrollstrukturer...

while logiskt uttryck
satser
end

Exempel:

```
x=0.1
while x < 3
    x = x*1.1
end
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

exempel1.m

Egen fil

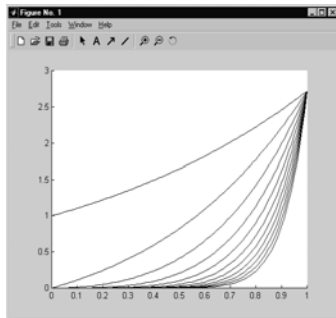
```
x=linspace(0,1);
hold on
for n=0:10
    y=x.^n.*exp(x);
    plot(x,y,'k')
end
```



Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Figurfönstret



Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Ett exempel till

```
%Konverteringstabell mellan Celsius och Fahrenheit
%Formel: Temp(F)=9/5Temp(C)+32
%Låt användaren mata in starttmp. i C, ökning mellan varje
%i tabellen och antalet rader i tabellen

disp('Konverteringstabell mellan Celsius och Fahrenheit');
start = input('Ge starttemp i Celsius: ');
incr = input('Ge steget (mellan rader) i Celsius: ');
total = input('Hur många rader i tabellen: ');
stop = start+(total-1)*incr;
C = start:incr:stop;
F = 9/5*C+32;
more on
format bank
disp('Celsius          Fahrenheit');
disp([C(:) F(:)]);
disp('*****Med FPRINTF blir utskriften
disp('Celsius          Fahrenheit');
fprintf('%10.2f %10.2f \n', [C;F]);
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
>> help CelFah
```

```
Konverteringstabell mellan Celsius och Fahrenheit
Formel: Temp(F)=9/5Temp(C)+32
Låt användaren mata in starttmp. i C, ökning mellan varje rad
i tabellen och antalet rader i tabellen
```

```
>> CelFah
```

```
Konverteringstabell mellan Celsius och Fahrenheit
```

```
Ge starttemp i Celsius: -10
```

```
Ge steget (mellan rader) i Celsius: 5
```

```
Hur många rader i tabellen: 10
```

Celsius	Fahrenheit
-10.00	14.00
-5.00	23.00
0	32.00
5.00	41.00
10.00	50.00
15.00	59.00
20.00	68.00
25.00	77.00
30.00	86.00
35.00	95.00

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
*****Med FPRINTF blir utskriften
```

Celsius	Fahrenheit
-10.00	14.00
-5.00	23.00
0.00	32.00
5.00	41.00
10.00	50.00
15.00	59.00
20.00	68.00
25.00	77.00
30.00	86.00
35.00	95.00

```
>>
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Grafik- 2D

- **plot**
 - ritar ut en mängd av ordnade talpar (punkter, linjer, färger)
- **fplot**
 - graf till funktion i en variabel
- **hold**
 - håller kvar aktuellt grafikfönster, så att flera figurer kan ritas i samma fönster
- olika kommandon för text i grafikfönster
- **contour**
 - ritar ut nivåkurvor

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

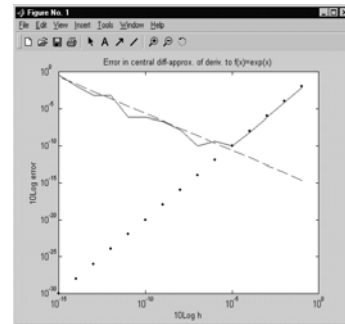
```
% Studera felet daa derivatan till f(x)=exp(x)
% approximeras med
% fprim(x)= (f(x+h)-f(x-h))/(2h)
%
format compact
x=input('Give x-value for approximation: ')
t=0.1;
i=1;
while t>eps      %Define all h-values in an array
    h(i)=t;
    i=i+1;
    t=t/10;
end %of while
fxph = exp(x+h);
fxmh = exp(x-h);
deriv = (fxph-fxmh)/(2*h);
error = exp(x)-deriv;
format short e
minerr = min(abs(error))
min_ind = find((error == minerr)|(error == -
minerr));
```

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
if length(min_ind) == 1
    disp('for h = '), disp(h(min_ind))
else
    disp('There are more than one h-value that give minerror!')
    min_ind
end %of if
error = abs(error);
RXP = eps./h;
RT = h.^ 2;
clf
loglog(h,error)
title('Error in central diff-approx. of deriv. to
f(x)=exp(x)')
xlabel('10Log h')
ylabel('10Log error')
hold on
loglog(h, RXP, 'r--')
loglog(h, RT, 'k.')
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

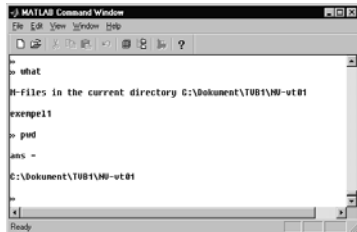


Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

m-filer

- kommandon
- funktioner
- "working directory"

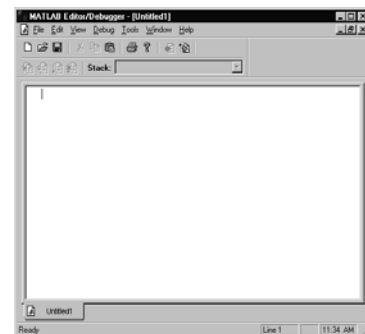


Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

>> edit

File/New/M_file



Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Funktioner

- En funktion - en fil
- Första raden skall innehålla ordet function
 - (annars en kommandofil)
 - function [utparametrar] = namn(inparametrar)
- noll, en eller flera parametrar - värdeparametrar
- anropas med filnamn(parametrar)
- kommentarrader direkt efter första raden skrivs ut vid `>> help filnamn`

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
function s = xty(x, y)
%Call: s=xty(x,y)
%Beräkna skalärprodukten mellan vektorerna x och y
%med reella element
%
if length(x) ~= length(y)
    error('Vektorerna ska ha samma längd');
end
s = 0;
for k = 1:length(x)
    s = s+x(k)*y(k);
end
% Snabbare variant
s1 = x'*y;
%Använd fördefinierad funktion dot
s2 = dot(x,y);
if (s == s1) & (s == s2)
    disp('Alla tre summorna lika')
else
    disp('Olika summor');
    format long
    [s s1 s2]
end
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
function [terms, sum] = harmoni(upper)
%Compute the sum of 1/k; k=1,2,3,4,5,.....
%until that sum exceeds upper.
%Call: [terms,sum] = harmoni(upper)
%terms = no. of terms in the sum
%sum = the actual sum
%Also there is a printout for each time the sum
%exceeds "the next" integer.
%
sum = 0;
k = 0;
oldsum = -1;
heltal = 1;
while (sum <= upper) & (oldsum ~= sum)
    k = k+1;
    oldsum = sum;
    sum = sum+1/k;
    if sum >= heltal
        fprintf(1,'%d termer behövs för att överskrida %d \n', k,
            heltal);
        heltal = heltal+1;
    end %of if
end %of while
terms = k;
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
>> [termer summa]=harmoni(15);
1 termer behövs för att överskrida 1
4 termer behövs för att överskrida 2
11 termer behövs för att överskrida 3
31 termer behövs för att överskrida 4
83 termer behövs för att överskrida 5
227 termer behövs för att överskrida 6
616 termer behövs för att överskrida 7
1674 termer behövs för att överskrida 8
4550 termer behövs för att överskrida 9
12367 termer behövs för att överskrida 10
33617 termer behövs för att överskrida 11
91380 termer behövs för att överskrida 12
248397 termer behövs för att överskrida 13
675214 termer behövs för att överskrida 14
1835421 termer behövs för att överskrida 15
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
>> termer
termer =

    1835421

>> format compact
>> summa
summa =
    15.0000
>> format long
>> summa
summa =
    15.00000037826723
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```
function [pos, neg] = split1(x)
%Call: [pos, neg]=split1(x)
%x= a vector with numeric values
%pos= a vector containing the positive values of x
%neg= a vector containing the negative values of x
%
%This is the straight forward solution in Matlab
indpos = 0;
indneg = 0;
for k=1:length(x)
    if x(k)<0
        indneg = indneg+1;
        neg(indneg) = x(k);
    else
        indpos = indpos+1;
        pos(indpos) = x(k);
    end %of if
end %of for k=.....
```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

```

>> type split2
function [pos, neg] = split2(x)
%Call: [pos, neg]=split2(x)
%x = a vector with numeric values
%pos = a vector containing the positive values of x
%neg = a vector containing the negative values of x
%
%This is the short, but not obvious solution in Matlab
indpos = find(x>=0);
indneg = find(x<0);
pos = x(indpos);
neg = x(indneg);

```

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

Dessutom

- enkelt att skapa GUI
 - knappar
 - menyer
 - pop-up menyer
 - inmatningsfält
- programbibliotek kan läggas till (TOOLBOXES)

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University

MATLAB Application Toolbox

Tilläggs paket för

- signalbehandling
- optimering
- symbolisk matematik
- bildbehandling
- ...

Teknisk vetenskapliga beräkningar

Pedher Johansson
Department of Computing Science, Umeå University