

Fakultät für Technik
Bereich Informationstechnik

Rechnergestützte Mathematik

MATLAB / Octave

Kurzreferenz

1 Allgemeine Kommandos

1.1 Allgemeine Informationen und Hilfe

help	Online-Hilfe, Text erscheint direkt im Workspace
doc	Ausführliche Online-Hilfe im Help-Browser (nur MATLAB)
format	Ausgabeformat festlegen
clc	Löscht das Kommandofenster

1.2 Arbeiten mit dem Workspace

whos	Liste der vom Nutzer angelegten Variablen
clear	Variablen löschen
load	Variablen aus Datei laden
save	Variablen in Datei speichern

2 Vektoren und Matrizen

2.1 Matrizen und Vektoren erzeugen

[]	Eckige Klammern zur Definition von Vektoren und Matrizen
	Spaltenvektor: x =[1; 2; 3]
	Zeilenvektor: x =[1 2 3]
	Matrix zeilenweise: M = [1 2 3; 4 5 6]
:	Vektoren aus Zahlenfolgen
	x1:x2 Zeilenvektor [x1 x1 + 1 x1 + 2 ... x2]
	x1:dx:x2 Zeilenvektor [x1 x1 + dx x1 + 2dx ...]
zeros	Matrix aus Nullen
ones	Matrix aus Einsen
diag	Erzeugen einer Diagonalmatrix
eye	Einsmatrix (Diagonalelemente 1, sonst 0)
rand	Matrix mit gleichverteilten Zufallszahlen
randn	Matrix mit normalverteilten Zufallszahlen
linspace	Vektor bestehend aus linear verteilten Elementen
logspace	Vektor bestehend aus logarithmisch verteilten Elementen
meshgrid	Erzeugen von Matrizen für 3D-Plots

2.2 Zugriff auf Teilvektoren und –matrizen

()	Indizieren der Elemente
x(3)	3. Element des Vektors x
x([1 4])	1. und 4. Element des Vektors x
x(3:end)	3. bis letztes Element des Vektors x
M(1, 2)	Element in der 1. Zeile und 2. Spalte der Matrix M
M(1, 2:4)	Elemente in der 1. Zeile und 2. bis 4. Spalte der Matrix M
:	Doppelpunkt zum Zugriff auf Spalten und Zeilen einer Matrix
A(k, :)	k -te Zeile der Matrix A
A(:, k)	k -te Spalte der Matrix A

2.3 Lineare Algebra

size	Dimension (Anzahl der Zeilen und Spalten) einer Matrix
length	Dimension (Anzahl der Elemente) eines Vektors
'	Transponieren einer Matrix
det	Determinante einer quadratischen Matrix
inv	Inverse einer quadratischen Matrix
eig	Eigenwerte und Eigenvektoren einer quadratischen Matrix
rank	Rang einer Matrix
diag	Vektor mit den Diagonalelementen einer Matrix
trace	Spur der Matrix (Summe der Diagonalelemente)
\	Lösen von linearen Gleichungssystemen: $A \cdot x = b \Leftrightarrow x = A \backslash b$
cross	Kreuzprodukt zweier Vektoren (mit je 3 Elementen)
poly	Charakteristisches Polynom einer Matrix (Eigenwerte sind die Lösung des charakteristischen Polynoms)
expm	Matrixexponentialfunktion: $e^A = I + A + \frac{1}{2!}A^2 + \frac{1}{3!}A^3 + \dots$

3 Operatoren und spezielle Zeichen

3.1 Arithmetische Operatoren und Matrixoperatoren

=	Zuweisung: B = A speichert die Elemente von A in B
+	Addition
-	Subtraktion
*	Multiplikation von Skalaren, Matrixmultiplikation
.*	Elementweise Multiplikation
^	Potenzieren Skalaren und Matrizen ($A^2 = A \cdot A$)
.^	Elementweises Potenzieren
\	Lösen von linearen Gleichungssystemen: $A \cdot x = b \Leftrightarrow x = A \backslash b$
/	Division von Skalaren (und linksseitige Div für das Lösen von LGS)
./	Elementweise Division bei Matrizen

3.2 Vergleichsoperatoren

==	Gleich
~=	Ungleich
<	Kleiner als
<=	Kleiner oder gleich
>	Größer als
>=	Größer oder gleich

3.3 Logische Operatoren und Funktionen

Konvention für logische Größen: **true=1**, **false = 0**

&	AND	Logisches UND
 	OR	Logisches ODER
~	NOT	Logisches NICHT
XOR		Logisches Exklusiv-ODER
any		Aussage wahr, wenn mindestens ein Element ungleich 0 ist
all		Aussage wahr, wenn alle Elemente ungleich 0 sind

3.4 Spezielle Variablen und Konstanten

Achtung: die Konstanten können ohne Fehlermeldung überschrieben werden!

ans	Letztes Rechenergebnis
eps	Genauigkeit der Gleitkommarechnung
pi	$\pi \approx 3,141592 \dots$
i oder j	Imaginäre Einheit
inf	unendlich, z. B. bei $1/0$
NaN	Not a Number: Ergebnis bei nicht definierten Operationen, z. B. $0/0$

4 Elementare mathematische Funktionen

4.1 Trigonometrische Funktionen

sin	Sinus (Argument in Radian)
sind	Sinus (Argument in Grad)
asin	Arkussinus (Ergebnis in Radian)
asind	Arkussinus (Ergebnis in Grad)
cos	Kosinus (Argument in Radian)
cosd	Kosinus (Argument in Grad)
acos	Arkuskosinus (Ergebnis in Radian)
acosd	Arkuskosinus (Ergebnis in Grad)
tan	Tangens (Argument in Radian)
tand	Tangens (Argument in Grad)
atan	Arkustangens (Ergebnis in Radian)
atand	Arkustangens (Ergebnis in Grad)
atan2	Arkustangens für vier Quadranten (Ergebnis in Radian)
	atan2(y, x) liefert den Winkel des Punktes (x, y)
atan2d	Arkustangens für vier Quadranten (Ergebnis in Grad)

4.2 Exponentialfunktionen und Logarithmen

exp	Exponentialfunktion
log	Natürlicher Logarithmus (zur Basis e)
log10	Dekadischer Logarithmus (zur Basis 10)
sqrt	Wurzel

4.3 Komplexe Rechnung

real	Realteil
imag	Imaginärteil
abs	Absolutwert (Betrag)
angle	Phasenwinkel
conj	komplex konjugierter Wert

4.4 Runden und Rest

fix	Runden in Richtung 0:	fix(-1.9) = -1	fix(1.9) = 1
floor	Abrunden:	floor(-1.9) = -2	floor(1.9) = 1
ceil	Aufrunden:	ceil(-1.9) = -1	ceil(1.9) = 2
round	Runden:	round(1.4) = 1	round(1.5) = 2
mod	Modulo: Rest nach der Division		

5 Grafik

5.1 Einfache 2D-Grafik

plot	Graphische Darstellung in kartesischen Koordinaten basierend auf Vektoren mit den x- und den y-Werten.
figure	Neues Grafikfenster erzeugen
close	Grafikfenster schließen (close all schließt alle Grafikfenster)
ezplot	Einfaches Plotten von Funktionen
semilogx	Wie plot , jedoch mit logarithmischer x-Achse
semilogy	Wie plot , jedoch mit logarithmischer y-Achse
loglog	Wie plot , jedoch mit logarithmischer x- und y-Achse
polar	Wie plot , jedoch Daten und Darstellung in Polarkoordinaten
grid	Gitterlinien einzeichnen
hold	Hält die aktuelle Grafik, um weitere Plots dazuzuzeichnen

5.2 Mehr zum Plot-Befehl

plot(x, y)	Die Werte in y wird den Werten in x dargestellt, die Punkte werden dabei mit Linien verbunden. x = 0:0.1:2*pi; y = sin(x); plot(x, y)
plot(x1,y1,x2,y2)	Es werden mehrere Kurven ein einem Koordinatensystem dargestellt. Die x-Werte müssen nicht identisch sein. x1 = 0:0.1:2*pi; y1 = sin(x1); x2 = 0:0.25:8; y2 = x2.^2; plot(x1, y1, x2, y2)
plot(x, y, S)	String S definiert für jedes x-y-Paar Farbe und Linientyp plot(x, y, 'm', x, y, 'ro') Linie durchgezogen in Magenta, Stützstellen als rote Kreise
Farbe	r rot m magenta g grün c cyan b blau k schwarz
Linientyp	- durchgezogen . Punkte : punktiert o Kreise -. strichpunktiert + Kreuze -- gestrichelt * Sterne

5.3 3D-Grafik

plot3	Darstellung einer Funktion in kartesischen Koordinaten basierend auf Vektoren mit den x-, y- und z-Werten.
meshgrid	Erzeugen von Matrizen mit den x- und y-Werten für 3D-Flächen
mesh	Zeichnen eines 3D-Gitters basierend auf 3 Matrizen mit den Daten für die x-, y- und z-Werte
surf	Wie mesh , jedoch wird eine Fläche gezeichnet
ezsurf	Einfaches Plotten von Funktionen zweier Veränderlicher
contour	Wie mesh , jedoch werden die Höhenlinien als 2D-Grafik gezeichnet
contourf	Wie contour , jedoch werden die Bereiche zwischen den Höhenlinien farbig ausgefüllt.
colorbar	Balken mit Farblegende für Höhenlinien
quiver	Pfeildarstellung, z. B. für Gradienten

5.4 Achsen und Beschriftungen

xlim	Festlegen des Wertebereiches in x-Richtung
ylim	Festlegen des Wertebereiches in y-Richtung
zlim	Festlegen des Wertebereiches in z-Richtung
axis	Festlegen der Wertebereiche aller Achsen
xlabel	Beschriftung der x-Achse
ylabel	Beschriftung der y-Achse
zlabel	Beschriftung der z-Achse
clabel	Beschriftung der Höhenlinien

6 Polynome

Polynome werden als Vektoren mit den Polynomkoeffizienten definiert:

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 \Rightarrow [\mathbf{a_n} \ \dots \ \mathbf{a_1} \ \mathbf{a_0}]$$

poly	Vektor: Polynom aus gegebenen Nullstellen Matrix: charakteristisches Polynom
roots	Berechnung aller (auch komplexer) Wurzeln (Nullstellen) eines Polynoms
conv	Polynommultiplikation
deconv	Polynomdivision
residue	Partialbruchzerlegung
polyder	Differentiation
polyint	Integration
polyfit	Kurvenanpassung (Least Squares) eines Polynoms an gegebene Daten
polyval	Berechnung eines oder mehrerer Werte eines Polynoms

7 Zeichenketten (Strings)

Zeichenketten werden in einfachen Hochkommas (') definiert.

disp	Ausgabe eines Strings
sprintf	Erzeugen eines Strings aus Text und Zahlen (vergleichbar fprintf aus C)
strcmp	Stringvergleich
str2num	String in Zahl umwandeln
num2str	Zahl in String umwandeln
dec2hex	Ganzzahlige Dezimalzahl in String mit Hexadezimalzahl umwandeln
hex2dec	String mit Hexadezimalzahl in ganzzahlige Dezimalzahl umwandeln

8 Datenanalyse

8.1 Grundlegende Funktionen

sum	Vektor: Summe der Vektorelemente Matrix: Vektor mit den Spaltensummen
cumsum	Vektor: Vektor mit der kumulative Summe der Vektorelemente Matrix: Matrix mit den kumulativen Summen der Spalten
min	Vektor: kleinste Komponente des Vektors Matrix: Vektor mit den kleinsten Komponenten der Spalten
max	Vektor: größte Komponente des Vektors Matrix: Vektor mit den größten Komponenten der Spalten
mean	Vektor: Arithmetischer Mittelwert des Vektors Matrix: Vektor mit den arithmetischen Mittelwerten der Spalten
find	Findet Indizes der Elemente einer Matrix, die von Null verschieden sind
sort	Vektor: sortieren der Vektorelemente Matrix: sortieren der Spaltenvektoren

8.2 Integration und Differentiation von Daten

diff	Differenz zweier aufeinanderfolgender Vektorwerte
gradient	Ableitung von 3D-Daten in x- und y-Richtung
trapz	Numerische Integration, liefert Ergebnis
cumtrapz	Numerische Integration, liefert Vektor mit allen Zwischenwerten

8.3 Interpolation

interp1	Interpolation mit abschnittsweise definierten Polynomen, u. a.: linear : lineare Interpolation spline : Spline-Interpolation
spline	Spline-Interpolation. Alternative zu interp1
ppval	Berechnung eines oder mehrerer Werte eines abschnittsweise definierten Polynoms, wie es von interp1 oder spline erzeugt werden kann

9 Skripte und Funktionen

9.1 Skripte

Skriptname.m Textdatei mit Sammlung von MATLAB-Befehlen

Skriptname Aufruf des Skripts

% Beginn eines Kommentars

9.2 Ablaufstrukturen

if Bedingte Ausführung

```
elseif if Bedingung
        Anweisungen           % mehrere Anweisungen möglich
else    elseif Bedingung      % optional
        Anweisungen
else    % optional
        Anweisungen
end
```

switch Bedingte Ausführung

```
case    switch Ausdruck        % Skalar oder String
otherwise case Ausdruck_wert
        Anweisungen           % mehrere Anweisungen möglich
        case Ausdruck_wert
        Anweisungen
        otherwise Ausdruck_wert % optional
        Anweisungen
end
```

for Zählschleife

```
for index = Werte % index nimmt nacheinander alle
                  % Elemente von Werte an
        Anweisungen % mehrere Anweisungen möglich
end
```

while Kopfgesteuerte Schleife

```
while Bedingung % Bedingung wird zu Beginn
                % geprüft
        Anweisungen % mehrere Anweisungen möglich
end
```

break Abbruch der **for** oder **while**-Schleife

9.3 Benutzerdefinierte Funktionen

Funktionen werden in der Regel als eigene Datei definiert. Diese muss in der denselben Namen wie die Funktion haben. Ausnahme sind inline-Funktionen und anonyme Funktionen

function	Deklaration des Funktionskopfs
return	Vorzeitiger Rücksprung aus der Funktion (vor Funktionsende)
inline	Definieren einfacher Funktionen in einer Zeile ohne eigene Datei → bessere Methode sind anonyme Funktionen f = inline('3*sin(x.^2)')
@	Function Handle zur Übergabe einer Funktion an eine andere (z. B. fzero , fminsearch , ode45) Handle auf anonyme Funktion f = @(x) 3*sin(x.^2)

10 Numerische Methoden für Funktionen

Die zu integrierende bzw. zu differenzierende Funktion muss als MATLAB-Funktion definiert sein. Übergabe des Funktionsnamens erfolgt mit dem Function Handle @.

10.1 Integration

quad	Numerische Integration (Quadratur) mit der Simpson-Regel Wird bei neueren MATLAB-Versionen durch integral ersetzt.
-------------	--

10.2 Nullstellen und Extrema

fzero	Nullstellensuche
fminbnd	Minimumsuche für Funktion mit einer Variablen, mit Randminima
fminsearch	Minimumsuche für Funktionen mit mehreren Variablen OCTAVE: Package optim muss geladen sein: pkg load optim
optimset	Definieren der Optionen für fzero , fminbnd , fminsearch

10.3 Lösen von Differentialgleichungen

ode45	Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen. Für spezielle Probleme (z. b. steife Differentialgleichungen, Randwertproblem, partielle DGL) gibt es noch zahlreiche weitere Solver.
odeset	Definieren der Optionen für ode45