Praktikum: “Mathematik am Computer” HS 2021
Prof. H. Harbrecht
P. Barendrecht, J. Bopp, M. Fallahpour, C. Santos Universität Basel

Serie 5

Matlab – Kontrollstrukturen I (for), Plots

zur 43. KW (25.10. – 29.10.2021)

Aufgabe 5.1 (1 Punkt): Schau dir die Folien genau an und löse dann folgende Aufgaben:

a) Was würde Matlab für folgendes Code-Stück ausgeben (Rechnungen von Hand)?

```
f = 1;
for k = 1:4
      f = f*k;
end
f
```

b) Vergleiche deinen Output mit dem Output der Funktion `factorial(4)` von Matlab.

Aufgabe 5.2 (1 Punkt): Schreibe ein Programm, welches mithilfe einer `for`-Schleife zu einer gegebenen Zahl n die ersten n ungeraden Zahlen aufsummiert (gibt man z.B. 4 ein, werden die Zahlen $1, 3, 5$ und 7 aufsummiert). Was erhältst du für $n = 20$?

Aufgabe 5.3 (4 Punkte): Verwende `for`-Schleifen, um folgende Produkte zu berechnen (`sum` ist nicht erlaubt!).

a) Das Skalarprodukt zweier Vektoren $\mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbb{R}^n$ ist definiert als

$$\langle \mathbf{x}, \mathbf{y} \rangle := \mathbf{x}^\top \mathbf{y} = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i.$$

Schreibe ein Programm `scalarproductfor.m`, welche das Skalarprodukt zweier am Anfang des Programms definierten allgemeiner Vektoren $\mathbf{x}, \mathbf{y}$ der Länge n berechnet. Teste es für $\mathbf{x} = (3, 3.1, 3.2, \ldots, 4)^\top$ und $\mathbf{y} = (1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1)^\top$ für $n = 11$ (Resultat: 21.6).

b) Das Matrix-Vektor-Produkt $\mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{y} \in \mathbb{R}^m$ einer Matrix $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{m \times n}$ und eines Vektors $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$ ist gegeben durch

$$y_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j.$$

Schreibe ein Programm `matrixtimesvector.m`, welche das Matrix-Vektor-Produkt für am Anfang des Programms definierte allgemeine $\mathbf{A}, \mathbf{x}$ berechnet. Was ist $\mathbf{y}$ für

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 9 & 8 & -1 & 4 \\ 7 & 10 & 6 & -8 \\ 5 & -4 & -3 & 2 \end{pmatrix}$$

und $\mathbf{x} = (4, -3, 5, 1)^\top$? Überprüfe dein Resultat mit der eingebauten Matlab-Routine.

c) Das Matrix-Matrix-Produkt (d.h. die Matrixmultiplikation) ist wie folgt definiert:

Sei $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{m\times n}$ mit Einträgen a_{ij} und $\mathbf{B} \in \mathbb{R}^{n\times \ell}$ mit Einträgen b_{jk}. Dann ist $\mathbf{C} = \mathbf{AB}$ in $\mathbb{R}^{m\times \ell}$ und die Einträge c_{ik} berechnen sich durch

$$c_{ik} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} b_{jk}.$$

Schreibe ein Programm `matrixtimesmatrix.m`, welche das Matrix-Matrix-Produkt für am Anfang des Programms definierte allgemeine $\mathbf{A}, \mathbf{B}$ berechnet. Teste es für die Matrix $\mathbf{A}$ aus b) und

$$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -9 & 3 \\ 5 & 8 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Vergleiche das Resultat wiederum mit der eingebauten Matlab-Routine.

Hinweis: Der Befehl `size` ist hilfreich (vgl. `doc size`).

Aufgabe 5.4 (2.5 Punkte): Für $i, j \in \mathbb{N}$ definieren wir in Abhängigkeit eines Parameters t die Lissajous-Figur

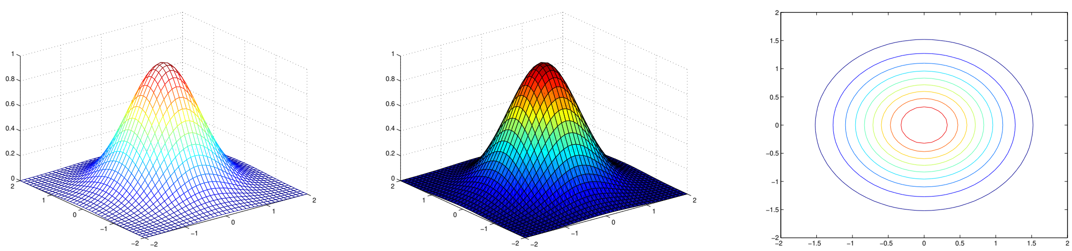
$$L_{i,j}(t) = \begin{pmatrix} \sin(i\,t) \\ \cos(j\,t) \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^2.$$

a) Erzeuge in einer `for`-Schleife ein Fenster mit vier Grafiken (`subplot`), welche $L_{1,j}(t)$ mit $j = 1, 3, 5, 7$ für $t \in [0, 2\pi]$ mit Schrittweite 0.01 darstellen. Fixiere die x- und y-Achse jeweils auf den Bereich $[-1, 1]$. Füge einen Titel hinzu, indem du unter anderem den Befehl `num2str` verwendest (siehe auch Matlab-Hilfe zu `title`).

b) Erzeuge in zwei ineinander verschachtelten `for`-Schleifen ein Fenster mit 4×4 Grafiken, welche $L_{i,j}(t)$ mit $i, j = 1, 3, 5, 7$ darstellen. Wähle die gleiche Schrittweite wie zuvor und fixiere erneut die Achsen. Gebe jeder Grafik einen passenden Titel. Am Schluss füge mit `sgtitle`[1] eine grosse Überschrift ein.

Aufgabe 5.5 (1.5 Punkte):

i) Zeichne die Funktion $[-2, 2] \times [-2, 2] \to \mathbb{R}$, $(x, y) \mapsto e^{-(x^2+y^2)}$ dreimal wie in der Abbildung. Nutze dazu die Befehle `mesh`, `surf` und `contour`. Benutze den Befehl `meshgrid`, um die Aufgabe zu lösen (siehe dazu die Beispiele in `doc meshgrid`).



[1]Oder `suptitle`, falls deine Matlab-Version älter als R2018b ist.

ii) Was beobachtest du, wenn du für den `surf`-Befehl zusätzlich die Befehlsfolge `shading interp` verwendest? Nutze `subplot` um alle vier Möglichkeiten, also `surf`, `surf` mit `shading interp`, `mesh` und `contour`, in einer `figure` anzuzeigen.