Universität des Saarlandes
Fachbereich 6.1 Mathematik
Dr. R. Grzibovskis

Übungen zur Vorlesung
Modellierung und Programmierung
WS 2015–2016

Blatt 4

Aufgabe 1 (4 Punkte)

Implementieren Sie eine Funktion `void itoa(int, char *)`, die eine Dezimalzahl vom Typ `int` in eine Zeichenkette umwandelt und in einem String ablegt. Testen Sie die Funktion in einem Hauptprogramm, in dem Sie die Funktion aufrufen `itoa(k, zkette)`; und die folgenden Ausgaben vergleichen:

```
printf("%s\n",zkette);
printf("%d\n",k);
```

Aufgabe 2 (2+1+2+3 Punkte)

Implementieren Sie die Funktionen

(a) `double * aequidist(double a, double b, int N)`, die eine äquidistante Zerlegung des Intervalls $[a, b]$ in N Teilintervalle vornimmt. Die Funktion soll Speicher für ein Feld der Länge $N + 1$ reservieren, bei Erfolg (!) dieses Feld mit den Werten

$$x_i = a + ih,\ i = 0, \ldots, N,\ h = \frac{b-a}{N},$$

belegen und den Zeiger auf das Feld zurückliefern. Fangen Sie unsinnige Fälle wie z.B. $b <$ oder $N < 1$ ab.

(b)
```
double * gerade(double m, double n, const double *X, int N);
double * efunktion(double C, double lambda, const double *X, int N);
```
die jeweils eine Zerlegung $X = (x_0, \ldots, x_N)$ der Länge $N + 1$ (wie sie z.B. durch die Funktion aus (a) erzeugt wird) übernehmen, Speicher für ein Feld der Länge $N + 1$ reservieren und bei Erfolg mit den Funktionswerten an den Stützstellen,

$$f_i = mx_i + n \text{ bzw. } f_i = Ce^{\lambda x_i},\ i = 0, \ldots, N,$$

belegen. Der Rückgabewert der Funktionen soll ein Zeiger auf das erzeugte Feld mit den Funktionswerten sein.

(c)
```
double rechteck_regel(const double *X, const double *F, int N);
double trapez_regel(const double *X, const double *F, int N);
```
die jeweils mit Hilfe der äquidistanten Stützstellen $X = (x_0, \ldots, x_N)$ und der Werte $F = (f_0, \ldots, f_N)$

an diesen Stellen das Integral über f approximieren. Die Näherungen werden folgendermaßen berechnet

$$\text{Rechteckregel:} \quad \int_a^b f(x)\mathrm{d}x \approx h\sum_{i=1}^{N} f_i, \quad \text{Trapezregel:} \quad \int_a^b f(x)\mathrm{d}x \approx h\left(\frac{f_0+f_N}{2}+\sum_{i=1}^{N-1} f_i\right),$$

wobei jeweils $h = (b-a)/N$ gilt. Beide Funktionen liefern jeweils den berechneten Näherungswert für das Integral zurück.

(d) Im Hauptprogramm sollen die obigen Unterprogramme für das Intervall $[0, 1]$ und die Funktionen

$$f(x) = 2x - 1 \text{ und } g(x) = e^x$$

getestet werden. Für $N \in \{4, 8, 16, 32\}$ sollen die jeweiligen äquidistanten Zerlegungen sowie Funktionswerte berechnet und als Wertepaare auf den Bildschirm geschrieben werden. Anschließend werden die Integrale der beiden Funktionen auf dem Intervall jeweils mit beiden Methoden näherungsweise berechnet. Vergleichen Sie die berechneten Ergebnisse mit den exakten Integralwerten. Was beobachten Sie?

Aufgabe 3 ((a)+(b)=2, (c)+(d)+(e)+(f)=3, (g)=3 Punkte)

Verwenden Sie die in der Vorlesung gezeigte bijektive Indextransformation, um Matrizen in Form von eindimensionalen Feldern zu realisieren. Implementieren Sie Funktionen, die

(a) eine Matrix $A \in \mathbb{R}^{m\times n}, A = (a_{ij})_{i=1,j=1}^{m,n}$ erzeugen und bei Erfolg mit Werten belegen, die von der Tastatur eingelesen werden, wobei Sie den Rückgabewert von `scanf`() zur Kontrolle verwenden,

(b) eine eindimensional gespeicherte Matrix auf den Bildschirm ausgeben lassen,

(c) das Matrix-Vektor-Produkt für die eindimensionale Speichervariante realisieren,

(d) das Matrix-Matrix-Produkt für die eindimensionale Speichervariante realisieren,

(e) die Spur (engl. trace) einer quadratischen Matrix $A \in \mathbb{R}^{n\times n}$, d.h. die Summe der Diagonaleinträge

$$\mathrm{tr}(A) = \sum_{i=1}^{n} a_{ii}$$

berechnet,

(f) eine Matrix transponiert, d.h. $A = (a_{ij}) \in \mathbb{R}^{m\times n}$ in $A^\top = (a_{ji}) \in \mathbb{R}^{n\times m}$ umwandelt.

(g) Verwenden Sie im Hauptprogramm zum Testen ihrer Unterprogramme

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ -1 & -4 & -9 & -16 \\ 1 & 8 & 27 & 64 \end{pmatrix}, \ B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \ x = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

und bestimmen Sie mit Hilfe ihrer Funktionen Ax, BA, $\mathrm{tr}(B)$ und $A^\top$.

Abgabe der Lösungsvorschläge und Vorführung der praktischen Aufgabe vor dem 13.01.2016.