Familienname:

Vorname:

Matrikelnummer:

Aufgabe 1 (2 Punkte):
Aufgabe 2 (5 Punkte):
Aufgabe 3 (2 Punkte):
Aufgabe 4 (2 Punkte):
Aufgabe 5 (2 Punkte):
Aufgabe 6 (4 Punkte):
Aufgabe 7 (2 Punkte):
Aufgabe 8 (1 Punkte):
Aufgabe 9 (3 Punkte):
Aufgabe 10 (4 Punkte):
Aufgabe 11 (3 Punkte):

Gesamtpunktzahl:

Schriftlicher Test zu C (90 Minuten)
VU Einführung ins Programmieren für TM

4. Mai 2012

Aufgabe 1 (2 Punkte). Was versteht man unter *Rekursion*? Was sind Vor- und Nachteile? Was sind ggf. Alternativen?

Aufgabe 2 (5 Punkte). Geben Sie den Shell-Output der folgenden Funktion bei Aufruf mittels `function(4,2)` tabellarisch wider. Welche Funktionalität wird durch die Funktion bereitgestellt?

```
int function(int dp, int mp) {
  int val = 0;
  if (mp == 0 || mp == dp) {
    val = 1;
  }
  else {
    val = function(dp-1,mp) + function(dp-1,mp-1);
  }
  printf("val = %d, dp = %d, mp = %d\n", val, dp, mp);
  return val;
}
```

Verlängern Sie die folgende Liste geeignet und füllen Sie diese entsprechend des Output aus.

```
val =          , dp =          , mp =
```

Aufgabe 3 (2 Punkte). Schreiben Sie einen Struktur-Datentyp `Matrix` zur Speicherung von quadratischen Matrizen $A \in \mathbb{R}^{n\times n}$ beliebiger Dimension $n \in \mathbb{N}$. In der Struktur sollen neben der Dimension n und den Koeffizienten A_{jk} auch der Typ der Matrix gespeichert werden: Typ `'F'` für eine vollbesetzte Matrix bzw. Typ `'L'` für eine untere Dreiecksmatrix der Gestalt

$$L = \begin{pmatrix} L_{00} & & & & \mathbf{0} \\ L_{10} & L_{11} & & & \\ L_{20} & L_{21} & L_{22} & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \\ L_{n-1,0} & L_{n-1,1} & L_{n-1,2} & \dots & L_{n-1,n-1} \end{pmatrix}.$$

Die Koeffizienten der Matrix sollen in Form eines dynamischen Vektors gespeichert werden, genauer:

- Die Koeffizienten einer vollbesetzten Matrix sollen zeilenweise gespeichert werden, d.h. in einem Vektor der Länge $N := n^2$ mit Einträgen

$$(A_{00}, A_{01}, A_{02}, \dots, A_{0,n-1}, A_{10}, \dots, A_{1,n-1}, A_{2,0}, \dots, A_{n-1,n-1}).$$

- Bei einer unteren Dreiecksmatrix sollen nur die nicht-trivialen Einträge für $j \geq k$ ebenfalls zeilenweise gespeichert werden, d.h. in einem Vektor der Länge $N := \sum_{j=1}^{n} j = \frac{n(n+1)}{2}$ mit Einträgen

$$(L_{00}, L_{10}, L_{11}, L_{20}, L_{21}, L_{22}, \dots, L_{n-1,n-1}).$$

ACHTUNG: Diese Struktur soll auch in allen nachfolgenden Aufgaben verwendet werden. Verwenden Sie C-Indizierung, d.h. Indizes erfüllen $0 \leq j, k \leq n-1$.

Aufgabe 4 (2 Punkte). Bei welchem Index $\ell = 0, \dots, N := n^2 - 1$ wird im Fall einer vollbesetzten Matrix $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ der Koeffizient A_{jk} gespeichert, d.h. $a_\ell = A_{jk}$ für den gespeicherten Koeffizientenvektor $a \in \mathbb{R}^N$? Geben Sie eine Formel für ℓ in Abhängigkeit von j und k und begründen Sie diese.

Aufgabe 5 (2 Punkte). Bei welchem Index $\ell = 0, \dots, N := \frac{n(n+1)}{2} - 1$ wird im Fall einer unteren Dreiecksmatrix $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ der Koeffizient A_{jk} gespeichert d.h. $a_\ell = A_{jk}$ für den gespeicherten Koeffizientenvektor $a \in \mathbb{R}^N$? Beachten Sie, dass die Nulleinträge $A_{jk} = 0$ für $j < k$ nicht gespeichert werden sollen. Geben Sie eine Formel für ℓ in Abhängigkeit von j und k und begründen Sie diese.

Aufgabe 6 (4 Punkte). Schreiben Sie eine Funktion `newMatrix`, die den Speicher einer Matrix $A \in \mathbb{R}^{n\times n}$ für gegebene Dimension $n \in \mathbb{N}$ und Typ `'F'` oder `'L'` allokiert und initialisiert.

Aufgabe 7 (2 Punkte). Schreiben Sie eine Funktion `delMatrix`, die den Speicher einer mittels `newMatrix` angelegten Matrix $A \in \mathbb{R}^{n\times n}$ freigibt und den `NULL`-Pointer zurückgibt.

Aufgabe 8 (1 Punkt). Schreiben Sie eine Funktion `getMatrixDimension`, die die Dimension $n \in \mathbb{N}$ einer mittels `newMatrix` angelegten Matrix $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ zurückgibt.

Aufgabe 9 (3 Punkte). Schreiben Sie eine Funktion `getMatrixCoeff`, die für beliebige gegebene Indizes $0 \leq j, k \leq n - 1$ den Koeffizienten A_{jk} einer mittels `newMatrix` angelegten Matrix $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ zurückgibt. Beachten Sie, dass A den Typ `'F'` oder (Achtung!) `'L'` haben kann.

Aufgabe 10 (4 Punkte). Schreiben Sie eine Funktion `isLMatrix`, die überprüft, ob eine gegebene Matrix $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ eine untere Dreiecksmatrix ist, d.h. es gilt

- entweder, dass A Typ `'L'` hat,
- oder, dass A Typ `'F'` hat und $A_{jk} = 0$ für alle $j < k$ gilt.

Die Rückgabe sei `1` im Falle einer unteren Dreiecksmatrix bzw. `0`, falls A keine untere Dreiecksmatrix ist.

Aufgabe 11 (3 Punkte). Was versteht man unter *Aufwand einer Funktion*? Geben Sie den Aufwand der Funktion `isLMatrix` aus der vorausgegangenen Aufgabe in Landau-Notation an und begründen Sie ihre Aussage! Was bedeutet dieser Aufwand für die Laufzeit?