

## 5. Programmieraufgabe Computerorientierte Mathematik I

**Abgabe PA05: 08.12.2016** über den comajudge bis 17 Uhr

In dieser Aufgabe soll das Matrixprodukt  $A \otimes B$  bezüglich einer Min-Plus-Algebra berechnet werden. Dieses ist dem gewöhnlichem Matrixprodukt ganz ähnlich, nur dass  $+$  durch  $\min$  und  $\cdot$  durch  $+$  ersetzt wird.

Für Matrizen  $A \in \mathbb{R}^{m \times r}$  und  $B \in \mathbb{R}^{r \times n}$  ergibt sich der Eintrag  $c_{i,j}$  in Zeile  $i$  und Spalte  $j$  von  $C = A \otimes B$  durch

$$c_{i,j} = \min_{k \in \{1, \dots, r\}} \{a_{i,k} + b_{k,j}\}.$$

So ergibt sich für das folgende Produkt

$$\begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 1 & 7 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 2 & 5 & 9 \\ 8 & 6 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 9 & 4 \\ 3 & 6 & 8 \end{pmatrix},$$

und insbesondere ist die Berechnung des Eintrages in Zeile 1 und Spalte 3 dann

$$\begin{pmatrix} 4 & 3 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 9 \\ 1 \end{pmatrix} = \min\{9 + 4, 3 + 1\} = \min\{13, 4\} = 4.$$

Schreiben sie die beiden Funktionen `mul(A,B)` und `pow(A,m)`. Alle Matrizen in Eingabe und Ausgabe werden dabei jeweils als String übergeben. Dabei stehen die Zeilen der Matrizen hintereinander und sind jeweils durch ein Komma und ein Leerzeichen voneinander getrennt. Die ganzzahligen Einträge einer Zeile sind jeweils durch Leerzeichen getrennt.

**Eingabe** (für `mul(A,B)`) Zwei Strings, die die beiden ganzzahligen Matrizen  $A$  und  $B$  kodieren.

**Ausgabe** (für `mul(A,B)`) Ein String des obigen Formats für die Matrix  $A \otimes B$ .

**Eingabe** (für `pow(A,m)`) Ein String für eine quadratische Matrix  $A$  und eine nicht negative Zahl  $n$ .

**Ausgabe** (für `pow(A,m)`) Die Potenz  $A^m = \underbrace{A \otimes \dots \otimes A}_{m \text{ stück}}$  mit  $m$  Faktoren.

### Beispielaufruf

```
1 >>> A = '4_3,_1_7'  
2 >>> B = '2_5_9,_8_6_1'  
3 >>> mul(A,B)  
4 '6_9_4,_3_6_8'  
5 >>> pow(A,3)  
6 '8_7,_5_8'
```

*Erinnerung:* Du kannst diese Aufgabe bis zum 15.12.16 um 18 Uhr bei den Tutoren vorstellen.