

# HLR - Hochleistungsrechnen

## Aufgabenblatt 4

Merle Hoffmann, Joël Miramon, Max Press

### 1. Datenaufteilung:

In vielen Fällen muss die Datenaufteilung explizit und manuell vorgenommen werden. Überlegen Sie sich eine geeignete effiziente Aufteilung der Matrix auf die Threads.

1. Entwickeln Sie eine generische Formel für  $i(\text{Interlines}) \in \mathbb{N}_0$  und  $t(\text{Threads}) \in \mathbb{N}$ . Beachten Sie, wie die Matrixgröße mit  $i$  aufgeschlüsselt wird - achten Sie vor allem auf die Randzeilen-/spalten.

Wir teilen die Matrix elementweise, um eine möglichst gleichmäßige Aufteilung zu bekommen. Dafür teilen wir die Anzahl der Elemente in der Matrix durch die Anzahl der Threads. Falls die Elemente nicht gleichmäßig auf alle Threads aufgeteilt werden können, also ein Rest bei der Division entsteht, wird dieser Rest auf die Threads verteilt. Somit unterscheidet sich die Chunksize der Threads um maximal ein Element.

Interlines	$i \in \mathbb{N}_0$
Threads	$t \in \mathbb{N}$
Aktueller Thread	$T$
Chunksize für Thread $T$	$C_T(i, t)$

$$C_T(i, t) = \begin{cases} \lfloor (8 * i + 9)^2 / t \rfloor + 1, & \text{falls } T \leq ((8 * i + 9)^2 \bmod t) \\ \lfloor (8 * i + 9)^2 / t \rfloor, & \text{sonst.} \end{cases}$$

2. Schreiben Sie im Pseudocode auf, wie Sie gemäß dieser Formel die Matrix auf die Threads aufteilen und berechnen würden. Beschränken Sie sich auf die zwei for-Schleifen, wobei die Indizes  $i$  und  $j$  explizit in den Schleifen und beim Zugriff auf die Matrix angegeben werden müssen.

```
// Definiere struct für Thread Parameter mit offset, chunksize und
// allen weiteren Parametern für Berechnung, zB: Matrix_In, Matrix_Out
```

**void calculate:**

```

:
int  $N \leftarrow 8 * i + 9 - 1$ 
int  $elements \leftarrow N * N$ 
int  $intervall \leftarrow elements / t$ 
int  $rest \leftarrow elements \bmod t$ 
while  $term\_iteration > 0$  do
:
for  $T = 0; T < t; T++$  do
    // Allokieren und initialisieren Thread Parameter
    if  $T < rest$  then
        int  $offset \leftarrow t * (intervall + 1)$ 
        int  $chunksize \leftarrow intervall + 1$ 
    else
        int  $offset \leftarrow t * (intervall + rest)$ 
        int  $chunksize \leftarrow intervall$ 
    end if
    // Erzeuge einen Thread
end for
end while

```

**void\* thread\_function:**

```

:
int  $offset\_end \leftarrow offset + chunksize - 1$ 
int  $i\_start \leftarrow offset \bmod N$ 
int  $j\_start \leftarrow offset / N$ 
int  $i\_end \leftarrow offset\_end \bmod N$ 
int  $j\_end \leftarrow offset\_end / N$ 
for  $i = i\_start; i \leq i\_end; i++$  do
    for  $j = 0; j < N; j++$  do
        if  $i == i\_start \ \&\& \ j < j\_start$  then    ▷ Ignoriere Elemente vor  $offset$ 
            continue
        else if  $i == i\_end \ \&\& \ j > j\_end$  then    ▷ Breche nach  $offset\_end$  ab
            break
        end if
         $star = 0.25 * (Matrix\_In[i - 1][j] + Matrix\_In[i][j - 1]$ 
             $+ Matrix\_In[i][j + 1] + Matrix\_In[i + 1][j])$ 
        :
         $Matrix\_Out[i][j] = star$ 
    end for
end for

```

3. Visualisieren Sie Ihre Aufteilung (grafisch). Zeichnen Sie jeweils eine Matrix für  $i=0, t=4$  und  $i=1, t=4$ . Machen Sie dabei auch die Randzeilen, die nicht Teil der Berechnung sind, kenntlich.

(a)  $i = 0, t = 4$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Thread T = 1:

$$C_1(0, 4) = \lfloor ((8 * 0 + 9)^2 / 4) + 1 \rfloor = \lfloor 20.25 \rfloor + 1 = 21$$

Thread T = 2: Thread T = 3: Thread T = 4:

$$C_{2,3,4}(0, 4) = \lfloor (8 * 0 + 9)^2 / 4 \rfloor = \lfloor 20.25 \rfloor = 20$$

(b)  $i = 1, t = 4$

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
02	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
03	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
04	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
05	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
06	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
07	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
08	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
09	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Thread T = 1:

$$C_1(1, 4) = \lfloor ((8 * 1 + 9)^2 / 4) + 1 \rfloor = \lfloor 72.25 \rfloor + 1 = 73$$

Thread T = 2: Thread T = 3: Thread T = 4:

$$C_{2,3,4}(1, 4) = \lfloor (8 * 1 + 9)^2 / 4 \rfloor = \lfloor 72.25 \rfloor = 72$$