

## Numerische Softwareentwicklung in C und C++ Wintersemester 2016/17

### Übung 4

#### Aufgabe 1

(a) Schreiben Sie ein Programm zur Lösung der Wärmeleitungsgleichung

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial t} &= \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, & x \in \Omega, t \in [0, T], \\ u(x, 0) &= 2 \sin(\pi x), & x \in \Omega, \\ u(x, t) &= 0, & x \in \partial\Omega,\end{aligned}$$

diskretisiert mit Finiten Differenzen; analog zur Vorlesung.

Verwenden Sie  $\Omega = [0, 1]$  und  $\Delta x = 0.05$ , sowie  $T = 2$ . Implementieren Sie das

- explizite Euler-Verfahren
- Crank-Nicholson-Verfahren

für die Diskretisierung der Zeit. Wählen Sie für das explizite Euler-Verfahren  $\Delta t$  so, dass die CFL-Bedingung erfüllt ist.

Plotten Sie Ihre Ergebnisse mit **Paraview** und speichern Sie den Plot.

*Hinweis:* Falls Sie das in der Vorlesung behandelte Modul `xmalloc` verwenden, fangen Sie in der Funktion `malloc_or_exit ()` neben dem Fall, dass `malloc` den Zeiger `NULL` zurückliefert auch den Fall ab, dass Speicher der Größe 0 Byte angefordert wird. Dieser Fall ist im C99-Standard für die Funktion `malloc ()` nicht klar definiert!

(b) Schreiben Sie ein Programm zur Lösung der Wärmeleitungsgleichung in 2D,

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial t} &= \Delta u, & (x, y) \in \Omega, t \in [0, T], \\ u(x, y, 0) &= 4 \sin(\pi x) \sin(\pi y), & (x, y) \in \Omega, \\ u(x, y, t) &= 0, & (x, y) \in \partial\Omega.\end{aligned}$$

Verwenden Sie  $\Omega = [0, 1] \times [0, 1]$  und für die Diskretisierung Finite Differenzen mit  $\Delta x = \Delta y = 0.05$ , sowie  $T = 1$ . Nutzen Sie für die Zeitdiskretisierung das implizite Euler-Verfahren. Plotten Sie Ihre Ergebnisse mit **Paraview** für  $t = 0$ ,  $t = 0.5$  und  $t = 1$  und speichern Sie die Plots.

Schreiben sie ein **Makefile** um die Programme zu übersetzen.

**Abgabe bis 16.11.2016 um 12:00 Uhr** per Email an [c.hochmuth@uni-koeln.de](mailto:c.hochmuth@uni-koeln.de). Fügen Sie Ihrem Archiv auch die 5 Plots hinzu. Nicht kommentierter Quellcode zählt als nicht lauffähiges Programm. Jede Ihrer C-Quellcode-Dateien sollte mit einem Kommentar-Header der unten stehenden Form beginnen.