Institut für Angewandte und Numerische Mathematik
Prof. Dr. Christian Wieners • M. Sc. Niklas Baumgarten

Wissenschaftliches Rechnen

Sommersemester 2019

Übungsblatt 1

Aufgabe 1 (Installieren und starten von M++)
Loggen Sie sich mit Ihrem KIT-Account an einem der Poolraum-PCs ein und checken Sie die Praktikumsversion des Programms M++ mit

```
git clone -b praktikum
    --single-branch https://git.scc.kit.edu/yq8188/mpp.git
```

aus. Wechseln Sie in den Projektordner und erzeugen Sie ein neues Verzeichnis mit `mkdir build`. Führen Sie nun im build-Verzeichnis

```
cmake ..
```

aus und anschließend

```
make -j
```

was zunächst ein Makefile passend zu Ihrem Betriebssystem erzeugt und anschließend mit diesem Makefile das Projekt compiliert.

Wenn das Projekt erfolgreich gebaut wurde finden Sie nun in Ihrem build-Verzeichnis die ausführbare Datei `M++`. Sie können nun `M++` mit Open MPI starten indem Sie

```
mpirun -np N M++
```

aufrufen, wobei `N` die Anzahl an Prozessoren darstellt, die für `M++` verwendet werden sollen. Probieren Sie unterschiedliche `N` aus und beobachten Sie das Verhalten des Programms.

Hinweis: Ein Blick in den Systemmonitor kann helfen die Vorgänge auf Ihrem Computer zu verstehen.

Aufgabe 2 (Plotten mit ParaView)
Mit Hilfe von ParaView können (unter anderem) vtk-Dateien grafisch dargestellt werden. Wenn Sie das Programm `M++` schon ausgeführt haben finden Sie im Ordner `build/data/vtk` eine Datei namens `load.vtk`.

Starten Sie das Programm ParaView und laden Sie von dort die Datei `load.vtk`. Über den Button *Apply* können Sie sich die Geometrie anzeigen lassen. Starten Sie das Programm `M++` mit 1, 2, 4 und 8 Prozessoren und lassen Sie sich jeweils die Geometrie anzeigen.

Was wird durch die unterschiedlichen Farben dargestellt?

Lassen Sie sich zusätzlich die Geometrie auf `N=5` Prozessoren anzeigen. Was stellen Sie fest?

Aufgabe 3 (Erstellen einer Geometrie)
Im Ordner `Praktikum/src` finden Sie die den Quellcode der hier behandelten Problemstellungen sowie im Verzeichnis `Praktikum/conf` die zugehörigen Konfigurationsdateien. Die Geometriedateien sind im Ordner `Praktikum/conf/geo` zu finden.

Betrachten Sie die Geometriedateien `UnitSquare.geo` und `UnitSquare2Triangles.geo` und starten Sie `M++` auf `level = 0` für beide Geometrien. Ändern Sie hierfür die Einträge in der Datei `laplace.conf` für `level` und `Mesh`. Betrachten Sie in ParaView abermals die Datei `load.vtk` für beide Geometrien und wählen Sie im Dropdown-Menü *Surface With Edges* aus.

Versuchen Sie anhand der Dateien `UnitSquare.geo` und `UnitSquare2Triangles.geo` nachzuvollziehen wie die `load.vtk` Plots entstehen. Beachten Sie dabei die Definition der Punkte, der Zellen und der Seitenflächen.

Hinweis: Die zweite Zahl bei den Zellen und den Seitenflächen bezeichnet einen Index der zur Identifikation genutzt werden kann um beispielsweise eine Kante als Dirichlet- oder Neumannrand zu deklarieren und ist vorerst nicht von Bedeutung.

Erstellen Sie eine eigene Geometriedatei `Square-1x1.geo` mit vier Quadraten als Zellen auf $\Omega = (-1,1)^2$ indem Sie die entsprechenden Punkte, Zellen und Seitenflächen in der Datei definieren. Beachten Sie hierbei die Orientierung der Zelldaten. Verifizieren Sie Ihre Geometrie mit einem Programmaufruf und einem weiteren Plot von `load.vtk`.

Aufgabe 4 (Regenwasserversickerung #1)
Betrachten Sie das Modellproblem der Regenwasserversickerung auf $\Omega = (0,1)^2$. Dies kann durch das Laplace-Problem

$$-\Delta u = 0$$

mit den Randbedingungen

$$\begin{aligned} u(x,y) &= 0 & y &= 0 & &\text{(Grundwasserspiegel)} \quad (1)\\ \nabla u(x,y)\cdot n &= -1 & y &= 1 & &\text{(Einflussströmung)} \quad (2)\\ \nabla u(x,y)\cdot n &= 0 & x &\in \{0,1\} & &\text{(Neumann-RB)} \quad (3) \end{aligned}$$

beschrieben werden.

Hierbei beschreibt n den äußeren Normalenvektor, (1) eine Dirichlet-Randbedingung, und (2),(3) Neumann-Randbedingungen.

Betrachten Sie zunächst das Problem mit homogener Permeabilität `Problem=Simple` in der Datei `laplace.conf` und starten Sie `M++`.

Im Ordner `data/vtk` finden Sie die Dateien `u.vtk` und `permeability.vtk`. Mit Hilfe dieser Dateien kann die berechnete Lösung u und die Permeabilität geplottet werden.

Ein Problem mit einer inhomogenen Permeabilität kann durch `Problem=Discontinuous` aufgerufen werden. Hierbei ist im Inneren eine Kreisscheibe mit zehnfacher Permeabilität (im Vergleich zum restlichen Gebiet) gegeben (vergleiche Abbildung 1).

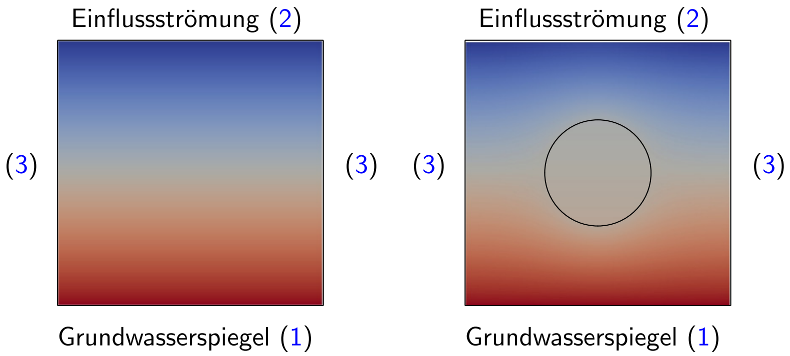

Abbildung 1: Homogenes und inhomogenes Medium

1. Erstellen Sie Plots der homogenen und inhomogenen Permeabilität auf `level = 8`.
2. Erstellen Sie Plots der Lösung für die homogene und inhomogene Permeabilität auf `level = 8`.
3. Vergleichen Sie die Ausgaben `Inflow`, `Outflow`, `Flux Loss` und `Flux Error` für beide Problemstellungen und für `level = 0,...,8`. Erstellen Sie eine Tabelle mit diesen Resultaten und interpretieren Sie diese.
4. Ändern sich diese Ergebnisse, wenn Sie eine andere Prozessorzahl nehmen? Begründen Sie.

Homepage:

Unter dem Link http://www.math.kit.edu/ianm3/lehre/einfwissrech2019s/de erreichen Sie die Homepage zur Vorlesung. Dort finden Sie alle Informationen zur Vorlesung.