

## 1. Übung *Sequenzieller Löser* zur Vorlesung High Performance Computing im WS 2023 / 2024

---

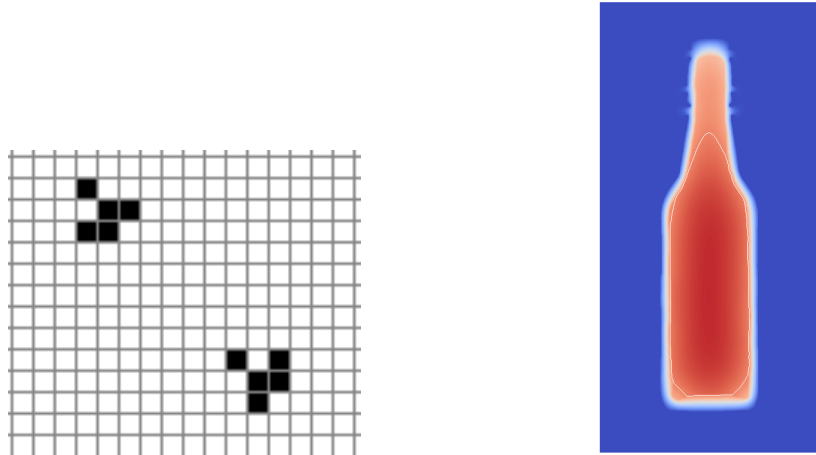


Abbildung 1: Links ist ein Glider von Game of Life (Aufgabe 1.a)) und rechts die Temperaturverteilung (Aufgabe 1.b)) abgebildet.

### Zu editierende Dateien:

- gameoflife.c
- (Optional) heat\_equation.c

### Benötigte Dateien:

- Makefile
- materials\_field.png

### Aufgabe 1: Implementieren des Solvers

Navigieren Sie auf der Konsole zum Template-Ordner des Labors in ihrem Home-Verzeichnis: `cd lab1`

Mit dem Aufruf von `'make'` wird der Quelltext in eine ausführbare Datei übersetzt. Als Zusatzaufgabe bietet sich ein Wärmeleitungs-Solver an, bei dem eine Bierflasche in einem Eisbett liegt und abkühlt. Um die Programme ausführen zu können, müssen Sie noch folgende Schritte umsetzen:

- a) Öffnen Sie die Datei `gameoflife.c` und füllen Sie die fehlenden Schritte durch `TODO` Kommentare markiert aus. Kompilieren Sie das Programm mit einem Aufruf von `'make gameoflife'`. Zum Starten des Programms verwenden Sie folgende Syntax:
- ```
./gameoflife <x size> <y size> <number of timesteps>
```

Setzen Sie die Gebietsgröße auf  $256^2$ , die Anzahl der Zeitschritte auf 10. Wenn alles funktioniert hat, sollten Sie anschließend im Verzeichnis `gol` 11 Dateien nach dem Schema `gol-*.vtk` sehen.

- b) (Optional) Öffnen Sie die Datei `heat_equation.c` und füllen Sie die fehlenden Schritte aus. Kompilieren Sie das Programm mit einem Aufruf von `'make heat_equation'`. Zum Starten des Programms, verwenden Sie folgende Syntax:
- ```
./heat_equation <number of timesteps>
```

Rechnen Sie mit 10000 Zeitschritten. Wenn alles funktioniert hat, sollten Sie anschließend im Verzeichnis `heq` 101 Dateien nach dem Schema `heq-*.vtk` sehen.

## Aufgabe 2: Visualisierung der Simulationsdaten

Öffnen Sie die VTK-Dateien mit Paraview. Bestätigen Sie nach dem Öffnen das Laden der Datei mit **Apply**.

- a) Validieren Sie ihr Simulationsergebnis, indem Sie einen "Glider" verwenden.  
<http://www.conwaylife.com/wiki/Glider>
- b) (Optional) Falls Sie in Aufgabe 1 die Berechnung der `heat equation` implementiert haben, aktivieren Sie in Paraview die Contour-Funktion. Drücken Sie dafür auf den **Contour**- Button. Setzen Sie in dem Unterbereich der Contour-Funktion eine Temperatur ihrer Wahl und verfolgen Sie die zeitliche Entwicklung dieser Isosurface.

## Aufgabe 3: Performanz-Analyse

Führen Sie eine Laufzeitanalyse des Programms für verschiedene Gebietsgrößen durch. Erstellen Sie sich hierzu ein Laborlogbuch, welches Sie ab dieser Übung zu den Folgeterminen ebenfalls wieder zur Verfügung haben.

- a) Führen Sie den Löser jeweils 5 mal für die drei verschiedenen Gebietsgrößen  $1024^2$ ,  $2048^2$  und  $4096^2$  aus. Achten Sie darauf, dass Sie mindestens 10, jedoch nicht mehr als 50 Zeitschritte rechnen.
- b) Führen Sie das Programm zusammen mit dem Befehl `time` aus um die Zeiten zu messen.
- c) Berechnen Sie, wie viel Speicherplatz im Arbeitsspeicher und auf der Festplatte für jeden der Gebietsgrößentests benötigt wird. Vergleichen Sie ihre berechneten Werte des Festplattenplatzes mit den tatsächlichen Größen der Outputdateien (aktivieren Sie das Herausschreiben der Dateien nur für einen Zeitschritt). Wie ist das Verhältnis der benötigten Größe auf dem Arbeitsspeicher zu der Output-Dateigröße?
- d) Tragen Sie die gemessenen Zeiten, sowie die Durchschnittswerte von jedem Test in Ihr Laborlogbuch ein.
- e) (Optional) Falls Sie in Aufgabe 1 die Berechnung der `heat equation` implementiert haben, führen Sie die gleiche Simulation mit der doppelten sowie der halbierten Auflösung durch. Sie können dazu den Solver anpassen, oder die Datei `materials_field.png` entsprechend bearbeiten/ersetzen. Welche Unterschiede können Sie feststellen?