

# **Simulation eines Sonnensystems**

## **Praktikumsbericht**

Oliver Heidmann, Tronje Krabbe

Universität Hamburg  
Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften  
Fachbereich Informatik, DKRZ  
Praktikum Paralleles Programmieren 2015

**Zusammenfassung.**

Aufgabenstellung:

Programmierung einer parallelisierten Applikation mittels MPI.

Idee:

Simulation von Partikeln in einem Sonnensystem.

# Inhaltsverzeichnis

1	Idee .....	4
2	Modellierung .....	4
2.1	Die Partikel .....	4
2.2	Das Zentrum .....	4
2.3	Ablauf .....	4
2.4	Visualisierung .....	5
3	Implementation .....	5
3.1	Allgemein .....	5
3.2	Parallelisierungsschema .....	5
3.3	Visualizer .....	5
4	Performance .....	5
5	Probleme .....	6
6	Fazit und Ausblick .....	6
6.1	Fazit .....	6
6.2	Ausblick .....	6
7	Zahlen .....	6

## 1 Idee

Die Idee, die unserem Projekt zugrunde liegt, ist relativ simpel zu formulieren: Wir wollen ein Sonnensystem simulieren. In diesem System sollten die enthaltenen Objekte realistisch miteinander interagieren. Alle Objekte beeinflussen sich durch die Gravitation und durch physischen Kontakt also Kollisionen.

## 2 Modellierung

In unserem System wird die Bewegung des ganzen Systems nicht beruecksichtigt und somit ist die Geschwindigkeit und die Position des sich in der Mitte befindlichen massereichsten Objektes fixiert. Kollisionen sind nur teilweise realistisch umgesetzt. Bei einer Kollision werden zwei Objekte miteinander verschmolzen und es werden keine weiteren kleineren Objekte erzeugt. Alle Einheiten sind in SI-Einheiten.

### 2.1 Die Partikel

Partikel haben folgende Eigenschaften:

- Geschwindigkeitsvektor
- Position
- Masse
- Radius

Wir gehen von sphärischen Objekten aus. Spezifische Details Material, Temperatur oder genaue Form werden nicht berücksichtigt. Partikel werden immer in einer zur Sonne orthogonalen Laufbahn generiert um die Anzahl von Objekten die eine stabile Umlaufbahn erreichen können zu steigern. Die Dichte von Objekten wird nicht als Datensatz gespeichert sondern nur bei Bedarf errechnet um die Datenmenge zu reduzieren.

### 2.2 Das Zentrum

Im Zentrum unseres Systems befindet sich ein Partikel mit einer besonderen Eigenschaft. Es ist vielfaches schwerer als die zufällig generierten Objekte. Die Existenz dieses Zentralpartikels bewirkt einerseits eine übersichtliche Simulation, da sich die meisten Partikel irgendwann auf einem Orbit um die ‘Sonne’ finden, und bringt die Simulation näher an die tatsächlichen Zustände in unserem Universum.

### 2.3 Ablauf

Der Ablauf der Simulation ansich ist relativ simpel; die Partikel werden sortiert, auf alle die Gravitation appliziert; es wird auf Kollisionen geprüft und dann werden die Objekte bewegt. Dieser Loop wird für die spezifizierte Anzahl Iterationen fortgeführt.

Die Parallelisierte Version hat eine andere Reihenfolge. Hier haben wir die Kollisionsabfrage vor den Bewegungsbefehl und die Errechnung der neuen Geschwindigkeiten verlegt. Dies geschah um den Datentransfer zwischen den einzelnen Prozessen zu verringern.

## 2.4 Visualisierung

Zum Zweck der Visualisierung werden für jede Iteration und für jedes Partikel seine Eigenschaften gespeichert. Diese Daten können dann von einem separaten Programm, unserem Visualizer, eingelesen und die Simulation damit dargestellt werden.

# 3 Implementation

## 3.1 Allgemein

Den Kern der Simulation bildet die Klasse 'Particle':

```
class Particle
{
    private:
        std::vector<Vec3<double> > m_velocity_vectors;
        std::vector<Vec3<double> > m_positions;
        std::vector<double> m_masses;
        std::vector<double> m_radiuses;
        std::vector<unsigned long> m_ids;
        unsigned long m_number_of_particles;

        /* [...] */
}
```

## 3.2 Parallelisierungsschema

TODO

```
#include <Heidmann.h>
std::cout << "lol" << std::endl;
```

## 3.3 Visualizer

Der Visualizer visualisiert eine fertige Simulation anhand der generierten Daten. Es handelt sich dabei um ein separates Programm, ebenfalls in C++ geschrieben, mit Hilfe von SDL2.

# 4 Performance

ayy lmao

## **5 Probleme**

Ein Problem bei der Parallelisierung war die Datenaufteilung. Da Gravitation einen effektiv unendlichen Einflussradius hat, muss jeder Prozess die gesamten, aktuellen Daten aller Partikel kennen.

## **6 Fazit und Ausblick**

### **6.1 Fazit**

Das haben wir gelernt

### **6.2 Ausblick**

locker machen wir noch mehr Dinge (lolol)

## **7 Zahlen**

- 2700 Zeilen Code
- 163 Commits bis jetzt
- >20 Gb generierte Simulations-Daten