

Praktikumsversuch 2: Weltraum-Simulation

Hardwarenahe Programmierung · Wintersemester 2018/19 · Prof. Dr. Peter Gerwinski

Aufgabe: Schreiben Sie ein C-Programm, das die Umlaufbahn eines Satelliten im Gravitationsfeld eines Zentralgestirns simuliert und in bewegter Grafik darstellt.

- Ein Körper im Gravitationsfeld eines Zentralgestirns erfährt eine Kraft in Richtung auf dessen Zentrum mit dem Betrag:

$$F = \frac{m \cdot M \cdot G}{r^2} \quad (1)$$

Hierbei ist m die Masse des Satelliten, M die des Zentralgestirns, r der Abstand des Satelliten vom Zentrum und G eine Konstante (Gravitationskonstante).

- Die Gravitationskraft beschleunigt den Satelliten gemäß:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (2)$$

- Mit geeignetem Anfangsort und geeigneter Anfangsgeschwindigkeit beschreibt der Satellit eine elliptische Umlaufbahn um das Zentralgestirn.
- Wir rechnen in zwei Dimensionen x und y .
- Für die Zerlegung der Kraft \vec{F} in x - und y -Komponenten benötigen Sie nur die Grundrechenarten und insbesondere *keine* trigonometrischen Funktionen:

$$\vec{F} = -|\vec{F}| \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|} \quad (3)$$

- Die Wurzelfunktion `sqrt()` finden Sie in der Mathematik-Bibliothek. Um diese zu nutzen, verwenden Sie `#include <math.h>` im Quelltext, und geben Sie beim `gcc`-Aufruf `-lm` mit an.

- Für die Simulation betrachten wir das System in kurzen Zeitintervallen dt und berechnen die Änderungen des Ortes $\vec{r} = (x, y)$ und der Geschwindigkeit $\vec{v} = (v_x, v_y)$ des Satelliten mit Hilfe des expliziten Eulerschen Polygonzugverfahrens.

- Für eine derartige Simulation einschließlich ihrer Darstellung als bewegte Grafik können Sie sich von dem Beispiel-Programm `gtk-13.c` inspirieren lassen. (Compilieren mit: `gcc -Wall -O gtk-13.c $(pkg-config --cflags --libs gtk+-3.0) -o gtk-13`)

- In einer `GTK+-drawing_area` liegt der Nullpunkt der Zeichnung oben links, eine Längeneinheit entspricht einem Pixel, und die y -Koordinate wächst nach unten. Es empfiehlt sich, die Koordinaten so umzurechnen, daß der Nullpunkt in der Mitte der Zeichnung liegt, die Längeneinheit Ihrem persönlichen Geschmack entspricht und die y -Koordinate nach oben wächst.

- Freiwillige Zusatzaufgabe: Wenn Sie drei oder mehr Körper simulieren, die sich unter dem Einfluß der Gravitation im Weltraum frei bewegen, ergeben sich noch sehr viel interessantere Bahnen:

- Planet mit Mond umkreist Sonne
- Sonne mit mehreren Planeten, die sich gegenseitig beeinflussen
- zwei Sonnen umkreisen sich gegenseitig, Planet kreist drumherum
- Raumsonde besucht nacheinander mehrere Planeten

Viel Erfolg!

Stand: 13. November 2018

Copyright © 2014, 2015, 2018 Peter Gerwinski

Lizenz: CC-by-sa (Version 3.0) oder GNU GPL (Version 3 oder höher)

Sie können diese Praktikumsunterlagen einschließlich \LaTeX -Quelltext herunterladen unter:

<https://gitlab.cvh-server.de/pgerwinski/hp>