



Übungen zur Vorlesung Computergestütztes Wissenschaftliches Rechnen

Blatt 2

Lernziele dieses Übungsblattes

- Einfachster Algorithmus zur Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen: Euler-Cauchy.
- Numerische Behandlung eines nicht analytisch lösbaren Problems: Schiefer Wurf mit Reibung.

Aufgabe 1 Einführung II

In Aufgabe 1 des ersten Übungszettels haben Sie sich mit den einfachsten Unix-Werkzeugen der Kommandozeile vertraut gemacht. Ziel dieser Aufgabe ist weitere hilfreiche Befehle einzuführen.

- a) Benutzen Sie die Befehle `cat`, `more` und `less`, um sich den Quellcode eines der Programme, die Sie letzte Woche erstellt haben ausgeben zu lassen.
- b) Lassen Sie sich die ersten 10 Zeilen mit `head` und die letzten 15 Zeilen mit `tail` anzeigen.
- c) Durchsuchen Sie die Textdatei mit `grep` nach dem Wort `main`.
- d) Man kann den output von Programmen mittels `>` und `>>` in Textdateien umleiten. Führen Sie in einem Ordner Ihrer Wahl

```
ls > directory.txt
```

und

```
ls >> directory2.txt
```

jeweils zweimal aus. Was ist der Unterschied der beiden Optionen?

- e) Pipes sind eine Möglichkeit um den Text des Standardout- und inputs weiterzuleiten, `ls|cat` leitet die Ausgabe von `ls` an `cat` weiter. Benutzen Sie dies, um die Ausgabe von `ls` direkt mit `grep` nach dem String `txt` zu durchsuchen.

Aufgabe 2 Schiefer Wurf

Ein sehr altes Problem ist die Berechnung der Flugweite eines Projektils. Gehen wir von einer Kugel aus, die in einem Winkel α zwischen 0 und $\pi/2$ mit der Startgeschwindigkeit v_0 bei einer Gravitationskonstante $g = 9.81\text{m/s}^2$ geworfen wird. In dieser Aufgabe soll die zeitliche Entwicklung der Geschwindigkeitskomponenten in vertikaler und horizontaler Richtung

$$m \frac{d\mathbf{v}(t)}{dt} = m\mathbf{g}. \quad (1)$$

berechnet werden. Bestimmen Sie zunächst die analytische Lösung in vektorieller Darstellung. Berechnen Sie dann durch numerisches Integrieren mit Hilfe des Euler-Cauchy-Ansatzes aus der Vorlesung die zeitliche Entwicklung der Geschwindigkeit und vergleichen Sie diese mit der analytischen Lösung für einige ausgesuchte Startwerte von $v_0 = [1, 10, 100]$ m/s und $\alpha = [\pi/8, \pi/4, 3\pi/8]$.

Aufgabe 3 Schiefer Wurf mit Reibung

- a) Berücksichtigen Sie zusätzlich den Luftwiderstand. In erster Näherung ist der Widerstand proportional zur Geschwindigkeit (Reibung nach Stokes). Gleichung 1 erweitert sich damit zu

$$m \frac{d\mathbf{v}(t)}{dt} = m\mathbf{g} - c_{\text{Stokes}} |\mathbf{v}(t)| \hat{\mathbf{v}}(t). \quad (2)$$

$\hat{\mathbf{v}}(t)$ ist ein Einheitsvektor der Geschwindigkeit $\hat{\mathbf{v}}(t) = \mathbf{v}(t)/|\mathbf{v}(t)|$.

Berechnen Sie für $c_{\text{Stokes}} = [0.0, 0.2, 0.8]$ die Geschwindigkeit $\mathbf{v}(t)$.

- b) Für Newton'sche Fluide ergibt sich die Reibung proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit. Lösen Sie $\mathbf{v}(t)$ für

$$m \frac{d\mathbf{v}(t)}{dt} = m\mathbf{g} - c_{\text{Newton}} |\mathbf{v}(t)|^2 \hat{\mathbf{v}}(t). \quad (3)$$

und vergleichen Sie mit dem Ergebnis aus Teil a).

Selbsttest

- Wie entscheide ich, ob eine gewöhnliche Differentialgleichung analytisch gelöst werden kann, oder ob ich numerische Zugänge anwenden muss?
- Wie kontrolliere ich die Ein-/Ausgabe bei einem C-Code?