

Übungen zur Vorlesung „Physik auf dem Computer“ Sommersemester 2018

Übungsgruppenleiter:

Robin Bardakcioglu – rhb@itp1.uni-stuttgart.de; Do. 14:00 – 15:30 Uhr, 5.331

Johannes Reiff – jreiff@itp1.uni-stuttgart.de; Di. 14:00 – 15:30 Uhr, 4.141

Matthias Feldmaier – fem@itp1.uni-stuttgart.de; Do. 14:00 – 15:30 Uhr, 4.141

Übungsblatt 9 Ausgabe: 20. Juni 2018

Dienstagsübung: schriftliche Abgabe 24.06.18, Besprechung 26.06.18

Donnerstagsübungen: schriftliche Abgabe 26.06.18, Besprechung 28.06.18

Aufgabe 22: Schnelle Fouriertransformation

Zur Verwendung der schnellen Fouriertransformation greifen wir auf die Bibliothek FFTW (Fastest Fourier Transform in the West) zurück.

- a) Laden Sie das Programmpaket zur Aufgabe aus dem Web-Angebot zur Vorlesung. Sie finden darin die Datei `fft_gauss.cc`, in der die Fourier- und anschließende inverse Fouriertransformation einer Gaußfunktion mit der schnellen Fouriertransformation aus der FFTW und der diskreten Fourierkosinustransformation aus Aufgabe 28 ausgeführt wird. Fügen Sie in dieses Programm nach dem bereits früher verwendeten Muster eine Zeitmessung für beide Algorithmen ein.

```
1 #include <ctime>
2 main {
3     double t_start = clock();
4     ...
5     cout << "Laufzeit eines der Algorithmen (in Sekunden): "
6     << (clock() - t_start)/CLOCKS_PER_SEC << endl;
7 }
```

ToDo: Messen Sie die Laufzeit beider Algorithmen für die Verwendung von 256, 2.048, 50.000 47.104 Stützstellen. Kommentieren Sie das Ergebnis, gehen Sie insbesondere darauf ein, warum die Laufzeit der FFT-Transformation für 47.104 Stützstellen aus der Reihe fällt.

(3 Punkt(e), Votier)

- b) Die Datei `signal.cc` enthält eine Funktion, die eine Gaußfunktion mit hochfrequenten Störungen ausgibt. Legen Sie eine Kopie Ihres Programms an, in der Sie das Spektrum dieses Signals (nur mit der FFTW) berechnen und ausgeben. Tasten Sie dazu das Signal im Intervall $[-2 : 2]$ mit mindestens 256 Punkten ab.

ToDo: Fertigen Sie eine Abbildung des Spektrums an.

(3 Punkt(e), Votier)

- c) Überlegen Sie sich, welchen Teil des Spektrums Sie abschneiden sollten, wenn Sie die Gaußfunktion extrahieren möchten. Setzen Sie dies um, indem Sie das Spektrum mit einer entsprechend gewählten Rechteckfunktion multiplizieren.

ToDo: Geben Sie die gewählte Rechtecksfunktion an und erstellen Sie eine Abbildung mit der Rücktransformation und dem ursprünglichen Signal.

(4 Punkt(e), Votier)

- d) Mit welcher Funktion müssten Sie das Signal falten, um zum selben Ergebnis zu kommen?

ToDo: Geben Sie die Funktion an.

(2 Punkt(e), Votier)

Aufgabe 23: Signalanalyse von Radarechos

In dieser Aufgabe soll ein Radarecho ausgewertet werden. Dieses wird verwendet, um den Abstand eines Objekts von einer Radarantenne zu messen. Dazu wird ein Signal ausgesendet, das vom Objekt reflektiert und anschließend von der Antenne aufgenommen wird. Aus der Laufzeit des Signals lässt sich die Entfernung berechnen. Die Signale sind üblicherweise stark verrauscht sowie mit anderen Radarwellen überlagert. Korrelationsfunktionen helfen entscheidend bei der Auswertung.

- a) Laden Sie das Programmpaket zur Aufgabe aus dem Web-Angebot der Vorlesung. Es enthält das Programm `fft_radar.cc` und mehrere Signale in der Datendatei `daten.dat`. In der ersten Spalte befindet sich die Zeit, in der zweiten das erste gesendete Signal, in der dritten sein Echo (also das reflektierte Signal), in der vierten das zweite gesendete Signal und das Echo des zweiten Signals schließlich in der fünften Spalte.

Hinweis:

In dieser Aufgabe werden wir die in der Signalanalyse sehr wichtigen Begriffe *Auto-* und *Kreuzkorrelation* kennen lernen. Wer sich hierbei nicht so ganz sicher fühlt, kann sich z. B. im Vorlesungsskript zu Physik auf dem Computer SS 2017 (ICP) informieren.

ToDo: Tragen Sie in einer Abbildung das erste Signal und seine Reflexion, in einer zweiten Abbildung das zweite Signal und seine Reflexion auf. Wie viele Echos erkennen Sie?

(3 Punkt(e), Votier)

- b) Das Programm liest diese Datei aus und speichert die Daten in Feldern vom Typ `fftw_complex` ab. Machen Sie sich damit vertraut.

ToDo: Berechnen Sie die Autokorrelation aller vier Zeitsignale und schreiben Sie sie in eine Datei. Tragen Sie sie jeweils in einer Abbildung auf.

(6 Punkt(e), Votier)

- c) **ToDo:** Kommentieren Sie die Bedeutung dieser Auftragsung. Nennen Sie den Vorteil des zweiten Signals für die spätere Auswertung des Echos.

(2 Punkt(e), Votier)

- d) **ToDo:** Berechnen Sie die Kreuzkorrelationen jedes der beiden Signale mit seinem Echo und tragen Sie sie in einer gemeinsamen Abbildung auf. Geben Sie an, wie viele Echos Sie erkennen können und lesen Sie die Laufzeiten aus den Kreuzkorrelationen ab.

(5 Punkt(e), Votier)