Übungen zu “Grundlagen der Signalverarbeitung und Robotik”
SoSe 2011

Übungsblatt 9

Ausgegeben am 22. Juni 2011
Abgabe der Lösungen (Papier oder elektronisch) bis Mittwoch 29. Juni

Achtung: Zur Lösung der Aufgaben 2 und 3 werden Sie wahrscheinlich ein kleines Programm schreiben müssen. Dieses brauchen Sie **nicht** mit abzugeben. Wohl aber sollten Sie Ihren Lösungsweg anhand der relevanten Formeln kurz erläutern.

Aufgabe 1:
Die Kennlinie einer Diode lässt sich beschreiben durch die Formel

$$I = I_S\,(e^{U/U_T} - 1)$$

wobei I_s im Bereich von $10^{-6}\,A - 10^{-14}\,A$ liegt und U_T den theoretischen Wert $35\,mV$ hat, der bei einer realen Diode allerdings auch größer sein kann. Für ein hinreichend großes U vereinfacht sich die Formel zu

$$I = I_S\,e^{U/U_T}$$

Angenommen, Sie messen für eine Diode folgende Werte

U [V]	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
I [A]	0.018	0.0813	0.3647	1.634	7.325

Bestimmen Sie daraus durch Regression die Werte von U_T und I_S, die den kleinsten quadratischen Fehler ergeben.

(5 Punkte)

Aufgabe 2:
Bei der Messung einer sinusförmigen Größe

$$G = A \cdot \sin(\omega\, t + \Phi)$$

erhalten Sie folgende Messwerte

t	0.0	0.4	0.8	1.2	1.6
G	0.528	1.008	1.048	0.749	-0.038

Bestimmen Sie hieraus durch Regression die optimalen Werte von A, ω und Φ.
Hinweis: Hier lässt sich keine Linearisierung durchführen, so dass die Summe

$$Q(A, \omega, \Phi) = \sum_{i=1}^{5} (A \cdot \sin(\omega\, t_i + \Phi) - G_i)^2$$

numerisch minimiert werden muss. Das geht z.B. mit der Methode des steilsten Abstiegs, d.h. einer Iteration der Form

$$\begin{pmatrix} A_{n+1} \\ \omega_{n+1} \\ \Phi_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_n \\ \omega_n \\ \Phi_n \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} \frac{\partial Q}{\partial A}(A_n, \omega_n, \Phi_n) \\ \frac{\partial Q}{\partial \omega}(A_n, \omega_n, \Phi_n) \\ \frac{\partial Q}{\partial \Phi}(A_n, \omega_n, \Phi_n) \end{pmatrix}$$

mit einem geeigneten Parameter λ. Wählen Sie, falls Sie dieses Verfahren verwenden wollen, λ lieber zu klein als zu groß, da es andernfalls nicht konvergiert. Sie können aber auch irgendein anderes Verfahren zur Bestimmung von A, ω und Φ wählen.
(7 Punkte)

Aufgabe 3:
In der Vorlesung wurde der Algorithmus für einen Median-Filter so formuliert, dass er sich leicht auf die Daten eines Laserscanners (Winkel und Entfernung) anwenden lässt. In der Nanotechnik arbeitet man eher mit andere Scandaten, nämlich Höhenprofilen in einem kartesischen Koordinatensystem (x, y, z).

a) Formulieren Sie den Algorithmus aus der Vorlesung entsprechend für eine Zeile von Scandaten um, d.h. für die Daten kann angenommen werden, dass sie alle die gleiche y-Koordinate, haben,

b) Wenden Sie Ihren Algorithmus praktisch auf eine Menge von Scandaten an, die in der Datei *Scan.dat* stehen, die Sie sich herunterladen können. Das Format ist dabei

```
I    X    H
```

Dabei ist I eine ganze Zahl, die nicht weiter von Bedeutung ist, X die x-Koordinate des Datenpunkts und H die entsprechende Höheninformation.

Arbeiten Sie dabei bei Ihrem Medianfilter mit einer Fenstergröße von 7 und schreiben das Ergebnis im gleichen Format auf eine Datei *ScanM.dat*, die Sie als Lösung der Aufgabe zurückschicken.

c) Wie könnte ein Algorithmus für einen Medianfilter aussehen, wenn Sie nicht nur mit einer Zeile, sondern mit einem kompletten Scan arbeiten?
(8 Punkte)