

WERKZEUGE MUSTERERKENNUNG & MASCHINELLES LERNEN

Aufgabenblatt 5

(Ausgabe am Fr 12.5.2017 — Abgabe bis So 21.5.2017)

Aufgabe 1 12P

Es geht darum, mit der Momentenmethode den Schwerpunkt und den Neigungswinkel von elf abgebildeten Musikinstrumenten zu bestimmen. Die benötigten Grauwertbilder finden Sie in der Datei `moment.rda`.

- (a) Schreiben Sie eine Funktion `moment(x, plot=TRUE)`, die zum Grauwertbild `x` mit Hilfe der zentralen Momente (ME-Skript IV.4, Blatt 6) die Koordinaten des Objektschwerpunkts und den Neigungswinkel des Objekts (in Grad) berechnet; Rückgabe als benannter Vektor.

TIPP: Vektorisieren Sie beispielsweise mit Hilfe von `col()` und `row()`!

- (b) Bei Aufruf mit `plot=TRUE` soll das Bild `x` gezeichnet werden und der berechnete Schwerpunkt mit einem farbigen Fadenkreuz (z.B. `?abline`) markiert werden; beachten Sie den Unterschied zwischen Bildmatrix- und Grafikkoordinaten.

- (c) Schreiben Sie den berechneten Neigungswinkel (in °Grad) rechts neben das Bild (Funktion `mtext()`). In welcher Orientierung und zu welcher Bezugsrichtung ist diese Winkelangabe zu verstehen? Denken Sie unbedingt wieder an `atan2()`! Fügen Sie einen weiteren `abline()`-Aufruf hinzu, der eine Gerade durch den Schwerpunkt mit dem berechneten Neigungswinkel einzeichnet.

- (d) Erstellen Sie nun je Instrument eine (2×2) -Leinwand mit je einem `moment()`-Aufruf für das Original `x`, für sein Negativ `1-x` sowie für die Binärversionen (Funktion `binarise()` zur Binarisierung mit 2-means-Schwelle finden Sie in `moment.rda`) von Original und Negativ.

- (e) Für welche der vier Verarbeitungsvarianten werden Schwerpunkt und Neigungswinkel des Objekts jeweils verlässlich berechnet?

Abzugeben sind die Programmdatei `moment.R` sowie Ihre Antworten zu (c,e).

Aufgabe 2 8P

Im ME-Skript (V.2, Blätter 4/5) finden Sie als Beispiele für Orthonormalbasen unter anderem die diskrete Walsh-Hadamard-Transformation (DWT) und die Legendrepolynome.

- (a) Implementieren Sie die Funktion `walsh(n)` zur (rekursiven) Berechnung der Walsh-Hadamard-Matrizen.

- (b) Zeichnen Sie auf eine (3×3) -Grafikseite die DWT-Matrizen H_n für $n = 2^0, 2^1, \dots, 2^8$ mit der Funktion `plot.array` (in `moment.rda` aus Aufgabe 1). Stellen Sie die beiden Werte ± 1 durch die Farben Gelb und Blau dar.

- (c) Implementieren Sie die Funktion `legendre(x,n)`, welche zu allen Einträgen des Vektors `x` die Funktionswerte des `n`-ten Legendrepolynoms Q_n zurückliefert. Arbeiten Sie wieder mit Rekursion und vermeiden Sie Laufschleifen!

- (d) Zeichnen Sie auf zwei (2×3) -Grafikseiten die Legendrepolynome Q_n für $n = 1, 2, \dots, 12$ im Intervall $[-1, +1]$.

- (e) Wie lautet der Wert des Polynoms Q_{64} an der Stelle $x = 0$? Wenn sich Ihr Aufruf `legendre(x=0,n=64)` nach drei Minuten nicht zurückgemeldet hat, wird er es auch vor Erkalten unseres Zentralgestirns nicht mehr tun. Schreiben Sie jetzt eine Funktion `erdnegel(x,n)`, welche die Legendrepolynome in linearer statt exponentieller Zeit berechnet.
TIPP: Iteration bzw. Dynamische Programmierung!

- (f) Zeichnen Sie auf einer (2×2) -Grafikseite die Legendrepolynome Q_n (mit `erdnegel` selbstverständlich) für $n \in \{16, 32, 64, 128\}$ im Intervall $[-\frac{1}{10}, +\frac{1}{10}]$.

Abzugeben ist Ihr 'R'-Programmcode `orthonormal.R`.

Hinweise zum Übungsablauf

- ✦ Die wöchentliche WMM-Vorlesung findet am Mittwoch um 12:15 Uhr statt.
Das Aufgabenblatt gibt es immer am Freitag (PDF im Netz).
Der späteste Abgabetermin ist Sonntag 23:59 Uhr.
- ✦ Die Übungsaufgaben dürfen natürlich (und sollten sogar) in Gruppenarbeit (2 Mitglieder) gelöst werden.
- ✦ Schriftliche Lösungen („*Textantworten*“) sind als PDF beizufügen oder direkt im e-Mail-Textkörper unterzubringen.
- ✦ Alle anderen Lösungen (Programmieraufgaben, Daten und Grafiken) sind als elektronischer Anhang der Lösungs-e-Mail abzuliefern.
- ✦ Programmcode (Dateien *.R) muss auch wirklich in 'R' ausführbar sein.
(Kommando `Rscript <name.R>` auf einem der Rechner des FRZ-Pools)
- ✦ Ganz wichtig:
Schriftliche Antworten werden von mir gedruckt, gelesen, kommentiert und korrigiert.
Deshalb diese Textteile bitte **niemals** im abgegebenen Programmcode verstecken!
- ✦ Je Gruppe und je Aufgabenblatt ist **genau eine** e-Mail zu senden:
 - Vermerk »WMM/*n*« und Gruppenname im **subject**-Feld
(*n* ∈ ℕ ist die laufende Nummer des Übungsblattes)
 - die Namen der beteiligten Gruppenmitglieder im Texttrumpf
 - Tabellen, Bilder, Programmcode, Sensordaten als Attachments
(elektronische Anlagen)
 - etwaige schriftliche Antworten im Texttrumpf der Post oder als Attachment
(Text/PDF)
- ✦ *Pfingstfrieden*: Am Freitag 2.6. gibt es kein Übungsblatt. Die Lösungen für das Übungsblatt vom Freitag 26.5. müssen erst am Sonntag 11.6. abgeliefert werden.
- ✦ Einige Aufgabentexte verweisen Sie zum Nachschlagen von Details auf das Folien-skript zur Vorlesung Mustererkennung; Sie finden es unter der URL
<http://www.minet.uni-jena.de/fakultaet/schukat/ME/Scriptum/>.
Die Angabe *ME-Skript II.6* bedeutet: Kapitel II, Abschnitt 6

WWW: <http://www.minet.uni-jena.de/www/fakultaet/schukat/WMM/SS17>
e-Mail: EG.Schukat-Talamazzini@uni-jena.de