

WERKZEUGE MUSTERERKENNUNG & MASCHINELLES LERNEN

Aufgabenblatt 3

(Ausgabe am Fr 28.4.2017 — Abgabe bis So 7.5.2017)

Aufgabe 1 10P

Sie benötigen für diese Aufgabe zwei Grauwertbilder, die unter den Objektnamen `algae` und `tonga` zusammen mit der Ausgabefunktion `plot.array` in der 'R'-Objektedatei `binarize.rda` abgespeichert sind.

- Lesen Sie die Kommandohilfe zur `hist`-Funktion und erzeugen Sie zum Bild `algae` das Grauwerthistogramm in 32 Stufen; Bild und Histogramm zeichnen Sie bitte in eine (2×2) -Grafik.
- In das dritte und vierte Feld der (2×2) -Grafik fügen Sie bitte noch Grauwertbild und Histogramm für einen „einzelligen“ Bildausschnitt `alga` (Zeilen 30–90, Spalten 70–130) von `algae` ein.
- Schreiben Sie eine Funktion `binarize(x, method='fixed', threshold=0.5)`, die das zur Schwelle `threshold` binarisierte Grauwertbild `x` erzeugt. Füllen Sie nun eine (3×3) -Leinwand mit den Binärbildern der Einzelzelle `alga` zu neun Schwellen zwischen 0.1 und 0.5.
- Kompletieren Sie nun Ihre Funktion `binarize()`. Bei Aufruf mit `method='mean'` bzw. `method='median'` soll als Schwelle Mittelwert oder Median aller Bildgrauwerte verwendet werden, bei `method='kmeans'` jedoch die Schwelle des Intermeans-Algorithmus (ME-Skript II.6, Blatt 12). Verwenden Sie dazu einfach die 'R'-Funktionen `mean()`, `median()` und `kmeans()`.
- Erzeugen Sie nun für jedes der drei Bilder `alga`, `algae`, `tonga` eine (2×2) -Grafik mit den Binärbildern zur Schwelle 0.5 und den drei gerade implementierten Varianten.

Abzuliefern ist Ihre 'R'-Programmdatei `binarize.R`.

Aufgabe 2 10P

Wir interessieren uns für das Betragsquadratspektrum $|G(e^{i\omega})|^2$ eines kausalen FIR-Systems mit der Impulsantwort $\mathbf{g} = \langle g_0, \dots, g_{n-1} \rangle$; das LSI-System \mathfrak{T} operiert also gemäß

$$h_j = f_j \cdot g_0 + f_{j-1} \cdot g_1 + f_{j-2} \cdot g_2 + \dots + f_{j-n+1} \cdot g_{n-1}$$

(ME-Skriptum III.3, Blatt 5ff.) für alle Abtastpunkte $j \in \mathbb{Z}$. Wir schreiben drei unterschiedliche 'R'-Funktionen zur Berechnung des diskreten Spektrums und eine weitere Funktion zur vergleichenden graphischen Darstellung; mit zahlreichen Beispielaufrufen überzeugen wir uns von der Übereinstimmung.

- Die Funktion `sms.Gz(g, n=13)` berechnet die Werte $|G(e^{i\omega})|^2$ der Frequenzantwort $G(z)$ des FIR-Systems (Impulsantwort im Argument `g`) an `n` äquidistanten Kreisfrequenzen ω im Intervall $[0, \pi]$. Implementieren Sie einfach die Skriptformel für $G(z)$ in komplexer 'R'-Arithmetik.
- Die Funktion `sms.dft(g, n=13)` berechnet dasselbe Spektrum, verwendet aber die diskrete Fouriertransformation (schnelle DFT, siehe `?fft`) dazu. Wie müssen Sie `fft()` aufrufen, um die geforderte Frequenzauflösung `n` zu erhalten?
- Die Funktion `sms.conv(g, n=13, f=seq(0,1,len=n))` schließlich berechnet das Spektrum mit Hilfe des Faltungssatzes

$$\mathbf{h} = \mathbf{f} \star \mathbf{g} \quad \Leftrightarrow \quad H_\nu = F_\nu \cdot G_\nu$$

für die DFT aus einem mehr oder weniger beliebigen Eingabesignal `f`. Zuerst nutzen Sie bitte einen Aufruf von `convolve()`, um die Filterantwort `h` durch Faltung von `f` mit `g` zu gewinnen. Deren beide Spektren erhalten Sie mit zwei `sms.dft`-Aufrufen und den Rest erledigen Sie nach Faltungssatz.

- Die Funktion `smsplot(g, n=21, ...)` zeichnet die drei Spektren der FIR-Impulsantwort `g` in ein gemeinsames Koordinatensystem mit Kreisfrequenzen $\omega \in [0, \pi]$. Das Jokeargument `...` reichen Sie an den ersten Grafikaufruf weiter.
- Und nun rufen Sie bitte für nachfolgende Impulsantworten `smsplot(g, main='<Filtertyp>')` mit Angabe des Filtertyps (Bandpass/Hochpass/Tiefpass/Kerbfiler) auf:
 - Vier Filter $\mathbf{g} = (1, 2, 1)$ und $\mathbf{g} = (1, -2, 1)$ $\mathbf{g} = (1, 0, -1)$ und $\mathbf{g} = (1, 0, 1)$ und
 - Vier Mittelwertfilter $\mathbf{g} = (\frac{1}{m}, \dots, \frac{1}{m})$ der Durchmesser $m \in \{3, 5, 8, 13\}$
 - Vier Filter mit quadratischen Koeffizienten $\mathbf{g} = (m^2, (m-1)^2, \dots, 2^2, 1^2)$ mit $m \in \{3, 5, 7, 9\}$
 - Vier normierte Exponentialfilter $\mathbf{g} = (1-\lambda) \cdot (\lambda^0, \lambda^1, \lambda^2, \dots)$ mit $\lambda \in \{\frac{1}{2}, \frac{4}{5}, \frac{9}{10}, \frac{19}{20}\}$
Dieses IIR-Filter ist nach den ersten $n_{\max} = 20$ Koeffizienten auf Null zu setzen!

Sind die IIR-Aufrufe auch mit $n_{\max} = 30$ erfolgreich? Warum nicht?

Abzuliefern ist Ihre Programmdatei `fir.R` und eine kurze Antwort zur Frage in (e).

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