

WERKZEUGE MUSTERERKENNUNG & MASCHINELLES LERNEN

## Aufgabenblatt 4

(Ausgabe am Fr 5.5.2017 — Abgabe bis So 14.5.2017)

### Aufgabe 1

12P

Es sind sechs einfache Filteroperationen (ME-Skript III.5, Blatt 13ff.) für Grauwertbilder zu implementieren: drei lineare  $(3 \times 3)$ -Filter (Mittelwert, Sobel horizontal/vertikal) und drei nichtlineare Filter (Roberts-kreuz, Gradientensteigung, Gradientenwinkel). Die Effizienz der Realisierungen wird durch zweidimensionale Vektorisierung (hier: Matrixzuweisung, s.u.) sichergestellt.

Die benötigten Beispielbilder entnehmen Sie bitte `filter2D.rda` (Webseite zur Übung); beachten Sie die mitgelieferte Funktion `plot.array`.

- Realisieren Sie eine 'R'-Funktion `translate(x,dr,dc)`, welche zu `x` eine um `dr` Zeilen und um `dc` Spalten **zyklisch** versetzte Bildmatrix gleicher Größe erzeugt; Implementierung durch **eine** Matrixzuweisung! Verwenden Sie das Bild `Toni` und zeichnen Sie die vier mittels `dr = ±15`, `dc = ±30` versetzten Versionen untereinander auf eine Leinwand.
- Realisieren Sie nun die vier Filterfunktionen `filter.mean.3x3`, `filter.robert`, `filter.sobel.v`, `filter.sobel.h` unter Verwendung geeigneter Matrixoperationen und ihrer Funktion `translate`.
- Schreiben Sie die Filterfunktionen `filter.grad.mag` und `filter.grad.angle` für die Gradientensteigung (Betrag des Gradientenvektors) bzw. für den Gradientenwinkel (Phasenwinkel zwischen  $-\pi$  und  $+\pi$ ) unter Verwendung der beiden Sobelfilter.
- Zeichnen Sie die sechs Filterungsergebnisse für `Toni` in eine  $(3 \times 2)$ -Leinwand, aber versehen Sie vorher noch alle Ihre Filter mit einer **typspezifischen** Ausgabenormierung `y<-y/a+b`, damit die Grauwerte innerhalb des Intervalls  $[0,1]$  verbleiben.
- Auf eine  $(2 \times 1)$ -Leinwand zeichnen Sie bitte zunächst das 64-stufige Histogramm des Kantenrichtungsbildes (Phasenwinkel bitte in Grad) von `Toni`. Im zweiten Histogramm sollen nur diejenigen Richtungsbildpunkte berücksichtigt werden, deren Gradientenbetrag **über dem arithmetischen Mittel** liegt. Kommentieren Sie kurz das Ergebnis!

- Zeichnen Sie jetzt auf eine  $(2 \times 3)$ -Leinwand die Ausgaben des Gradientenfilters `filter.grad.mag` für die Bilder `algae`, `cashmere`, `muscle`, `tonga`, `turbinate`, `xray`.
- Die Ausgaben für (f) sind „unterbelichtet“. Schreiben Sie eine Kompondierungsfunktion `mulaw(x,mu=50)` zur Grauwertnormierung eines Bildes `x`. Als erstes spreizen Sie `range(x)` auf das Intervall  $[0,1]$ , dann wenden Sie das  $\mu$ -Gesetz  $x \mapsto \frac{\log(1+\mu x)}{\log(1+\mu)}$  an. Wiederholen Sie nun Ausgabe (f) mit den kompondierten ( $\mu = 50$ ) Ausgabebildern.

Abzuliefern ist nur der 'R'-Code `filter2D.R`, der die programmierten Funktionen mit den obigen Grafikkommandos demonstriert, sowie die schriftliche Antwort zu (e).

### Aufgabe 2

8P

Das Grauwert histogramm eines Rasterbildes soll durch das Verfahren der kanonischen Gleichverteilung (ME-Skript IV.3) egalisiert werden.

- Schreiben Sie eine 'R'-Funktion `equalize(x)`, die eine Bildmatrix `x` auf ihr Grauwert histogramm hin analysiert und das egalisierte Bild als Ergebnis liefert. TIPP: Verwenden Sie eine der Rangordnungsfunktionen `sort()`, `rank()` oder `order()` für diesen Zweck.
- Laden Sie die 'R'-Objekte-Datei `equalize.rda` (Webseite zur Übung), welche die folgenden Rasterbildobjekte enthält:

`algae couple Donald mri1 soil turbine GUESS`

- Schreiben Sie nun eine 'R'-Funktion `plot.equalize(x, main="", K=96)`, die eine Bildmatrix `x` und ihre egalisierte Variante zusammen mit den beiden absoluten Grauwert histogrammen und den beiden kumulativen Grauwertverteilungen in der Auflösung `K` (Anzahl Grauwertzellen) auf einer  $(3 \times 2)$ -Leinwand visualisiert. Verwenden Sie zur Berechnung der Grauwertstatistiken die 'R'-Funktion `hist()`.
- Testen Sie Ihre Implementierung mit den obigen Bildern und geben Sie für jedes Bild einen Kurzkomentar (nur eine Zeile) zum Erfolg oder zum Misserfolg der Grauwertegalisation.
- Wie heißt der bezaubernde Heimatfilm, aus dem das Szenenfoto `GUESS` stammt?
- Zeichnen Sie nun das Farbbild `potus` erst im Original und dann mit Egalisierung (`plot.array(equalize(potus))`). Fügen Sie jetzt in Ihre Funktion `equalize` eine Verzweigung ein, die Farbbilder erkennt und separat je RGB-Kanal egalisiert. Wiederholen Sie nun die letzte Grafikausgabe. TIPP: Lassen Sie `equalize` sich selbst (für die drei Farbkanaäle) aufrufen!

Abzuliefern ist der 'R'-Programmcode `equalize.R` zur sukzessiven Erzeugung der  $(3 \times 2)$ -Grafiken sowie die Textantwort zu den Aufgabenteilen (d,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  
( $n \in \mathbb{N}$  ist die laufende Nummer des Übungsblattes)
  - die Namen der beteiligten Gruppenmitglieder im Textrumpf
  - Tabellen, Bilder, Programmcode, Sensordaten als Attachments  
(elektronische Anlagen)
  - etwaige schriftliche Antworten im Textrumpf 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 Folienskript 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](mailto:EG.Schukat-Talamazzini@uni-jena.de)