

Modul Digitale Bildverarbeitung SS19

Bestandteile der Lehrveranstaltung und Prüfung:

- ▶ Vorlesungen
- ▶ Übungsserien
- ▶ Praktika (ImageJ)
- ▶ Projekt

Prüfungsvorleistungen:

- ▶ ImageJ-Praktikum (4 Serien)
- ▶ Projektbearbeitung, -dokumentation, -präsentation

(alles in OPAL eintragen)

Prüfung Klausur (120 min)

am Montag, 22. Juli 2019 um 13:00 - 15:00 Uhr in LNW006

ausschließlich zugelassenes Hilfsmittel:

ein handgeschriebenes A4-Blatt

Vorlesung – Themen

- ▶ Digitale Bilder, Eigenschaften
- ▶ statistische Merkmale
- ▶ Punktoperationen
- ▶ geometrische Operationen
- ▶ digitale Signale (1d, 2d)
- ▶ Fourier-Transformation, -Analyse
- ▶ Faltung, Filter
- ▶ morphologische Operationen
- ▶ Merkmale von Bildregionen
- ▶ Segmentierung

Digitale Bilder

digitales Bild:

Zuordnung $B : \text{pos} \rightarrow \text{col}$

von Farben (aus der Menge col)

zu Positionen (aus der Menge pos)

pos Menge der Positionen

col Menge der Farben

- ▶ Binärbild: $\text{col} = \{0, 1\}$ ($\{0, 255\}$)
- ▶ Grauwertbild (Intensitäten):
 $\text{col} = \{0, \dots, m\}$ (real $[0, 1] \subset \mathbb{R}$)
- ▶ Farbbild mit mehreren Farbkanälen
($\text{col}_1, \dots, \text{col}_n$): $\text{col} = \text{col}_1 \times \dots \times \text{col}_n$

für rechteckige Positionsmengen $\text{pos} = [x_{\min}, x_{\max}] \times [y_{\min}, \dots, y_{\max}]$

mit $[x_{\min}, x_{\max}] \subset \mathbb{N}$ und $[y_{\min}, y_{\max}] \subset \mathbb{N}$

(real $[x_{\min}, x_{\max}] \times [y_{\min}, y_{\max}] \subseteq \mathbb{R}^2$)

Bild = Matrix $B \in \text{col}^{\text{pos}}$

z.B. für $\text{pos} = \{0, \dots, m-1\} \times \{0, \dots, n-1\}$ und $\text{col} = \mathbb{N}$:

Bild $B \in \mathbb{N}^{\{0, \dots, m-1\} \times \{0, \dots, n-1\}} = \mathbb{N}^{m \times n}$

Statistische Merkmale

(für Grauwert-Bilder)

- ▶ Auflösungen:
 - ▶ Ortsauflösung
 - ▶ Intensitätsauflösung
- ▶ Extrema
(minimale, maximale Intensität)
- ▶ Mittelwerte
(arithmetisches Mittel, Median)
- ▶ mittlere quadratische Abweichung
- ▶ Intensitätsprofile (z.B. Linienprofil)
- ▶ Histogramm (ausgeglichen, bimodal)
kumulatives Histogramm
- ▶ Co-occurrence-Matrix
- ▶ Entropie

Punktoperationen

Farbtransformation $col \rightarrow col'$

Anwendung auf jede Position im Bild

(ohne Zugriff auf andere Positionen im Bild)

Operationen auf einem Bild:

- ▶ Zerlegung / Kombination der Farbkanäle
- ▶ Binarisierung (mit Schwellwert)
- ▶ Invertierung
- ▶ Graustufen-Zuordnung
- ▶ Histogrammspreizung

Operationen auf mehreren Bildern:

- ▶ logische Operationen auf Binärbildern ($\vee, \wedge, \text{XOR}, \dots$)
entsprechen Mengenoperationen auf dem Vordergrund
(weiß)
- ▶ arithmetische Operationen auf Grauwertbildern ($+, -, \cdot, \dots$)
- ▶ Überlagerung

Geometrische Operationen

- ▶ homogene Koordinaten
- ▶ lineare Transformationen
 - ▶ Verschiebung
 - ▶ Drehung
 - ▶ Skalierung
- ▶ Zusammensetzung durch Matrixmultiplikation
- ▶ nichtlineare Transformationen
 - ▶ perspektivische Ver- und Entzerrung
- ▶ Invertierung der Operationen
- ▶ Interpolations-Funktionen
 - ▶ nächster Bildpunkt
 - ▶ Mittelwerte der nächsten Bildpunkte
 - ▶ lineare Interpolation
 - ▶ bilineare, kubische Interpolation

Fourier-Analyse

- ▶ Signale (analog / digital, 1d / 2d)
 - ▶ Abtastung (Dirac-Impuls, Dirac-Kamm)
 - ▶ Nyquist-Shannon-Abtasttheorem
 - ▶ Alias-Effekte
 - ▶ Faltung von Funktionen (Signalen)
-
- ▶ Fourier-Transformation
 - ▶ Fourier-Spektrum (Frequenzraum)
 - ▶ Bildeffekte durch Transformationen im Frequenzraum
 - ▶ Faltung im Ortsraum entspricht Multiplikation im Frequenzraum

Filter

- ▶ Tiefpass-, Hochpass-, Bandpassfilter
- ▶ Ersetzung der Operationenfolge:
 1. Fourier-Transformation
 2. Transformation im Frequenzraum
 3. inverse Fourier-Transformationdurch Faltung mit Matrix (Filterkern)
- ▶ lineare Filter:
Glättung, Kanten-Hervorhebung
- ▶ nichtlineare Filter:
lokale Extrema, Median
- ▶ Spezialfälle zum Filtern am Bildrand:
Rand nicht filtern, spezielle Filtermatrizen,
schwarz, konstant, gespiegelt, periodisch

Morphologische Operationen

- ▶ Strukturelemente (Masken)
- ▶ Erosion
- ▶ Dilatation
- ▶ Opening: erst Erosion, dann Dilatation
- ▶ Closing: erst Dilatation, dann Erosion
- ▶ Hit-or-Miss-Transformation,
Hit-or-Miss-Masken
- ▶ Konturbestimmung durch morphologische Operationen
- ▶ Distanztransformation
- ▶ Skelettierung, Thinning
- ▶ Thickening, approximierte konvexe Hülle

Regionen in Bildern

Merkmale von Regionen:

- ▶ Farbwert(-Bereich)
- ▶ Textur: typische Farbwert-Verteilung
- ▶ quantitativ: Ausdehnungen, Volumen, Umfang
- ▶ Formmerkmale: Verhältnisse, Momente, fill factor
- ▶ topologische Merkmale:
Zusammenhang, Skelett, Kontur

Segmentierung

Multiskalen-Darstellung (Pyramiden)

Bestimmung von Regionen:

- ▶ Homogenitätskriterien
- ▶ Region Growing
- ▶ Region Labeling
- ▶ Region Merging, Regionen-Adjazenz-Graph
- ▶ Split and Merge (Quad-Trees)

Modell-basiert:

- ▶ Hough-Transformation für Geraden, Kreise, ...

Kontur-basiert:

- ▶ Darstellung durch Kettencodes
- ▶ Edge-Linking
- ▶ Canny-Edge-Detector