

Einführung in Bildverarbeitung und Computervision

Vorlesung 1: Grundlagen

Dipl.-Math. Dimitri Ovrutskiy

SS 2010 HTWdS

Auf Basis der Vorlesungen von
und mit Danksagung an

Hr. Prof. Dr. J. Weikert

Bildverarbeitung

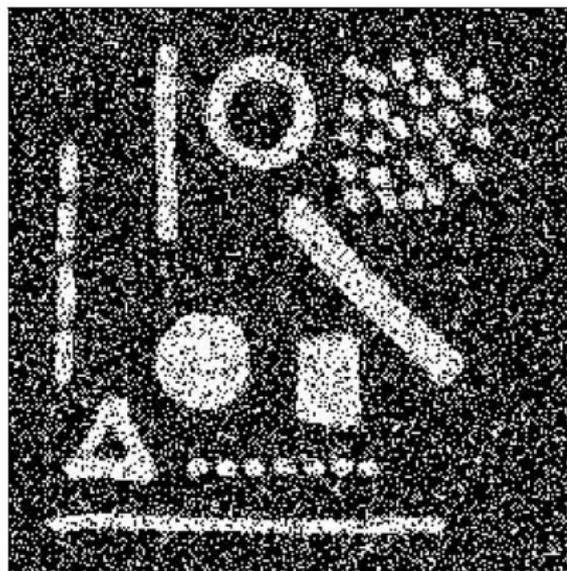
Ein digitales Bild wird in ein anderes digitales Bild überführt, das vom Mensch oder Computer besser interpretiert werden kann.

Beispiel

Entrauschen

Vorsicht:

- Bild**v**erarbeitung beschäftigt sich mit Algorithmen
- Bild**b**earbeitung ist der künstlerische Umgang mit Software wie GIMP, PhotoShop



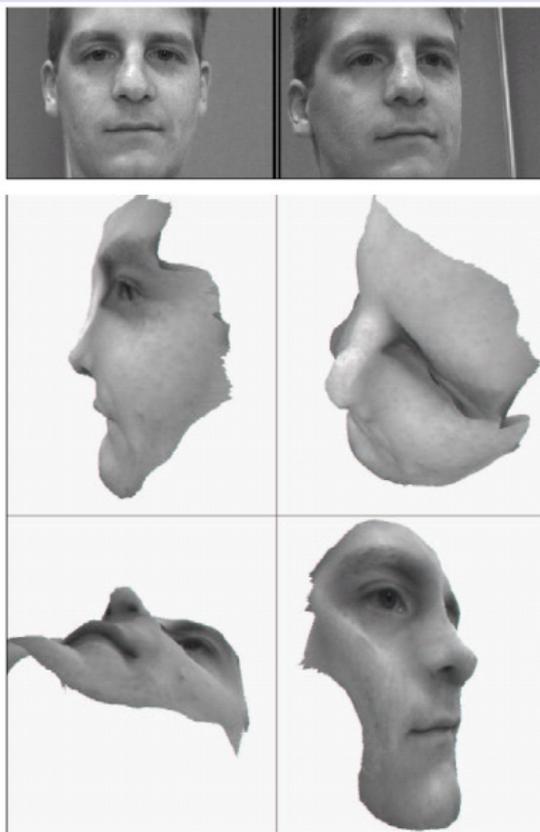
Beispiel einer Bildverarbeitungsanwendung. (a) LINKS: Verrauschtes Originalbild. (b) RECHTS: Gefiltert. Autor: J. Weickert (1999).

Computer Vision (Rechnersehen, Bildverstehen)

Gewinnung von Information über eine 3D Welt mit Hilfe von 2D Bildern.

Beispiel

Stereorekonstruktion



Beispiel einer Computer-Vision-Anwendung. (a) OBEN: Stereobild. (b) UNTEN: Vier Ansichten einer 3D Rekonstruktion. Autoren: L. Alvarez, R. Deriche, J. Sánchez, J. Weickert (2002)

Mustererkennung

Zuordnung von Bildstrukturen zu bestimmten Klassen

Beispiel

Zeichenerkennung, Satellitenbilddauswertung

Computergraphik

Synthese von digitalen Bildern, die zumeist realistischen Abbildungen der 3D-Welt entsprechen sollen

Beispiel

Computerspiele

Geometrische Modellierung

Mathematische Beschreibung von Kurven und Flächen zur Synthese
zwei- und dreidimensionaler Objekte am Computer

Beispiel

CAD-basiertes Design einer Autokarosserie

Oberbegriffe

- **Bildanalyse:**
Oberbegriff für Bildverarbeitung, Computer Vision und Mustererkennung
- **Bildsynthese:**
Oberbegriff für Computergraphik und geometrische Modellierung
- **Imaging:**
umfasst neben der Bildanalyse auch Aspekte der Bildgewinnung, z.B., tomographische Rekonstruktionsverfahren
- **Visual Computing (Computervisualistik):**
Oberbegriff aller Gebiete, die die Analyse oder Synthese digitaler Bilder zum Zweck haben. Umfasst somit Bildverarbeitung, Computer Vision, Mustererkennung, Computergraphik und geometrische Modellierung.

Volesungsinhalte

- Grundlagen
- Bildtransformationen
- Farbwahrnehmung und Farbräume
- Bildaufbereitung
- Merkmalsextraktion
- Texturanalyse
- Segmentation
- Optischer Fluss
- Extraktion von 3D Information
- Objekterkennung

Literatur

- R.C.Gonzalez, R.E. Woods: Digital Image Processing, Addison-Wesley, SE 2002
- K.R.Castleman: Digital Image Processing, Prentice Hall, 1996
- R.Jain, R.Kasturi, B.G. Schunk: Machine Vision, McGraw-Hill, 1995
- E.Trucco, A.Verri: Introductory Technics for 3-D Computer Vision, Prentice-Hall, 1998
- R.Klette, K.Schlüns, A.Koschan: Computer Vision: Three-Dimensinal Data from Images, Springer, 1998

Nützliche Links

- CV Online
<http://www.dai.ed.ac.uk/CVOnline/>
Online-Kompendium mit Erläuterungen zu vielen Bildverarbeitungs- und CV-Themen
- Computer Vision Homepage
<http://www-cgi.cs.cmu.edu/afs/cs/project/cil/ftp/html/vision.html>
Computer-Vision-Links zu allen Themengebieten
- Keith Price's Annotated Computer Vision Bibliography
<http://iris.usc.edu/Vision-Notes/bibliography>
Sehr hilfreich bei der Suche nach speziellen Artikeln.

Themen:

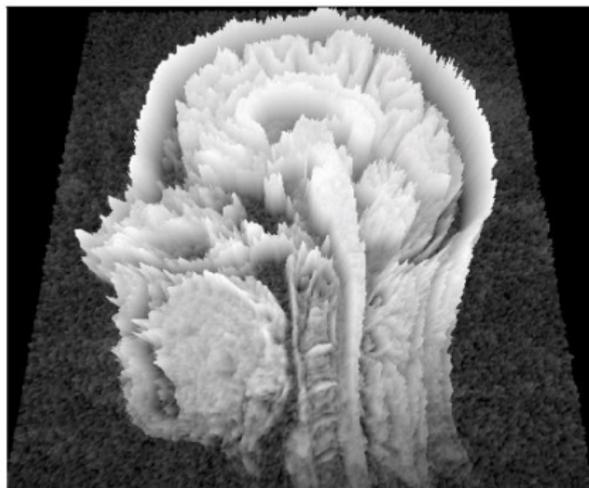
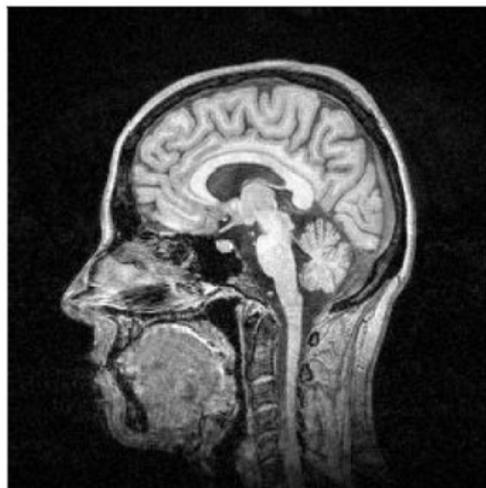
1. Sampling und Quantisierung
2. Bildtypen

Kontinuierliches (skalarwertiges) Bild:

- Abbildung f von einem rechteckigen Definitionsbereich $\Omega = (0, a_1) \times (0, a_2)$ in den reellwertigen Wertebereich \mathbb{R} :

$$f : \mathbb{R}^2 \supset \Omega \rightarrow \mathbb{R}$$

- Definitionsbereich heisst *Bildbereich*, *Bildebene*
- Wertebereich beschreibt *Grauwert*
- i.a. sind niedrige Grauwerte dunkel, hohe Grauwerte hell



(a) LINKS: Kernspinaufnahme. (b) RECHTS: Darstellung als Funktion $f(x, y)$ über einem rechteckigen Bildbereich Ω . Autoren: J. Weickert, C. Schnörr (2000).

Sampling:

- Diskretisierung des Definitionsbereichs Ω
- Das Bild wird nur auf einem rechteckigen Punktgitter des Bildbereichs Ω abgetastet
- Führt auf digitales Bild

$$\{f_{i,j} | i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, M\}$$

- Bildpunkt/Zelle (i, j) heisst *Pixel* (picture element)
- Bildverarbeiter normieren die Pixelabstände meist auf 1



Testbild auf verschiedenen Samplingstufen. (a) OBEN LINKS: Auflösung 256×256 . (b) OBEN RECHTS: Auflösung 128×128 . (c) UNTEN LINKS: Auflösung 64×64 . (d) UNTEN RECHTS: Auflösung 32×32 . Autor: J. Weickert (2000).

Quantisierung:

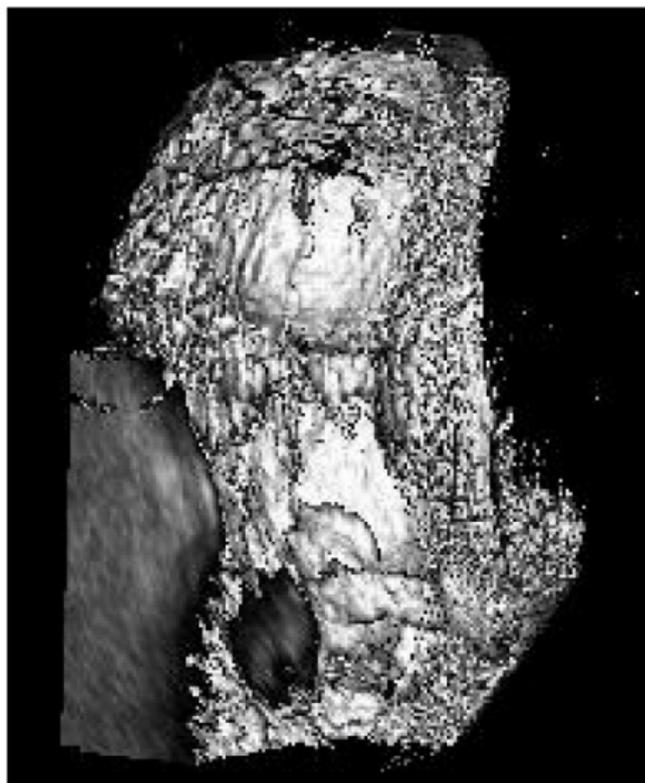
- Diskretisierung des Wertebereichs, um Speicherplatz zu sparen
- Kodiert man Grauwerte z.B. durch ein Byte, so tritt nur der Wertebereich $\{0, 1, \dots, 255\}$ auf
- Binärbild: Wertebereich $\{0, 1\}$
- Der Mensch kann i.d.R. nur ca. 40 Grauwerte unterscheiden



Testbild mit verschiedenen Quantisierungen. (a) OBEN LINKS: 256 Graustufen. (b) OBEN RECHTS: 32 Graustufen. (c) UNTEN LINKS: 8 Graustufen. (d) UNTEN RECHTS: 2 Graustufen. Autor: J. Weickert (2000).

m -dimensionale Bilder:

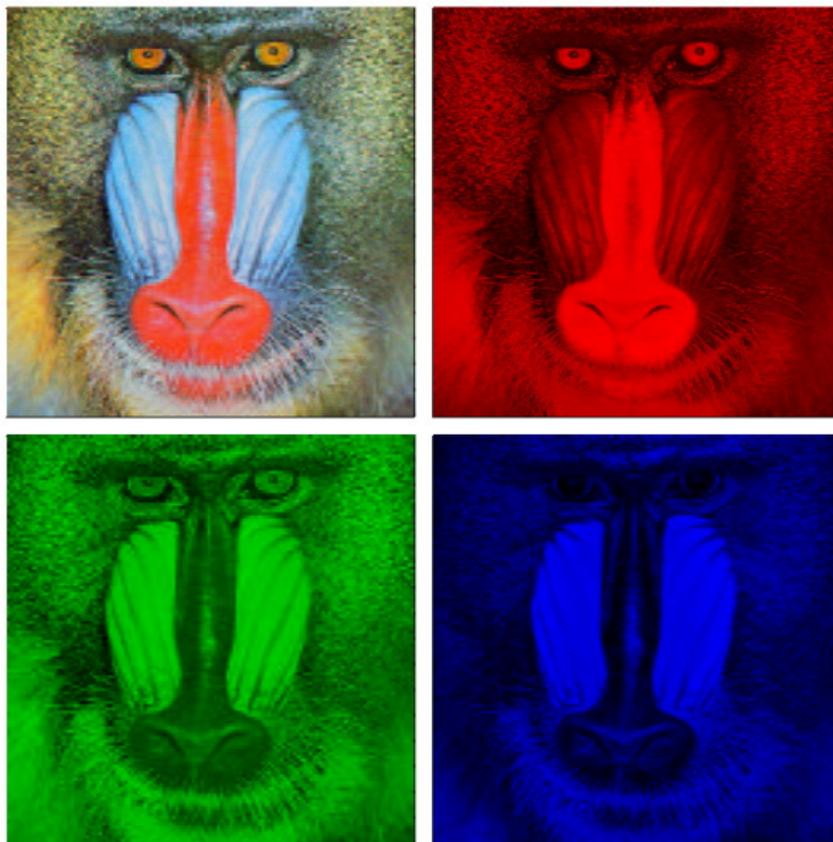
- Definitionsbereich Teil des \mathbb{R}^m
- $m = 1$: Signale
- $m = 2$: Bilder im engeren Sinne
- $m = 3$: dreidimensionale Bilder
 - wichtig in der medizinischen Bildverarbeitung, z.B. Computertomographie (CT), Kernspintomographie (MRI)
 - dreidimensionale Bildpunkte/Zellen heißen *Voxel* (volume elements)
 - Voxleabstände sind meis nicht in alle Richtungen gleich!



Rendering eines 3D Ultraschalldatensatzes eines menschlichen Fötuses in der 10. Schwangerschaftswoche. Autoren: J. Weickert, K. Zuiderveld, B.M. ter Haar Romeny, W. Niessen (1997).

Vektorwertige Bilder:

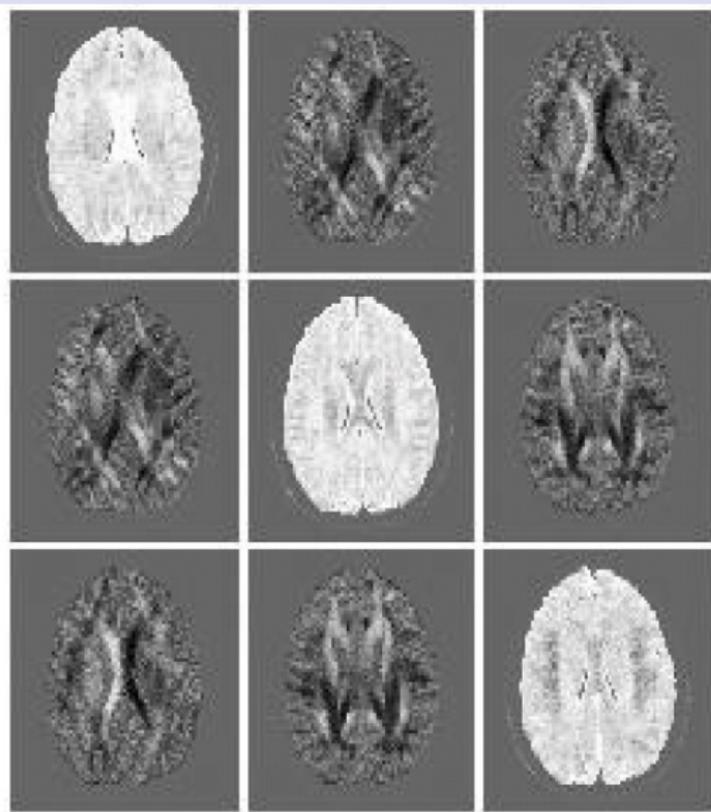
- Wertebereich Teil des \mathbb{R}^n
- Beispiel 1: Farbbilder
z.B. drei Kanäle: R (Rot), G (Grün), B (Blau)
Auge kann bis zu 2 Millionen Farbtöne unterscheiden
- Beispiel 2: Multispektralbilder (z.B. Satellitenbilder)
zahlreiche Kanäle (4-30), die verschiedenen Frequenzbändern entsprechen



Farbbild als Beispiel eines vektorwertigen Bildes. (a) OBEN LINKS: Originalbild. (b) OBEN RECHTS: R-Kanal. (c) UNTEN LINKS: G-Kanal. (d) UNTEN RECHTS: B-Kanal. Autor: J. Weickert (2000).

Matrixwertige Bilder:

- Wertebereich Teil des $\mathbb{R}^{n \times n}$
- Beispiel: Diffusionstensor-Kernspintomographie:
liefert in jedem Bildpunkt des dreidimensionalen
Definitionsbereich eine symmetrische positiv definite 3×3
Matrix



Bilder der neun Koeffizienten einer Diffusionstensor-Kernspinaufnahme. Da die Diffusionsmatrix eine symmetrische 3×3 Matrix ist, gibt es nur sechs verschiedene Bilder. Autoren: D. Weinstein, G. Kindmann, E. Lundberg (1999).

Bildfolgen:

- Für jeden der besprochenen Bildtypen lassen sich Bildsequenzen betrachten
- Die Dimension des Definitionsbereichs wird von m auf $m + 1$ erhöht
- Beispiel: 3D Echokardiographie liefert eine Folge dreidimensionaler skalarwertiger Bilder

Vorlesung:

Meist 2D skalarwertige Bilder (Grauwertbilder) und ihre Bildfolgen.
Viele Verfahren lassen sich auf andere Bildtypen verallgemeinern.

Zusammenfassung

- Digitale Bilder besitzen einen diskreten Definitionsbereich (Sampling) und Wertebereich (Quantisierung)
- Verallgemeinerung des Definitionsbereichs: m -dimensionale Bilder, Bildfolgen
- Verallgemeinerung des Wertebereichs: vektorwertige Bilder, matrixwertige Bilder