

Digitale Bildverarbeitung

Einheit 1

Einführung

Lehrauftrag WS 05/06

Fachbereich M+I der FH-Offenburg



Dipl.-Math. Bernard Haasdonk

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Ziele der Einheit

- Bilder als Informationsträger
- Definition des Begriffs Bildverarbeitung
- Beziehung des Begriffs zu anderen verwandten Begriffen
- Einsatzgebiete der Bildverarbeitung
- Allgemeine Bildverarbeitungs-Kette
- Bildverarbeitungs-Software
- Literatur zu Bildverarbeitung

Bedeutung von Visuellen Daten

- „Ein Bild sagt mehr als Tausend Worte“
- Exemplarisch:

The painting ... shows a woman looking out at the viewer with what is often described as an "enigmatic smile". It is perhaps the most famous piece in art history; few other works of art are as romanticized, celebrated, or reproduced.

(Wikipedia)



Textuelle Beschreibungen:

- Umständlich, lange Aufnahmedauer
- Eindimensional
- Subjektive Erstellung und Interpretation
- Beschränkte Information
- Unpräzise
- Sprachspezifisch

Bilder:

- Schnell erfassbar
- Zwei- oder Dreidimensional
- Objektive Darstellung
- Reich an zusätzlicher Information
- Präzise
- Sprachunabhängig

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

3

Bedeutung von Visuellen Daten

- Quantifizierung der Informationsmenge:
 - Bilder und Bildströme haben eine sehr hohe Informationsfülle, örtlich/zeitlich sehr kompakt



SMS:

160 Byte



Digitalbild:

9 000 000 Byte



Digitalvideo:

33 000 000 Byte/s

- 75% der Wahrnehmungs-Informationen beim Menschen kommen über das visuelle System
- Der Mensch kann optische Informationen besonders gut und schnell verarbeiten
- Im **Multimediazeitalter** sind digitale Bilddaten im Überfluss vorhanden

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

4

Was ist Bildverarbeitung?

- **Definition** ist schwierig
 - der Begriff umfasst viele **Teilbegriffe** und es existiert eine Vielzahl von **Varianten** in verschiedenen Anwendungsbereichen
- **Spezielle umfasste Teilbegriffe:**
 - **Bildbearbeitung**
Verbesserung der Darstellung / Anpassung eines Bildes nach der Bildaufnahme zur weiteren Rechnerauswertung (Rauschen entfernen, Entzerren, Kontrastverbesserung, Kanten Schärfen). Ergebnis ist in der Regel wieder ein Bild.
 - **Bildauswertung**
Erstellen von Histogrammen und Kennlinien, Extrahieren von Parametern. Ergebnis ist in der Regel kein Bild, sondern eine Beschreibung des Bildes, einen bestimmten Aspekt betreffend.
 - **Bildkompression**
Reduzieren der Datenmenge durch Weglassen redundanter oder unwichtiger Informationen, damit Bilder effizient gespeichert oder über Datennetze verschickt werden können.

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

5

Was sind verwandte Felder?

- **Computergrafik:**
 - Computergestützte **Generierung** von Bildern
 - Anwendung in Bereichen wie Desktop Publishing, elektronischen Medien, Film- und Werbe-, Videospiele-Industrie, wissenschaftliche Visualisierung.
 - „**Umgekehrte Herangehensweise**“ wie Bildverarbeitung: Statt aus Bildern abstrakte Beschreibungen eines Objektes/Szene zu extrahieren, werden aus solchen abstrakten Beschreibungen Bilder erzeugt (Virtual Reality, Raytracing)
 - **Grenzen** zwischen Computergrafik und Bildverarbeitung sind manchmal **verschwommen**, Gebiete wachsen immer mehr zusammen, insbesondere durch neue Medien und Video- und Bildverarbeitungs-Technik
 - Bildverarbeitung braucht Computergrafik, z.B. Visualisierung von medizinischen Bildern. Umgekehrt verwendet die Computergrafik auch Bildverarbeitungstechniken.

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

6

Was sind verwandte Felder?

- **Computer-Vision:**
 - Ziel: **Verstehen** eines Objektes oder einer Szene aus einem Bild oder aus einer **Sequenz** von Bildern.
 - Aus Bildern werden **abstrakte Beschreibungen** oder Handlungsanleitungen erstellt (Kameraparameter, Bewegungsschätzung).
 - Das Fernziel ist der **sehende Roboter** mit einem visuellen System, das ebenso gut wie oder besser als das menschliche ist.
- **Mustererkennung:**
 - Mustererkennung ist nicht auf bildhafte Information beschränkt. Die Verarbeitung von **akustischen Sprachsignalen** mit der Zielsetzung der Sprach- oder Sprechererkennung ist z.B. ein wichtiger Anwendungsbereich.
 - Im Bereich **bildhafter Informationen** wird versucht logisch zusammengehörige Bildinhalte zu entdecken, zu gruppieren und so letztlich abgebildete Objekte (beispielsweise Buchstaben) zu erkennen.

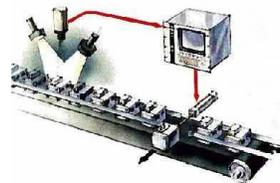
4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

7

Begriffsvariationen

- **Wissenschaftliche Bildverarbeitung**
 - **Grundlagenforschung** auf diesem Gebiet.
 - An **Hochschulen** und **Forschungseinrichtungen**, Fachbereiche Informatik, Physik, Mathematik, Medizin, Biologie, etc. und in **Firmen**, die sich mit der Entwicklung von Bildverarbeitungssystemen beschäftigen.
 - Ziel ist die **theoretische Fundierung** dieses Gebietes sowie die Entwicklung neuer Algorithmen für bestimmte Themenstellungen.
- **Industrielle Bildverarbeitung**
 - Einsatz in **messtechnischen Problemen** wie die berührungslose Erfassung, und automatische Auswertung einer realen Szene
 - Zweck ist **Qualitätskontrolle** und **Steuerung** des Fertigungsprozesses
 - Signifikantes Merkmal: Am Ende des Bildverarbeitungsprozesses stehen aufgrund der gewonnenen Ergebnisse **automatische Entscheidungen** an



4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

8

Begriffsvariationen

Bildverarbeitung in den Medien

- Presse, Film-, Werbeindustrie, allgemeines Umfeld Multimedia

- **Bildbearbeitung**

- zur Vorbereitung von photographischem Material für die Print- oder Online-Stufe



dpa BR-online
Keine Bildbearbeitung!

- Manipulation von Bildern unter Integration von **Computergrafik und Animation**

- Verschmelzen von neuen + historischen Filmsequenzen: *Forrest Gump*



- Verschmelzen von Computeranimiertem mit realem Bildmaterial: z.B. *Jurassic Park* und alle neuen Hollywood-Blockbuster

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

9

Begriffsvariationen

Bildverarbeitung in den Medien

- Erstellen von **realistisch** erscheinenden Animationen

- **Motion Capturing**: Aufnahmen menschlicher Bewegungsabläufe und Übertragung auf künstliche Figuren, z.B: *Toy-Story*, *Herr der Ringe* (Figur *Gollum*)



- **Morphing**: Berechnung von Zwischenbildern zwischen zwei vorgegebenen. Z.B. sprechende Tiere in *Stuart Little*

4.10.2005

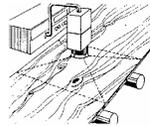
B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

10

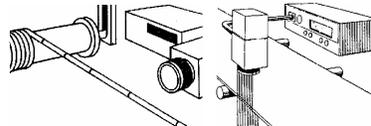
Wo wird Bildverarbeitung eingesetzt?

Beispiele für **Anwendungsgebiete** sind

- Automobilindustrie, Elektronikindustrie, Nahrungs- und Genussmittelindustrie
 - Qualitätssicherung, Produktionskontrolle durch Sichtinspektion
 - Vollständigkeitsprüfungen, Kontur, Lage-Überwachung



Oberflächeninspektion

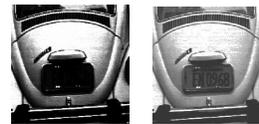


Form, Positionsüberwachung



Wachstums-
Überwachung

- Verkehr
 - Fahrer-Assistenzsysteme
 - **Kennzeichenerfassung** von Fahrzeugen
 - Sicherheitskontrollen auf Flughäfen



Kontrastverbesserung

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

11

Wo wird Bildverarbeitung eingesetzt?

Weitere Beispiele für Anwendungsgebiete sind

- Banken
 - Automatisches Beleglesen, Videoüberwachung SB Automat
- Internet, Telekommunikation, Fernsehen, Multimedia-Anwendungen:
 - Automatische Bildanalyse, Archivierung
 - Bild- und Videokomprimierung
- Kriminologie und Verbrechensbekämpfung
 - **Fingerabdruckidentifikation**
 - Gesichtserkennung
 - Schriftprobenvergleich
- Kartographie
 - Identifikation natürlicher Erdformationen, Wasserläufen, Küstenverläufe
- Ökologie
 - Erfassen von Umwelt- und Katastrophenschäden aus Satellitendaten
- Meteorologie
 - Auswertung von Bildfolgen geostationärer Wettersatelliten



Kanten-
Schärfung

4.10.2005

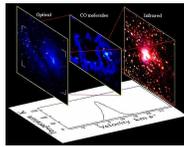
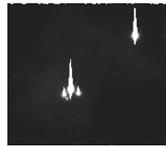
B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

12

Wo wird Bildverarbeitung eingesetzt?

Weitere Beispiele für Anwendungsgebiete sind

- Medizin
 - Tomographie,
 - Auswertung von Röntgenbildern
- Astronomie
 - Auswertung von optischen und radioastronomischen Bilddaten



- Archäologie
 - Zerstörungsfreie Untersuchungen archäologischer Funde



Tomographie einer Mumie

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

13

Wo wird Bildverarbeitung eingesetzt?

Maschinelle Bildverarbeitung kommt dort zum Einsatz, wo

- die Aufgabe Menschen **zu gefährlich** ist
 - Tunnelroboter, Radioaktive Umgebungen, fremde Planeten
- die Aufgabe Menschen **zu schnell ermüdet**
 - Fließband-Kontrollaufgaben, Video-Sicherheitsanlagen
- die menschliche Arbeitskraft **zu teuer** ist
 - Massenexperimente, Expertenwissen
- **minimale Unterschiede** festgestellt werden müssen
 - Risse in Materialien, Tumorwachstum
- **sehr viele Daten** anfallen
 - Hohe Taktraten, biologische Massenscreening-Experimente

Bildverarbeitung gewährleistet hohe Zuverlässigkeit, hohen Durchsatz, langzeitigen Einsatz, reproduzierbare, objektive Ergebnisse.

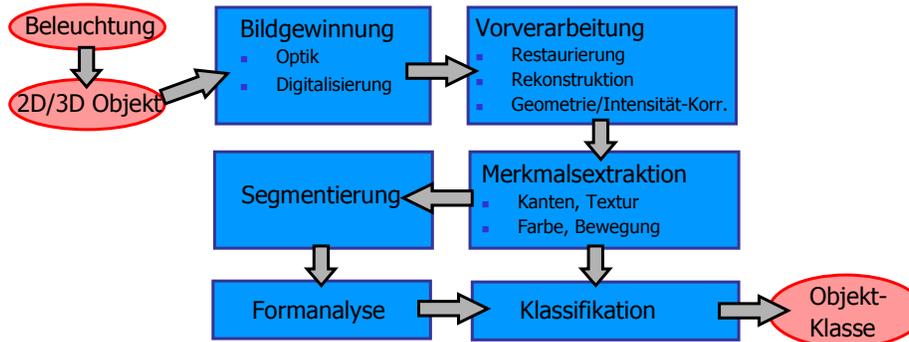
4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

14

Bildverarbeitungs-Kette

- Traditionelle BV-Aufgaben lassen sich in **Stufen** einteilen:



- Aufgaben können jedoch
 - über Kette hinausgehen (Szenenverstehen)
 - früher beendet sein (Aktionsentscheidungen)
 - synthetische Bildquellen als Eingabe haben (Computergrafik)

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

15

Bildverarbeitungs-Kette

- Konkretes Beispiel:
 - „Pollenmonitor“ im BMBF-Projekt OMNIBUSS
 - Projektpartner u.a. Deutscher Wetterdienst, Universität Freiburg



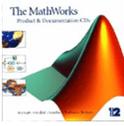
- Durchlauf der BV-Kette zur **Segmentierung**
- Durchlauf der BV-Kette zur **Erkennung**:
 - Beleuchtung: grün + ultraviolettes Licht
 - Objekte: Pollen auf Objektträger
 - Bildgewinnung: Aufnahme von Bildstapel mit einem Mikroskop
 - Vorverarbeitung: 3D-Rekonstruktion durch „Entfaltung“
 - Merkmale: Fingerabdruck bestehend aus wenigen „3D Grauwertinvarianten“
 - Klassifikation: „Support-Vektor-Maschine“
 - Objektklasse: Zuordnung zu 6 Pollen-Sorten

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

16

Software

- ImageJ
 - **Kostenloses** Bildbearbeitungs-Tool in Java 
 - Leicht um neue Funktionalität **erweiterbar** Image Processing and Analysis in Java
 - Verfügbar unter rsb.info.nih.gov/ij/
- Scilab + Image-Toolbox
 - **kostenlose** Programmiersprache, matrixorientiert 
 - **zahlreiche** **Toolboxen**, auch Bildverarbeitung
 - Verfügbar unter www.scilab.org
- MATLAB
 - Professionelle 4GL **Programmierungsumgebung** für allgemeines wissenschaftliches Rechnen 
 - Vorbild für viele **Clones** (z.B. Scilab)
 - Sehr viele **Toolboxen**, auch **mächtige Bildverarbeitung**
- Photoshop
 - **Kommerzielles professionelles** Bildbearbeitungs-Programm 

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

17

Literatur

- Skript von Prof. A. Erhardt + dortige Referenzen
- Grundlagen-Bücher:
 - W. Abmayr, „Einführung in die Digitale Bildverarbeitung“, Teubner Stuttgart, 2001.
 - H. Bässmann, J.Kreyss, „Bildverarbeitung ad Oculos“, Springer Berlin, 2004
 - B. Jähne, „Digitale Bildverarbeitung“, Springer Berlin, 2005
 - K. Castleman, „Digital Image Processing“, Prentice-Hall, 1996
 - A. Watts, F. Policarpo, „The Computer Image“, Addison Wesley, 1998
 - N. Efford, „Digital Image Processing - a Practical Introduction Using Java“, Addison Wesley, 2000
 - A.K. Jain, „Fundamentals of Digital Image Processing“, Prentice Hall, 1988
- Anwendungsorientierte Bücher:
 - C. Demant, B. Streicher-Abel, P. Waszkewitz, „Industrielle Bildverarbeitung. Wie optische Qualitätskontrolle wirklich funktioniert“, Springer Berlin, 2001
 - R. Steinbrecher, „Bildverarbeitung in der Praxis“, Oldenbourg, 1993
 - P. Haberäcker, „Praxis der Digitalen Bildverarbeitung und Mustererkennung“, Hanser Fachbuch, 1995
- Weitere Links, Referate, Artikel und Vorlesungen im WBT

4.10.2005

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 05/06

18

Zusammenfassung

- Visuelle Eindrücke sind ein wichtiges und informationsdichtes Medium für den Menschen
- Der Begriff Bildverarbeitung ist schwierig zu definieren, ist verwandt zu anderen Disziplinen
- Bildverarbeitung wird eingesetzt in Aufgaben bei denen der Mensch fehleranfällig, ermüdend, zu subjektiv ist oder nicht reproduzierbare Entscheidungen trifft.
- Die schematische Bildverarbeitungskette repräsentiert viele BV-Aufgaben
- Bildverarbeitung ist eine aktive und zukunftssträchtige Richtung in Industrie, Wissenschaft und Medien
- Es gibt zahlreiche freie oder kommerzielle Software zur Bildverarbeitung und ein weites Feld an Literatur

Aufgaben

1. Anwendungsgebiete:

- Finden und Schildern Sie weitere Anwendungsgebiete der Bildverarbeitung im Medienbereich (aus Ihrer eigenen Erfahrung, Praktika, etc.)

2. Anwendung von ImageJ:

- Laden Sie ImageJ als Applet in beliebigem Browser und experimentieren Sie damit. Laden Sie insbesondere ein Beispiel-Bild (Open Sample) und manipulieren Sie es.
- Was ist der wesentliche Unterschied zwischen den Beispiel-Bildern „clown.jpg“, „cell-colony.jpg“, und „bat-cochlea-volume.tif“?
- Laden Sie das Beispielbild „clown.jpg“. Erzeugen Sie alle möglichen neuen Bildversionen, die durch vertauschen der RGB-Ebenen entstehen.
- Öffnen Sie das Beispielbild „boats.gif“ und messen Sie die Fläche, den durchschnittlichen, minimalen und maximalen Grauwert.