

# Digitale Bildverarbeitung

## Einheit 12

### 3D-Rekonstruktion

---

Lehrauftrag SS 2007

Fachbereich M+I der FH-Offenburg



Dr. Bernard Haasdonk

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

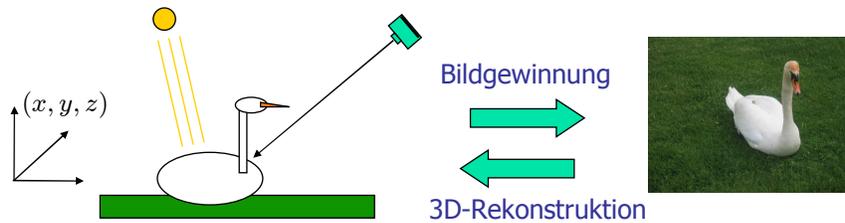
## Ziele der Einheit

---

- Einen Eindruck davon bekommen, wie weitere Information aus Bildern zurückgewonnen werden kann, nämlich **3D-Szenen-Information**
- Dies ist eine zentrale Frage im Bereich der „**Computer Vision**“ und methodisch sehr anspruchsvoll: verwendet „Projektive Geometrie“, muss „Numerische Optimierungsprobleme“ lösen, etc.
- Hier wird nur ein **anschaulicher Eindruck** verschiedener Möglichkeiten vermittelt.
- Es werden Beispiele präsentiert, wie die **Computergrafik** oder **Computeranimation** diese 3D-Information verwenden können.

## Motivation

- Bei der Bildaufnahme gehen sehr viele Informationen verloren:
  - Objekt: 3D-Koordinaten, Oberflächen-Eigenschaften, Farbe
  - Kamera: 3D-Position, Ausrichtung, Bildweite, Öffnungswinkel,...
  - Licht: Richtung, Stärke und Farben
 sind nach der Bilderzeugung nicht mehr explizit bekannt



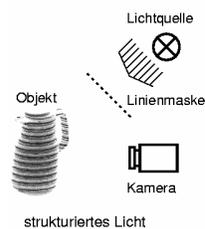
- Solche Information ist aber notwendig, z.B. in der **Computergrafik**: Ein Bild kann erst erzeugt werden, wenn dem Rechner die genaue Abbildungsvorschrift bekannt ist
- Wichtiges Teilgebiet der Bildverarbeitung ist daher die **Rückgewinnung von solchen 3D-Informationen aus Bildern**

2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

3

## Strukturierte Beleuchtung

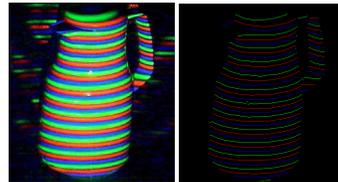
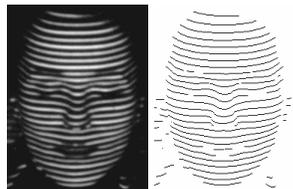


- Anwendung zur Vermessung von dreidimensionalen Objekten
- Es werden durch Blenden oder ein Lasermodul Linien oder ein Gitter auf das Objekt projiziert
- Aus den Positionen des Gitters, der Beleuchtung und der Kamera kann man die wirkliche dreidimensionale Form des Objekts zurückrechnen

- Beispiele von strukturierten Beleuchtung

- Projizierte Linien auf ein Gesicht,
- Liniextraktion durch „Skelettierung“

Höhere Auflösung durch Farbeinsatz

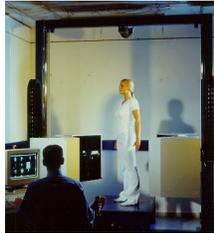


2.8.2007

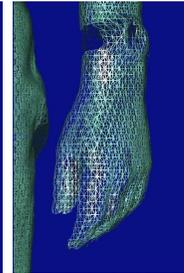
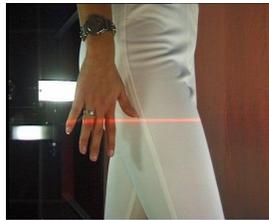
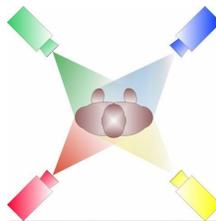
B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

4

## Strukturierte Beleuchtung



- Erfassen von 3D-Objekt-Koordinaten
- Beispiel Rundum-3D-Erfassung einer Person [65]
  - Projizieren von mehrfarbigen Linien
  - Bildaufnahme und Linien-Extraktion
  - Bewegen der Linie über die Person
  - Rückrechnen der Oberflächenkoordinaten aus den aufgenommenen Linien
  - Modellierung durch ein Gitter



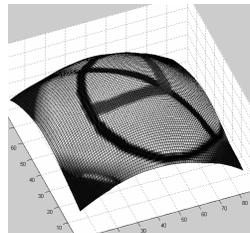
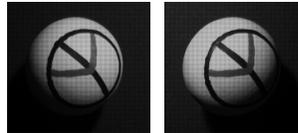
2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

5

## Shape from Shading

- 5 Bilder mit identischer Kamera werden aufgenommen: 4 verschiedene Beleuchtungsrichtungen und 1 ohne Beleuchtung
- Es wird pixelweise die Orientierung und Farbe der Oberflächenelemente berechnet
- Die Oberfläche wird durch Aneinanderfügen der Oberflächenelemente rekonstruiert
- Die Oberfläche wird mit berechneter Objektfarbe visualisiert



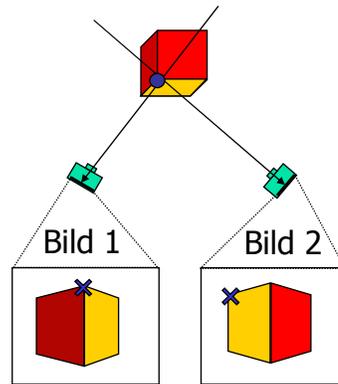
2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

6

## Mehrere Bilder und Korrespondenzen

- Es wird angenommen, dass **mehrere Bilder** derselben Szene aber aus **verschiedenen Blickwinkeln** vorliegen
- In den Bildern findet man dann Punkte, die einander entsprechen, sogenannte **Punktkorrespondenzen** ✕
- Falls die genauen Kamerapositionen und Kameraparameter bekannt sind, können hierdurch die **3D-Koordinaten der Punkte** im Raum bestimmt werden:
  - Man kennt für jede einzelne Kamera den Strahl, der für das Pixel des Punktes verantwortlich ist.
  - Man bestimmt den Schnittpunkt der Strahlen, dies ist der Ort des Punktes im Raum ●
- Umgekehrt kann man auch **Kamerapositionen** bestimmen, wenn man die 3D-Position von mehreren Punktkorrespondenzen kennt



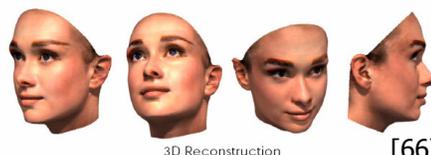
2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

7

## Anpassung eines Modells

- Wenn man weiß, welche Art Objekt man erwartet, kann man ein **Modell für seine Objekte** erstellen
  - Z.B. Gesichter
- Die noch **freien Parameter** des Modells werden in einer Schleife an das vorgegebene Bild angepasst
  1. Man beginnt mit Standard-Parameter (ist anschaulich ein „Durchschnittsgesicht“)
  2. Rendern des Modells mit den aktuellen Parametern
  3. Differenz zum Originalbild ermitteln
  4. Geeignetes Anpassen der Modellparameter
  5. Falls Differenz noch groß ist, zurück zu Punkt 2
- Das angepasste Modell besitzt anschließend **3D-Koordinaten** des Objektes im Bild



2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

8

## Anwendung in der Computeranimation

- **Objektbewegung ermitteln: Motion Capturing**
  - Das finden von Korrespondenzen ist schwierig
  - Oft behilft man sich daher mit „Markern“, die eindeutige Punkte auf dem aufzunehmenden Objekt markieren.
  - 3D-Rekonstruktion dieser Marker, wiederholt in einer Bildersequenz ermöglicht Erfassen von Bewegungsabläufen.
  - Übertragung auf künstliche Figuren ist anschließend möglich
    - Beispiel „Herr der Ringe“ (Figur *Gollum*)



2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

9

## Anwendung in der Computeranimation

- **Kamerabewegung ermitteln**  
anschließende Computeranimation mit dieser Kamerabahn erzeugt
  - Künstliche Szenen, in die Originalobjekte realistisch eingesetzt werden können



- Künstliche Objekte, die realistisch in eine original Szene eingesetzt werden können

Original



Mit  
Objekten



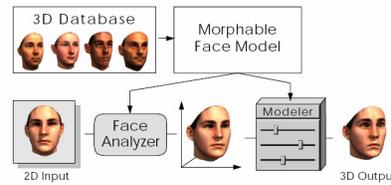
2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

10

## Anwendung in der Computeranimation

- Ein 3D-Modell kann nach bekannten Regeln verformt werden und neue Bilder erzeugt werden [66]
  - Neue Blickwinkel
  - Neue Beleuchtung
  - Gesichtsausdrücke



- Eine Filmsequenz kann erstellt werden z.B. sprechende historische Figuren!



2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

11

## Zusammenfassung

- Bildverarbeitung kann aus Bildern 3D-Szeneninformation rekonstruieren.
- Dies kann aus einzelnen, mehreren oder ganzen Sequenzen von Bildern geschehen
- Solche Szeneninformation kann 3D-Position und Oberflächenfarbe der Objekte umfassen aber auch Kameraparameter, Lichtrichtungen, etc.
- Der Bereich der Computergrafik oder Computeranimation kann diese Information zur Erzeugung von künstlichen Bildern verwenden
- Statt Erstellen von rein künstlichen Bildern wird oft animiertes Material mit den Originalbildern verschmolzen
- Dies ist ein sehr enger Zusammenhang zwischen Bildverarbeitung und Computergrafik, sie sind in gewisser Weise komplementär zueinander: Computergrafik erzeugt aus Szeneninformation Bilder, die Bildverarbeitung erzeugt aus Bildern Szeneninformation.

2.8.2007

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg SS 2007, Einheit 12

12

## Referenzen

---

Die Bilder wurden entweder selbst erstellt, Referenzen wurden bereits angegeben, stammen aus dem WBT/Skript von Frau Erhardt oder aus folgenden Quellen (identische Numerierung wie in Skript):

- [65] Firma Vitronic: <http://www.vitronic.com/>
- [66] T. Vetter, V. Blanz: „A Morphable Model for the Synthesis of 3D Faces“, SIGGRAPH, 1999.
- [67] Homepage von V. Blanz am MPI Saarbrücken: <http://www.mpi-sb.mpg.de/~blanz/>
- [68] T. Vetter, „Grundlagen der Bilderzeugung und Bildanalyse“, Vorlesung an der Universität Freiburg, 2001.