

Digitale Bildverarbeitung

Einheit 12

3D-Rekonstruktion

Lehrauftrag WS 06/07

Fachbereich M+I der FH-Offenburg



Dr. Bernard Haasdonk

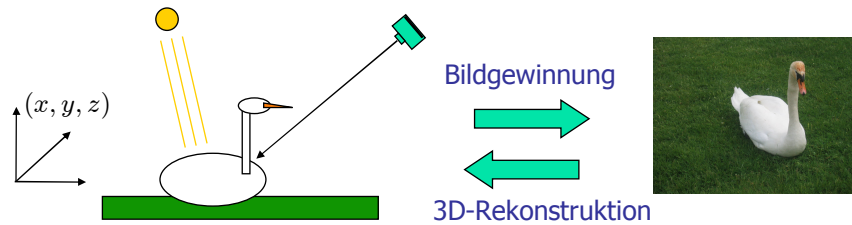
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

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

9.11.2006

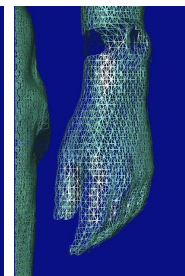
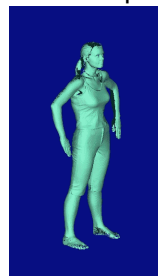
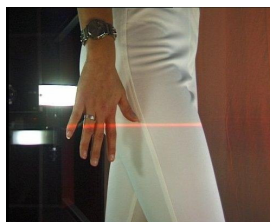
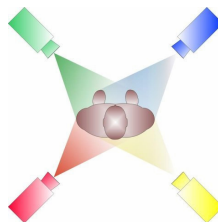
B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 06/07, Einheit 12

3

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
- Siehe Einheit 3 für weitere Beispiele



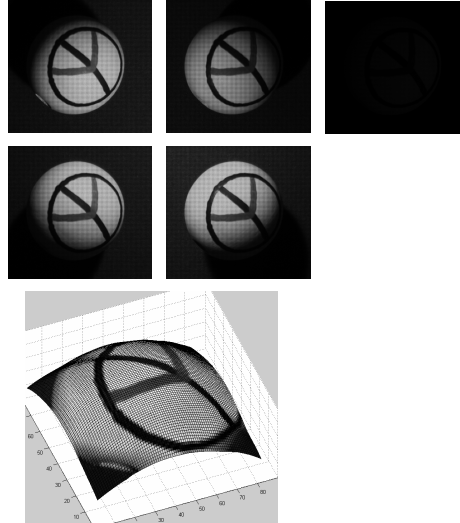
9.11.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 06/07, Einheit 12

4

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



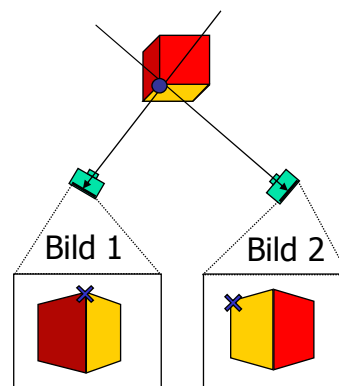
9.11.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 06/07, Einheit 12

5

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



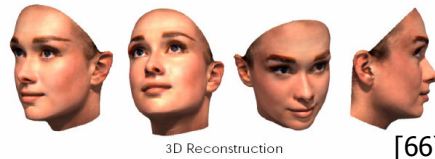
9.11.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 06/07, Einheit 12

6

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



9.11.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 06/07, Einheit 12

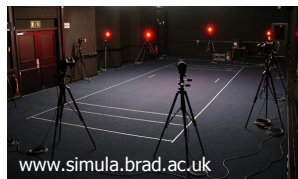
7

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*)



+



=



9.11.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 06/07, Einheit 12

8

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



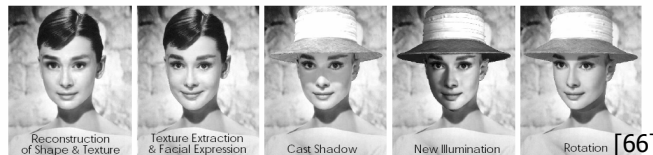
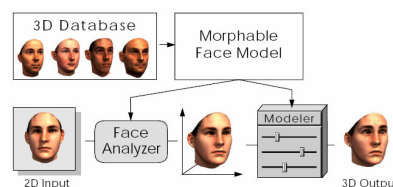
9.11.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 06/07, Einheit 12

9

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!**



9.11.2006

B. Haasdonk, Digitale Bildverarbeitung, FH Offenburg WS 06/07, Einheit 12

10

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.

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.