



Entwicklung einer robusten Methode zur Berechnung von Stereokorrespondenzen

Seminar - Wintersemester 2010/2011

**Fakultät Technik und Informatik
Department Informatik**

Gregory Föll

Übersicht

- **Rückblick**
- **Stereo Vision: Wiederholung**
- **PJ2 / Masterarbeit**

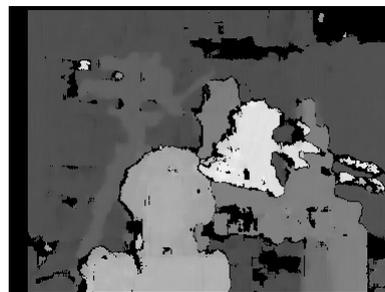
AW1

- ◆ *Zielsetzung:* Entwicklung einer Hinderniserkennung für das **FAUST-onyx**-Fahrzeug
- ◆ Untersuchung unterschiedlicher Methoden
- ◆ *Erkenntnis:* Stereo-Kamera basierte Verfahren besser für Hinderniserkennung geeignet als monokulare Ansätze

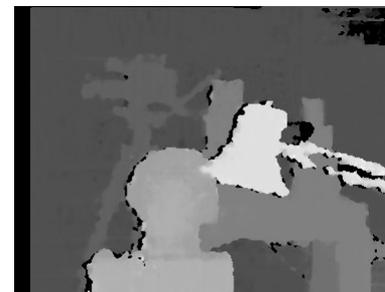


PJ1

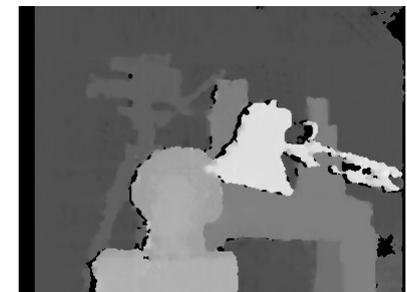
- Stereo Vision: Vergleich verschiedener Algorithmen zur Lösung des Korrespondenzproblems
- *Erkenntnis*: Alle untersuchten Verfahren erzeugen unsaubere Disparitätskarten bei realem Bildmaterial
- *Zielsetzung für PJ2 / Masterarbeit*: Entwicklung einer eigenen Methode zur Lösung des Korrespondenzproblems in Stereoaufnahmen



BM



SGBM



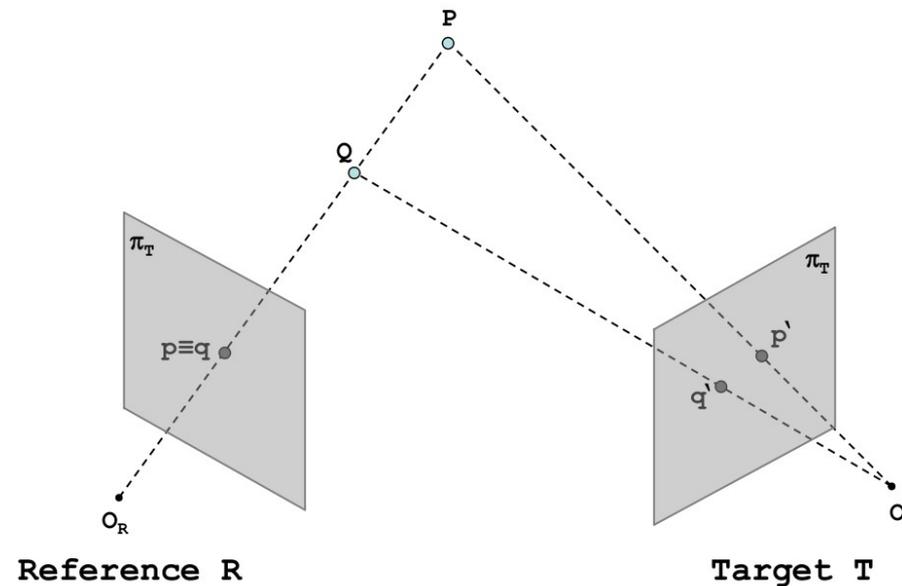
HH

Übersicht

- Rückblick
- **Stereo Vision: Wiederholung**
- PJ2 / Masterarbeit

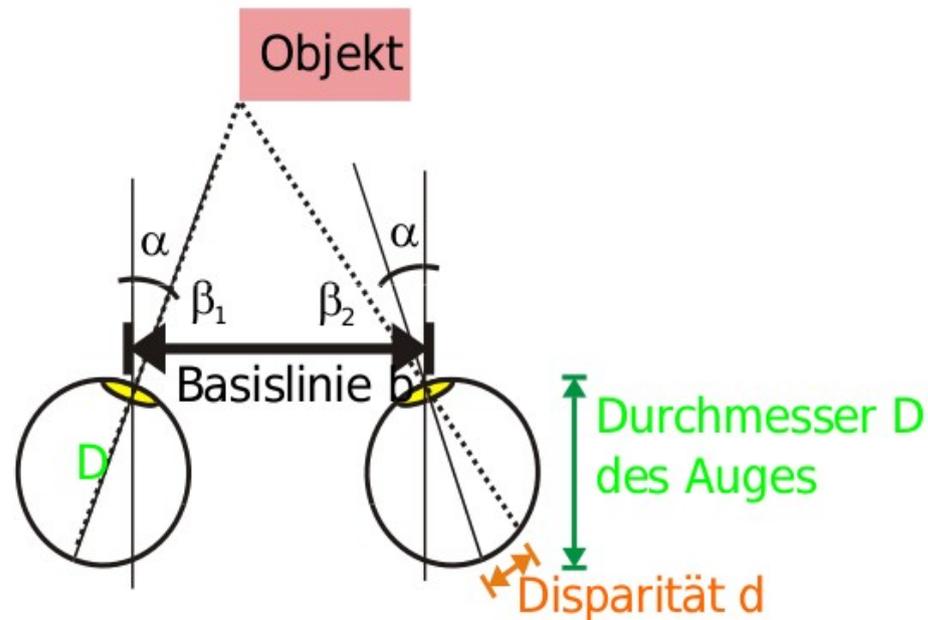
Stereo Vision

- Gleichzeitige Aufnahme eines Objekts aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln
- Berechnung der räumlichen Ausdehnung des Objekts mittels der Unterschiede in den beiden Aufnahmen



Triangulation

- Bestimmen des Dreiecks durch zwei Winkel und eine Seite
- Winkel: Kombination zwischen Fokussierungsrichtung und Disparität
- Seite: Basislinie (Abstand zwischen Linsenzentren)



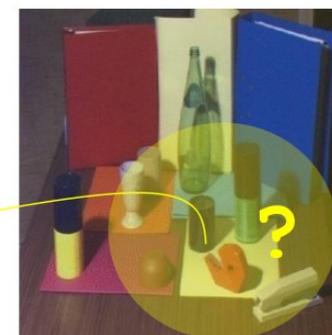
Korrespondenzproblem

Welche Pixel im Bild R stimmen mit welchen Pixeln im Bild T überein?

2D-Suchraum?



Reference (R)



Target (T)

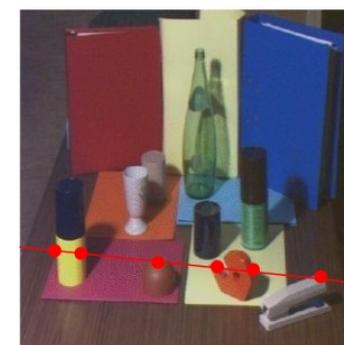
Nein!

Jeder Ort P im Bild R kann nur Orte im Bild T zeigen, die auf einer Linie liegen, die die Projektion von P nach T ist

Diese Linie heißt Epipolarlinie und beschränkt die Suche nach Korrespondenzpaaren auf einen 1D-Suchraum

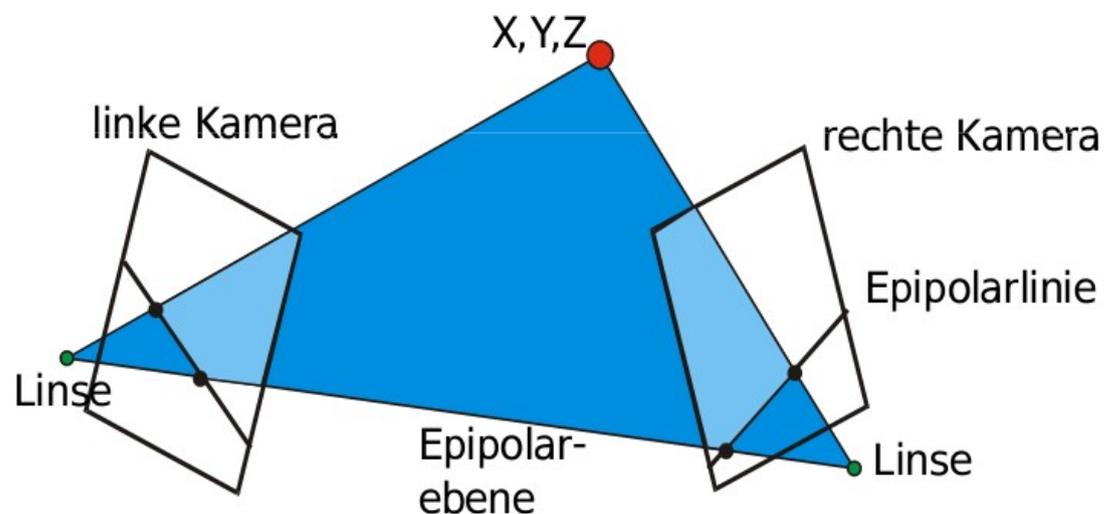


Reference (R)



Target (T)

Epipolarebene

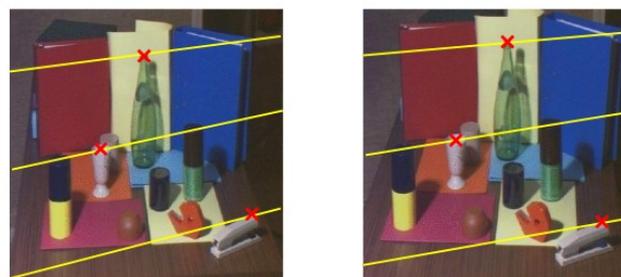
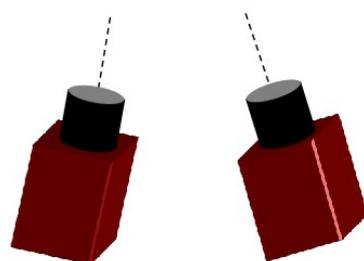


Die Ursprungsorte der beiden Kamerakoordinatensysteme und ein beliebiger Punkt im 3D-Raum, bestimmen eine Epipolarebene

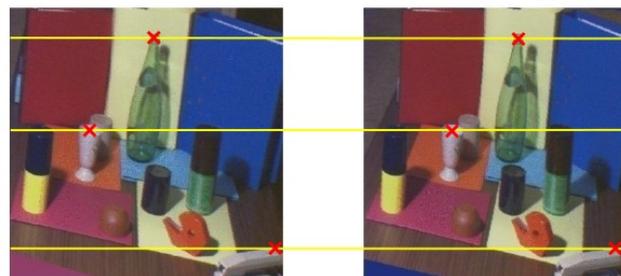
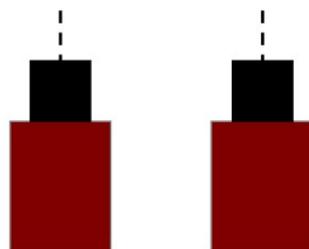
Jeder Punkt in dieser Ebene wird auf dieselben beiden Epipolarlinien in den beiden Bildern projiziert

Standardform / kanonische Stereogeometrie

Zur Vereinfachung wird das Stereobild so transformiert, als ob die optischen Achsen der beiden Kameras parallel zueinander sind und in derselben Ebene liegen:



Original stereo pair

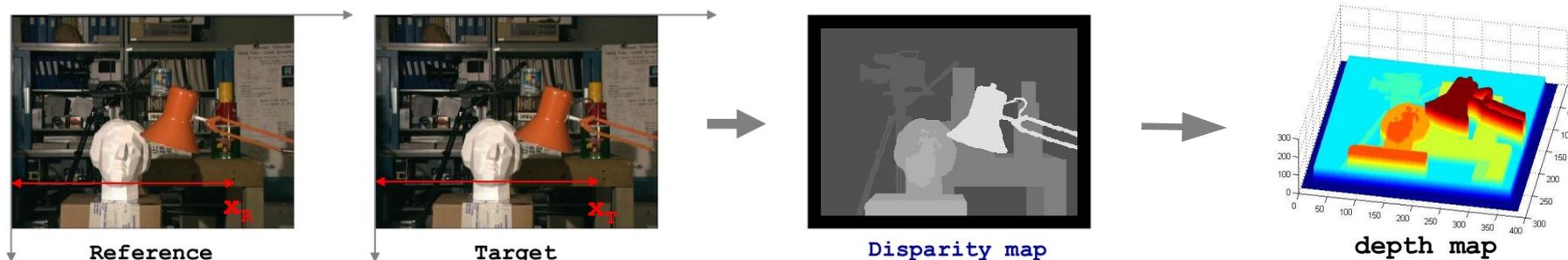


Stereo pair in standard form

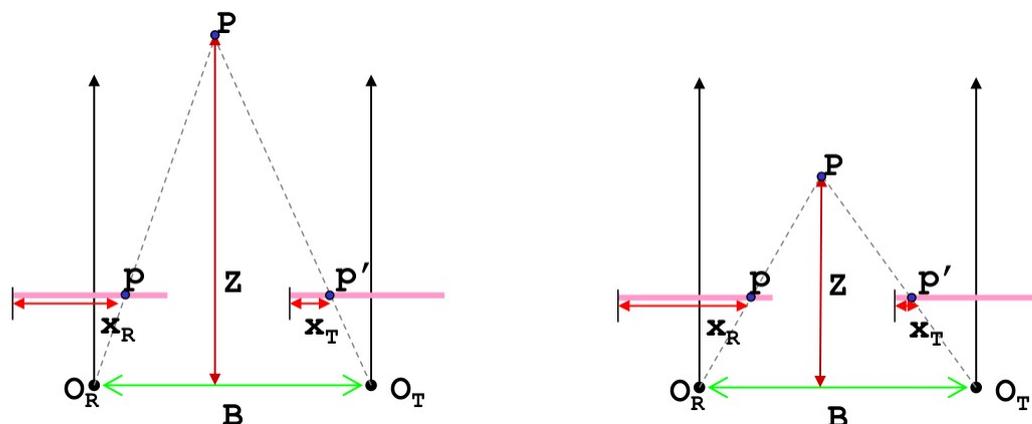
Danach liegen Punkte beider Bilder mit gleichem y-Wert auf der gleichen Epipolarlinie

Disparität und Tiefe

Die Disparität ist der Unterschied der x-Koordinaten zwei korrespondierender Punkte ($x_r - x_t$). Sie wird als Graustufenbild kodiert, wobei hellere Bereiche näher dran sind, daraus kann dann eine Tiefenkarte berechnet werden



Je näher ein Punkt an der Kamera liegt, desto größer ist die Disparität



Problem

Verzerrungen und Rauschen



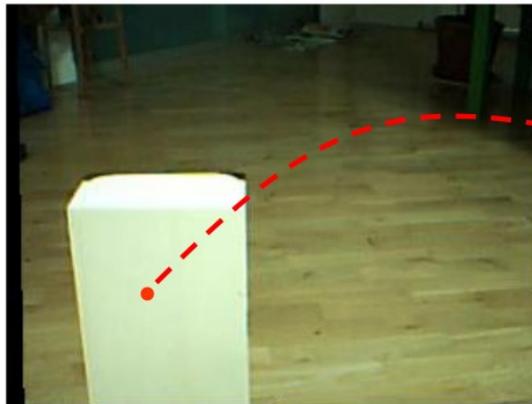
Spiegelnde Oberflächen



Verschiedene Ansichten



Homogene Oberflächen



Übersicht

- **Rückblick**
- **Stereo Vision: Wiederholung**
- **PJ2 / Masterarbeit**

Anforderungen an die zu entwickelnde Methode

- Gute Ergebnisse bei realem Bildmaterial (innen/außen)
- Möglichst robust gegenüber Rauschen, Spiegelungen und homogenen Flächen
- Automatische Anpassung der Disparitäten an die Distanzen ohne aufwändige Bildanalysen
- Geschwindigkeit des Verfahrens ist zunächst nicht von Bedeutung

Möglicher Ansatz

- Auffinden einiger zuverlässiger Korrespondenzen
- Anhand der gefundenen Korrespondenzen das Bild in kleine Bereiche aufteilen und zwar so, dass jeder Bereich in beiden Bildern eine (dieselbe) Ebene beschreibt
- Korrespondenzen für jeden Pixel jeder gefundenen Ebene mit der projektiven Transformation berechnen
- Verbleibende Korrespondenzen mit Hilfe von dynamischer Programmierung finden

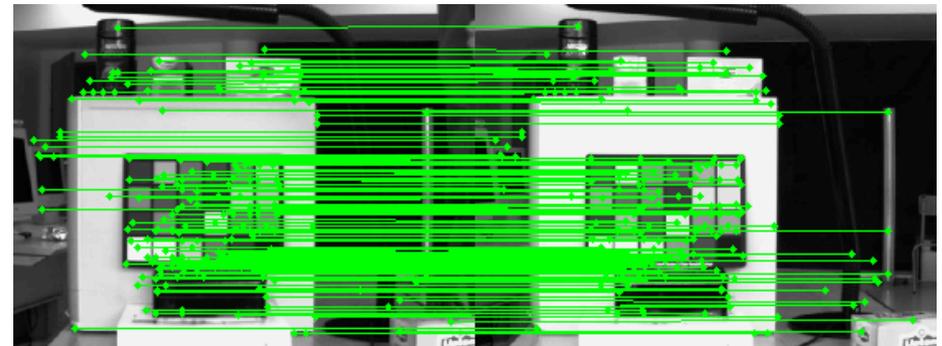
Merkmalsextraktion

- ◆ Im ersten Schritt wird ein Satz zuverlässiger Korrespondenzen mit Hilfe von **SIFT** oder **SURF** bestimmt
- ◆ SIFT und SURF sind Algorithmen, die Merkmale in Bildern bestimmen können. Die extrahierten Merkmale sind invariant gegenüber Rauschen, Beleuchtung, Skalierung, Translation und Rotation
- ◆ Gefundene Korrespondenzen müssen anschließend mit einem geeigneten Verfahren verifiziert werden (z.B. mit dem RANSAC-Algorithmus)

Reference Image: features 370

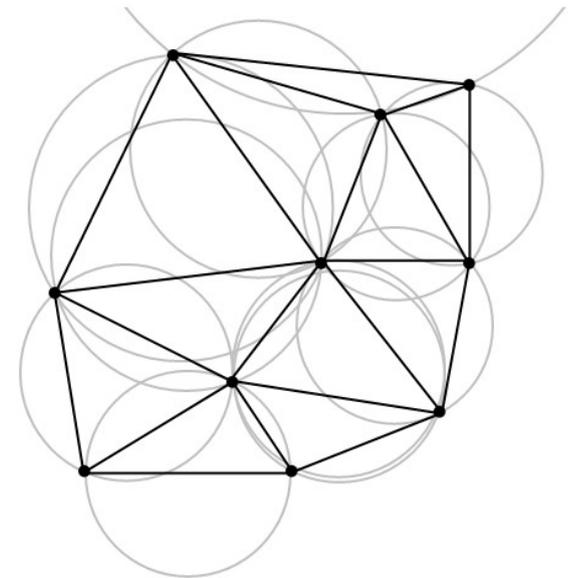


Second Image: features 345



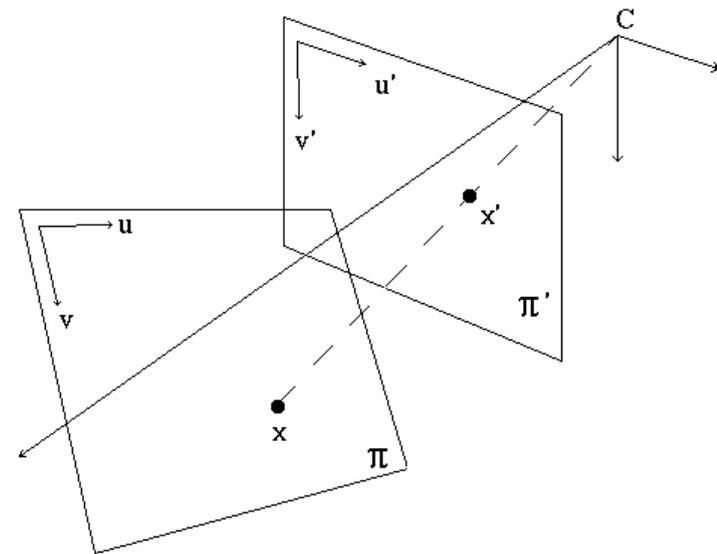
Bildsegmentierung

- **Delaunay-Triangulation** wird eingesetzt, um das Bild anhand der, durch SIFT/SURF, gefundenen korrespondierenden Punkte in kleine Bereiche zu unterteilen
- Mit dem Verfahren der Delaunay-Triangulation wird eine Punktmenge so zu Dreiecken vernetzt, dass innerhalb des Kreises, auf dem die drei Dreieckspunkte liegen, keine anderen Punkte enthalten sind
- Anschließend muss mit einem geeigneten Verfahren geprüft werden, ob die gebildeten Bildbereiche lokal eine Ebene beschreiben



Projektive Transformation

- Die einzelnen Bildsegmente können nun mit Hilfe der projektiven Transformation (Planar Homography) von der ersten Bildansicht zur zweiten komplett übertragen werden
- Die 3x3 Transformationsmatrix kann aus mindestens vier Punktkorrespondenzen berechnet werden



Finden verbleibender Korrespondenzen

- ◆ Einige Stereokorrespondenzalgorithmen basieren auf dynamischer Programmierung (DP) und sind damit sehr erfolgreich
- ◆ Für einen DP-Ansatz muss eine passende Kostenfunktion definiert werden
- ◆ Durch die projektive Transformation werden bereits viele zuverlässige Korrespondenzen gefunden. Die gefundenen Punkte sollen den DP-Algorithmus stabilisieren und da weniger Punkte berechnet werden müssen, auch beschleunigen
- ◆ Da durch die projektive Transformation ganze Bildbereiche über mehrere Zeilen zuverlässig gemappt werden, entfällt die aufwändige und oft nicht mögliche Anpassung der Disparitäten

Fragen...