

# 3D-Deskriptoren für Aufgaben der Rekonstruktion und Objekterkennung

*Christian Lengert*

SEMINAR "‘Rechnersehen’"

Computervision Group · FSU Jena  
20. Juni 2017

# Vortragsgliederung

## Einführung

- Objekterkennung
- Rekonstruktion

## Eigenschaften

- Struktur
- Schwierigkeiten

## Auswahl

- Spin Images
- Point Signatures
- Exponential Mapping
- Exponential Mapping
- SHOT

## Vergleich

- Bewertung
- Ergebnisse

# Unique Signatures of Histograms for Local Surface Description

- Federico Tombari
- Samuele Salti
- Luigi Di Stefano
- University of Bologna
- 2010

## Unique Signatures of Histograms for Local Surface Description

Federico Tombari, Samuele Salti, and Luigi Di Stefano

CVLab - DEIS, University of Bologna,

Viale Risorgimento, 2 - 40135 Bologna, Italy

`{federico.tombari,samuele.salti,luigi.distefano}@unibo.it`

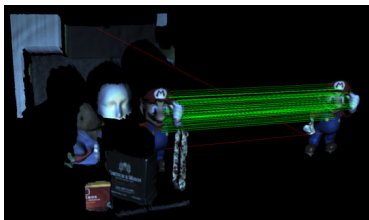
<http://www.vision.deis.unibo.it>



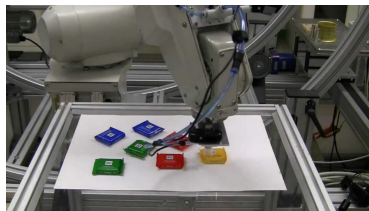
# Objekterkennung

Finde bekanntes Objekt in einer Szene:

1. Berechne Deskriptoren für Modell
2. Berechne Deskriptoren für Szene
3. Vergleiche berechnete Deskriptoren



(a) Finde Objekt



(b) Bestimme Lage.

# Rekonstruktion

**Genauigkeit** von verwendeten Verfahren nicht ausreichend.

**Textur** ist von entscheidender Bedeutung

**Interpolation** von gewonnenen Bildpunkten.

**Besseres** Modell der Umgebung

- Automatisierte Baumaschinen
- Automatische Landung von Raumsonden

**Daten** von mehreren Sensoren/Verfahren.

**Kombination** zu einer einzigen Punktwolke

## Einführung

Objekterkennung

Rekonstruktion

## Eigenschaften

Struktur

Schwierigkeiten

## Auswahl

Spin Images

Point Signatures

Exponential Mapping

Exponential Mapping

SHOT

## Vergleich

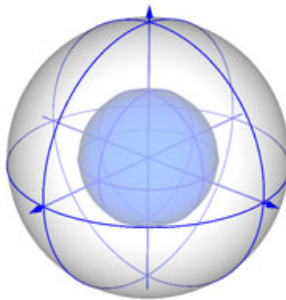
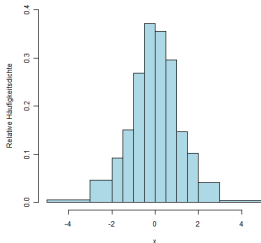
Bewertung

Ergebnisse

# Was gehört dazu?

**Feature Selection** Welche Punkte sind *repräsentativ* für das Objekt/die Szene?

1. **Reference Frame/Axis** Welche *Referenz* wird für die Nachbarschaft gewählt
2. **Histogramm/Signatur** Welche *Berechnungsvorschrift* wird ausgeführt?
3. **Matching-Phase** Wie werden berechnete Deskriptoren verglichen?





# Was sind die Schwierigkeiten?

- Geometrische Transformationen** Rotation und Translation sollen möglichst geringen Einfluss auf das Ergebnis haben.
- Skalierung** Ein in der Größe skaliertes Objekt soll die selbe Deskription erhalten.
- Punktdichte** Unterschiedliche Sensoren und Blickwinkel führen zu Schankungen.
- Clutter** Viele Objekte, ein Durcheinander
- Verdeckung** Objekte verdecken andere
- Vorzeichen** Eindeutigkeit des Referenzsystems.

## Einführung

Objekterkennung

Rekonstruktion

## Eigenschaften

Struktur

Schwierigkeiten

## Auswahl

Spin Images

Point Signatures

Exponential Mapping

Exponential Mapping

SHOT

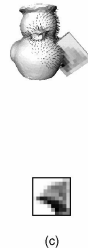
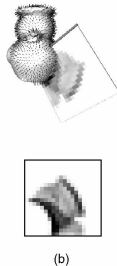
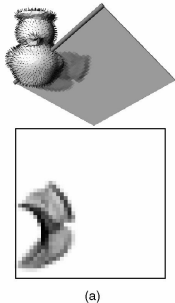
## Vergleich

Bewertung

Ergebnisse

# Spin Images (1999) Johnson & Herbert

- Berechne Oberflächennormale im Zielpunkt → Referenzachse
- Spanne Zylinder  $z = (r, h)$  um RA auf
- rotiere **Histogramm** um RA
- Zähle Punkte auf "Umlaufbahn"  $r, h \rightarrow$  Spin-Image
- Wähle dabei nur Punkte, deren Normale maximal einen gewählten Winkel von der Punktnormale abweicht



# Spin Images (1999) Johnson & Herbert

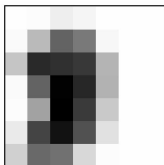
**Parameter** Zylinderradius und -höhe, Normalenschwellenwert, Histogrammauflösung

**Referenz**

- Referenzachse in Punktnormale
- Nicht eindeutig aufgrund des Vorzeichens

**Berechnungsmethode** Histogramm

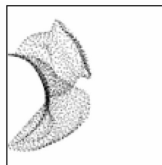
**Vergleich** Korrelation



(a)



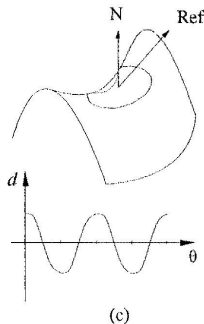
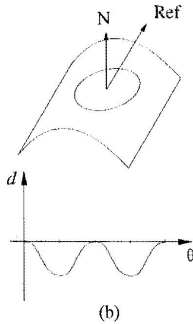
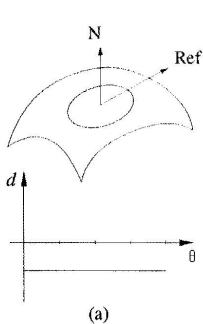
(b)



(c)

## Point Signatures (1996) Chua & Jarvis

- Berechne Oberflächennormale im Zielpunkt  $p \rightarrow N$
- Lege Sphäre mit Radius  $r$  um  $p$
- Schneide Sphäre mit Oberfläche  $\rightarrow$  3D-Kurve  $C$
- Approximiere tangentielle Ebene an  $p \rightarrow P'$
- Projiziere  $C$  auf  $P' \rightarrow$  planare Kurve  $C'$
- Wähle Referenzwinkel  $\Theta_0$  nach dem höchsten Wert in  $C'$



# Point Signatures (1996) Chua & Jarvis

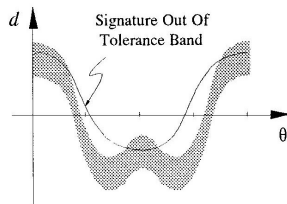
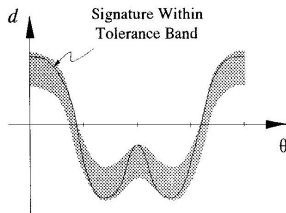
Parameter      Sphärenradius, Schwellenwert

Referenz      

- Referenzrahmen, Normale und Startwinkel, Anzahl der Skalen
- Variant gegenüber Skalierung, da fester Radius  
→ berechne mit mehreren Radien pro Modell

Berechnungsmethode      Signatur

Vergleich       $|d_1(\Theta_i) - d_2(\Theta_i)| > \epsilon$



# Exponential Mapping (2008) Novatnack & Nishino

- Wähle eine sphärische Nachbarschaft mit Radius  $\sigma$  für den Zielpunkt  $p$
- Berechne für jeden Nachbarn die geodätischen Koordinaten  $\mathbb{G}(u, v) = (d_g(u, v), \Theta_\tau(u, v))$
- Fasse die für jeden Nachbarn berechneten Tupel als skalenabhängigen Deskriptor  $G_p^\sigma$  zusammen.
- Berechne  $G_p^\sigma$  für mehrere  $\sigma$  pro Punkt um skalenunabhängigen Deskriptor zu erzeugen.



# Exponential Mapping (2008) Novatnack & Nishino

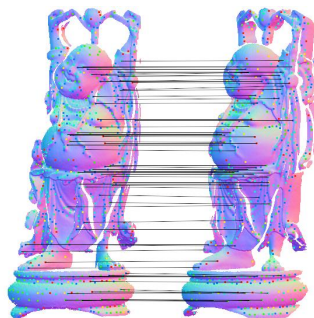
Parameter    Anzahl der Skalen, Sphärenradien

Referenz    

- Referenzrahmen
- Variant gegenüber Skalierung, da fester Radius  
→ berechne mit mehreren Radien pro Modell

Berechnungsmethode    Signatur

Vergleich    Normalisierte Kreuzkorrelation





# Signatures of Histogramms of Orientations

SHOT (2010) Tombari, Salti & Stefano

# SHOT (2010) Tombari, Salti & Stefano

## Einführung

Objekterkennung

Rekonstruktion

## Eigenschaften

Struktur

Schwierigkeiten

## Auswahl

Spin Images

Point Signatures

Exponential Mapping

Exponential Mapping

SHOT

## Vergleich

Bewertung

Ergebnisse

# Im Experiment

Feature Points per Model 1000

## Versuch 1

- 6 Modelle aus Stanford 3D Scanning Repository
- Mit jeweils einigen Modellen 45 Szenen erzeugt
- 45 Szenen mit Gaussrauschen versetzt ( $\sigma \in 0.1, 0.2, 0.3$ ).

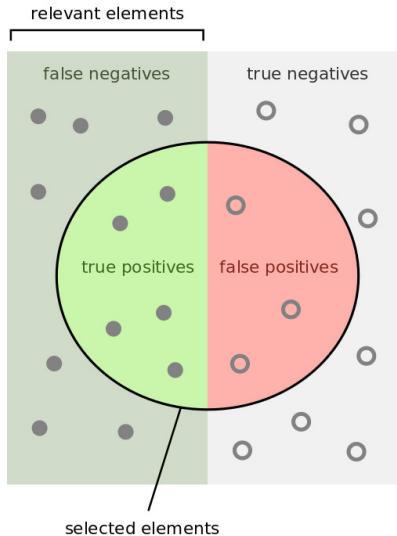
## Versuch 2

- Szenen aus Versuch 1
- Subsampling  $f = \frac{1}{8}$

## Versuch 3

- 8 Modelle, im Labor erzeugt mit Spacetime-Stereo.
- 15 Szenen, die jeweils zwei der acht Objekte enthalten.

# False-Positives?



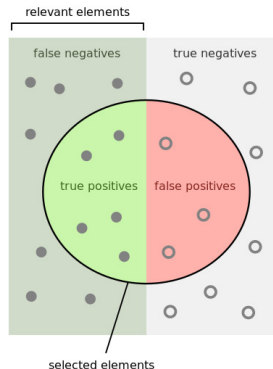
# Die Maße: Precision und Recall

Wie viele der gelieferten  
Muster sind relevant?

$$Precision = \frac{|TP|}{|TP| + |FP|}$$

Wie viele der richtigen Muster  
wurden geliefert?

$$Recall = \frac{|TP|}{|TP| + |FN|}$$



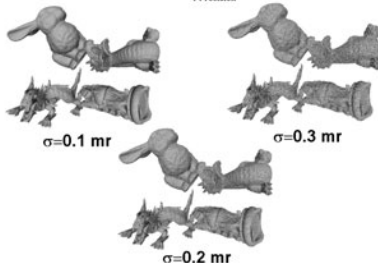
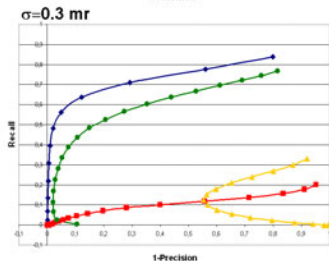
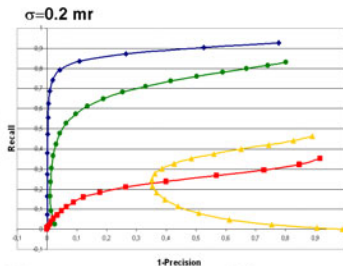
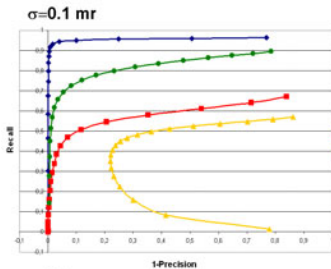
How many selected  
items are relevant?



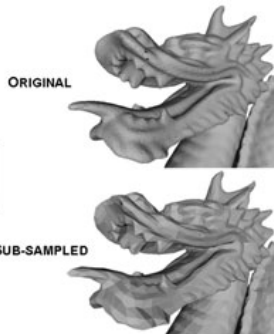
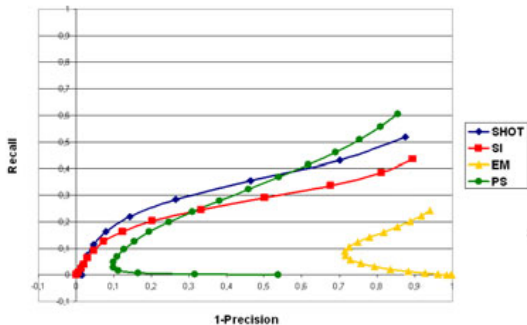
How many relevant  
items are selected?



# Ergebnis: Versuch 1

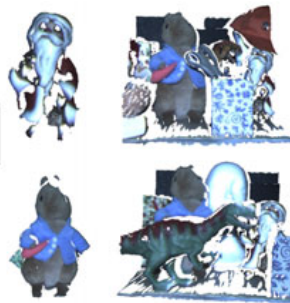
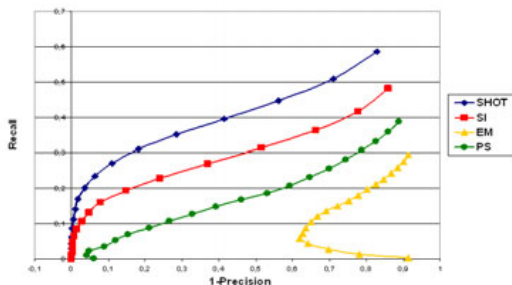


## Ergebnis: Versuch 2





# Ergebnis: Versuch 3



# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit