

Navigation anhand natürlicher Landmarken mit Hilfe der „Scale Invariant Feature Transform“

Thorsten Jost
INF-M2 – AW1 – Sommersemester 2008
27. Mai 2008

Agenda

- ▶ Motivation
- ▶ „Feature Detection“
- ▶ Beispiele
- ▶ Posenbestimmung in Räumen
- ▶ Literatur

Motivation

- ▶ **Bildverarbeitung ist weit verbreitet**
 - ▶ Industrie
 - ▶ Forschung
 - ▶ Security
 - ▶ Vermessung
- ▶ **Extraktion von Information**
- ▶ **Teilgebiet: Objekterkennung**

Motivation

- ▶ **Aufgaben der Objekterkennung**
 - ▶ Wiederfinden (Segmentieren)
 - ▶ Identifizieren
 - ▶ Lage, Orientierung
 - ▶ Positionsbestimmung

Motivation

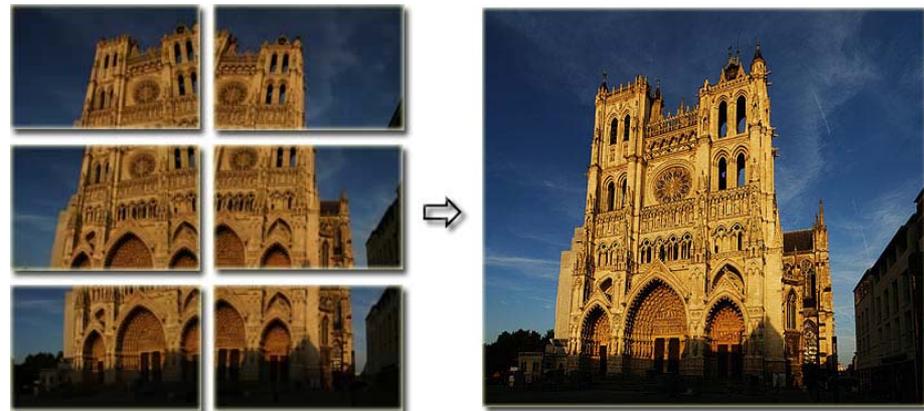
- ▶ Ansprüche an Objekterkennung
 - ▶ Invarianz gegenüber
 - ▶ Position, Drehung, Größe
 - ▶ Affine und 3D Transformation
 - ▶ Verdeckung
 - ▶ Rauschen, Helligkeit
 - ▶ Geschwindigkeit
 - ▶ Echtzeit

Motivation

- ▶ **Mögliche Einsatzgebiete**

- ▶ Objekterkennung

- ▶ Stitching



- ▶ Rescue

- ▶ Infotainment

- ▶ **Autonome Navigation!**

- ▶ ...

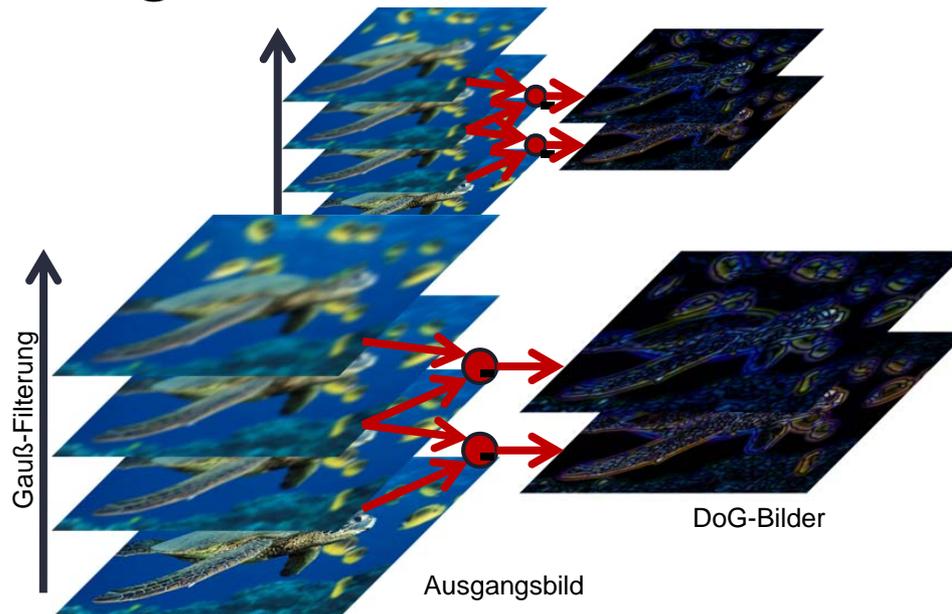
„Feature Detection“

► Verknüpfung von Bildpunkten in Bildpaaren

#	x links	y links	x rechts	y rechts	Ausrichtung	Abstand
1061	1060,86	488,62	1041,30	12,38	normal	0,00
1062	1415,58	507,15	1408,14	35,61	normal	0,00
1063	1008,87	553,34	985,59	81,27	normal	0,00
1064	701,50	617,15	669,52	146,10	normal	0,00

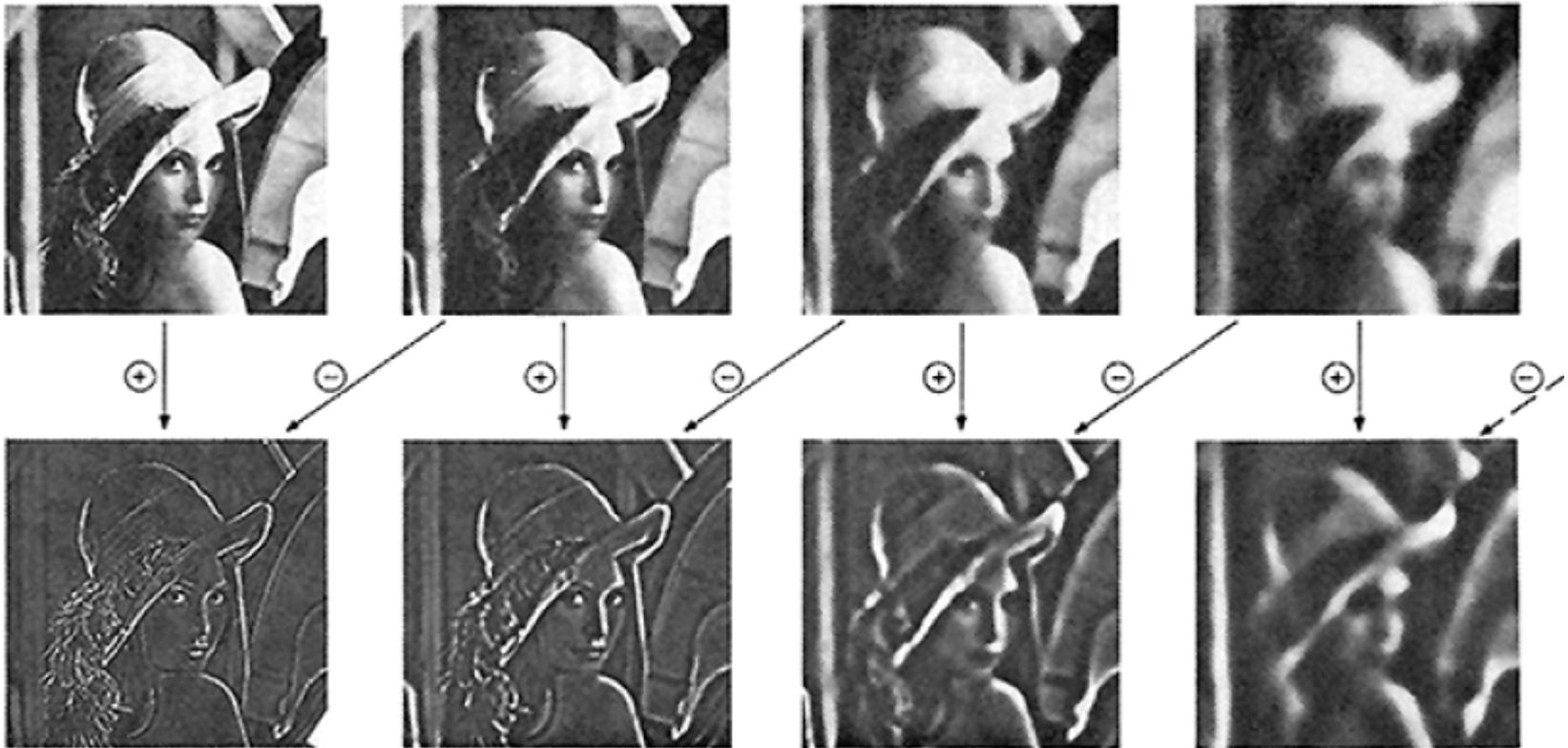
„Feature Detection“

- ▶ Laplace-Pyramide
- ▶ Suche nach *markanten* Bildpunkten (Keypoints)
- ▶ Berechnung von DoG-Bildern, Difference of Gaussian



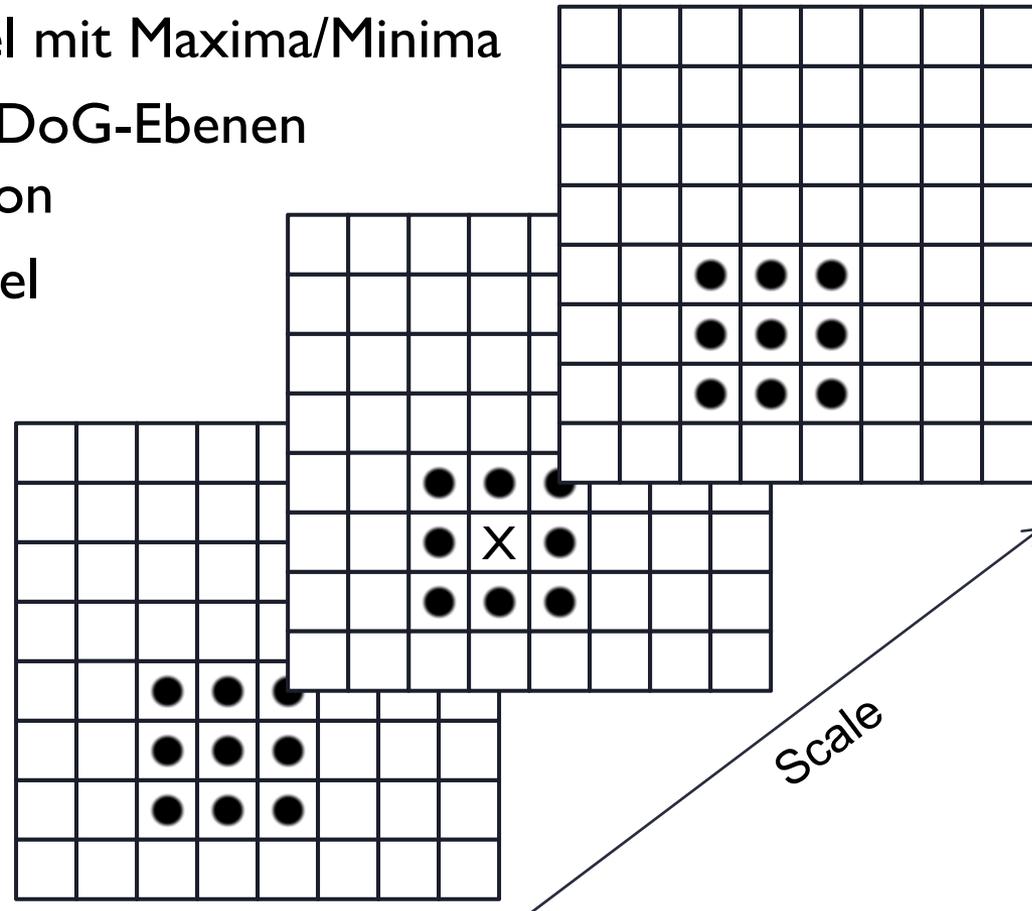
„Feature Detection“

► Beispiel



„Feature Detection“

- ▶ Keypoints sind Pixel mit Maxima/Minima
- ▶ Innerhalb von drei DoG-Ebenen und einer 3x3 Region
- ▶ 26 benachbarte Pixel
- ▶ ca. 1000 Keypoints (512x512 Image)

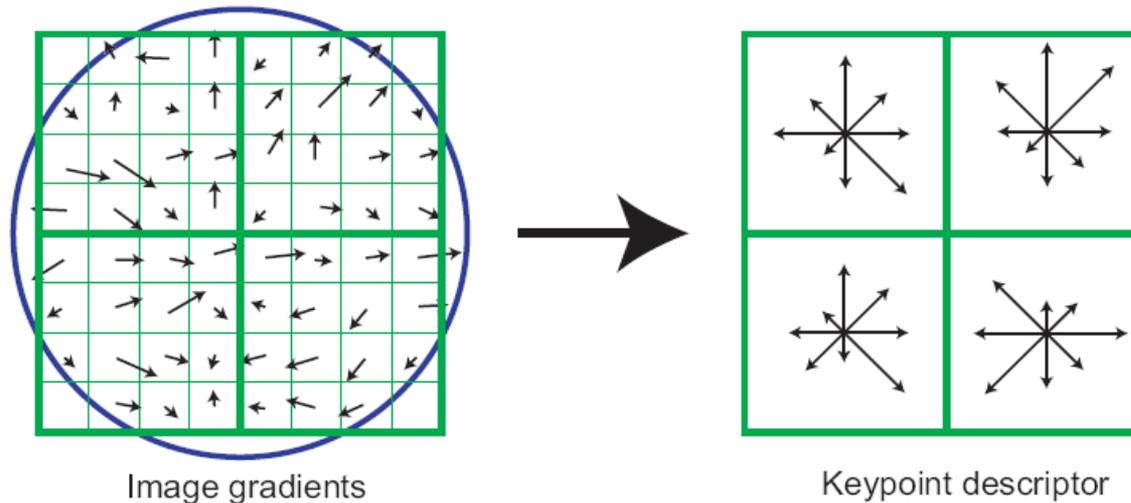


„Feature Detection“

- ▶ Charakterisierung der Keypoints erforderlich
- ▶ Durch Gradientenbetrag und –richtung
- ▶ Werte werden in Histogramm akkumuliert
 - ▶ 36 „Behälter“ → ein Behälter 10% des Vollkreises
- ▶ Normierter Gradientenbetrag
 - ▶ → Belichtungs-Invarianz
- ▶ Der höchste Wert bestimmt die Orientierung des Keypoint
 - ▶ → Rotations-Invarianz

Lokale Abbildungs-Beschreibung

- ▶ Funktionsweise ähnlich der von Säugetieren
 - ▶ Visueller Cortex
- ▶ Gradienten-Richtungshistogramm
- ▶ SIFT-Key Vektor hat 160 Dimensionen!
 - ▶ $8 \times 4 \times 4 + 8 \times 2 \times 2$ (2 Oktaven)



Indizieren und Abgleichen

- ▶ Hohe Komplexität für eine genaue Lösung
 - ▶ da hohe Dimension des Feature-Vectors
- ▶ Best-Bin-First Such Algorithmus
 - ▶ Hat k-d-Baum als Grundlage
- ▶ Hohe Gewichtung der größeren Skalierung
 - ▶ Laplace-Pyramide
- ▶ Hough-Transformation bestätigt bestimmte Model-Posen

Indizieren und Abgleichen

- ▶ **Verlässliche Erkennung schon mit drei Features!**
- ▶ **Jeder Key-Point besitzt vier Parameter**
 - ▶ 2D Koordinaten, Orientierung, Skalierung
- ▶ **Model-Keys beinhalten relative Parameter zum Model-Koordinatensystem**

Beispiele



Beispiele

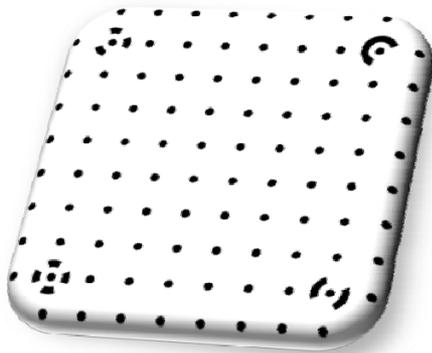


Beispiele



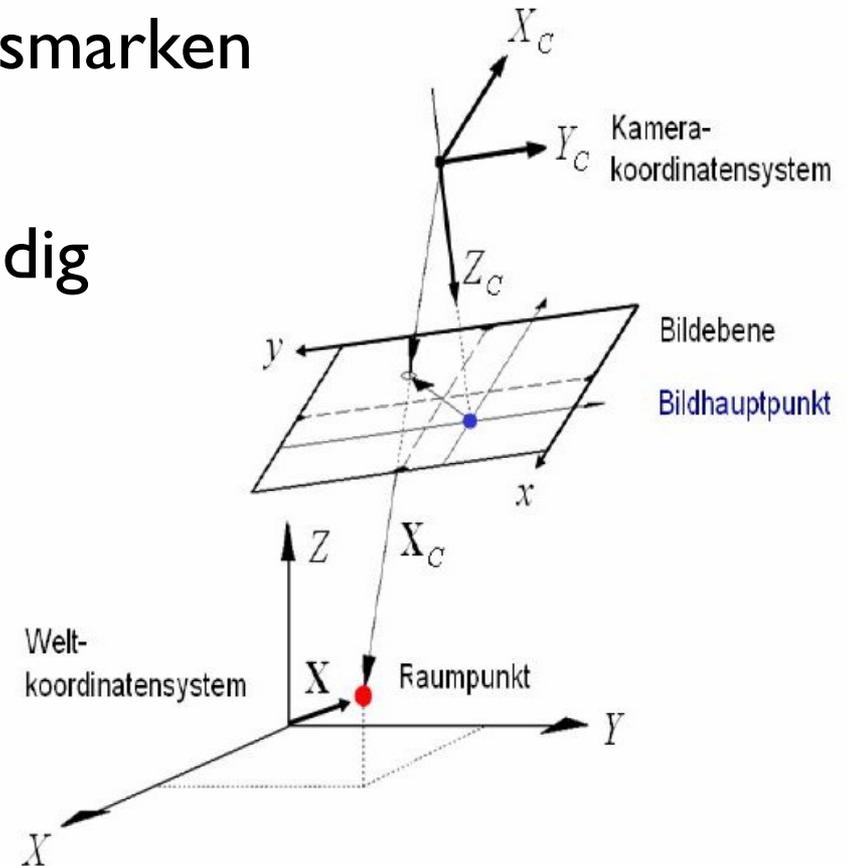
Posenbestimmung in Räumen

- ▶ Bestimmung anhand von Passmarken
- ▶ Vorgegebene Datenbank
- ▶ Initiale Kalibrierung Notwendig



$$u = \Delta u_H + u^Z = \Delta u_H - c \cdot \frac{r_{11}(x - t_x) + r_{12}(y - t_y) + r_{13}(z - t_z)}{r_{31}(x - t_x) + r_{32}(y - t_y) + r_{33}(z - t_z)}$$

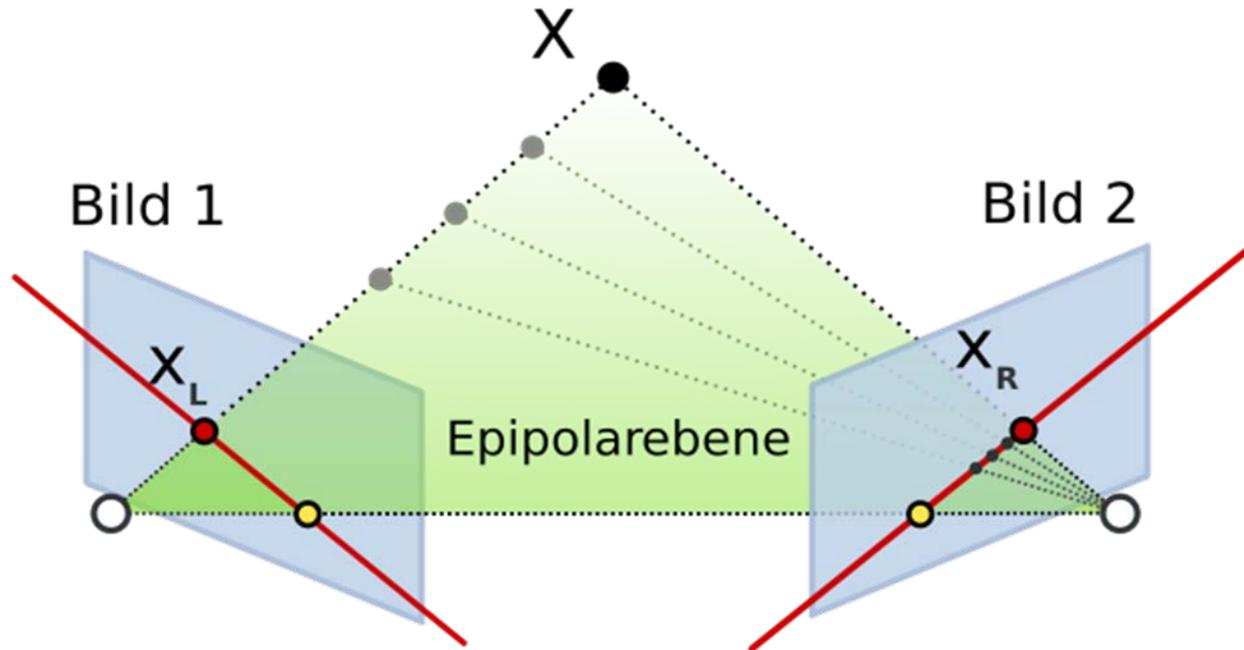
$$v = \Delta v_H - v^Z = \Delta v_H + c \cdot \frac{r_{21}(x - t_x) + r_{22}(y - t_y) + r_{23}(z - t_z)}{r_{31}(x - t_x) + r_{32}(y - t_y) + r_{33}(z - t_z)}$$



Posenbestimmung in Räumen

- ▶ SLAMB = Simultaneous Localization And Map Building
- ▶ Lokalisierung mit SIFT Features
- ▶ Stereo Kamera System
- ▶ Erzeugung von „Landmarks“
- ▶ Ego-Motion Bestimmung durch Kleinste Quadrate-Minimierung

Posenbestimmung in Räumen



● Bildpunkt	— Epipolarlinie
● Epipol	○ Kamera-Projektionszentrum

Posenbestimmung in Räumen

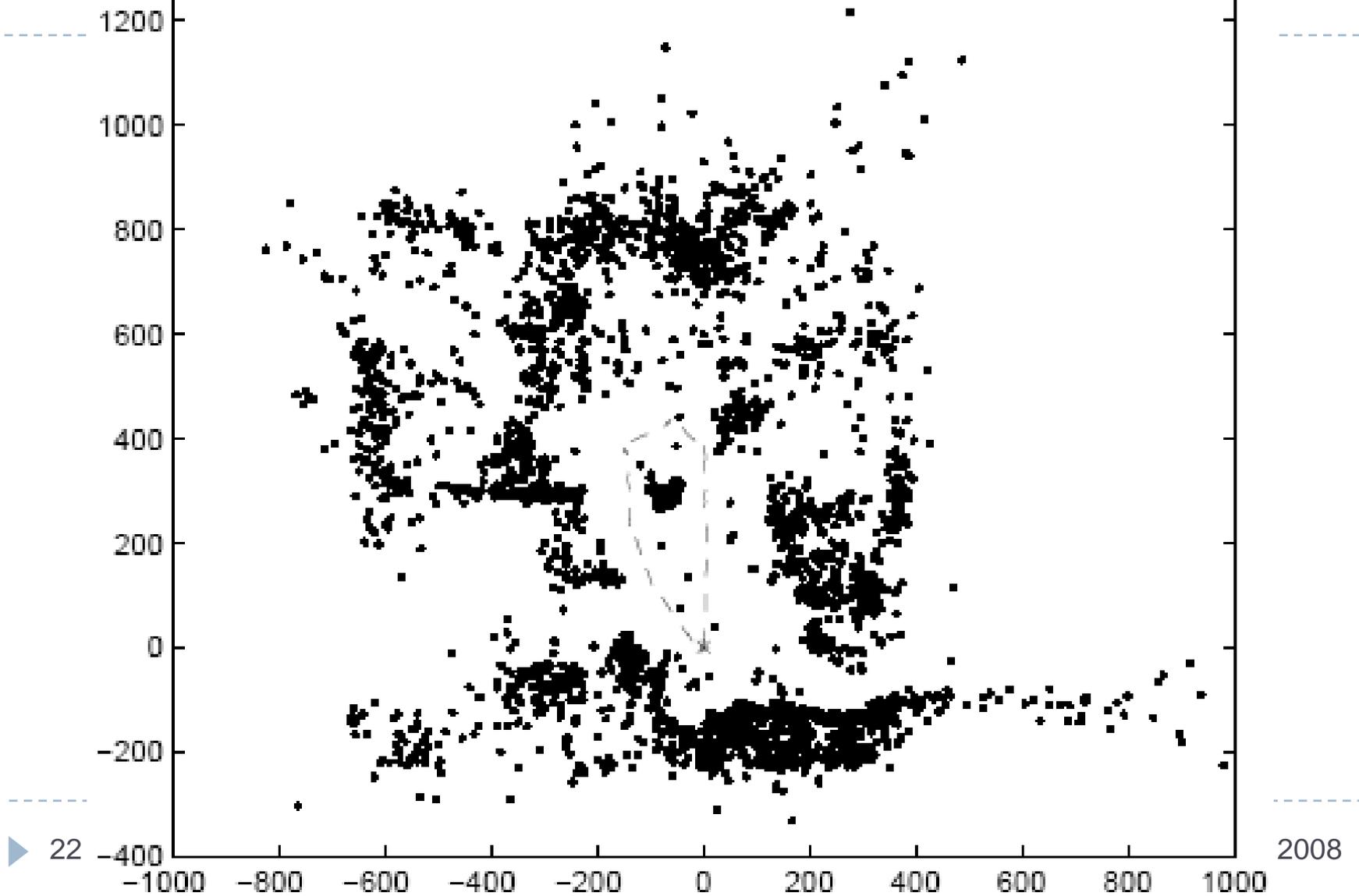




In



en Hamburg
r of Applied Sciences



Literatur

Object Recognition from Local Scale-Invariant Features

David G. Lowe (1999)

Local Feature View Clustering for 3D Object Recognition

David G. Lowe (2001)

Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints

David G. Lowe (2004)

Vision-based Mobile Robot Localization And Mapping using Scale-Invariant Features

Stephen Se, David Lowe, Jim Little (2001)

http://en.wikipedia.org/wiki/Scale-Invariant_Feature_Transform

Mai 2008

<http://user.cs.tu-berlin.de/~nowozin/autopano-sift>

Mai 2008

<http://www.cs.ubc.ca/~mbrown/autostitch/autostitch.html>

Mai 2008
