
Suche nach korrespondierenden Pixeln

Seminar
Algorithmen zur Erzeugung
von Panoramabildern

Philip Mildner, 16. April 2008

Gliederung

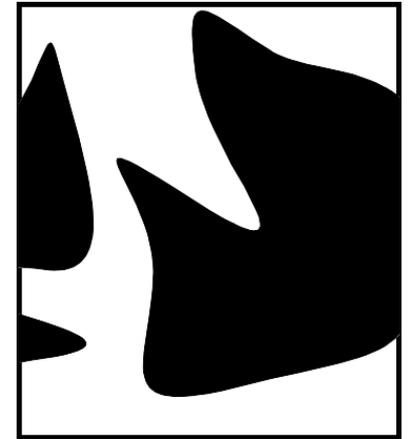
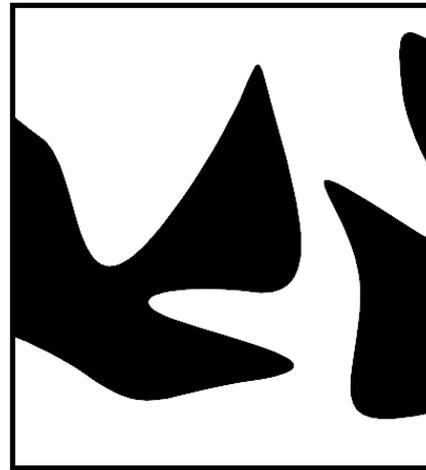
1. Motivation
2. Anforderungen
3. Moravec Detektor
4. Harris Detektor
5. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)
6. Schlussbemerkungen

Gliederung

1. Motivation
2. Anforderungen
3. Moravec Detektor
4. Harris Detektor
5. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)
6. Schlussbemerkungen

Ausgangspunkt

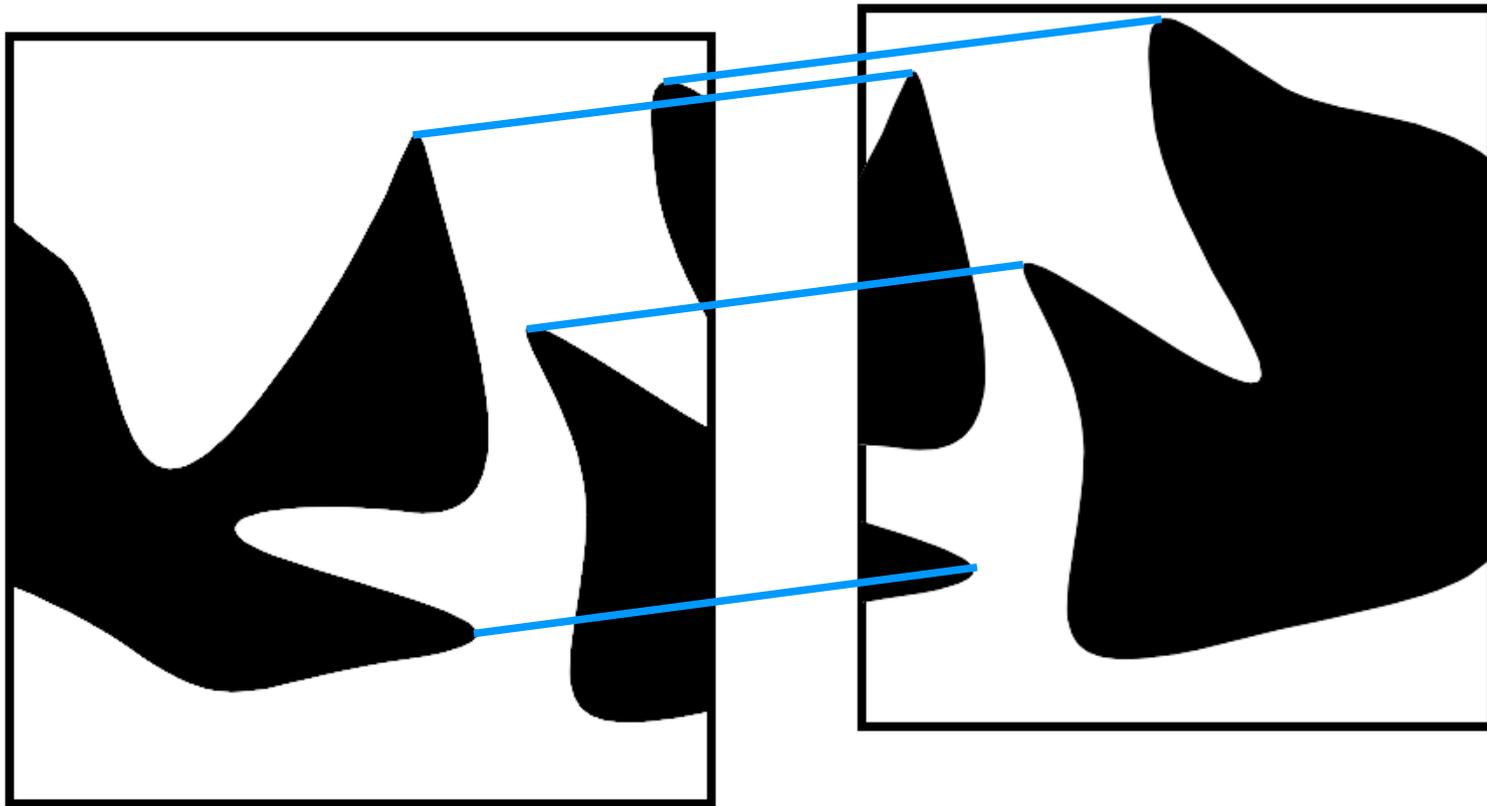
- Mehrere Bilder, die sich in Bereichen überlappen



- Naiver Ansatz:
 - Schiebe Bilder übereinander, bis Summe der Pixeldifferenzen minimal ist
 - Sehr anfällig gegenüber Störungen
 - Besser: Identifiziere einige markante Merkmalspunkte

Ziel

- Finden von korrespondierenden Pixeln in zwei Bildern:



Gliederung

1. Motivation

2. Anforderungen

- Geeignete Positionen
- Bildveränderungen

3. Moravec Detektor

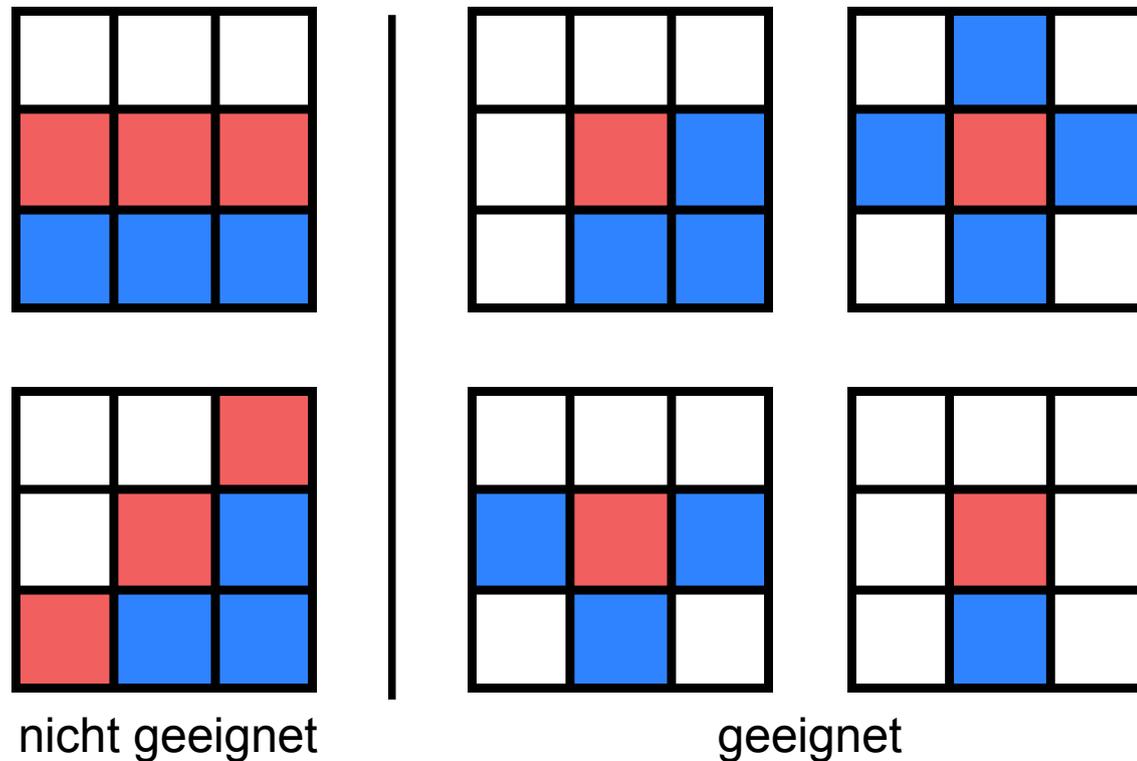
4. Harris Detektor

5. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)

6. Schlussbemerkungen

Anforderungen

- Geeignete Positionen für Merkmalspunkte:
 - Punkt muss eindeutig bestimmbar sein



Kriterien für Detektoren

1. Merkmalspunkte in einem Bild sollen auch nach geringen Veränderungen gefunden werden
 - Ansonsten Verfälschung des Ergebnisses
2. Erkennung der Punkte soll invariant gegenüber der Transformation zweier benachbarter Bilder sein

Bildtransformationen & Störungen

- Mögliche Änderungen:



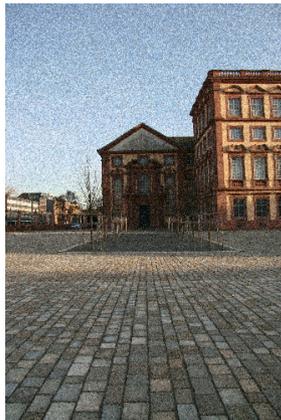
Original



Helligkeit



Kontrast



Rauschen



Rotation



Perspektive

Quelle Original:
Stephan Kopf

Gliederung

1. Motivation
2. Anforderungen
3. Moravec Detektor
 - Berechnung
 - Anmerkungen
4. Harris Detektor
5. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)
6. Schlussbemerkungen

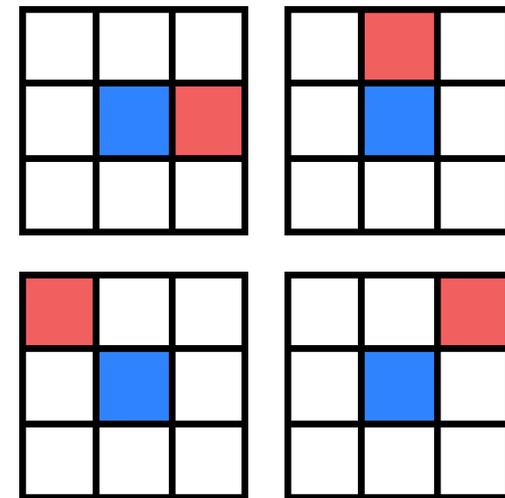
Moravec Detektor

- Beobachtung: Merkmalspunkt unterscheidet sich wesentlich von Nachbarpunkten
- Idee: Untersuche Nachbarschaft eines Punktes auf Unterschiede in mehreren Richtungen

Berechnung

1. Untersuche
Nachbarschaft eines
Punktes in einem
Fenster der Größe
($w \times w$).

2. Bilde Summe der
absoluten
Pixeldifferenzen in
vier Richtungen.



Berechnung, Fortsetzung

3. Berechne Minimum der vier Summen.
 - Eliminierung von Kanten
4. Ist Wert größer als Grenzwert wähle Punkt als Merkmalspunkt aus.

Bemerkungen

- Verfahren basiert auf absoluten Pixeldifferenzen
 - Anfällig bei Beleuchtungsänderungen
 - Schlechte Erkennungsraten bei geringem Kontrast
- Summen werden in vier Richtungen gebildet
 - Anfällig bei Rotation
- Grenzwert muss richtig gewählt sein
 - Zu hoch: Merkmalspunkte werden nicht gefunden
 - Zu niedrig: Ergebnis wird verfälscht durch falsche Treffer

Gliederung

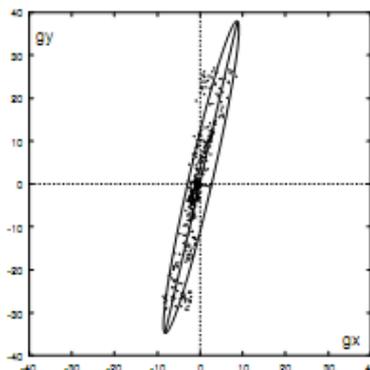
1. Motivation
2. Anforderungen
3. Moravec Detektor
- 4. Harris Detektor**
5. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)
6. Schlussbemerkungen

Harris Detektor

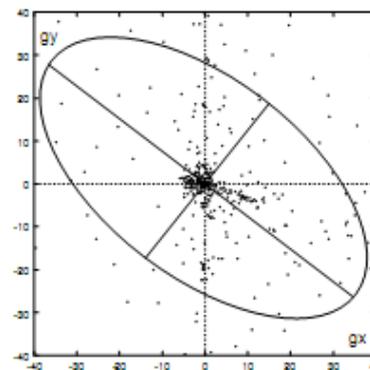
- Idee:
 - Untersuche Textur um einen Punkt
 - Teile Textur in Kategorien ein
- Berechnung:
 - Berechne Gradienten in einem Fenster W um einen Punkt
 - Trage Gradienten in einem Vektor zusammen, gewichtet mit einer Gaußfunktion
 - Teile Vektoren in Kategorien ein

Kategorien der Vektoren

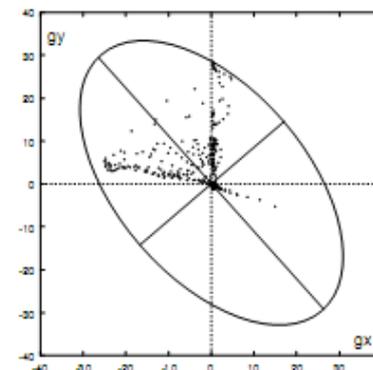
- Kante
 - Eine markante Richtung
- Homogene Fläche
 - Geringe Werte
- Komplexe Fläche / Ecke



Ausschnitt 1



Ausschnitt 2



Ausschnitt 3

Quelle:
Farin: Automatic Video
Segmentation
Employing
Object/Camera
Modeling Techniques

Auswahl der Punkte

- Wähle diejenigen Punkte aus, die als Ecke / komplexe Fläche kategorisiert sind



Quelle:
Farin: Automatic Video Segmentation Employing
Object/Camera Modeling Techniques

Gliederung

1. Motivation
2. Anforderungen
3. Moravec Detektor
4. Harris Detektor
5. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)
 - Skalenraum
 - Berechnung
 - Beispiel
6. Schlussbemerkungen

Skalenraum („Scale Space“)

- In Bildern sind viele verschiedene Informationen in unterschiedlichen Details gespeichert
- Skalenraum erstellt aus einem Bild eine Familie aus verschiedenen Skalen



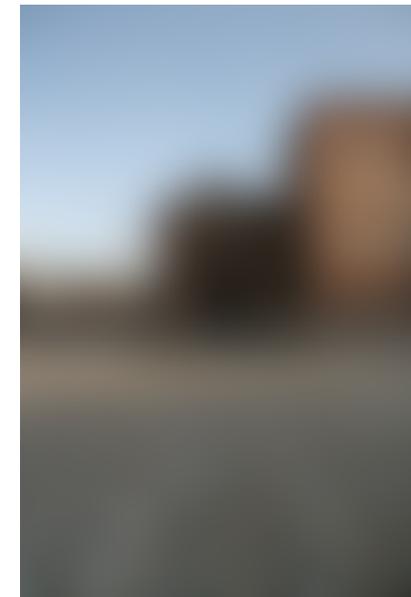
$r = 0$



$r = 8$



$r = 16$



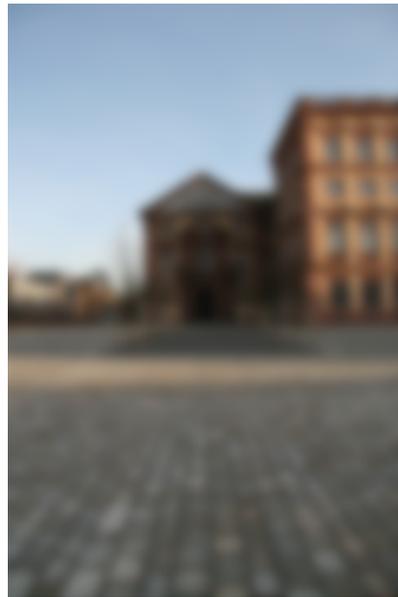
$r = 64$

Skalenraum, Fortsetzung

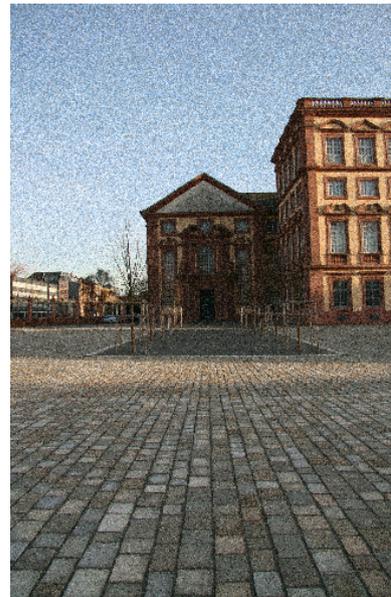
- Durch Glättung können feine & grobe Details erfasst werden
- Glättung behebt Störungen wie Rauschen & Artefakte



$r = 0$



$r = 16$



$r = 0$



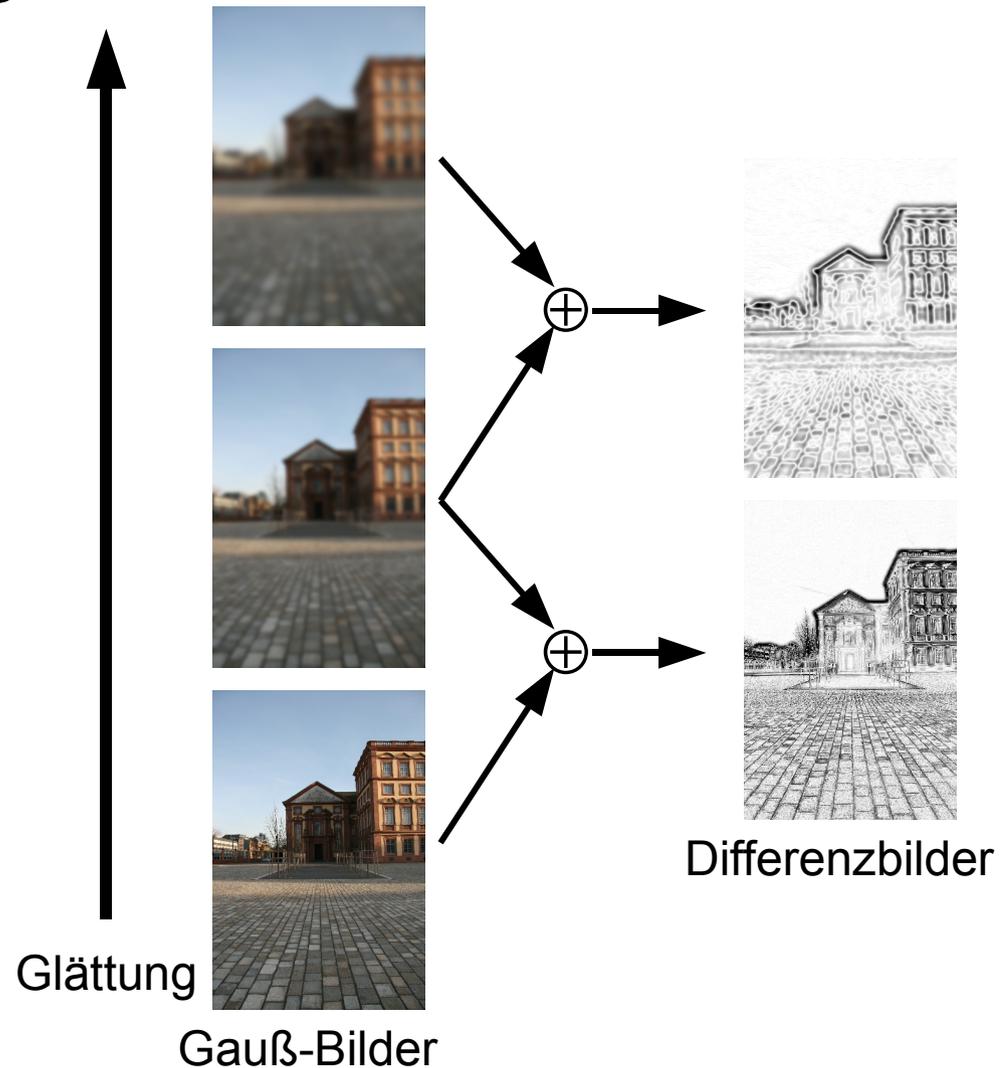
$r = 16$

Scale Invariant Feature Transform

1. Erkennung von Extrema im Skalenraum
2. Lokalisierung der Merkmalspunkte
3. Bestimmung von Orientierungen
4. Erstellung des Merkmalspunktdeskriptors

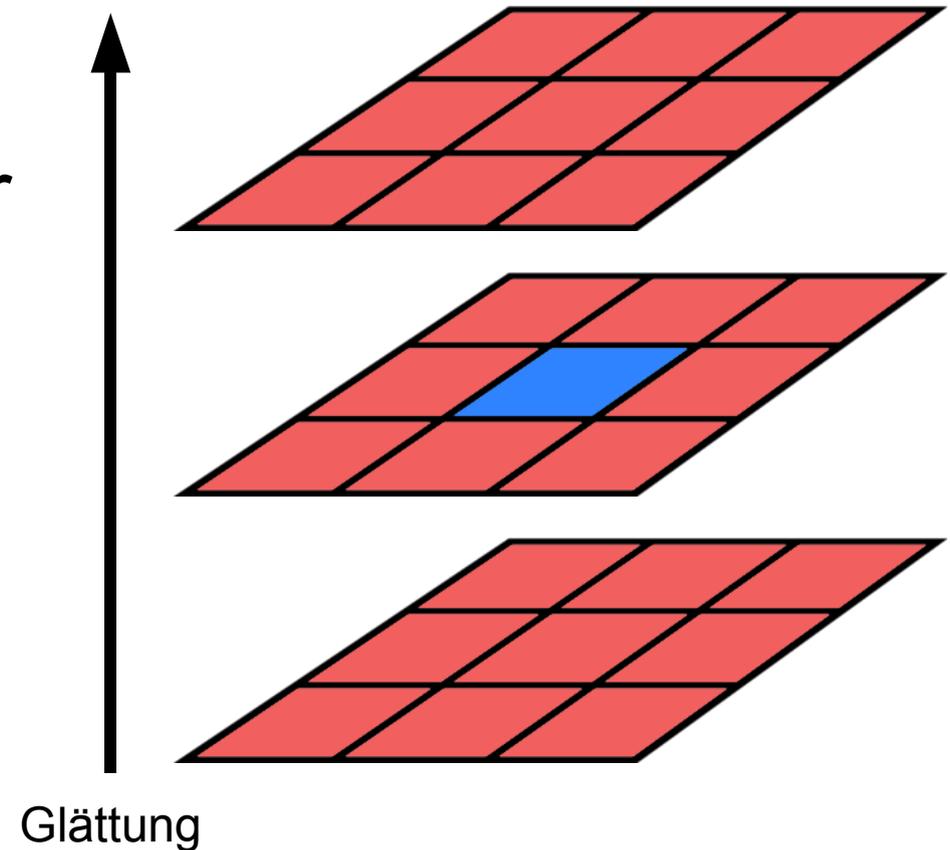
Erkennung von Extrema

- Mehrfache Glättung und Skalierung des Bildes
- Berechnung der Differenzbilder



Erkennung von Extrema, Fort.

- Vergleiche Punkt mit Nachbarpixeln
- Füge Punkt hinzu, wenn er maximal oder minimal in der Nachbarschaft ist
 - 8 Nachbarpixel
 - Je 9 Nachbarpixel in benachbarten Bildern

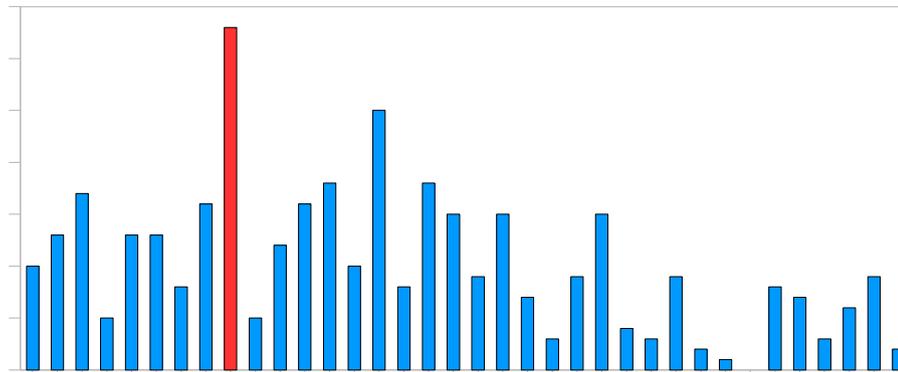


Lokalisierung der Punkte

- Genauere Untersuchung der gefundenen Punkte
- Bestimmung der exakten Position in der entsprechenden Glättungsstufe
- Aussortieren von ungeeigneten Punkten
 - Punkte mit niedrigem Kontrast
 - Punkte, die an einer schlecht erkennbaren Kante liegen

Bestimmung von Orientierungen

- Ziel: Invarianz gegen Rotationen
- Bestimmung von Gradientenstärke & Orientierung über Pixeldifferenzen
- Erstellung eines Histogramms um primäre Orientierung zu finden
 - Gewichtet nach Gradientenstärke & Glättungsstufe

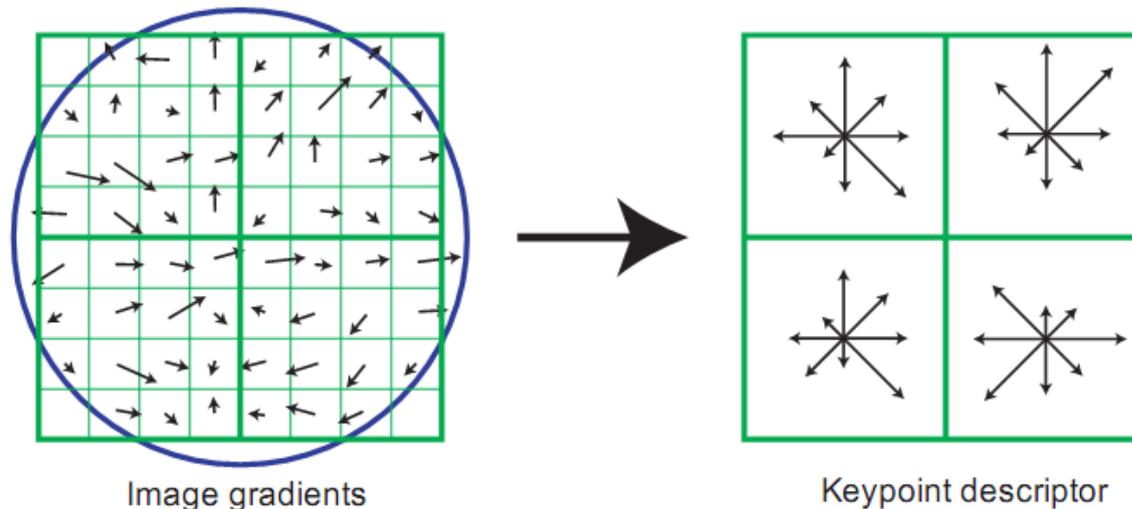


Merkmalspunktdeskriptor

- Erstellung einer charakteristischen Beschreibung für jeden Merkmalspunkt
- Idee: Erhöhe die Stabilität, indem die Nachbarschaft in Beschreibung einbezogen wird

Berechnung des Deskriptors

- Berechne Gradientenstärken & Orientierung
- Bilde Histogramm
- Füge Werte in Regionen zusammen
- Normalisiere Werte



Quelle: Lowe, Distintive Image Features from Scale-Invariant Keypoints

Bemerkungen

- Hohe Stabilität gegenüber Störungen & Veränderungen im Bild
- Verfahren effizient implementierbar
- Große Anzahl an Merkmalspunkten

Beispiel

- Implementation: <http://www.cs.ubc.ca/~lowe/keypoints/>
- 3 Bilder, jeweils ca. 1300x1900 Pixel:



Beispiel, Fortsetzung

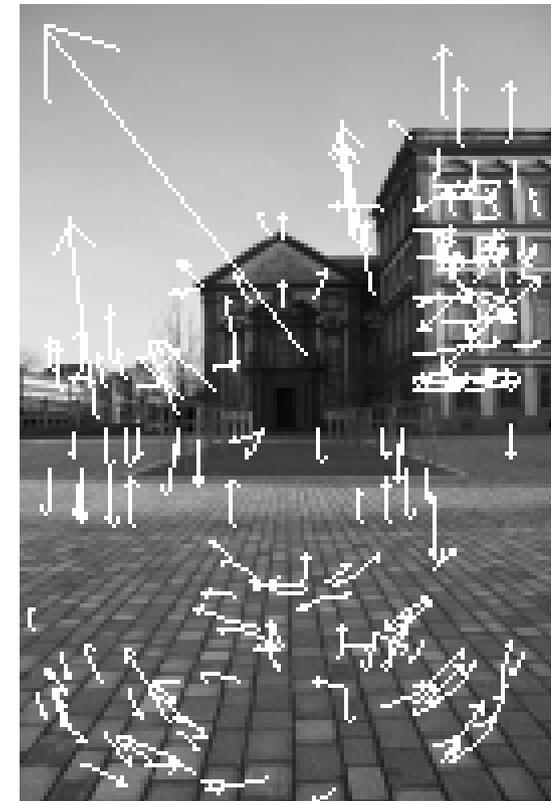
- Gefundene Merkmalspunkte:



1300x1900: ~13.000



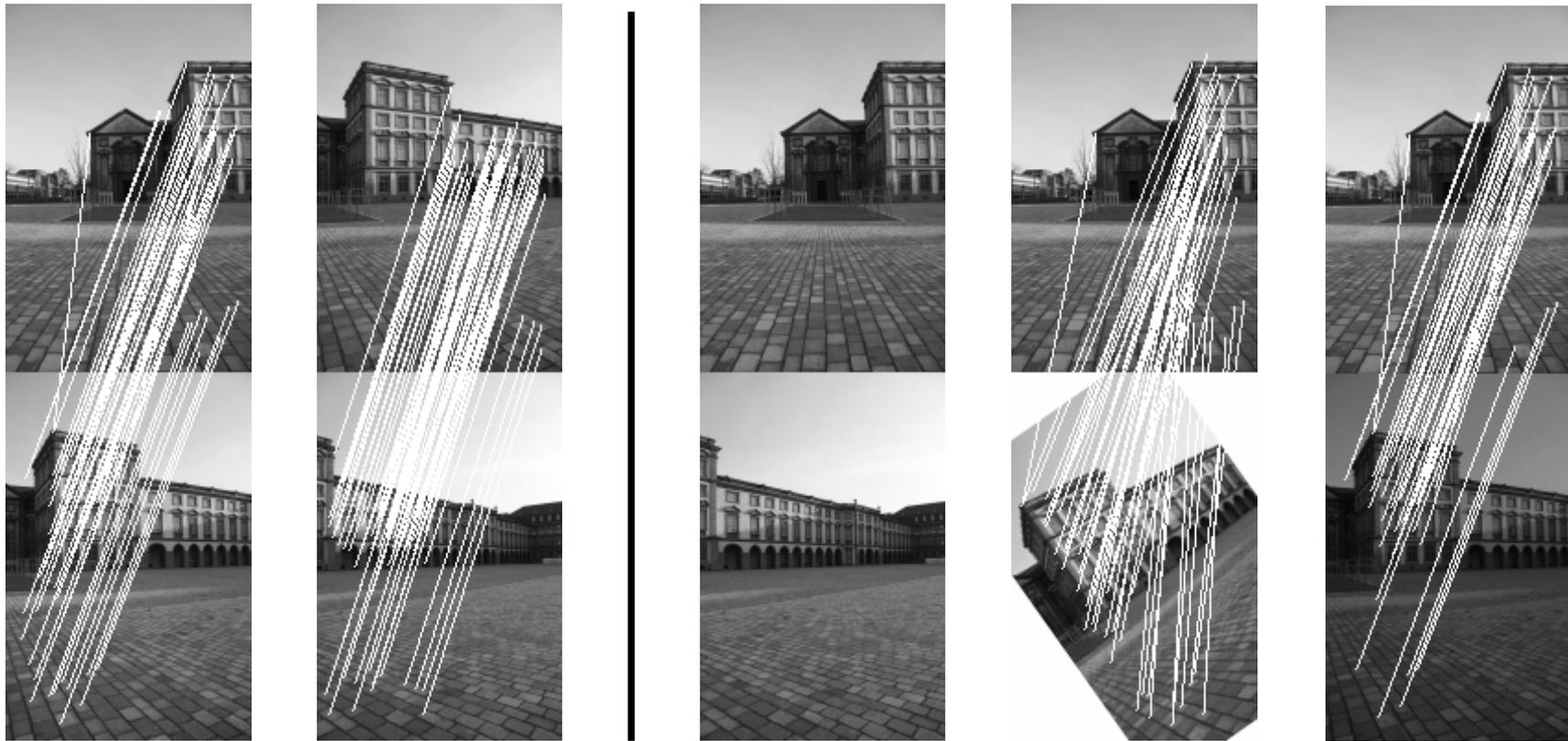
260x400: ~900



130x200: ~200

Beispiel, Fortsetzung

- Berechnete Korrespondenzen:



Gliederung

1. Motivation
2. Anforderungen
3. Moravec Detektor
4. Harris Detektor
5. Scale Invariant Feature Transform (SIFT)
6. Schlussbemerkungen

Schlussbemerkungen

- Vorgestellte Verfahren liefern für ein Bild eine Menge an charakteristischen Merkmalspunkten
- Punkte können effizient verglichen werden
 - Berechne euklidische Distanz der Punkte
 - Benutze Greedy-Algorithmus zum Finden von Korrespondenzen mit Grenzwert für maximalen Abstand

Fragen?