

---

# 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

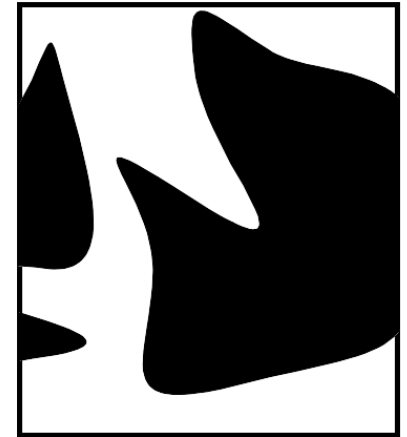
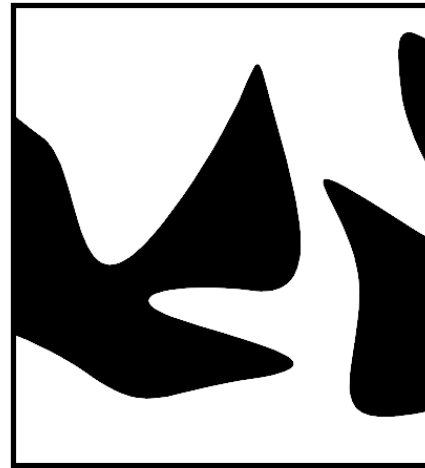
# Gliederung

---

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

# Ausgangspunkt

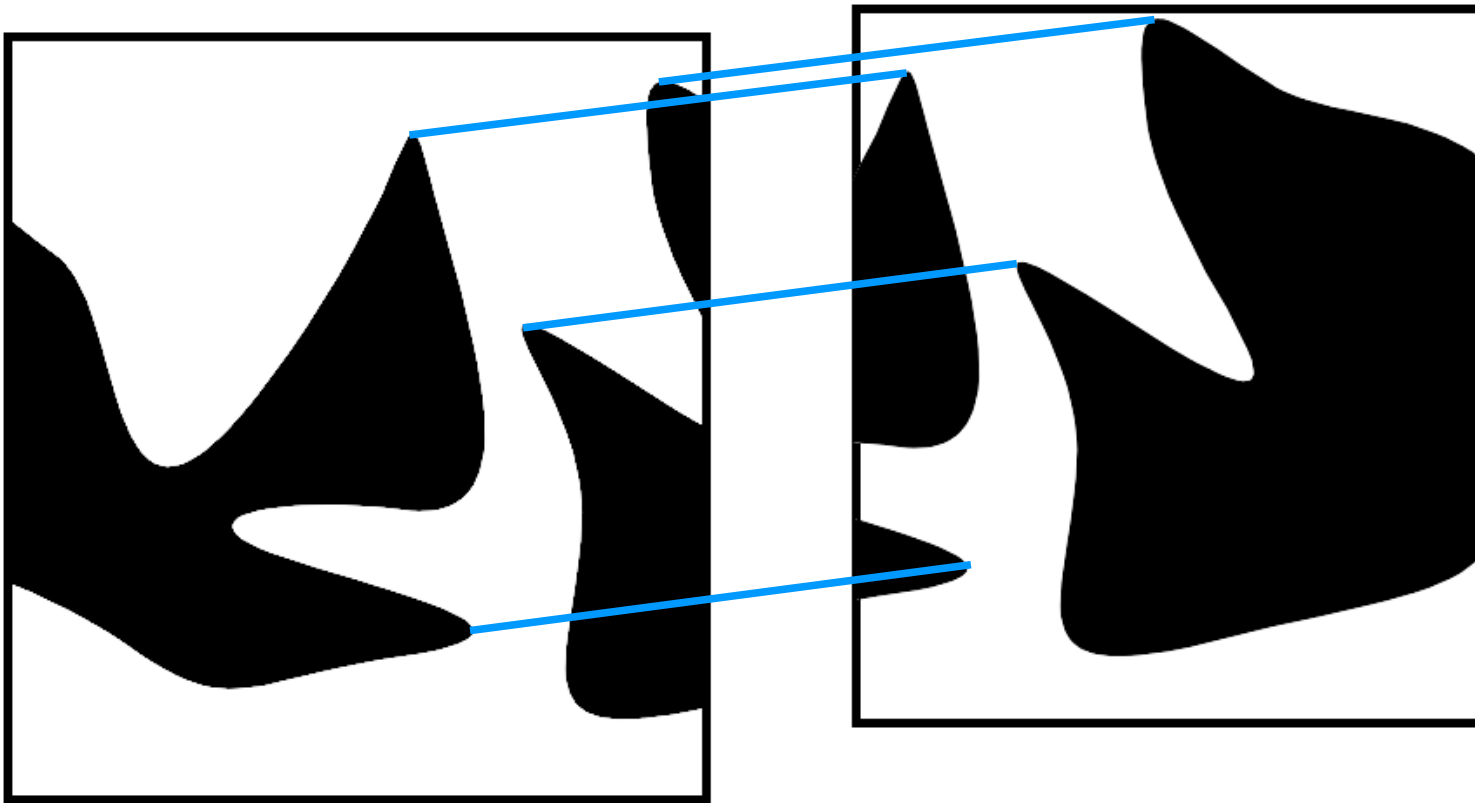
- Mehrere Bilder, die sich in Bereichen überlappen



- 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

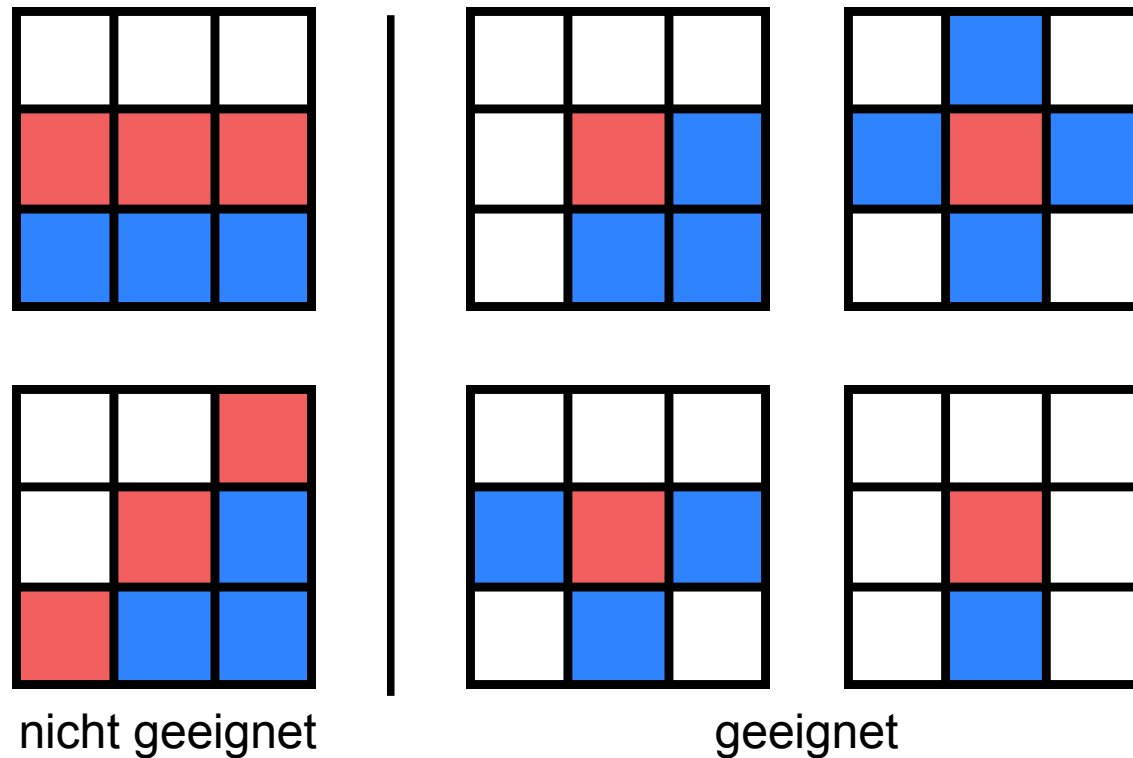
4. Harris Detektor

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:



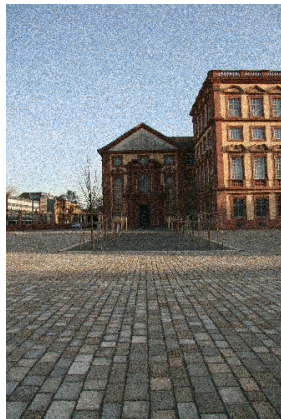
Original



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

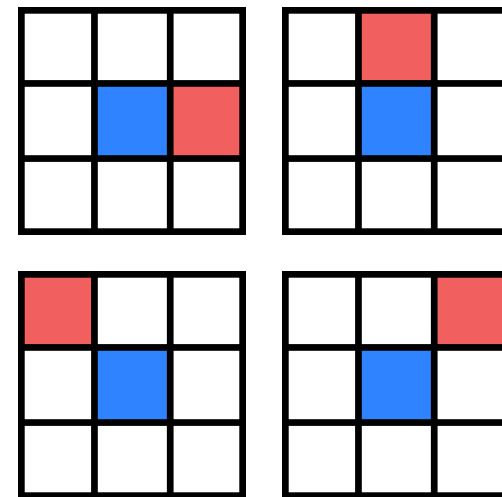
---

- 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

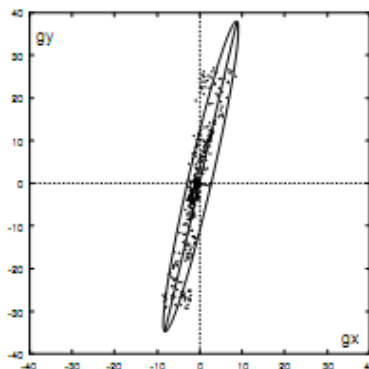
---

- 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

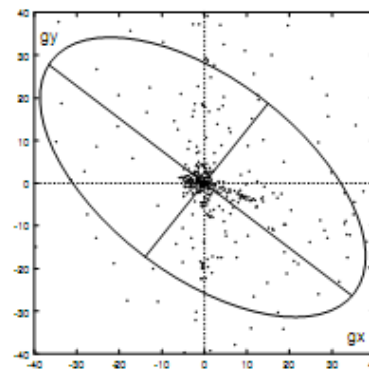


# Kategorien der Vektoren

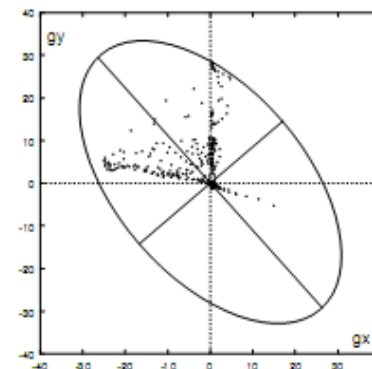
- Kante
  - Eine markante Richtung
- Homogene Fläche
  - Geringe Werte
- Komplexe Fläche / Ecke



Ausschnitt 1



Ausschnitt 2

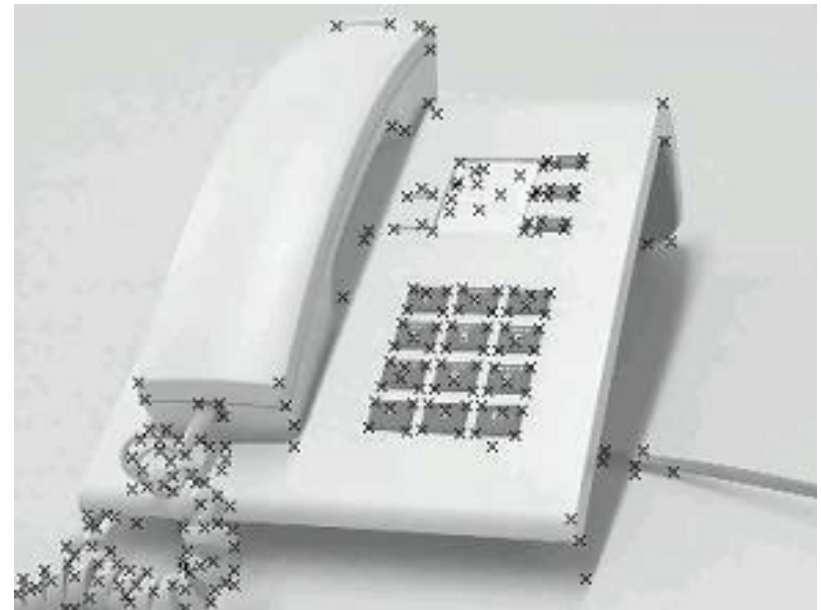


Ausschnitt 3

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



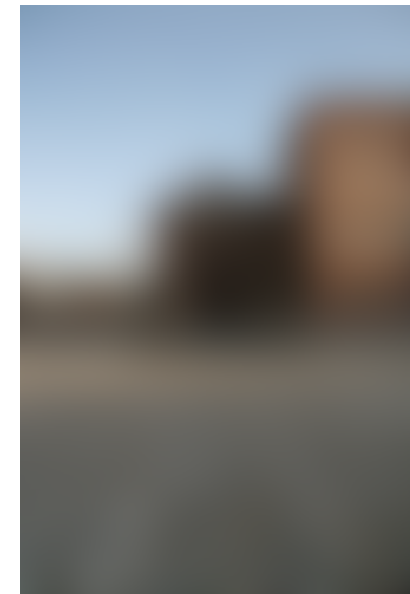
$r = 0$



$r = 8$



$r = 16$



$r = 64$

# Skalenraum, Fortsetzung

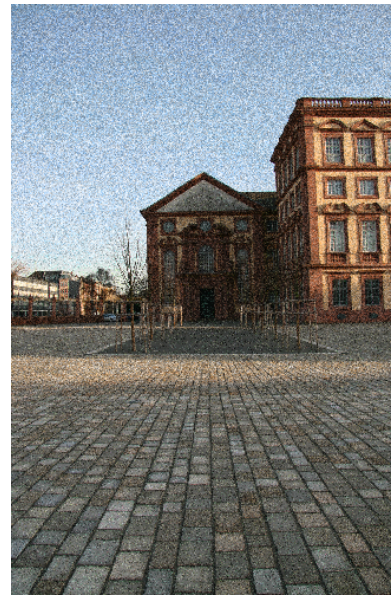
- Durch Glättung können feine & grobe Details erfasst werden
- Glättung behebt Störungen wie Rauschen & Artefakte



$r = 0$



$r = 16$



$r = 0$



$r = 16$

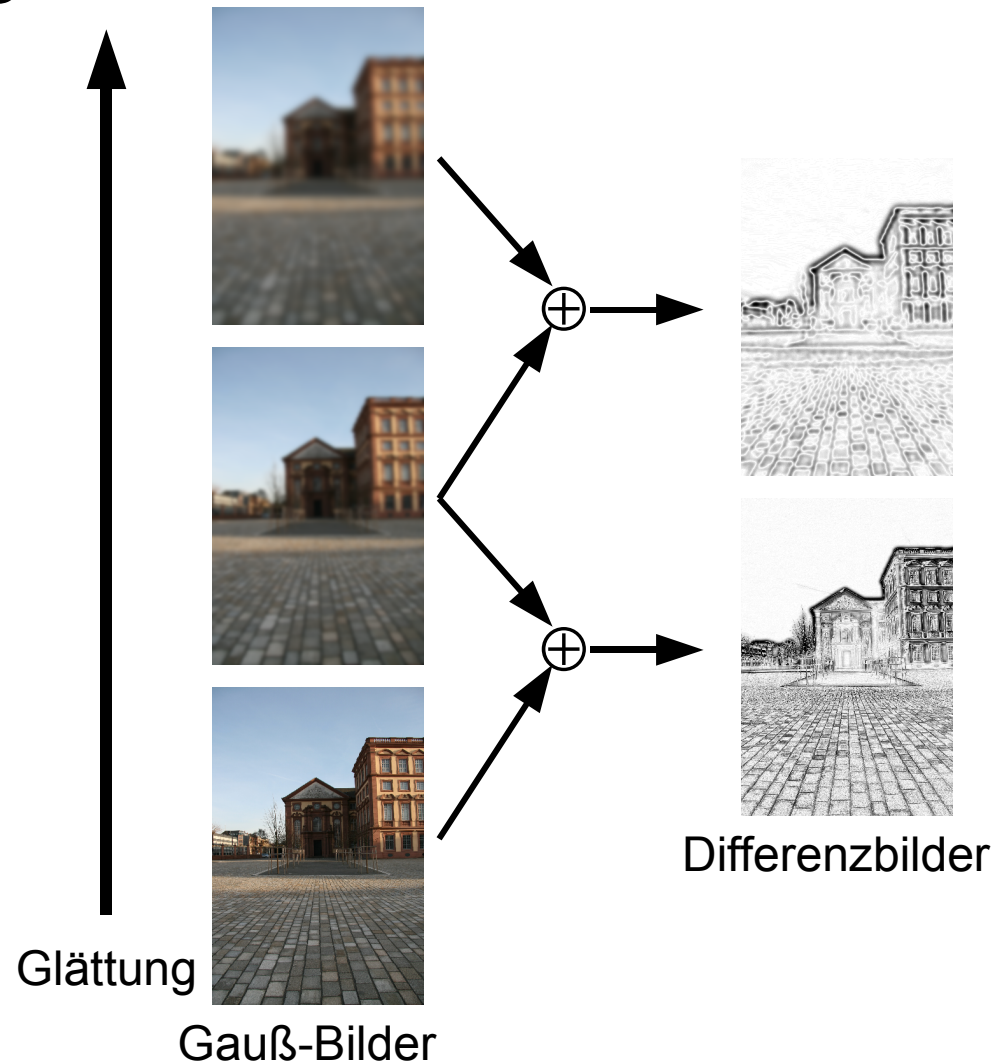
# Scale Invariant Feature Transform

---

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

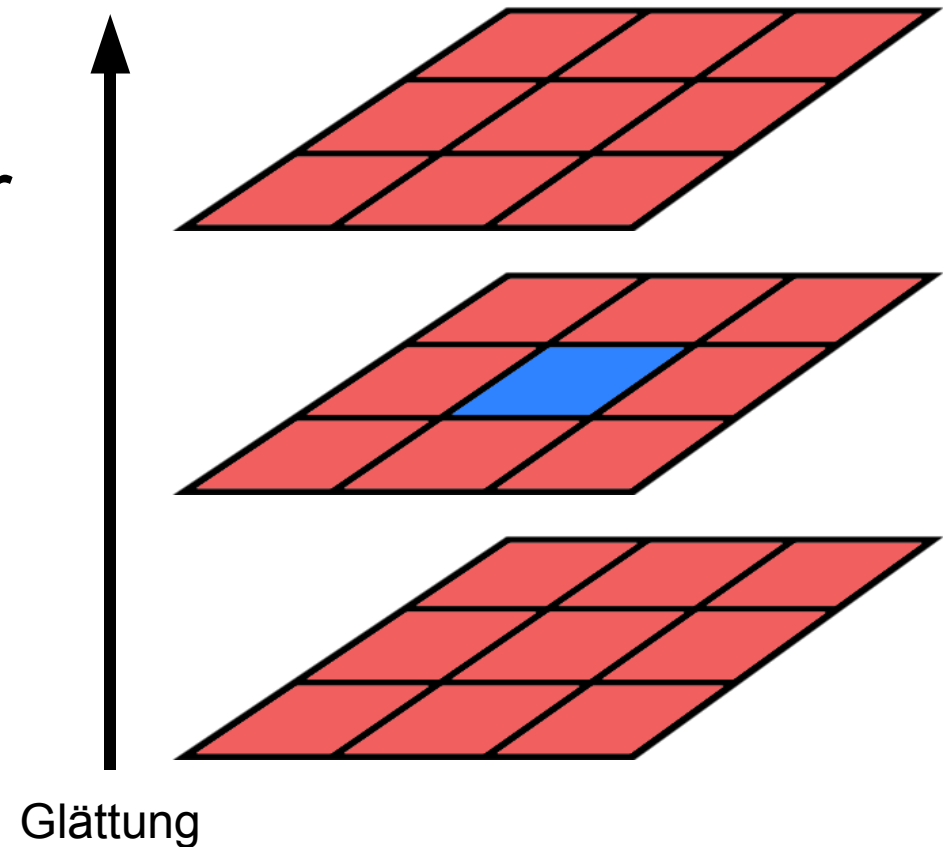
# Erkennung von Extrema

- 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





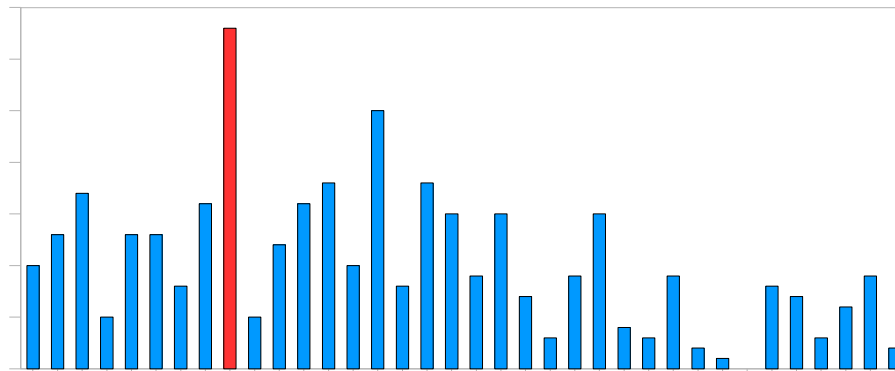
# Lokalisierung der Punkte

---

- 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



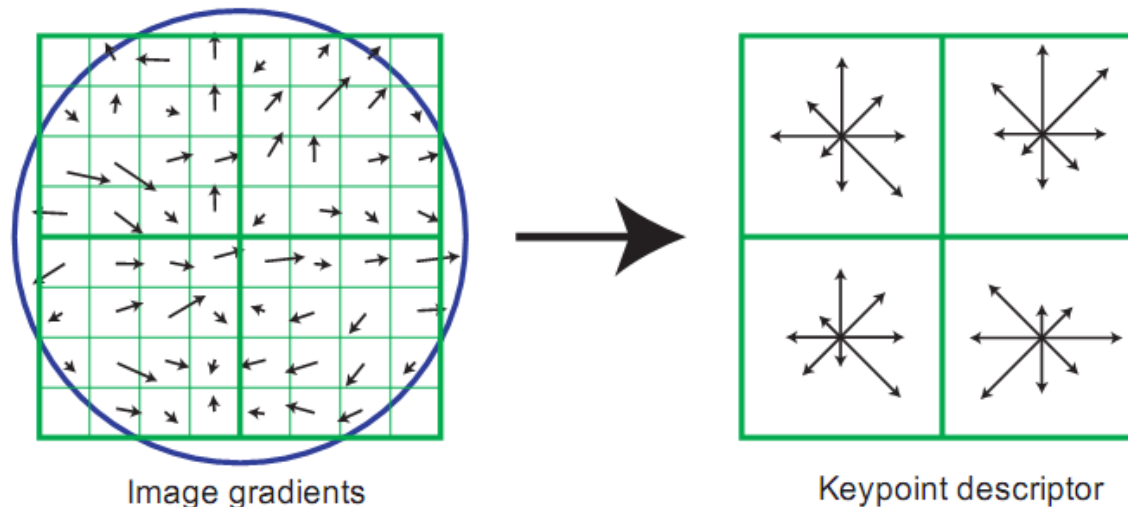
# Merkmalspunktdeskriptor

---

- 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

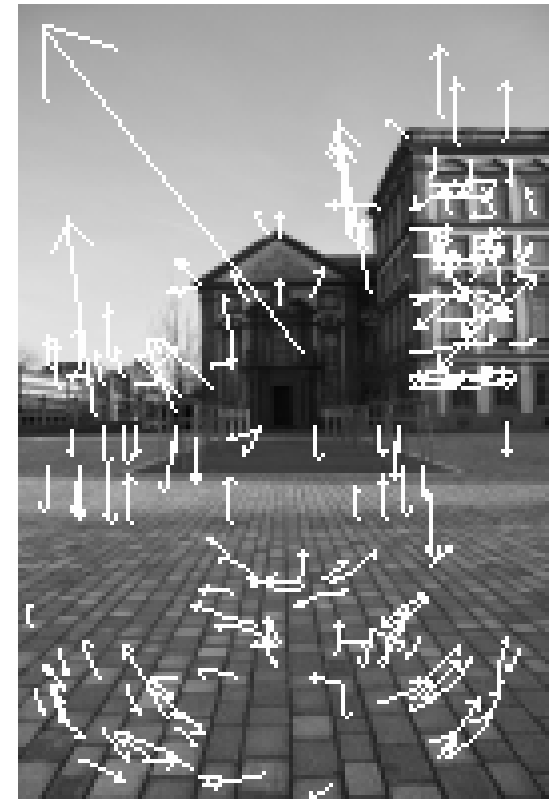
- Gefundene Merkmalspunkte:



1300x1900: ~13.000



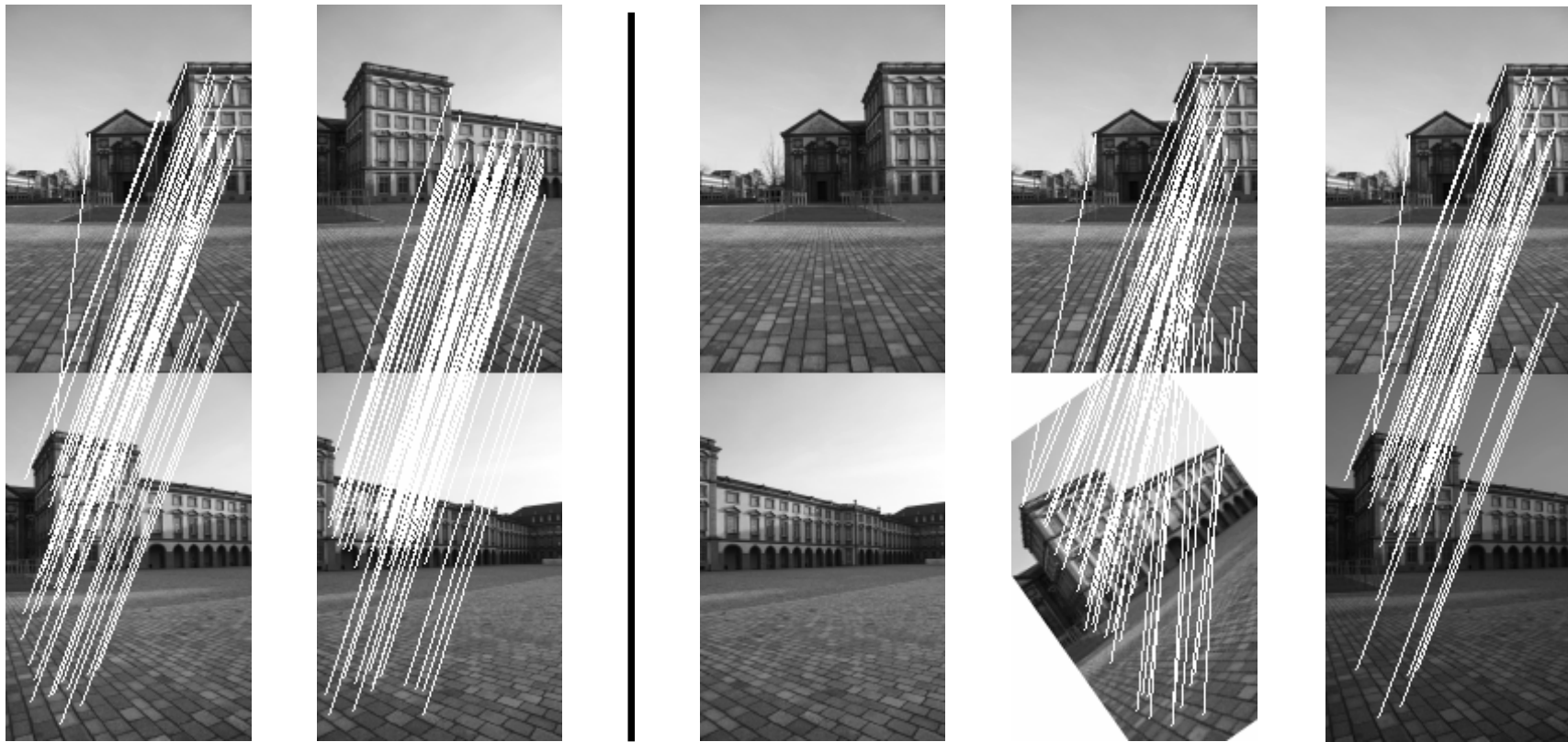
260x400: ~900



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?