

# Chapter 3

## Image Registration



### Distributed Algorithms for Image and Video Processing

## Einführung (I)

### Definition: Image Registration

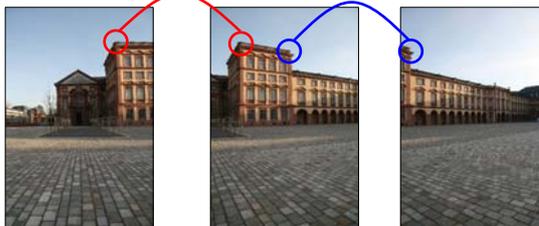
- Gegeben: 2 Bilder der gleichen Szene aber aufgenommen aus unterschiedlichen Perspektiven
- Gesucht: Transformation, um beide Bilder im gleichen Koordinatensystem darzustellen
- Der Vorgang des Ausrichtens der Bilder wird *Image Registration* genannt.

### Image Registration ermöglicht die Erkennung von

- Kameraoperationen bzw. Kamerabewegungen (*camera motion*)
- Erkennung von Schnitten
- Segmentierung von Objekten
- Berechnung von Panoramabildern

## Einführung (II)

### Beispiel: Panoramabild



3

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Inhalt

- Identifikation charakteristischer Bildmerkmale
  - Anforderungen
  - Moravec
  - SIFT
- Anwendung: Analyse der Kamerabewegung
  - Modellierung der Kamerabewegung
  - Berechnung von Bewegungsvektoren
  - Ermittlung des Kameramodells
  - Erkennung gültiger Kameraparameter
  - Analyse von Kameraoperationen

4

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

# Charakteristische Bildmerkmale (1)

## Anforderungen an charakteristische Bildmerkmale

- Eindeutige Beschreibung eines Punktes / einer Bildregion
  - Invariant gegenüber
    - Skalierungen
    - Rotationen
    - Spiegelungen
    - Stauchungen
    - Affinen Transformationen
    - Perspektivischen Verzerrungen
    - Rauschen
    - Helligkeitsänderungen
- Ecken sind häufig gut geeignet als Merkmalspunkte

5

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

# Charakteristische Bildmerkmale (2)

## Erkennung von Ecken: Verfahren nach Moravec

- Für jedes Pixel wird die Region um dieses Pixel analysiert (4 benachbarte Pixel)
- Die Region wird verschoben und Unterschiede werden mittels quadrierter Differenzen ermittelt
- Geringer Unterschied bei allen Verschiebungen  
→ einheitliche Region, d.h. keine Ecken oder Kanten
- Deutlicher Unterschied bei einem Teil der Verschiebungen  
→ Kante
- Deutlicher Unterschied bei allen Verschiebungen  
→ Ecke

6

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Charakteristische Bildmerkmale (3)

### SIFT: Scale Invariant Feature Transforms

- Ziel: Identifiziere „stabile“ Merkmalspunkte in Bildern
- Merkmalspunkte werden durch Bildtransformationen wie Skalierung oder Rotation wenig beeinflusst
- Rauschen hat nur geringen Einfluss auf die Merkmale

#### Idee:

- Ermittle möglichst viele eindeutige Merkmalsvektoren
- Jeder Merkmalsvektor ist invariant gegenüber Skalierung, Rotation und Translation (Verschiebung)

7

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Charakteristische Bildmerkmale (4)

### SIFT: Scale Invariant Feature Transforms

1. Erkenne Scale-Space-Extrema
2. Identifiziere Merkmalspunkte
3. Analysiere Orientierung der Merkmalspunkte
4. Spezifiziere charakteristische Beschreibung der Merkmalspunkte

8

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

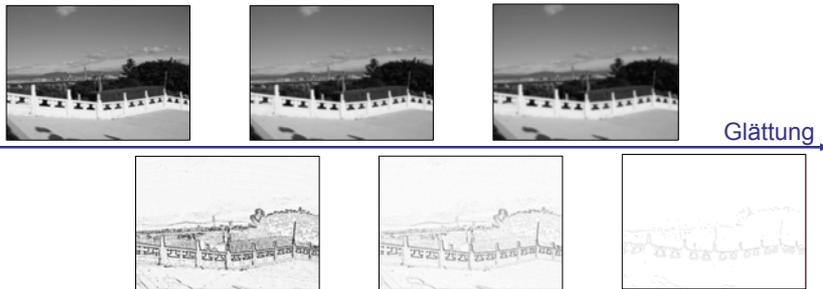
Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Charakteristische Bildmerkmale (5)

### 1. Erkenne Scale-Space-Extrema

- Erzeuge unterschiedlich stark geglättete Bilder (Gaußglättung)
- Berechne Differenzen zweier geglätteter Bilder



9

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

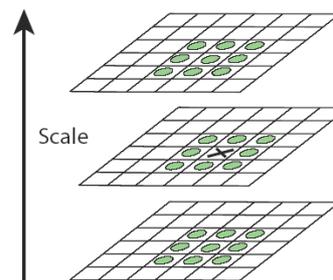
Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Charakteristische Bildmerkmale (6)

### 1. Erkenne Scale-Space-Extrema

- Überprüfe, ob aktuelles Pixel lokales Extremum ist:
  - vergleiche Pixel mit 8 umgebenden Pixeln des gleichen Bildes und
  - vergleiche Pixel mit jeweils 9 Pixeln der beiden angrenzenden Bilder.



Quelle:  
Lowe: Distinctive Image Features  
from Scale-Invariant Keypoints

10

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Charakteristische Bildmerkmale (7)

### 2. Identifiziere geeignete Merkmalspunkte

- Entferne Punkte mit geringem Kontrast
- Entferne Punkte, die entlang einer Kante liegen (siehe 3.)

### 3. Berechne die Orientierung

- Berechne Kantenstärke (vgl. Canny)
- Berechne Kantenanstieg (vgl. Canny)
- Berechne ein Histogramm für jeden Merkmalspunkt anhand der umgebenden Kantenanstiege
- Identifiziere Haupt-Kantenrichtung (höchster Wert im Histogramm)
- normiere Histogramme anhand der Haupt-Kantenrichtung

11

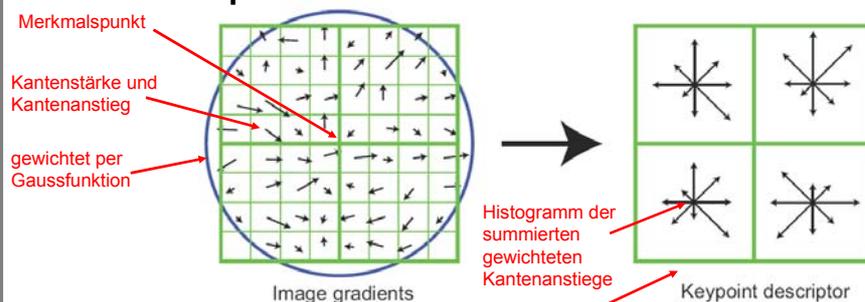
Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Charakteristische Bildmerkmale (8)

### 4. Ermittle charakteristische Beschreibung der Merkmalspunkte



alle Histogramme liefern charakteristische Beschreibung für einen Merkmalspunkt  
eigentliches Verfahren: 4x4 Regionen (hier: 2x2) mit jeweils 16 Elementen (128 dimensionaler Merkmalsvektor)

Quelle:  
Lowe: Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints

12

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Anwendung: Kamerabewegung

- Modellierung der Kamerabewegung
  - zylindrisches Kameramodell
  - sphärisches Kameramodell
  - 8-Parameter Modell
- Berechnung von Bewegungsvektoren
- Ermittlung des Kameramodells
- Erkennung gültiger Kameraparameter
- Ableitung semantischer Informationen

13

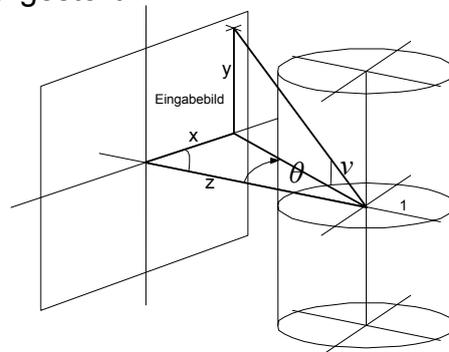
Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Zylindrisches Kameramodell (1)

- Bildet horizontale Rotationen der Kamera ab
- Ein Bild wird durch zylindrische Koordinaten dargestellt:



Winkel:  $\theta = \arctan(x/z)$

Höhe:  $v = y/\sqrt{x^2 + z^2}$

Brennweite:  $z$

14

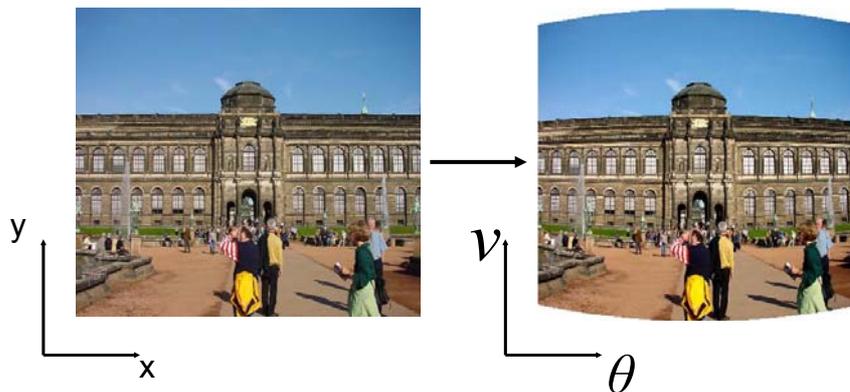
Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Zylindrisches Kameramodell (2)

### Beispiel



15

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Zylindrisches Kameramodell (3)

### Verschiebung von zwei transformierten Bildern

- Bilder werden übereinander gelegt
- Zweites Bild wird so lange verschoben, bis Pixelunterschiede minimal sind



16

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Zylindrisches Kameramodell (4)

### Berechnung der Verschiebung

- Gesucht: Vektor  $(t_x, t_y)$
- Fehler  $E$  zwischen Bild  $f$  und  $g$  wird minimiert:

$$E(t_x, t_y) = \sum_{x,y} |f(x, y) - g(x + t_x, y + t_y)|^2$$

- Komplexität bei vollständiger Suche über alle Vektoren:

$$O(N^2 M^2) \approx O(N^4) \rightarrow \text{sehr hoher Rechenaufwand}$$

Bildgröße:  $N \times N$ , Suchradius:  $M \times M$

17

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

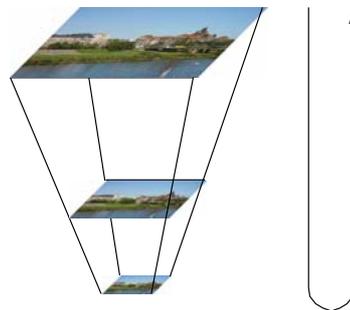
Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Zylindrisches Kameramodell (5)

### Hierarchische Vorgehensweise

- Erzeuge Pyramide von Bildern in unterschiedlichen Auflösungen
- Berechne Verschiebung für die geringste Auflösung
- Skalieren Verschiebung für die nächste Ebene und berechne geringe Abweichung der skalierten Verschiebung



18

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

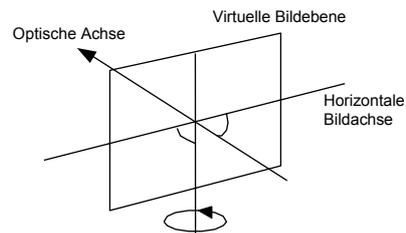
UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Zylindrisches Kameramodell (6)

### Nachteile



- Gerade Linien werden gebogen
- Die Brennweite (Zoom) muss bekannt sein
- Lediglich horizontale Rotationen werden abgebildet



19

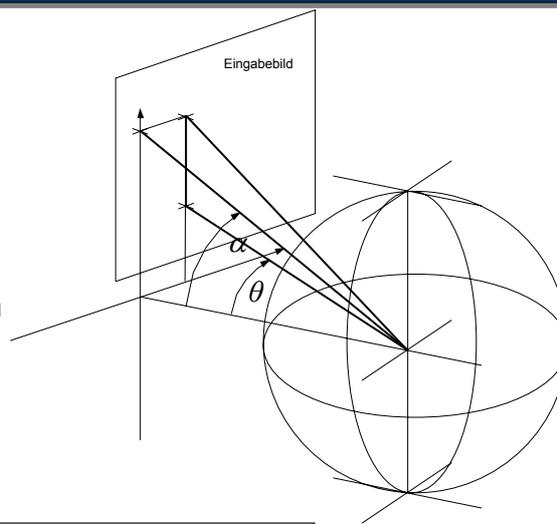
Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Sphärisches Kameramodell

- Abbildung des Bildes auf eine Kugel
- Horizontale und vertikale Rotationen der Kamera können beschrieben werden



20

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## 8-Parameter Modell (1)

### Annahme

- Umgebung ist auf eine flache Glasplatte gemalt. Welche Bewegungen der Glasplatte sind möglich?

### 2D

- Affine Bewegung (Translation, Rotation, Skalierung) kann durch ein **6-Parameter Modell** spezifiziert werden:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix}$$

Rotation                      Translation  
Skalierung

21

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

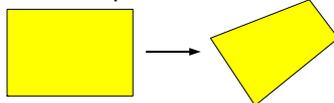
Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## 8-Parameter Modell (2)

### 3D

- Affine Bewegung wird durch die Parameter  $a_{ij}$  und  $t_x, t_y$  beschrieben
- Zusätzlich: Perspektivische Verzerrungen



- 2 weitere Parameter  $b_1$  und  $b_2$  beschreiben die perspektivische Verzerrung

$$x' = \frac{a_{11}x + a_{12}y + t_x}{b_1x + b_2y + 1} \quad y' = \frac{a_{21}x + a_{22}y + t_y}{b_1x + b_2y + 1}$$

22

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

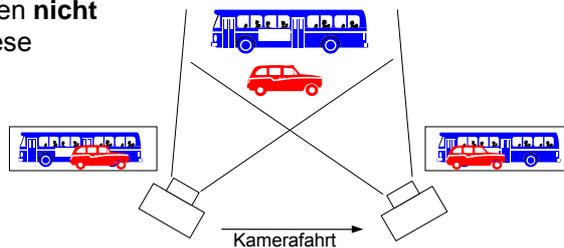
UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## 8-Parameter Modell (3)

- eine horizontale oder vertikale Verschiebung (waagrechter oder senkrechter Schwenk):  $t_x, t_y$
- Zoomeffekt und Rotation der Kamera entlang der Blickrichtung:  $a_{i,j}$
- Perspektivische Verzerrungen:  $b_1, b_2$
- Kamerafahrten werden **nicht** abgebildet, da für diese 3D Informationen benötigt werden

$$x' = \frac{a_{11}x + a_{12}y + t_x}{b_1x + b_2y + 1}$$

$$y' = \frac{a_{21}x + a_{22}y + t_y}{b_1x + b_2y + 1}$$



23

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

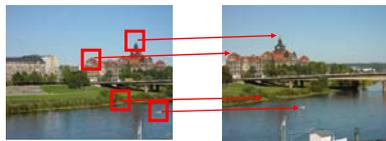
Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## 8-Parameter Modell (4)

### Ermittlung der Parameter

- Suche 4 ähnliche Blöcke in beiden Bildern



- Die Blöcke definieren 4 Bewegungsvektoren, welche die Verschiebung der mittleren Pixel jedes Blockes beschreiben.
- Ein Bewegungsvektor beschreibt die horizontale und vertikale Verschiebung eines Blockes.
- Zur Berechnung der acht Parameter des Kameramodells reicht es aus, die genaue Verschiebung von vier Pixeln des Bildhintergrundes zwischen beiden Bildern zu kennen.

24

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

# Bewegungsvektoren (1)

- Ein **Bewegungsvektor** (*motion vector*) beschreibt die Verschiebung eines Pixels zwischen zwei Bildern
- **Optischer Fluss**: Beschreibt die Verschiebung aller Pixel eines Bildes

Berechnung eines Bewegungsvektors mittels **Blockmatching**

1. Das erste Bild wird in rechteckige Regionen eingeteilt.
2. Für jede Region wird eine möglichst ähnliche Region im zweiten Bild gesucht.
3. Für eine Position  $(x, y)$  in Bild  $i$  werden alle Positionen  $(x', y')$  in Bild  $j$  betrachtet, die in horizontaler oder vertikaler Richtung nicht mehr als  $r$  Pixel vom Punkt  $(x, y)$  entfernt liegen:

$$x - r \leq x' \leq x + r$$

$$y - r \leq y' \leq y + r.$$

25

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

# Bewegungsvektoren (2)

## Ähnlichkeit zwischen Blöcken

- Summe der absoluten Differenzen für Blöcke der Größe  $16 \times 16$  Pixel:

$$SAD = \sum_{\Delta x=-8}^7 \sum_{\Delta y=-8}^7 |I_i(x + \Delta x, y + \Delta y) - I_j(x' + \Delta x, y' + \Delta y)|.$$

- Die Position  $(x', y')$  wird so festgelegt, dass die Summe der absoluten Differenzen minimal wird. Der Bewegungsvektor von  $(x, y)$  nach  $(x', y')$  beschreibt die optimale Verschiebung des Blockes.

## Nachteil

- Hoher Rechenaufwand
- In Regionen ohne eindeutige Strukturen sind viele Bewegungsvektoren fehlerhaft

26

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Bewegungsvektoren (3)

### Bessere Vorgehensweise

- Identifiziere spezifische Merkmale im ersten Bild und suche diese im zweiten Bild:
  - Bei *Moravec* wird ein Block so festgelegt, dass eine ermittelte Ecke im Zentrum des Blockes liegt.
  - Bei *SIFT* werden die Merkmale durch den 128-dimensionalen Merkmalsvektor (keypoint descriptor) beschrieben und die Vektoren miteinander verglichen.
- Ein Bewegungsvektor beschreibt die Veränderung der Position des ausgewählten Merkmals.

27

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Bewegungsvektoren (4)

### Zuordnung der Ecken zweier Bilder (Moravec)

1. Analysiere alle Kombinationen der Ecken der beiden Bilder ( $N \times M$  Kombinationen).
2. Um jede Ecke wird ein Block gelegt und als Ähnlichkeitsmaß die Summe der absoluten Differenzen der Blöcke berechnet.
3. Die beiden ähnlichsten Ecken werden einander zugeordnet, als ausgewählt markiert und definieren einen Bewegungsvektor.
4. Iterativ werden weitere Bewegungsvektoren erzeugt, indem unter den verbleibenden Ecken die jeweils ähnlichsten kombiniert und markiert werden.
5. Das Verfahren terminiert, wenn die Differenzen einen Schwellwert übersteigen und angenommen werden kann, dass keine korrekte Zuordnung von Ecken mehr möglich ist.

28

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Bewegungsvektoren (5)

**Beispiel:**  
**Blockmatching (alle 16x16 Blöcke eines Bildes)**



2 Bilder einer Videosequenz

Bewegungsvektoren  
beim Blockmatching

29

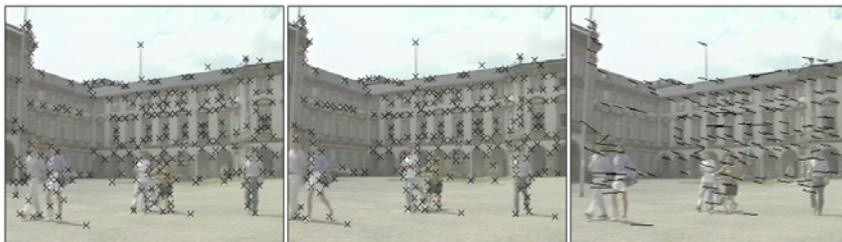
Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Bewegungsvektoren (6)

**Beispiel: Zuordnung von Ecken**



erkannte Ecken

zugeordnete  
Bewegungsvektoren

**Problem:**

- Fehlerhafte Zuordnung mehrerer Ecken, so dass falsche Bewegungsvektoren entstehen

30

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Berechnung des Kameramodells (1)

### Ziel

- Unter allen Vektoren sollen die Vektoren ausgewählt werden, die das Kameramodell und nicht die Objekte im Vordergrund korrekt beschreiben

### Vorgehensweise

- *Annahme*: mindestens die Hälfte der Vektoren beschreibt die Bewegung des Hintergrunds
- Berechnung der Kamerabewegung mit einer robusten Regressionsschätzung (*kleinste getrimmte Quadrate*)

### Verfahren der kleinsten getrimmten Quadrate

1. Zufällig werden vier Bewegungsvektoren aus der Menge aller Vektoren ausgewählt
2. Mit diesen vier Vektoren ist es möglich, durch Lösen eines linearen Gleichungssystems mit acht Gleichungen die acht Parameter des Kameramodells eindeutig zu berechnen.

31

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Berechnung des Kameramodells (2)

3. Eine Fehlerfunktion  $e_i$  klassifiziert den Fehler für jeden Bewegungsvektor  $i$  zwischen der tatsächlichen Position eines Pixels  $(x', y')$  im zweiten Bild und der durch das Kameramodell geschätzten Position  $(\hat{x}, \hat{y})$ .

$$e_i = (x'_i - \hat{x}_i)^2 + (y'_i - \hat{y}_i)^2.$$

4. Vektoren aus Bereichen des Bildvordergrundes sollen die Fehlerfunktion nicht beeinflussen, d.h. es sollen nur Vektoren ausgewählt werden, die gut zum Modell passen. Dazu werden die Fehler der einzelnen Vektoren aufsteigend nach ihrer Größe sortiert, so dass in der zweiten Hälfte der Liste die Vektoren enthalten sind, die stärker vom Kameramodell abweichen.
5. Nach Berechnung des Fehlers  $E$  für die Schätzung des Kameramodells werden erneut vier Bewegungsvektoren aus der Menge aller Bewegungsvektoren zufällig ausgewählt (Schritt 1).

$$E = \sum_{i=1}^{N/2} e_i \quad \text{mit } e_1 \leq \dots \leq e_N.$$

32

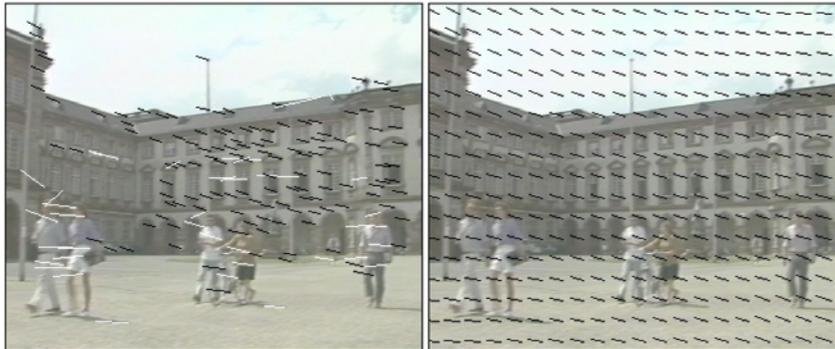
Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Berechnung des Kameramodells (3)

### Beispiel



helle Vektoren: starke Abweichung vom Modell

berechnetes Kameramodell

dunkle Vektoren: geringe Abweichung vom Modell

33

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Ursachen für Fehler

### Probleme, die zu fehlerhaftem Kameramodell führen

- schwach strukturierte Regionen  
→ Fehler beim Blockmatching
- Kameraeinstellungen mit niedrigem Kontrast  
→ geringe Anzahl an Ecken
- Regelmäßige Strukturen im Bild  
→ fehlerhafte Bewegungsvektoren
- Große Objekte im Bildvordergrund  
→ mehr als die Hälfte der Bewegungsvektoren beschreiben Vordergrundobjekte

34

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Erkennung gültiger Kameraparameter (1)

Kameraoperation	$t_x, t_y$	$a_{11}, a_{22}$	$a_{12}, a_{21}$	$p_x, p_y$
Statische Kamera	0	1	0	0
Translation	$\neq 0$	1	0	0
Skalierung				
- Zoom-in	0	$0 < a_{00} = a_{11} < 1$	0	0
- Zoom-out	0	$a_{00} = a_{11} > 1$	0	0
Rotation um Winkel $\theta$	0	$a_{00} = a_{11} = \cos \theta$	$a_{01} = -a_{10} = \sin \theta$	0
Scherung				
- horizontal	0	1	$a_{01} \neq 0$	0
- vertikal	0	1	$a_{10} \neq 0$	0
Spiegelung				
- horizontal	0	$a_{00} = -1$	0	0
- vertikal	0	$a_{11} = -1$	0	0
Persp. Verzerrung	0	1	0	$\neq 0$

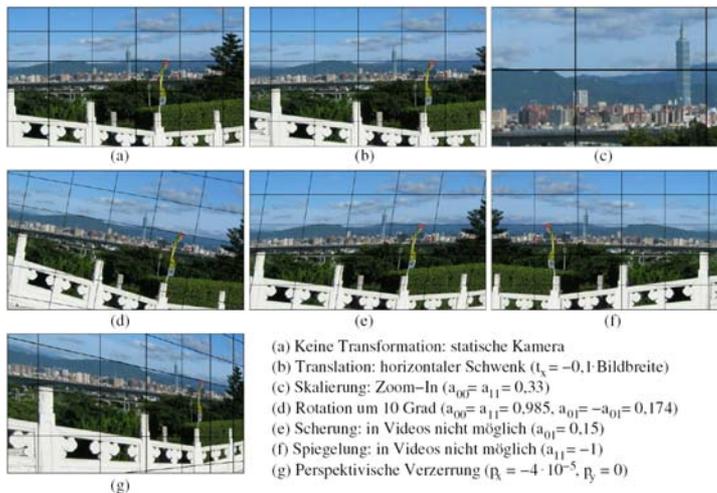
35

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Erkennung gültiger Kameraparameter (2)



36

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Erkennung gültiger Kameraparameter (3)

- Zulässige Kameraparameter müssen innerhalb fester Intervalle liegen.

### Zulässige Werte

Kameraoperation	$t_x, t_y$	$a_{11}, a_{22}$	$a_{12}, a_{21}$	$p_x, p_y$
statische Kamera	$0 \pm 0,8$	$1 \pm 0,01$	$0 \pm 0,01$	$0 \pm 1 \cdot 10^{-6}$
horizontaler Kameraschwenk	$0 \pm \frac{1}{5}W$	$1 \pm 0,02$	$0 \pm 0,02$	$0 \pm 2 \cdot 10^{-4}$
Zoomeffekt	$0 \pm 0,8$	$1 \pm 0,08$	$0 \pm 0,08$	$0 \pm 1 \cdot 10^{-5}$
Rotation (max. $\theta = 5^\circ$ )	$0 \pm 0,8$	$1 \pm 0,01$	$0 \pm 0,09$	$0 \pm 1 \cdot 10^{-5}$

W: Bildbreite

37

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Erkennung gültiger Kameraparameter (4)

### Erkennungsraten

Kameramodell	Anteil	Ursache
korrekt erkannt	94,8 %	
Ecken wurden nicht erkannt	0,3 %	geringer Kontrast
Zuordnung der Ecken zu den Bewegungsvektoren nicht möglich	0,1 %	harte Schnitte, plötzliche Bildänderungen
fehlerhaftes Modell	4,8 %	harte und weiche Schnitte, Objektbewegungen

38

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Analyse von Kameraoperationen (1)

### Beschreibung einer Kameraoperation

- Anhand der Kameraparameter können Start, Länge und Stärke eines Kameraschwenks oder Zoomeffektes automatisch charakterisiert werden.
- Anhand der Rotation können Rückschlüsse über die Art der Aufnahme gezogen werden (z.B. Aufnahme mit Stativ).

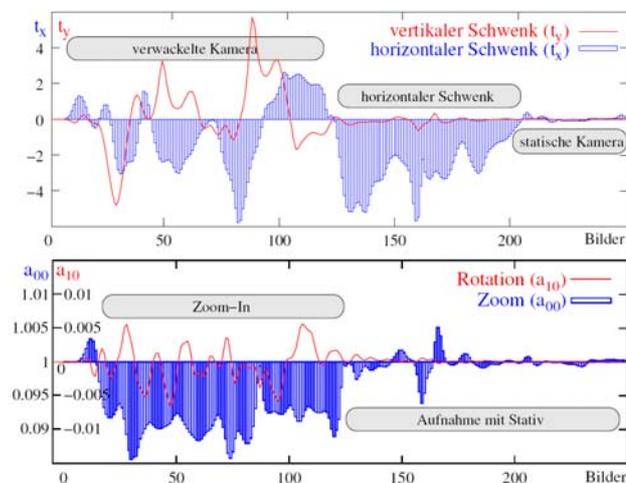
39

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Analyse von Kameraoperationen (2)



40

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

## Analyse von Kameraoperationen (3)

### Analyse am Beispiel von 9 Testsequenzen

	horizontaler Schwenk	vertikaler Schwenk	eingehender Zoom	ausgehender Zoom
Dokumentation	31	12	12	21
Nachrichtensendung	40	18	14	30
Spielfilm	32	4	15	33
Talkshow	41	9	28	48
Serie	18	11	19	24
Zeichentrickfilm	3	1	2	16
Sportsendung	81	7	13	28
Musikclip	27	10	10	24
Werbung	18	19	18	20
<b>Summe</b>	<b>301</b>	<b>88</b>	<b>123</b>	<b>254</b>

41

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM

Fragen ?

42

Image and Video Processing  
Chapter 3 - Image Registration

Dr. Stephan Kopf  
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF  
MANNHEIM