

Chapter 2

Image Similarity

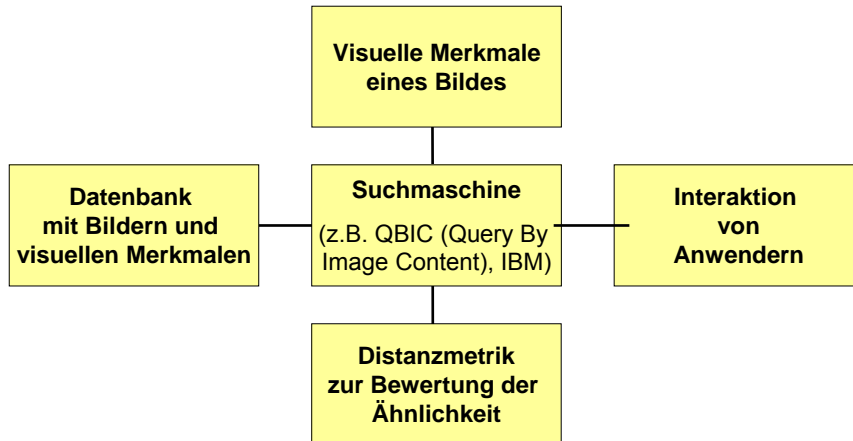


Distributed Algorithms for Image and Video Processing

Inhalt

- Ähnlichkeit von Bildern
 - Pixelbasierte Verfahren
 - Histogramme
 - Aggregierte Bilddaten
 - Kantenbasierte Verfahren (Canny)
- Anwendung: Schnitterkennung in Videos
 - Definition: Schnitt
 - Klassifikation eines Schnittes
 - Vorgehensweise bei der automatischen Schnitterkennung
 - Bewertung der Qualität
 - Ergebnisse zur Erkennung harter und weicher Schnitte

Ähnlichkeit von Bildern (I)



3

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Ähnlichkeit von Bildern (II)

**Zentrale Komponente:
Distanzmetrik zur Berechnung der
Ähnlichkeit zweier Bilder**

- Pixelbasierte Verfahren
- Histogramme
- Aggregierte Bilddaten
- Kantenbasierte Verfahren

4

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Pixelbasierte Verfahren

Summe der absoluten Pixeldifferenzen

$$D_{SAD} = \frac{1}{N_x \cdot N_y} \sum_{x=1}^{N_x} \sum_{y=1}^{N_y} |I_i(x, y) - I_j(x, y)|.$$

Bilder: I_i, I_j

Pixelwerte des Bildes I_i an Position (x, y) : $I_i(x, y)$

Bildbreite, Bildhöhe: N_x, N_y

5

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Histogramme (I)

Idee

- Ein Histogramm speichert für jeden Grau- bzw. Farbwert die absolute oder relative Anzahl der Pixel dieser Helligkeit bzw. Farbe im Bild.

Größe eines Histogramms (engl.: bins)

- 8-Bit Graustufenbilder: 256 Elemente
- Farbbilder mit 24-Bit Farbtiefe: > 16 Millionen Elemente

Lösung

- einzelne Histogramme für jeden Farbkanal
- → Verringerung der Farbtiefe (entfernen der least significant bits für jeden Farbkanal)

6

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Histogramme (II)

Histogrammdifferenz

- Minkowski-Metrik:

$$L_p(H_1, H_2) = \left(\sum_{m=1}^M |H_1(m) - H_2(m)|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

- $P=1$: L1-Norm: Summe der absoluten Histogrammdifferenzen
- $P=2$: L2-Norm (euklidische Norm): Summe der quadrierten Histogrammdifferenzen

7

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Aggregierte Bilddaten (I)

Standardabweichung der Helligkeitswerte aller Pixel eines Bildes /

$$\sigma_I = \sqrt{\frac{1}{N_x \cdot N_y} \sum_{x=1}^{N_x} \sum_{y=1}^{N_y} (I(x, y) - \bar{I})^2}$$

- Geeignet bei Helligkeitsänderungen

8

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Aggregierte Bilddaten (II)

Kantenbasierter Kontrast (edge contrast)

- schwache Kanten $w_I = \sum_{x,y} \begin{cases} I(x,y) & \text{falls } \theta_w \leq I(x,y) < \theta_s, \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$
- starke Kanten $s_I = \sum_{x,y} \begin{cases} I(x,y) & \text{falls } I(x,y) \geq \theta_s, \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$

$$EC = 1 + \frac{s_I - w_I - 1}{s_I + w_I + 1}, \quad EC \in [0, 2].$$

Aggregierte Bilddaten (III)

Kantenbasierter Kontrast

$$EC = 1 + \frac{s_I - w_I - 1}{s_I + w_I + 1}, \quad EC \in [0, 2].$$

Anteil starker und schwacher Kanten	EC
$s_I = 0$	0
$s_I < w_I$	$0 < EC < 1$
$s_I \approx w_I > 0$	1
$s_I > w_I$	$1 < EC < 2$
$s_I \gg w_I$	2

Kantenbasierte Verfahren: Canny (I)

Idee der kantenbasierten Verfahren

- Unterschiede der Kanten zweier Bildern analysieren

Berechnung einer Kantenbildes: Canny-Kantendetektor

- Kanten entstehen durch Helligkeitsänderungen zwischen benachbarten Pixeln

- 1) Um Bildrauschen zu reduzieren, wird das Bild mit einer Annäherung der Gaußschen Normalverteilung geglättet:

Maske:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

11

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (II)

2. Die Gradienten der einzelnen Pixel werden mit dem Sobeloperator ermittelt:

Maske:

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

GradX

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

GradY

3. Kantenstärke: Summe der beiden Gradienten

12

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (III)

- Berechne Kantenanstiege für jedes Pixel:

$$\text{Kantenanstieg} = \begin{cases} \arctan\left(\frac{\text{Grad}_y}{\text{Grad}_x}\right) & \text{falls } \text{Grad}_x \neq 0 \\ 0^0 & \text{falls } \text{Grad}_x = 0, \text{Grad}_y = 0 \\ 90^0 & \text{falls } \text{Grad}_x = 0, \text{Grad}_y \neq 0 \end{cases}$$

4 Kantenrichtungen sind zulässig:

0° , 45° , 90° und 135°

13

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (IV)

- Kante soll nur 1 Pixel breit sein:
→ Suche lokaler Maxima (non maxima supression):
- Kantenpixel bleibt erhalten, falls gilt:
 - aktuelles Kantenpixel hat höhere Kantenstärke als alle Nachbarpixel **oder**
 - es existiert mindestens ein Nachbarpixel mit einer höheren Kantenstärke als das aktuelle Pixel, für das gilt:
der Kantenanstieg führt von dem Nachbarpixel mit der höheren Kantenstärke zum aktuellen Pixel

14

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (V)

Beispiel: Suche lokaler Maxima

120	60	30
90	70	60
60	50	120

Kantenstärke des
aktuellen Pixels

Kantenanstieg

120	60	30
90	70	60
60	50	120

Nachbarpixel mit
höherer Kantenstärke

120	60	30
90	70	60
60	50	120

Kantenanstieg führt vom
Nachbarpixel zum
aktuellen Pixel
→ Kantenpixel bleibt erhalten

15

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (VI)

Festlegung der Kantenpixel (Hysterese)

- 2 Schwellwerte werden definiert: T_{low} und T_{high}
- falls Kantenstärke $> T_{high}$:
→ setze Pixel als Kantenpixel
- falls $T_{low} < \text{Kantenstärke} < T_{high}$
und
Pixel grenzt an ein Kantenpixel:
→ setze Pixel als Kantenpixel

Ergebnis: Kantenbild

16

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (VII)

Beispiel: Canny-Kantendetektor



Originalbild



geglättetes Bild

1. Glättung

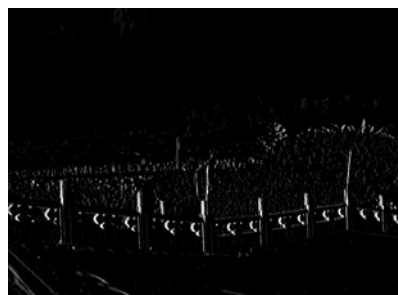
17

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

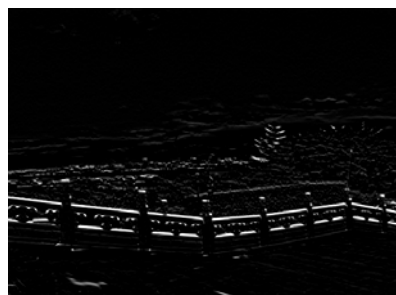
Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (VIII)



Gradient in x-Richtung



Gradient in y-Richtung

2. Gradientenbilder

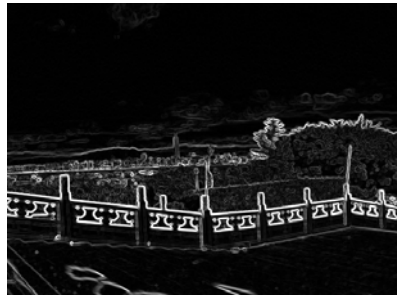
18

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

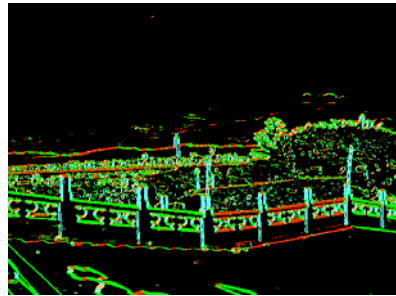
Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (IX)



3. Kantenstärke



0 Grad, 45 Grad, 90 Grad, 135 Grad

4. Kantenanstieg

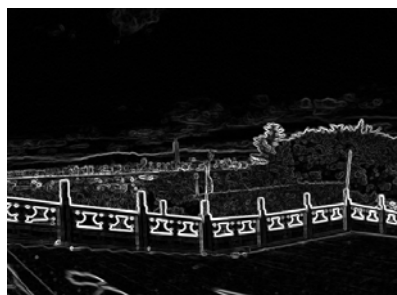
19

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

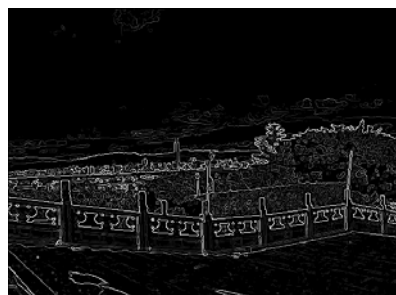
Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (X)



ohne Suche lokaler Maxima



Suche lokaler Maxima

5. Suche lokaler Maxima

20

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

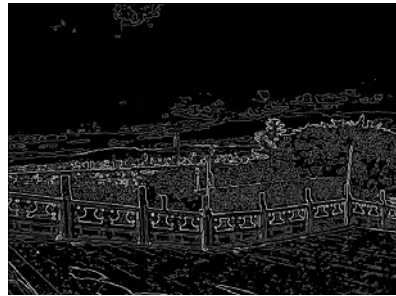
Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (XI)



Kantenbild ohne Schwellwerte



starke und schwache Kanten

6a. Kantenbild vor Hysterese

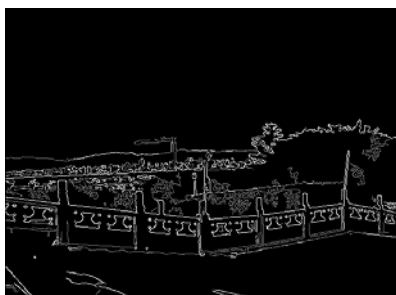
21

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : Canny (XII)



für das Kantenbild ausgewählte
schwache und starke Kanten



Kantenbild

6b. Kantenbild nach Hysterese

22

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Anwendung: Schnitterkennung in Videos

- Definition: Schnitt
- Klassifikation eines Schnittes
- Vorgehensweise bei der automatischen Schnitterkennung
- Bewertung der Qualität
- Ergebnisse zur Erkennung harter und weicher Schnitte

23

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Definition: Schnitt

Schnitt (cut)

- liefert Informationen über den Produktionsprozess eines Filmes.
- trennt kontinuierliche Aufnahmen, die als Kameraeinstellung (shot) bezeichnet werden.
- ist die kleinste Einheit eines Filmes, bei der die zeitliche Dimension noch enthalten ist.
- ist Voraussetzung für Verfahren zur Analyse von Videos.

Szene (scene)

- Inhaltlich ähnliche und zeitlich aufeinander folgende Kameraeinstellungen.

Dialog

- Szene, bei der das Bild wiederholt zwischen zwei oder mehreren Personen wechselt.

24

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Klassifikation eines Schnittes (I)

Harter Schnitt

- kein Übergang zwischen zwei Kameraeinstellungen

Weicher Schnitt

- künstlicher Übergang zwischen zwei Kameraeinstellungen
- Überblendung (dissolve)
Kontinuierlicher Übergang zwischen zwei Kameraeinstellungen
- Ein- und Ausblendung (fade)
Überblendung, bei der eine der beiden Kameraeinstellungen aus monochromen – häufig schwarzen – Bildern besteht
- Wischeffekt (wipe)
Pixel ausgewählter Bildregionen sofort verändert

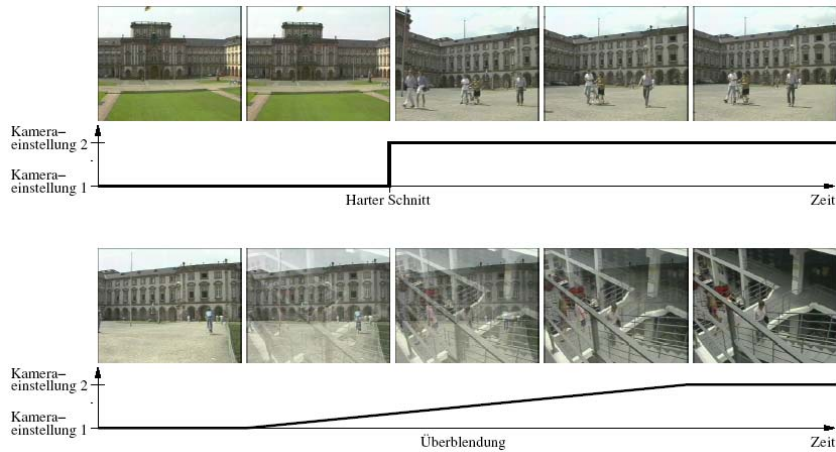
25

Klassifikation eines Schnittes (II)

	Dauer eines Schnittes	
	Schnitt zwischen zwei Bildern	Schnitt über mehrere Bilder
Änderung der Werte (einzelner) Pixel zwischen benachbarten Bildern	Harter Schnitt	Wischeffekt
Kontinuierliche Änderung aller Pixelwerte über einen längeren Zeitraum		Überblendung Ein- oder Ausblendung

26

Klassifikation eines Schnittes (III)



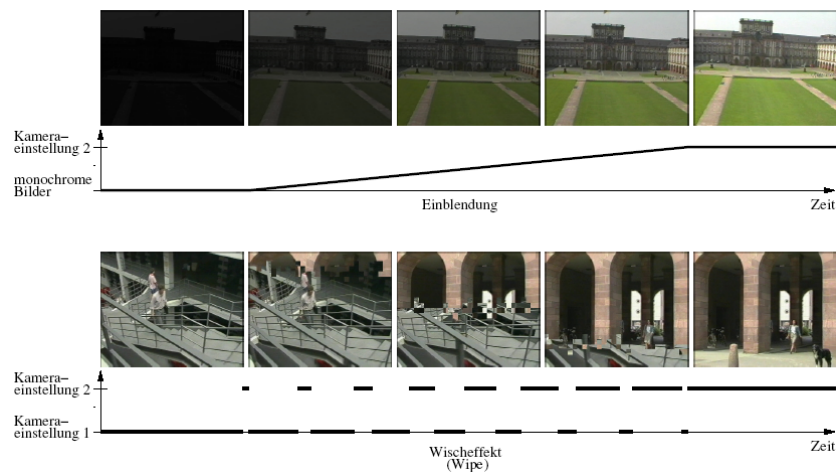
27

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Klassifikation eines Schnittes (IV)



28

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Automatische Schnitterkennung (I)

Idee

- Betrachte die Ähnlichkeit zweier benachbarter Bilder im Video
- Bilder einer Kameraeinstellung haben im Allgemeinen eine wesentlich stärkere Ähnlichkeit als Bilder unterschiedlicher Kameraeinstellungen

Vorgehensweise

- Berechne Unterschied zwischen jeweils zwei benachbarten Bildern
- Glätte Werte zur Reduktion von Klassifikationsfehlern durch Rauschen
- Hohe Unterschiede deuten auf einen harten Schnitt hin

aber:

- Erkennung weicher Schnitte nur schwer möglich, da nur geringe Unterschiede zwischen benachbarten Bildern auftreten

29

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Automatische Schnitterkennung (II)

Erkennung harter Schnitte

- Analysiere Ähnlichkeit zweier Bilder I_i und I_j mit $1 \leq i < j \leq N$ innerhalb einer Videosequenz $(I_1 \dots I_N)$

Ablauf

1. Definiere Abbildung τ , die ein Bild I_i in einen Merkmalsraum transformiert:

$$\tau : \mathbb{N}^m \rightarrow F,$$

\mathbb{N}^m Raum, der durch alle Bilder $(I_n \in \mathbb{N}^m)$ aufgespannt wird.

F spezifiziert den Merkmalsraum mit $\tau(I_n) \in F$.

30

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Automatische Schnitterkennung (III)

Erkennung harter Schnitte

2. Definiere robustes Distanzmaßes D zur Beurteilung der Ähnlichkeit zweier Bilder anhand der Merkmalswerte:

$$D : F \times F \rightarrow \mathbb{R}^+.$$

3. Ein harter Schnitt existiert zwischen den Bildern i und j , falls die Distanz zweier Bilder einen Schwellwert T überschreitet:

$$D_{i,j} = D(\tau(I_i), \tau(I_j)) > T_{i,j}.$$

31

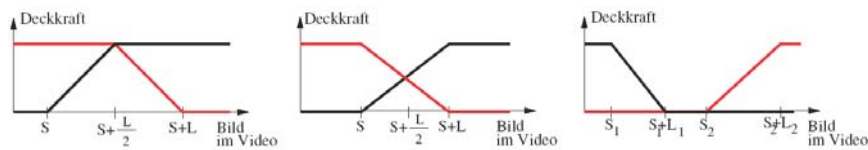
Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Automatische Schnitterkennung (IV)

Erkennung weicher Schnitte



Additive Überblendung Kreuz-Überblendung Aus-/Einblendung

S: Startzeitpunkt der Überblendung, L: Dauer der Überblendung

Annahmen

- Veränderung der Transparenz kann durch eine lineare Funktion approximiert werden
- Bildinhalt beider Kameraeinstellungen verändert sich nicht

32

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Automatische Schnitterkennung (V)

Erkennung weicher Schnitte

- Bildinhalt während einer Überblendung:

$$I_k = \alpha_k \cdot I_S + \beta_k \cdot I_{S+L} \quad \text{mit} \quad S \leq k \leq S+L.$$

- bei additiver Überblendung:

$$\alpha_k = \begin{cases} 1 & \text{für } S \leq k \leq S+L/2 \\ 1 - \frac{k-S-L/2}{L/2} & \text{für } S+L/2 < k \leq S+L \end{cases}$$
$$\beta_k = \begin{cases} \frac{k-S}{L/2} & \text{für } S \leq k \leq S+L/2 \\ 1 & \text{für } S+L/2 < k \leq S+L, \end{cases}$$

33

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Automatische Schnitterkennung (VI)

Erkennung weicher Schnitte

- bei Kreuz-Überblendungen:

$$\alpha_k = 1 - \frac{k-S}{L} \quad \text{und} \quad \beta_k = 1 - \alpha_k \quad \text{mit} \quad S \leq k \leq S+L.$$

- Ausblendungen werden wie additive Überblendungen modelliert. Statt schwarzer Bilder kann auch $\beta_k = 0$ gesetzt werden.

Regeln für die Erkennung weicher Schnitte

- gleichmäßige Änderung der Distanzmaße zwischen jeweils zwei benachbarten Bildern:

$$D_{i,i+1} \approx D_{i+1,i+2} \quad \forall \quad S \leq i < S + \frac{L}{2} - 1 \quad \text{und} \quad S + \frac{L}{2} \leq i < S+L-1.$$

- Differenz nimmt mit steigendem Abstand zwischen den Bildern zu:

$$D_{i,i+j} < D_{i,i+k} \quad \forall \quad S \leq i < i+j < i+k \leq S+L.$$

34

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Pixelbasierte Verfahren

Summe der absoluten Pixeldifferenzen

$$D_{SAD} = \frac{1}{N_x \cdot N_y} \sum_{x=1}^{N_x} \sum_{y=1}^{N_y} |I_i(x, y) - I_j(x, y)|.$$

- Harter Schnitt, falls: $D_{SAD} > T$

Vorteile / Nachteile

- Allgemein sehr robuste und zuverlässige Ergebnisse, jedoch hohe Fehlerraten bei starken Objekt- und Kamerabewegungen
- Geringe Komplexität und dadurch schnell zu berechnen

35

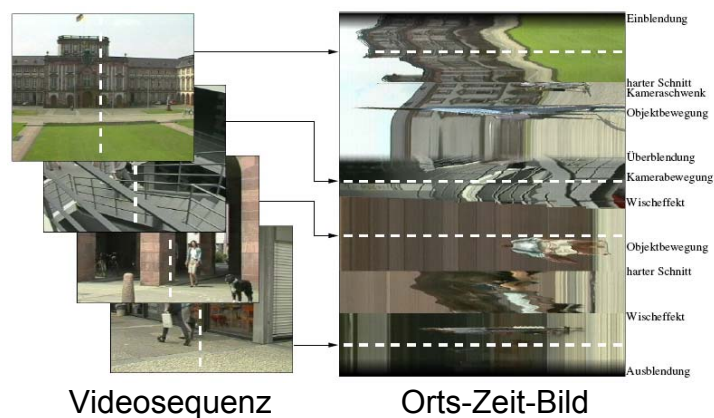
Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Pixelbasierte Verfahren (II)

Alternative: Orts-Zeit-Bilder



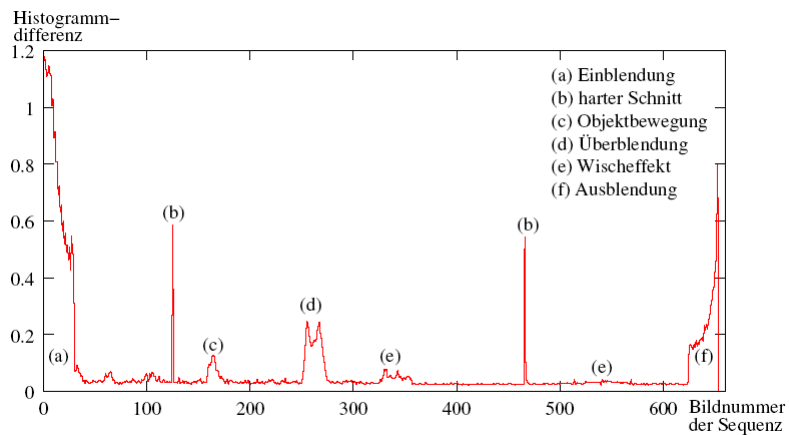
36

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Histogramme (I)



37

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Histogramme (II)

Vorteile / Nachteile

- Robuste und zuverlässige Ergebnisse
- Fehlklassifikationen insbesondere bei Helligkeitsänderungen und schnellen Bewegungen großer Objekte
- Geringe Komplexität des Algorithmus

38

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Aggregierte Bilddaten (I)

**Standardabweichung / der Helligkeitswerte
aller Pixel eines Bildes**

$$\sigma_I = \sqrt{\frac{1}{N_x \cdot N_y} \sum_{x=1}^{N_x} \sum_{y=1}^{N_y} (I(x, y) - \bar{I})^2}$$

- Die Standardabweichung sinkt an den Rändern von Ein- bzw. Ausblendungen und in der Mitte einer Überblendung, da die Pixel in diesen Bereichen durchschnittliche Helligkeits- bzw. Farbwerte annehmen.
→ Erkennung von Ein-, Aus- und Überblendungen

39

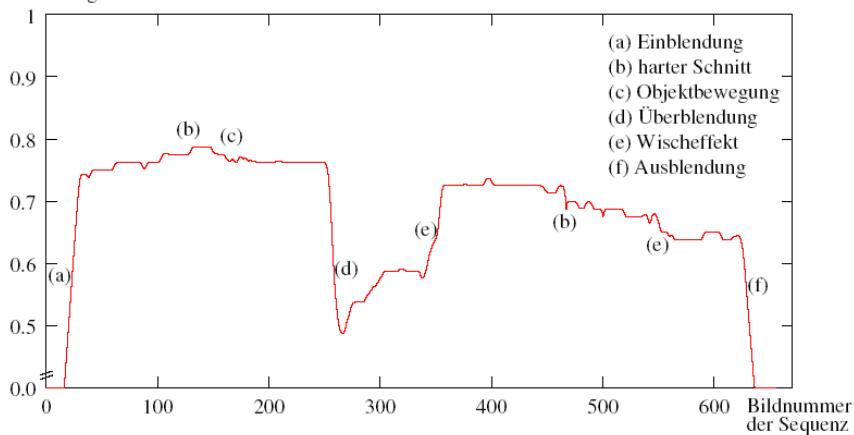
Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Aggregierte Bilddaten (II)

Standardabweichung
der Helligkeit



40

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Aggregierte Bilddaten (III)

Probleme

- schnelle Kamera- oder Objektbewegungen:
 - Kameraeinstellungen sind häufig unscharf
 - Standardabweichung sinkt
 - viele falsch erkannte Schnitte
- Ursachen für Unschärfe
 - verursacht durch Aufnahme
 - durch die Kompression des digitalen Videos

41

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Aggregierte Bilddaten (IV)

Kantenbasierter Kontrast

$$EC = 1 + \frac{s_I - w_I - 1}{s_I + w_I + 1}, \quad EC \in [0, 2].$$

Vorteile/Nachteile

- geringer Einfluss der Kamera- bzw. Objektbewegung
- geringe Komplexität der Berechnung
- bei schnellen Bewegungen treten höhere Fehlerraten auf, da das Bild hierbei häufig an Schärfe verliert

42

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : ECR (I)

Kantenänderungsrate (edge change ratio, edge change fraction)

- Kanten zweier Bilder i und j eines Videos werden mit Hilfe des Canny-Kantendetektors ermittelt.
- Kantenpixel, die im ersten aber nicht im zweiten Bild enthalten sind, werden als ausgehende Kantenpixel bezeichnet, die im zweiten Bild neu hinzukommenden Kantenpixel als eingehende Kantenpixel.

$$\rho_{out}(i) = \frac{E_{out}(i)}{S_i}$$

$$\rho_{in}(j) = \frac{E_{in}(j)}{S_j}$$

$$ECR_{i,j} = \max \{ \rho_{out}(i), \rho_{in}(j) \}.$$

- Anzahl der aus- und eingehenden Kantenpixel: $E_{out}(i), E_{in}(i)$
- Anteil der ausgehenden und eingehenden Kantenpixel zur gesamten Anzahl der Kantenpixel S_i : $\rho_{out}(i), \rho_{in}(i)$

43

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : ECR (II)

Problem

- Kamera- oder Objektbewegungen erhöhen die Anzahl der eingehenden und ausgehenden Kanten deutlich
→ Ausgleich der Kamerabewegung (späteres Kapitel)
- Weiterhin geringe Verschiebung der Kanten zweier Bilder möglich
→ Kanten des Bildes werden verbreitert (Dilatation)

Dilatation / Erosion

- Operatoren, die für ein Graustufenbild I und ein Strukturelement B mit Radius r (z.B. Kreis oder Quadrat) folgendermaßen definiert sind:

$$\text{Dilatation: } (I \circ B)(x) = \sup \{ I(x-r), r \in B \}$$

$$\text{Erosion: } (I \bullet B)(x) = \inf \{ I(x-r), r \in B \}$$

- Für diskrete Pixelwerte kann Maximum/Minimum verwendet werden.

44

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : ECR (III)

Erkennung von Schnitten

- einzelner hoher Wert
→ harter Schnitt
- mehrere zusammenhängende leicht erhöhte Werte
→ weicher Schnitt
- Zusätzlicher Indikator für weiche Schnitte:
Verhältnis der eingehenden zu den ausgehenden Kanten:
 - Kanten verschwinden bei einer Ausblendung oder in der ersten Hälfte einer Überblendung ($\rho_{out(i)} > \rho_{in(i)}$),
 - bei einer Einblendung und in der zweiten Hälfte einer Überblendung ist das Verhältnis umgekehrt.

45

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

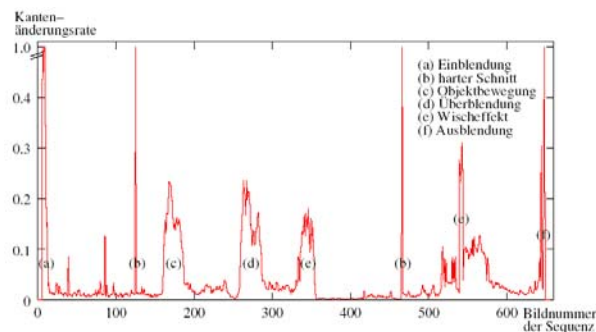
Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Kantenbasierte Verfahren : ECR (IV)

Zuverlässigkeit

- sehr hohe Anzahl an fehlerhaft erkannten Schnitten durch Objektbewegungen



46

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Bewertung der Qualität (I)

Präzision (engl. precision)

$$P = \frac{C}{C+F} \in [0, 1]$$

Vollständigkeit eines Suchergebnisses (engl. recall)

$$V = \frac{C}{C+M} \in [0, 1].$$

- C: korrekt erkannten Schnitte
- F: fehlerhaft erkannte Schnitte
- M: nicht erkannte Schnitte
- Alle erkannten Schnitte sind echte Schnitte:
Präzision \rightarrow *max.*
- In der Menge der erkannten Schnitte sind alle Schnitte enthalten
Vollständigkeit \rightarrow *max.*

47

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Bewertung der Qualität (II)

- Die einzelnen Maße ermöglichen keine Aussage über die Qualität eines Verfahrens.
- F1-Maß:

$$F1 = 2 \cdot \frac{P * V}{P + V} \in [0, 1] \quad \text{für } P, V \neq 0.$$

48

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Erkennung harter Schnitte

Beispielhafte Ergebnisse

Verfahren	Präzision	Vollständigkeit	F1	Rechenzeit
Summe absoluter Differenzen	85,2 %	82,7 %	83,9 %	0,86
Kantenänderungsrate	76,1 %	86,5 %	81,0 %	7,78
Histogramm	60,4 %	79,2 %	68,5 %	0,67
Durchschnittlicher Farbwert	56,9 %	68,2 %	62,0 %	0,67
Kontrast	55,7 %	68,9 %	61,6 %	0,76
Kantenbasierter Kontrast	13,3 %	23,5 %	16,9 %	0,75

(Ergebnisse von 9 Testvideos)

49

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Optimierungen für harte Schnitte (I)

Ziel: Verringerung der Fehlerraten in
Kameraeinstellungen mit starken Bewegungen

- Harter Schnitt, falls $D_{(i)} > D_{avg(i)} + T$

dynamischer Schwellwert:

$$D_{avg}(i) = \frac{1}{N} \sum_{j=i-\frac{N}{2}, j \neq i}^{i+\frac{N}{2}} D(j)$$

50

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Optimierungen für harte Schnitte (II)

Beispielhafte Ergebnisse bei einem dynamischen Schwellwert

Verfahren	Präzision	Vollständigkeit	F1
Summe absoluter Differenzen	94,4 %	94,2 %	94,3 %
Kantenänderungsrate	82,8 %	92,2 %	87,2 %
Histogramm	81,4 %	89,0 %	85,0 %
Durchschnittlicher Farbwert	74,1 %	76,6 %	75,3 %
Kontrast	72,7 %	74,6 %	73,6 %
Kantenbasierter Kontrast	21,1 %	20,4 %	20,7 %

51

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Erkennung weicher Schnitte (I)

Erkennung weicher Schnitte

- Eine Unterscheidung zwischen Objekt- oder Kamerabewegung und einem weichen Schnitt ist aufgrund der Ähnlichkeit der Merkmalswerte häufig nicht möglich.
→ wesentlich höhere Fehlerraten

Vorgehensweise bei Kontrast / kantenbasiertem Kontrast

1. Analyse eines Intervalls: Werte sinken durch Überlagerung zweier Bilder bis zur Mitte einer Überblendung und steigen anschließend wieder.
2. Suche lokales Minimum in der Mitte einer Überblendung.
3. Überprüfe, ob Differenz zwischen Minimum und Maximum innerhalb des Intervalls einen Schwellwert überschreitet.

52

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Erkennung weicher Schnitte (II)

Vorgehensweise bei der ECR

$$M_{ECR}(i) = \sum_{j=i-\frac{N}{2}}^{i+\frac{N}{2}} ECR(j) - \max \left\{ ECR(j) : j = i - \frac{N}{2} \dots i + \frac{N}{2} \right\}.$$

- Summiere ECR-Werte innerhalb eines Intervalls und ziehe maximalen ECR-Wert ab
→ harte Schnitte werden ausgeschlossen

53

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Erkennung weicher Schnitte (III)

Vorgehensweise bei Histogrammen

$$M_{HD}(i) = HD_N(i - \frac{N}{2}) - \max \left\{ HD_1(j) : j = i - \frac{N}{2} \dots i + \frac{N}{2} \right\}.$$

- $HD_1(j)$: Histogrammdifferenz zweier benachbarter Bilder j und $j + 1$
- $HD_N(i)$: Histogrammdifferenz zwischen Bild i und $i + N$

→ Die modifizierte Histogrammdifferenz M_{HD} hat nur innerhalb eines weichen Schnittes einen hohen Differenzwert.

54

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Erkennung weicher Schnitte (IV)

Überblendungen

Verfahren	Präzision	Vollständigkeit	F1
Kantenänderungsrate	45,0 %	43,1 %	44,0 %
Histogramm	58,3 %	52,1 %	55,0 %
Kontrast	54,2 %	59,2 %	56,6 %
Kantenbasierter Kontrast	46,1 %	37,9 %	41,6 %

Ein- und Ausblendungen

Verfahren	Präzision	Vollständigkeit	F1
Kontrast	97,7 %	74,4 %	84,5 %
Kantenbasierter Kontrast	93,0 %	72,1 %	81,2 %

55

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM

Fragen ?

56

Image and Video Processing
Chapter 2 - Image Similarity

Dr. Stephan Kopf
Praktische Informatik IV

UNIVERSITY OF
MANNHEIM