

Kantenbasierte Merkmale für die Bildsuche

Inhaltsbasierte Bildsuche

Matthias Spiller

17. Dezember 2004

Übersicht

Einleitung

Was sind Kanten?

Kantenrichtungs-Histogramm

Der Canny-Algorithmus

Feature-Erzeugung

Evaluation

Autokorrelationskoeffizienten

Wavelet Analyse

Feature-Erzeugung

Evaluation

Kombination der beiden Methoden

Was sind Kanten?

- ▶ Kanten sind Übergänge zwischen Gebieten verschiedener Helligkeit
- ▶ Kanten bilden die Kontur von Objekten
- ▶ eignen sich daher gut zur inhaltsbasierten Bildsuche

Teil I

Kantenrichtungs-Histogramm

Kantenrichtungs-Histogramm

Idee:

- ▶ extrahiere die Kanten aus einem Bild
- ▶ bestimme die Richtung der Kanten
- ▶ erstelle ein Histogramm über den Kantenrichtungen
- ▶ benutze dieses Histogramm zur Bildsuche

Warum ein Histogramm?

- ▶ invariant gegenüber Translation
- ▶ invariant gegenüber Skalierung (wenn Normalisiert)
- ▶ einfach zu berechnen
- ▶ einfach zu vergleichen

Der Canny-Algorithmus

1. Gauss-Filterung

- ▶ Herausfiltern von Rauschen



Der Canny-Algorithmus

2. Bilden des Gradienten

- ▶ Faltung mit Sobel-Operator:

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

G_x G_y

- ▶ Summieren der beiden Richtungsgradienten:

$$G = |G_x| + |G_y|$$

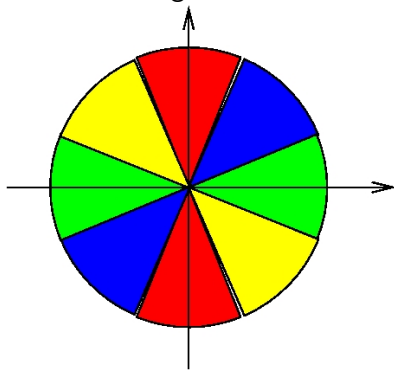


Der Canny-Algorithmus

3. Berechnen der Kantenrichtung

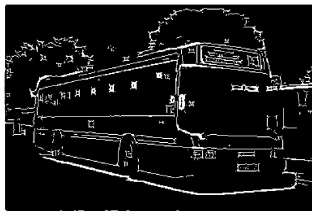
$$\theta = \text{atan} \left(\frac{G_y}{G_x} \right)$$

4. Diskretisierung der Kantenrichtung



Der Canny-Algorithmus

5. Ausdünnung der Kanten
6. Schwellwertbildung

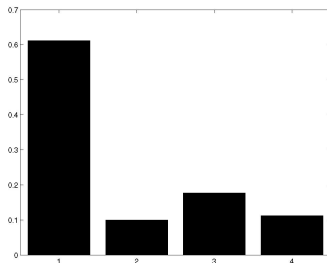


Feature-Erzeugung

- ▶ Betrachte alle Pixel mit Wert 1 nach der Schwellwertbildung und deren Kantenrichtung
- ▶ Bilde ein Histogramm über den Kantenrichtungen.



Originalbild



Histogramm

$0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$

Ergebnisse

301.jpg



384.jpg



306.jpg



700.jpg



323.jpg



385.jpg



398.jpg



866.jpg



319.jpg



347.jpg



303.jpg



146.jpg



364.jpg



390.jpg



374.jpg



159.jpg

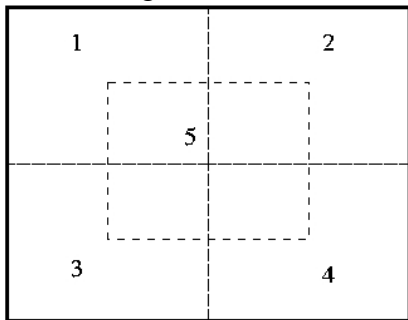


327.jpg



Lokale Features

- ▶ keine örtliche Informationen
- ▶ Unterteilung des Bildes in fünf Teilbereiche



- ▶ ein Histogramm für jeden Teilbereich
- ▶ benutze die fünf lokalen und das globale Histogramm zur Suche

Ergebnis mit lokalen und globalen Features

301.jpg



306.jpg



347.jpg



395.jpg



382.jpg



390.jpg



398.jpg



323.jpg



315.jpg



327.jpg



371.jpg



380.jpg



159.jpg



319.jpg



364.jpg



339.jpg



345.jpg



Histogramm-Vergleich

Metriken zum Histogramm-Vergleich:

- ▶ p -Norm: $d(H, G) = (\sum_i (H_i - G_i)^p)^{\frac{1}{p}}$
- ▶ Histogramm-Intersection: $d(H, G) = 1 - \frac{\sum_i (\min(H_i, G_i))}{\min(\sum_i H_i, \sum_i G_i)}$
- ▶ χ^2 -Metrik: $d(H, G) = \sum_i \frac{(H_i - G_i)^2}{H_i + G_i}$

Evaluation

Features	Metrik		
	χ^2	HI	L2-Norm
global	0.194	0.192	0.192
lokal	0.215	0.211	0.210
beide	0.215	0.215	0.211

Tabelle: Metriken für den Vergleich von Kantenrichtungshistogrammen

Ergebnisse

592.jpg



74.jpg



417.jpg



445.jpg



544.jpg



586.jpg



570.jpg



201.jpg



710.jpg



584.jpg



529.jpg



509.jpg



727.jpg



265.jpg



748.jpg



422.jpg



433.jpg



Ergebnisse

641.jpg



653.jpg



613.jpg



989.jpg



651.jpg



924.jpg



635.jpg



694.jpg



915.jpg



918.jpg



993.jpg



644.jpg



614.jpg



986.jpg



603.jpg



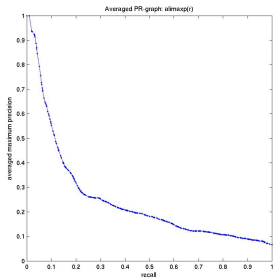
654.jpg



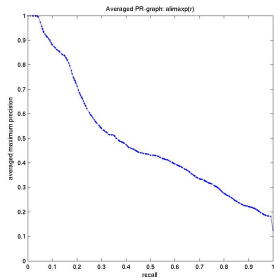
911.jpg



Ergebnisse



Kantenhistogramm



SIMBA

Teil II

Autokorrelationskoeffizienten

Wavelet Analyse



- ▶ Hochpass→Tiefpass ergibt horizontale Kanten
- ▶ Tiefpass→Hochpass ergibt vertikale Kanten



Wavelet Analyse

- ▶ Kantenbild: $e_{m,n} = \sqrt{(v_{m,n})^2 + (h_{m,n})^2}$



Feature-Erzeugung

- ▶ Benutze Autokorrelationskoeffizienten als Merkmale
- ▶ Autokorrelationskoeffizient:

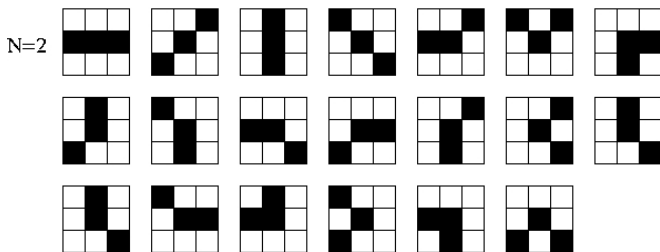
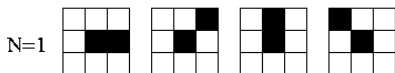
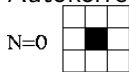
$$R^N(a_1, \dots, a_N) = \sum_P I(r)I(r + a_1) \dots I(r + a_N)$$

mit a_i Verschiebungsvektor, N Grad des Autokorrelationskoeffizienten

- ▶ \Rightarrow große Zahl von Autokorrelationskoeffizienten
- ▶ benutze nur Koeffizienten vom Grade ≤ 2

Feature-Erzeugung

Autokorrelationskoeffizienten



Beispiel: $f^7 = \sum_x \sum_y (e_{x,y})(e_{x-1,y+1})(e_{x+1,y-1})$

Feature-Erzeugung

Die erhaltenen 25 Koeffizienten sind noch abhängig von Größe und Intensität des Bildes:

- ▶ Invarianz gegenüber Größe:
Teile durch die Anzahl der Pixel
- ▶ Invarianz gegenüber Intensität:
Nimm die $(N + 1)$ -te Wurzel jedes Koeffizienten

$$f = \frac{1}{wh} \sum_P \sqrt[N+1]{I(r)I(r + a_1) \dots I(r + a_N)}$$

Ergebnisse

600.jpg



623.jpg



643.jpg



831.jpg



614.jpg



675.jpg



644.jpg



884.jpg



622.jpg



688.jpg



696.jpg



640.jpg



637.jpg



655.jpg



657.jpg



161.jpg



126.jpg



Lokale Features

- ▶ Einteilung des Bildes in fünf Teilbilder analog zum Kantenrichtungs-Histogramm
- ▶ Berechnung der 25 Autokorrelationskoeffizienten für jedes der fünf Teilbilder

Ergebnis mit lokalen und globalen Features

600.jpg



623.jpg



626.jpg



670.jpg



657.jpg



675.jpg



621.jpg



630.jpg



614.jpg



603.jpg



655.jpg



628.jpg



611.jpg



644.jpg



696.jpg



680.jpg



606.jpg



Evaluation

		Metrik	
Grad	Features	χ^2	L2-Norm
0	g	0.185	0.186
0	l	0.214	0.212
0	b	0.212	0.212
1	g	0.204	0.184
1	l	0.216	0.212
1	b	0.216	0.211
2	g	0.201	0.196
2	l	0.225	0.224
2	b	0.226	0.225

Tabelle: Metriken für den Vergleich der Autokorrelationskoeffizienten

Ergebnisse

400.jpg



474.jpg



625.jpg



453.jpg



416.jpg



460.jpg



451.jpg



478.jpg



450.jpg



465.jpg



417.jpg



677.jpg



604.jpg



678.jpg



413.jpg



477.jpg



476.jpg



Ergebnisse

730.jpg



24.jpg



27.jpg



891.jpg



940.jpg



225.jpg



736.jpg



17.jpg



246.jpg



196.jpg



950.jpg



979.jpg



147.jpg



114.jpg



879.jpg



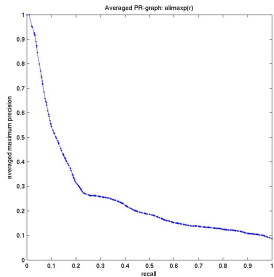
962.jpg



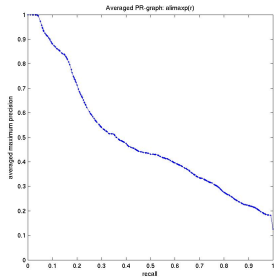
974.jpg



Ergebnisse



Autokorrelation



SIMBA

Teil III

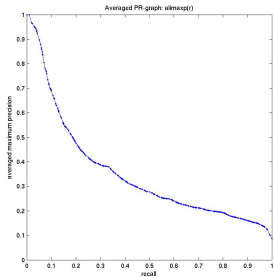
Kombination der beiden Methoden

Kombination der beiden Methoden

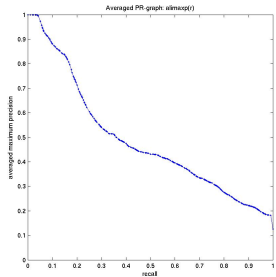
- ▶ berechne für jedes Bild sowohl die Kantenrichtungshistogramme, als auch die Autokorrelationskoeffizienten

		Metrik	
Grad	Features	χ^2	L2-Norm
0	g	0.252	0.215
0	l	0.258	0.220
0	b	0.264	0.223
1	g	0.283	0.277
1	l	0.314	0.310
1	b	0.318	0.311
2	g	0.265	0.257
2	l	0.283	0.269
2	b	0.284	0.271

Ergebnisse



Autokorrelation



SIMBA

Vergleich mit SIMBA

342.jpg



41.jpg



29.jpg



95.jpg



83.jpg



55.jpg



84.jpg



261.jpg



22.jpg



40.jpg



39.jpg



35.jpg



265.jpg



91.jpg



389.jpg



Vergleich mit SIMBA

342.jpg



379.jpg



372.jpg



300.jpg



322.jpg



370.jpg



339.jpg



320.jpg



327.jpg



340.jpg



346.jpg



333.jpg



328.jpg



305.jpg



367.jpg



387.jpg



315.jpg



Vergleich mit SIMBA

640.jpg



654.jpg



752.jpg



799.jpg



713.jpg



742.jpg



749.jpg



652.jpg



694.jpg



722.jpg



770.jpg



622.jpg



683.jpg



690.jpg



781.jpg



Vergleich mit SIMBA

640.jpg



605.jpg



652.jpg



675.jpg



673.jpg



621.jpg



630.jpg



629.jpg



617.jpg



636.jpg



661.jpg



606.jpg



619.jpg



626.jpg



670.jpg



603.jpg



688.jpg



Ergebnisse

51.jpg



702.jpg



87.jpg



5.jpg



900.jpg



934.jpg



583.jpg



712.jpg



906.jpg



563.jpg



100.jpg



31.jpg



956.jpg



80.jpg



89.jpg



64.jpg



61.jpg



Ergebnisse

61.jpg



52.jpg



5.jpg



25.jpg



531.jpg



512.jpg



563.jpg



558.jpg



13.jpg



47.jpg



260.jpg



702.jpg



705.jpg



87.jpg



728.jpg



526.jpg



712.jpg



Ergebnisse

81.jpg



10.jpg



32.jpg



980.jpg



962.jpg



69.jpg



42.jpg



908.jpg



845.jpg



17.jpg



771.jpg



62.jpg



891.jpg



41.jpg



50.jpg



54.jpg



46.jpg



Ergebnisse

166.jpg



171.jpg



165.jpg



785.jpg



69.jpg



875.jpg



559.jpg



167.jpg



737.jpg



511.jpg



984.jpg



901.jpg



279.jpg



176.jpg



129.jpg



108.jpg



541.jpg



Ergebnisse

283.jpg



205.jpg



727.jpg



797.jpg



859.jpg



201.jpg



550.jpg



68.jpg



748.jpg



522.jpg



506.jpg



749.jpg



531.jpg



110.jpg



521.jpg



49.jpg



737.jpg



Ergebnisse

300.jpg



370.jpg



320.jpg



324.jpg



387.jpg



342.jpg



340.jpg



319.jpg



377.jpg



389.jpg



379.jpg



327.jpg



341.jpg



346.jpg



358.jpg



305.jpg



339.jpg



Ergebnisse

400.jpg



460.jpg



476.jpg



472.jpg



427.jpg



465.jpg



474.jpg



645.jpg



451.jpg



478.jpg



410.jpg



417.jpg



467.jpg



419.jpg



464.jpg



412.jpg



488.jpg



Ergebnisse

522.jpg



554.jpg



528.jpg



578.jpg



521.jpg



550.jpg



727.jpg



797.jpg



719.jpg



738.jpg



746.jpg



533.jpg



534.jpg



748.jpg



562.jpg



68.jpg



796.jpg



Ergebnisse

545.jpg



217.jpg



209.jpg



718.jpg



64.jpg



56.jpg



998.jpg



577.jpg



571.jpg



175.jpg



19.jpg



914.jpg



917.jpg



934.jpg



6.jpg



978.jpg



114.jpg



Ergebnisse

592.jpg



584.jpg



529.jpg



544.jpg



559.jpg



586.jpg



710.jpg



812.jpg



158.jpg



570.jpg



278.jpg



201.jpg



265.jpg



593.jpg



595.jpg



589.jpg



422.jpg



Ergebnisse

641.jpg



653.jpg



651.jpg



635.jpg



615.jpg



613.jpg



627.jpg



614.jpg



661.jpg



644.jpg



648.jpg



694.jpg



649.jpg



603.jpg



623.jpg



626.jpg



611.jpg



Ergebnisse

676.jpg



666.jpg



657.jpg



686.jpg



692.jpg



655.jpg



601.jpg



642.jpg



65.jpg



675.jpg



673.jpg



683.jpg



982.jpg



652.jpg



610.jpg



672.jpg



426.jpg



Ergebnisse

699.jpg



36.jpg



42.jpg



62.jpg



668.jpg



689.jpg



690.jpg



697.jpg



957.jpg



57.jpg



693.jpg



67.jpg



686.jpg



10.jpg



408.jpg



68.jpg



951.jpg



Ergebnisse

701.jpg



549.jpg



575.jpg



712.jpg



545.jpg



217.jpg



518.jpg



713.jpg



501.jpg



572.jpg



206.jpg



513.jpg



703.jpg



774.jpg



537.jpg



531.jpg



128.jpg



Ergebnisse

730.jpg



736.jpg



891.jpg



962.jpg



999.jpg



979.jpg



75.jpg



860.jpg



879.jpg



940.jpg



953.jpg



931.jpg



974.jpg



543.jpg



225.jpg



114.jpg



954.jpg



Ergebnisse

819.jpg



70.jpg



783.jpg



973.jpg



739.jpg



809.jpg



914.jpg



246.jpg



261.jpg



965.jpg



978.jpg



983.jpg



144.jpg



571.jpg



552.jpg



218.jpg



864.jpg



Ergebnisse

996.jpg



957.jpg



105.jpg



98.jpg



915.jpg



909.jpg



699.jpg



32.jpg



980.jpg



908.jpg



10.jpg



923.jpg



870.jpg



42.jpg



967.jpg



96.jpg



690.jpg

