

Inhaltsbasierte Bildsuche Histogramme

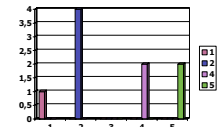
Informatica Feminale
Universität Bremen, Aug. 2005
Maja Temerinac
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Histogramm-anschaulich

- Zum Messen von Häufigkeiten eines Merkmals (Hier: Zahlen 1-5 in der Matrix)

1	4	4
2	5	2
2	2	5

1	1/9	11.11%
2	4/9	44.44%
3	0	0%
4	2/9	22.22%
5	2/9	22.22%



22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

2

Histogramm-mathematisch

- normiertes Histogramm:

$$h(d) = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \delta(I(i, j) - d).$$

$$\delta(x) = \begin{cases} 0 & , x = 0 \\ 1 & , x \neq 0 \end{cases}$$

d – Farbe (0-255)
 $I(i,j)$ – Farbe des (i,j) -ten Pixels vom Bild I
 N – Höhe des Bildes
 M – Breite des Bildes

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

3

Histogramme und Bilder

- Eines der einfachsten Merkmale für Bilder
- gibt an wie oft eine Bestimmt Farbstufe im Bild vorkommt
- Grauwertbilder -> ein Histogramm pro Bild
- Farbbilder -> drei Histogramme pro Bild (Rot,Grün,Blau)

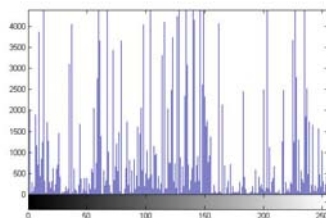
22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

4

Grauwert histogramm

482 x 514 = 247.748 Pixel



Die Anzahl der Pixel, die einen bestimmten Grauwert im Bild Haben, wird im Histogramm abgetragen

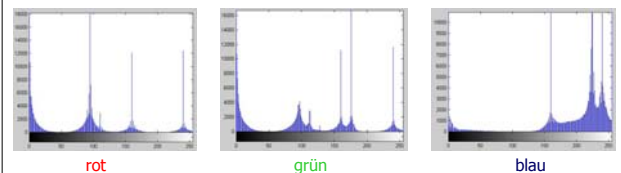
22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

5

Farbhistogramm

- Drei Histogramme für Rot, Grün und Blau für *bugs.jpg* :



22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

6

Mehrdimensionale Histogramme

- Das Histogramm ist kein Vektor mehr, sondern ein Würfel
- Für ein RGB Bild hätten wir dann:

$$h(r, g, b) = \frac{1}{N \cdot M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \delta(I(i, j) - r) * \delta(I(i, j) - g) * \delta(I(i, j) - b).$$

22/08/2005

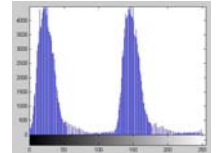
Histogramme, Maja Temerinac

7

Übung

Aufgabe 1:

- Führe die Funktion *imhist* für die Beispielbilder *ape1.gif* und *ape16.gif* aus. Wie unterscheiden sie sich?
- Wo würdest Du den Threshold für das Bild mit folgendem Histogramm setzen? Warum?



22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

8

Übung (2)

Aufgabe 2:

- Schreibe selber eine Funktion, die das normierte Histogramm eines Grauwertbildes berechnet!
Tipp: Nehme zunächst eine kleine Matrix und überlege Dir wie das Histogramm von dieser aussieht
Anmerkung: Das Histogramm ist ein Vektor. Du kannst es mit dem Befehl *bar* zeichnen.
- Teste Deine Funktion mit den Grauwertbildern im Ordner *images*

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

9

Übung (3)

Aufgabe 3:

- Schreibe eine Funktion, die ein dreidimensionales Histogramm berechnet.
- Teste Deine Funktion mit Farbbildern!
- Wie könnte man ein dreidimensionales Histogramm visualisieren?

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

10

Notizen

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

11

Notizen (2)

22/08/2005

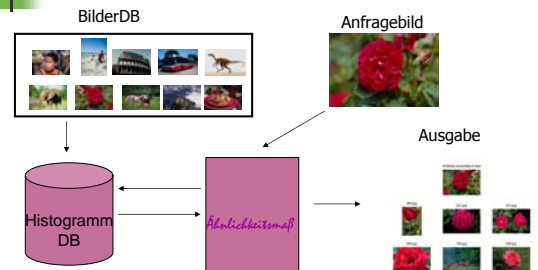
Histogramme, Maja Temerinac

12

Inhaltsbasierte Bildsuche Aufbau einer Suchmaschine mit Histogrammen

Informatica Feminale
Universität Bremen, Aug. 2005
Maja Temerinac
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

System



22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

14

Histogrammberechnung

- Wir haben es mit RGB Bildern zu tun
- Einfachster Vorschlag:
 - Addiere R+G+B, um ein Grauwertbild zu erhalten. Berechne anschließend das Histogramm des Grauwertbildes
- Fortgeschrittener Vorschlag:
 - Berechne das dreidimensionale Histogramm

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

15

Merkmal-DB

- Berechne für jedes Bild das Histogramm
- Bei 1000 Bildern ist eine Schleife hilfreich
- Du kannst z.B. mit *tic* und *toc* messen wie lange die Berechnung dauert
- Speichere die Merkmalsdatenbank mit *save 'merkmaldb.mat' merkmaldb*

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

16

Ähnlichkeitsmaß

- Hier gibt es mehrere Möglichkeiten:
 - Histogramm-Intersection (empfohlen):

$$\sum_{i=1}^d \min(H_o(i), H_q(i))$$

- Euklidische Distanz:

$$\sum_{i=1}^d (H_o(i) - H_q(i))^2$$

- Später lernen wir noch andere!

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

17

Graphische Ausgabe

- Nach der Ähnlichkeitsberechnung erhalten wir eine Liste mit Bildnummern
- Zeichne die ersten 10 Bilder mit *imshow* und *subplot*
- Das erste Bild in der Ähnlichkeitsliste sollte immer das Anfragebild sein!

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

18

Inhaltsbasierte Bildsuche Evaluation

Informatica Feminale
Universität Bremen, Aug. 2005
Maja Temerinac
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Überblick-Evaluation

- Wozu Evaluation?
- Wichtige Eigenschaften
- Basics:
 - Bilddatenbanken
 - Ground truth
 - Evaluationsmethoden
- Anleitung zur Benutzung der Evaluationsfunktionen

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

20

Wozu Evaluation?

- Welche Merkmale sind generell gut?
- Welche Merkmale sind für welche Bilder besonders geeignet?
- Kann man herausfinden warum?

-> Mit diesem Wissen können wir unsere Programme verbessern!

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

21

Wichtige Eigenschaften

- **Messbarkeit**
 - Eine einzige Zahl als Ergebnis:
1 = gut, 0 = schlecht
 - Einen Graphen als Ergebnis (ist schwer zu lesen, enthält aber mehr Informationen)
- **Vergleichbarkeit**
 - Welches Suchsystem ist besser?
 - Welche Parameter liefern gute Ergebnisse?
 - Konstruktion von lernfähigen Algorithmen

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

22

Bilddatenbanken

- Anforderungen an eine Bilddatenbank:
 - Bilder für jeden frei benutzbar
 - Benutzt von vielen anderen Forschungsgruppen zur Evaluation
- Verfügbare Bilddatenbanken:
 - **WANG**: 1000 Bilder, 10 Kategorien
 - UW database: 1109 Bilder, Anmerkungen zu den Bildern, keine Klassen
 - ZuBuD: 5 Bilder von jedem der 201 Häuser
 - CalTech database: Grauwertbilder, bestimmt Objekte (Motorräder, Flugzeuge, Gesichter)

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

23

Ground truth

- Gibt an welche Bilder ähnlich sind
- Welche Definition von „ähnlich“ soll man verwenden?
 - Wenn sie (optisch) ähnlich aussehen?
 - Wenn ihr Inhalt ähnlich ist?
 - Wenn sie unter dieselbe abstrakte Kategorie fallen?

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

24

Woher bekommt man die Ground truth?

- Schon in DB enthalten (z.B. Aufteilung in Kategorien)
- Unterteilung in Gruppen durch Experten
- Simulation der Benutzer
- **Direktes Fragen der Benutzer**
- Schlüsselwörter zu jedem Bild

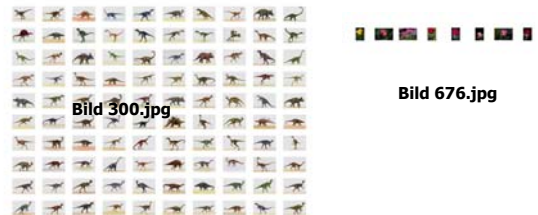
22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

25

Unsere Ground truth

- Zu 17 Bildern der WANG Datenbank wurde eine Ground truth erstellt



22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

26

Evaluationsmethoden

- **Precision-Recall** Berechnung

$V_k \in \{0,1\}$: Relevanz des Dokuments mit Rang k

Treffer: $A_k = \sum_{n=0}^{k-1} V_n$ Falscher Alarm: $B_k = \sum_{n=0}^{k-1} (1 - V_n) = k - A_k$

Misses: $C_k = \sum_{n=0}^{N-1} V_n - A_k$ Correct Dismissals: $D_k = \sum_{n=0}^{N-1} (1 - V_n) - B_k$

Recall: $R_k = \frac{A_k}{A_k + C_k}$ Precision: $P_k = \frac{A_k}{A_k + B_k} = \frac{A_k}{k}$

Fallout: $F_k = \frac{B_k}{B_k + D_k}$

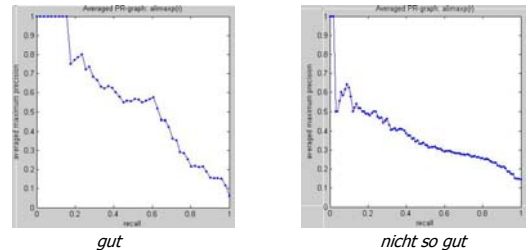
22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

27

PR-Graph

- Beispiele PR-Graphen:



22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

28

Hendrik's Funktionen

- M-Files by Hendrik Tessendorf
- *ev_query_images*, um die 17 Bilder der ground truth anzuzeigen:
- 81 61 51 166 283 300 400 545
592 522 641 676 699 701 730 819
996
- *ev_my_functions*, um den PR-Graphen für einen dieser Bilder zu zeichnen
- *plot_my_PR_all_averaged*, um den PR-Graphen für alle 17 Bilder zu zeichnen

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

29

Literatur

- *Performance Evaluation in Content-Based Image Retrieval: Overview and Proposals 1999* (H.Müller, W.Müller, D. McG. Squire, T. Pun)
- *Classification Error Rate for Quantative Evaluation of Content-based Image Retrieval Systems* (T. Deselaers, D. Keysers, H. Ney)
- *A Performance Evaluation Protocol for Content-Based Image Retrieval Algorithms/Systems* (Liu Wenyin, Zhong Su, Stan Li, Yan-Feng Sun, Hongjiang Zhang)
- *IMAGE RETRIEVAL EVALUATION CBAIVL-98* (John R. Smith)

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

30

Inhaltsbasierte Bildsuche Co-occurrence Matrix

Informatica Feminale
Universität Bremen, Aug. 2005
Maja Temerinac
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Definition Co-occurrence

- Co-occurrence = räumliche Abhängigkeit
- Genauer:
*Das Vorkommen eines bestimmten Wertes im Zusammenhang mit einem bestimmten **Abstand** und einer bestimmten **Richtung***

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

32

Co-occurrence Matrix

- normierte symmetrische Matrix
- Größe: $n \times n$
- n = der größte Wert in der Matrix
- Richtung wird durch Winkel θ festgelegt
- Wir betrachten Werte mit Abstand d

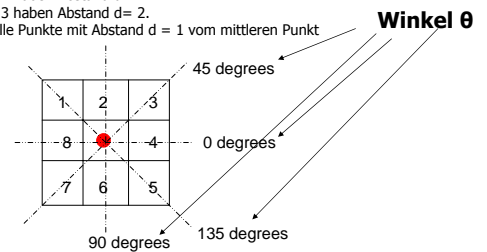
22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

33

Richtung und Abstand

1 und 2 haben Abstand $d=1$.
1 und 3 haben Abstand $d=2$.
1-8: Alle Punkte mit Abstand $d=1$ vom mittleren Punkt



22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

34

Beispiel für $d = 1$

0	0	1	1
0	0	1	1
0	2	2	2
2	2	3	3

	0	1	2	3
0	#(0,0)	#(0,1)	#(0,2)	#(0,3)
1	#(1,0)	#(1,1)	#(1,2)	#(1,3)
2	#(2,0)	#(2,1)	#(2,2)	#(2,3)
3	#(3,0)	#(3,1)	#(3,2)	#(3,3)

0 degree

2	2	1	0
2	2	0	0
1	0	3	1
0	0	1	1

45 degree

2	1	0	0
1	1	2	0
0	2	2	1
0	0	1	0

90 degree

3	0	2	0
0	2	2	0
2	2	1	2
0	0	2	0

135 degree

1	1	3	0
1	1	1	0
3	1	0	2
0	0	2	0

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

35

Übung

- Wie sehen die Co-occurrence Matrizen für die Richtungen $\theta=90$ Grad und Abstand $d=2$ für die folgende Matrix aus?
- Schreibe eine m-Funktion $cooc.m$, die aus d für beliebige Matrizen die Co-occurrence Matrix für $\theta=90$ (0,45,135) Grad berechnet!

0	4	5	2	2
2	3	3	1	3
0	1	3	1	5
3	4	3	4	3
0	1	0	1	0

22/08/2005

Histogramme, Maja Temerinac

36