

Einführung in Grundprobleme und Lösungen der Bildverarbeitung

Cristina Vertan

Inhalt

- Die Rolle des Bildverarbeitungsmoduls in unsere Szenario
- Grundlagen der Bildverarbeitung
 - Bilddarstellung
 - Filtering
 - Kantenextraktion
 - Farbklassifizierung
- Beschreibung des Verfahrens

Das Bildverarbeitungsmodul in unserem Szenario

- Sätze die Referenzen an unbekannte Objekte :

- gelbe Flüssigkeit, eine schmale Rohr

oder Stellen:

- hier, rechts vom Motor, da unten



werden zur Bildbearbeitungsmodul geschickt werden.

- Zweck: Identifizierung des Objekts oder der Stellen und Erzeugung einer geeigneter Antwort:

z.B. “Ich sehe. Sie haben ein Problem am....”

- Wenn die Identifizierung nicht möglich ist, wird das Verfahren beendet, und eine entsprechende Antwort (Prompt) wird erzeugt

Klassifizierung von Bildverarbeitung

- Digitale Bildverarbeitung 
 - Umformung von Bildern in Bilder durch verschiedene Operationen
 - wird verwendet um die Qualität von Bildern zu steigern oder die Darstellungsform der Bilddaten zu der Anwendung anzupassen
 - z.B : Bildglättung zur Rauschminderung, Bildsegmentierung, Kantenextraktion, Fouriertransformation
- Mustererkennung
 - ordnet Bilder vordefinierten Klassen zu
 - relevante Teile aus einem Bild werden extrahiert und eine statistische Untersuchung damit gemacht.
 - basiert auf der Untersuchungsergebnissen wird entschieden obdas Bild zu einer vorgegebenen Klasse gehört
 - z.B: Schrifterkennung 
- Objekterkennung
 - die untersuchung wird in drei-dimensionalen Raum gemacht
 - man braucht Kontextinformation
 - das Bildwird ertens bearbeitet um Rauschen oder ungünstige Lichtverhältnisse zu löschen

Digitale Bildverarbeitung

- Ziel: erstellen von Histogrammen, Verbesserung der Bildqualität, Extraktion von Bildmerkmalen, Segmentierung eines Bildes
- wird angewendet für menschliche sowie für automatisierte Bildanalyse
- für Computeranalyse ist sehr oft eine Vorbearbeitungsphase des Eingabebildes nötig:
 - Rauschminderung, Extraktion von wichtigen Strukturen
 - Änderung des Bildes so das die Analysealgorithmus das versteht: Bildsegmentierung, Kantenextraktion

Darstellung von Bildern

- Ein Bild wird durch kontinuierliche Farbwerten dargestellt
- Für Computeanalyse müssen die Farbwerte und ihre Position diskretisiert werden (ein Raster wird für Farbe und Position eingeführt)
 - Quantisierungsstufen = die Anzahl von Farbabstufungen
 - Auflösung die Positionsrasterung
- Benutzte Quantisierungsstufen : 34, 64, 128, 256 oder 512 Graustufen, oder binäre Bildern

Darstellung von Bildern - Mathematisches Modell

- Digitalisierte Bilder = zwei dimensionale Objekte bei den der Helligkeitwert von Punkt zu Punkt ändert
- $f(x,y)$ = der Grauwert eines Bildes in Punkt (x,y)
 - Die Ortskoordinaten x und y sind beschränkt und positiv
 - die function f besitzt eine Fouriertransformierte und lässt sich integrieren
- Wenn:
 - $G = \{0,1,2,\dots, \text{Graustufen}-1\}$
 - $X = \{0,1,2,\dots, \text{Spalten}-1\}$
 - $Y = \{0,1,2,\dots, \text{Zeilen}-1\}$
 - $f(x,y) = g$ mit $x \in X, y \in Y, g \in G$
- ist die mathematisches Modell eines Bildes
- $F = (f(x,y)) = (f(0,0), f(0,1), \dots, (f(\text{Spalten}-1, \text{Zeilen}-1)))$

Darstellung von Bildern - Farbe-

- Man identifiziert 3 Grundfarben die ausreichend ede beliebige Farbe herzustellen sind
- Die Auswahl der 3 Grundfarben ist beliebig soweit alle andere Farben erstellt werden können
- Die Auswahl der 3 Grundfarben gibt das Farbmodell des Bildes
- Meistens wird das **RGB**-Farbmodell = die Summe von Werten jeden Grundfarbe ergibt die Mischfarbe
- Jede Grundfarbe hat Werte zwischen 0 und 1
- Die Farbwerte („Grauwerte“) liegen zwischen Schwarz = **(0,0,0)** und Weiß = **(1,1,1)**
- Das mathematisches Modell des Farbbildes wird:

$$F=(f_1(x,y),f_2(x,y),f_3(x,y))$$

Bildoperatoren

- Ein Bildoperator formt ein Eingabebild in eine Ausgabebild um.
- Es gibt Operatoren die nur auf eine Teilmenge der Bilder angewendet werden können (Binärbilder, Grauwertbilder, Mehrkanalbilder)
- Es gibt 4 Klassen von Bildoperatoren:
 - Punktoperatoren : betrachten jede Punkt des Eingabebild isoliert (der entsprechende Punkt im ausgabebild ist nur von einem Punkt im Eingabebild abhängig). z.B. : Tresholding
 - Lokale Operatoren: jede Bildpunkt im Ausgabebild wird entsprechend einer Menge von Punkten im Eingangbild. Eine Matrix wird über das Eingabebild bewegt und alle Punkte innerhalb der Matrix entsprechend bewertet werden
 - Globale Operatoren: benutzen für die Ausgabebild (fast) alle Punkte des Eingabebildes. sind rechenzeitaufwendig und speicherintensiv (z.B. Fourier Transformationen)
 - Objektorientierte Operatoren: evaluieren die Merkmalen eines Objekts innerhalb eines Bildes (oft um dieses Objekt von den übrigen Bildpunkten abzugrenzen) z.B . Bildsegmentierung

Lokale Bildoperatoren -Beispiel

- 3×3 Matrix des Prewitt-Operators zur Kantenextraktion:

$$M = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$f'(x, y) = \begin{pmatrix} -f(x-1, y-1) + 0 + f(x+1, y-1) + \\ -f(x-1, y) + 0 + f(x+1, y) + \\ -f(x-1, y+1) + 0 + f(x+1, y+1) \end{pmatrix}$$

- Problematisch sind bei lokalen Operatoren die Randpunkte. Normalerweise werden sie nicht bearbeitet, deswegen wird das Ausgabebild kleiner

Bildglättung

- Die algorithmen der digitalen Bildverarbeitung sind empfindlich auf verrauschte Daten
- Normalerweise ist eine Bildglättung erforderlich: das Bild wird nach einer Verfahren Punkt für Punkt bearbeitet.
- Beispiele: Mittelwertfilter, Medianfilter, Gaußsches Glättungsfiltzter

Beispiel Mittelwertfilter

- Das aktuellen Bildpunkt wird der Mittelwert aus seinem Grauwert und denen seiner Nachbarn (hier eine Matrix 3 x 3) zugeordnet.

$$F = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$f'(x, y) = \frac{1}{9} \sum_{x'=x-1}^{x+1} \sum_{y'=y-1}^{y+1} f(x', y')$$

Filterergebnis - Beispiel



Gaussian-Filter

Kantenextraktion

- Sehr wichtig für Objekterkennung
- Kanten sind in Bildern abrupte Änderungen der Intensität.
- Sie entstehen an Grenzen von Objekten
- Idealerweise Kanten sind Stufen und Linien, aber in der Tat kommen sehr selten so vor (sehr oft wegen des Digitalisierungsprozesses).
- Normalerweise erkennt man die Kante durch eine abgeschwächte kontinuierliche Änderung der Intensität

Verfahren zur Kantenextraktion

- Die Berechnung der Kanten erfolgt durch die erste Ableitung des Eingabebildes weil starke Änderungen der Intensität lokale Maxima in der Ableitungsfunktion verursachen
- Es gibt Algorithmen die auch die zweite Ableitung des Eingabebildes interpretieren (d.h. Die Nullstellen indizieren Kanten)
- Bekannten Verfahren:
 - numerische Approximation
 - Sobel - Operator
 - Laplace Operator

Kantenextraktion -Beispiel

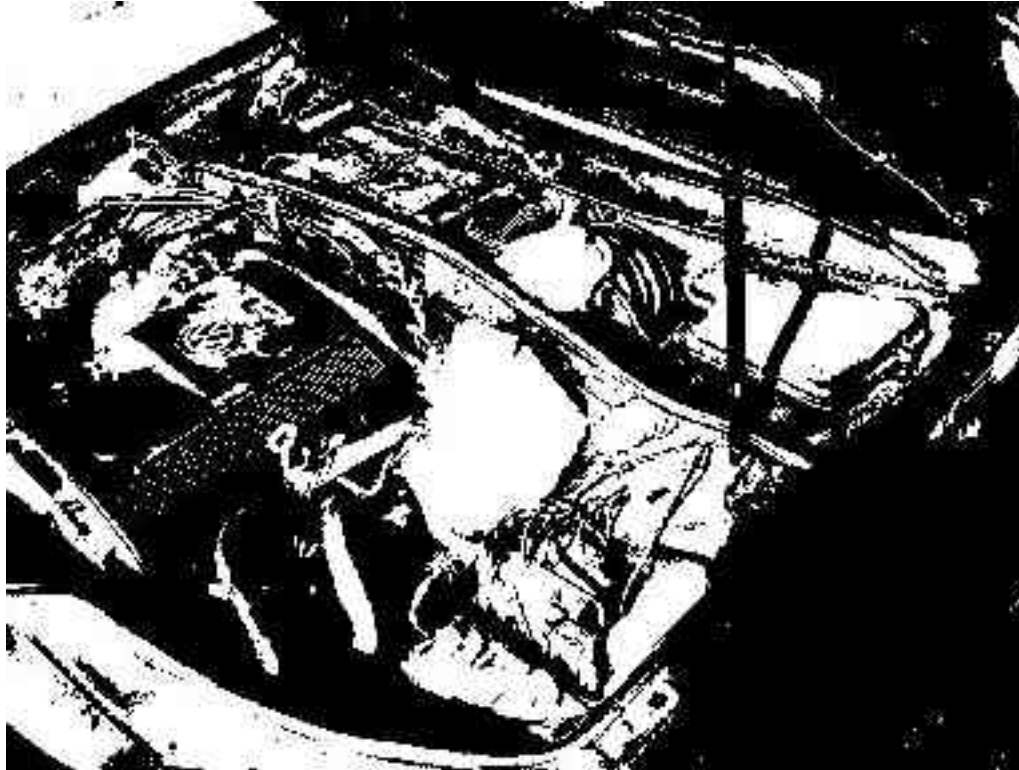


Sobel
operator

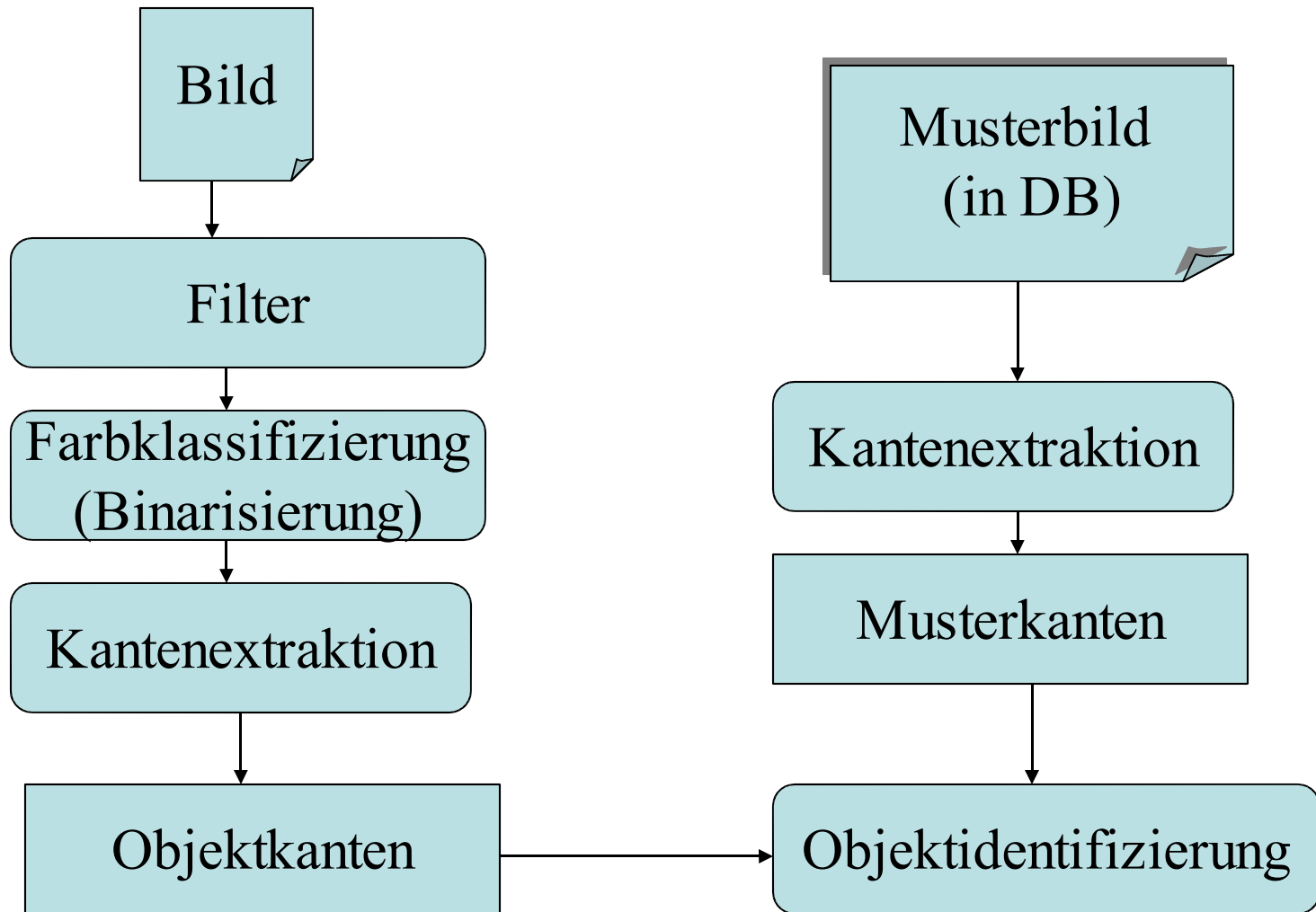
Binärbilderzeugung

- Erzeugung eines Bildes mit lediglich zwei Helligkeitsstufen 0 und 1
- Sehr oft benutzt um Objekte von dem gesamten Bild zu isolieren
- Einfachste Verfahren: setzung einer fixen Grenze:
 - alle Grauwerte unterhalb dieser Grenze werden als Hintergrund (0) belegt
 - alle anderen werden mit 1 belegt

Binärbilderzeugung - Beispiel-



Einfachere Schema zur Objekterkennung



Vergleich zwischen Musterkanten und Objektkanten

- Man berechnet eine Abstand zwischen die zwei Pixel-Menge:
 - eine für Musterkanten
 - eine für Objektkanten
- Meist benutzt wird die Hausdorff-Abstand
- Man muß im vorgehr den Bereich der relevanten Bildpunkte im Musterkanten-Bild eingrenzen, deswegen nennt man die Messung: **beschränkte Hausdorff-Abstand**

Hausdorff-Abstand

- Gegeben zwei Punktmenge A und B, man berechnet:

$H(A,B)=\max(h(A,B),h(B,A))$ mit

$$h(A, B) = \max_{a \in A} \left(\min_{b \in B} (d(a, b)) \right)$$

$$d(a, b) = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad \Delta x = x_a - x_b \quad \Delta y = y_a - y_b$$

- Wenn man sich auf $[x_{\min}, x_{\max}] \times [y_{\min}, y_{\max}]$ die Berechnung beschränkt:

$$h_b(A, B) = \max_{\{a \in A \mid x_{\min} \leq x_a \leq x_{\max} \wedge y_{\min} \leq y_a \leq y_{\max}\}} \left(\min_{b \in B} (d(a, b)) \right)$$

Aufgabe für das Praktikum

- Das GIMP -Programm (unter Linux und auch Windows) bietet eine reiche Auswahl von Bildverarbeitungsverfahren an.
- Selektion von:
 - Filteringverfahren
 - Kantenextraktionverfahren
 - Binarisierungverfahrenmeist geeignet.