

Digitale Bildverarbeitung

Image/Picture processing

Ausarbeitung zum Seminarvortrag
am 25. Januar 2002

Ralf Bruder

Inhaltsverzeichnis

Einstieg in die Bildverarbeitung	3
Industrielle Bildverarbeitung	3
Interaktive Bildverarbeitung	3
Bilderzeugung	4
Struktureller Aufbau	5
Bildbearbeitung	7
Operatoren der Bildbearbeitung	7
Geometrische Operatoren	7
Globale Operatoren	7
Lokale Operatoren	7
Rauschunterdrückung	8
Histogramm–Modifikation	9
Kantenerkennung	10
Kantenerkennung mittels der 2. Ableitung	11
Binarisierung	12
Fester Schwellwert	12
Schwellwert am modifizierten Histogramm	12
Lokale Schwellwertbestimmung	13
Thinning	14
Thickening	14
Skeletting	15
Bildanalyse	15
Bildsegmentierung	16
Clustering	16
Amplitudenprojektion	17
Konturverfolgung	18
Hough–Transformation	19
Shape Analysis	20
Template Matching	21
Bildauswertung	21

Einstieg in die Bildverarbeitung

Sprache und Bildinformationen sind entscheidend für die Kommunikation mit Menschen und die räumliche Orientierung. Besonders wichtig ist die Auswertung von Bildinformationen, da Menschen 75–80% aller Informationen visuell aufnehmen.

Dieser Aufgabe widmet sich die Bildverarbeitung. Sie hatte ihre Anfänge um 1960 und ist inzwischen zu einer breiten wissenschaftlichen Disziplin geworden, die in Verbindung mit Zweigen der Optik, der Nachrichten- und Signaltheorie, der Mustererkennung und der künstlichen Intelligenz steht.

Bildverarbeitung umfasst generell alle Themengebiete, die sich mit der Erzeugung, Transformation, Auswertung und Darstellung von Bildern oder Bildinhalten befassen.

Sie gliedert sich in industrielle und interaktive Bildverarbeitung.

Industrielle Bildverarbeitung

Bei Fertigungsprozessen kommt es oft vor, dass die Prüfung von Werkstoffen eine monotone, sehr anstrengende Arbeit ist. Die Beurteilung der Güte eines Produkts ist subjektiv und nicht standardisierbar, speziell, wenn es sich um die Einordnung in unterschiedliche Qualitätsklassen handelt. Eine angestrebte Vollprüfung auf Fehlerfreiheit des Produkts ist aufgrund des hohen Durchsatzes oft nicht möglich, bzw. nicht rentabel. Auch kommt es vor, dass die Analyse der fertigen Objekte zur Steuerung von Prozessparametern herangezogen werden kann. Hier ist eine schnelle Kommunikation erforderlich, die durch das Personal nicht bewerkstelligt werden kann. Die industrielle Bildverarbeitung beschäftigt sich generell mit der Überwachung von Fertigungsprozessen, der Prozesssteuerung und der Qualitätssicherung. Ihre Aufgabenfelder sind

- die Objekterkennung,
- die Lageerkennung,
- Vollständigkeitsprüfung
- Form- und Maßprüfung und
- die Oberflächeninspektion

Wesentliche Merkmale sind die hohe Ausführungsgeschwindigkeit und die hohe Erkennungsrate, die den Einsatz erst effektiv gestalten. Um diese Ziele zu erreichen wird das Erkennungssystem stark spezialisiert. Es werden nur kleine Mengen von genau definierten Objekten erkannt und verarbeitet.

Interaktive Bildverarbeitung

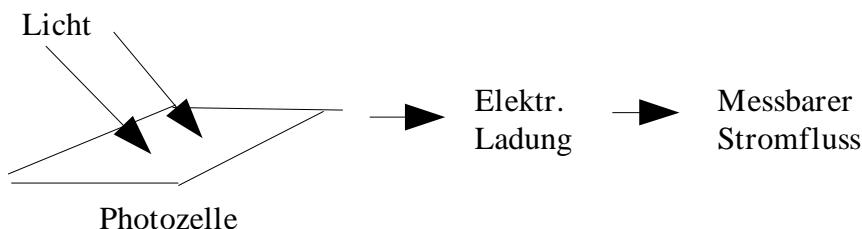
Im Gegensatz zur Industriellen Bildverarbeitung gilt es hier, Aufgaben zu bewältigen, bei denen eine Mensch–Maschine–Interaktion stattfindet. Der Benutzer regelt wesentliche Merkmale des Bildes, auf das ein Verfahren angewendet wird. Da der Einsatz meist nicht zeitgebunden ist, kann hier auf Echtzeittauglichkeit verzichtet werden. Statt dessen sind alle Arten von Bildern erlaubt.

Bilderzeugung

Generell bestehen Bildverarbeitungssysteme aus einer Aufnahmeeinheit, d.h. z.B. einer Kamera, einem Bildspeicher, Geräten und Verfahren zur Manipulation / Verarbeitung der Informationen und Präsentationsgeräten zur Ausgabe.

Die Kamera basiert üblicherweise auf CCD–Technologie (charge couple device). Dabei bilden Halbleitersensoren entscheidende Vorteile zu anderen Aufnahmeverfahren. CCD–Sensoren sind weitgehend immun gegen externe Einflüsse wie magnetische Felder oder Vibrationen. Darüber hinaus bestechen sie durch ihre kleinen Abmessungen, die Einsatzgebiete in nahezu allen Umgebungen ermöglichen. Durch die stabile Bildgeometrie können präzise Messungen durchgeführt werden. So können unter Berücksichtigung der Linsenkrümmung berührungslos Entfernungsmessungen gemessen werden. Ein Nachteil stellt jedoch die hohe Temperaturempfindlichkeit der Sensoren dar, die sich als Rauschen in den empfangenen Bildern bemerkbar macht.

Die Kamera besteht aus einem Feld photosensitiver Elemente, auf die das Eingabebild projiziert wird. Bei Einfall von Licht sammelt sich in jedem Photoelement elektrische Ladung, welche von der Helligkeit des einfallenden Lichtes abhängt. Nach einer gewissen Aufnahmephase kann nun Kontakt zu den Elementen hergestellt werden, welcher die entstandene Ladung in einen Stromfluss umwandelt, der letztendlich messbar ist. Dieser Vorgang heißt Auslesephase.

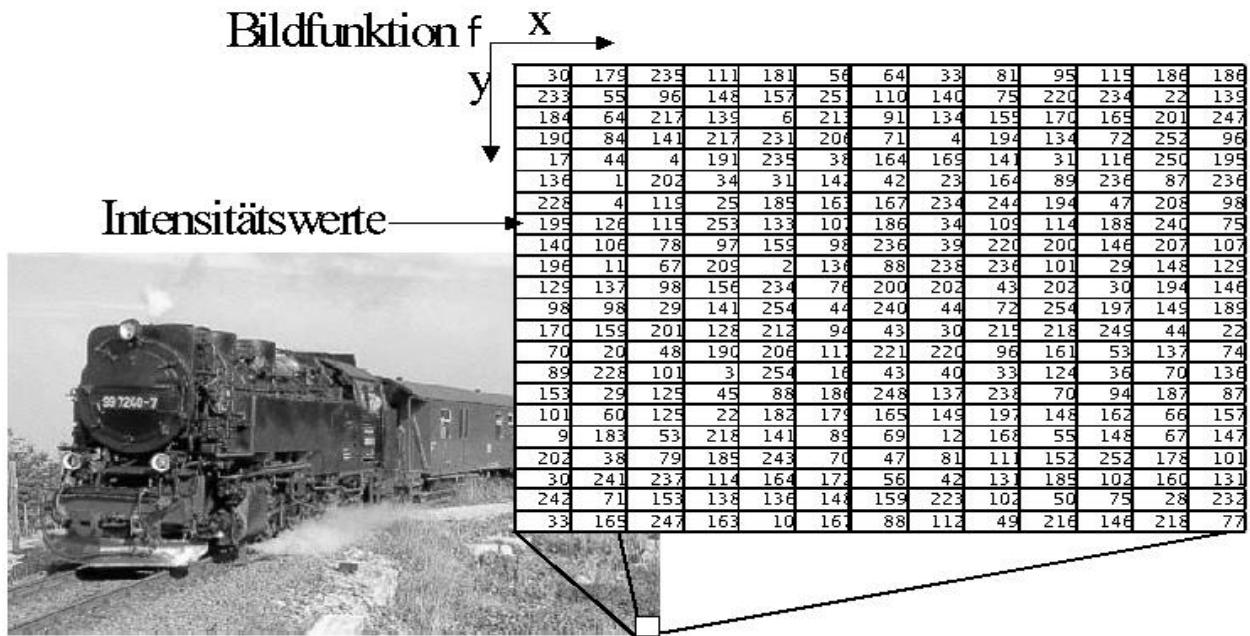


Der digitale Bildspeicher empfängt das aufgezeichnete Bild und stellt die Bilddaten für die weitere Verarbeitung als Bildfunktion

$$f: D_M \times D_N \longrightarrow G^k$$

bereit. Einem Bildpunkt mit x aus D_M und y aus D_N wird je nach Anwendungsbereich ein Wert (Intensitätswert) oder ein Tupel von Werten zugeordnet, dessen einzelne Werte für verschiedene Farben, Wellenlängen oder andere Ergebnisse (Ultraschall, etc.) stehen. Es gilt:

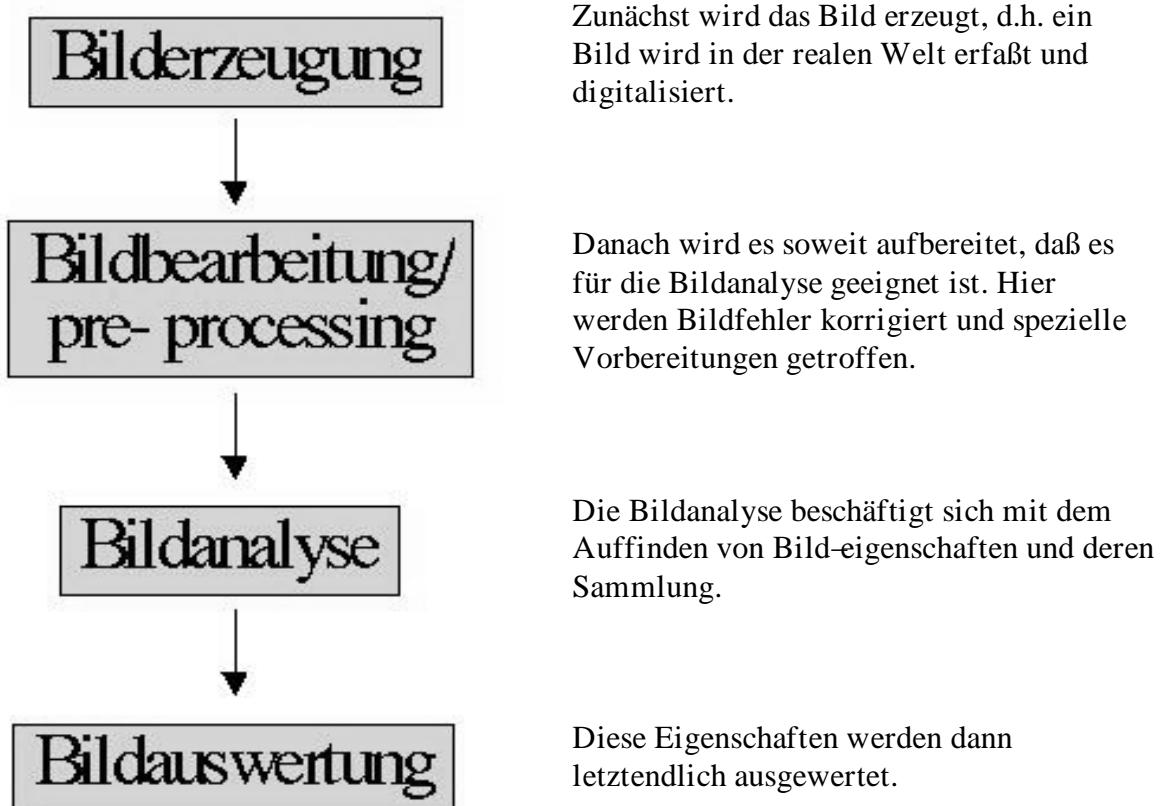
- $k = 1$: Grauwertbilder
- $k = 3$: Farbbilder
- $k > 3$: Multispektralbilder



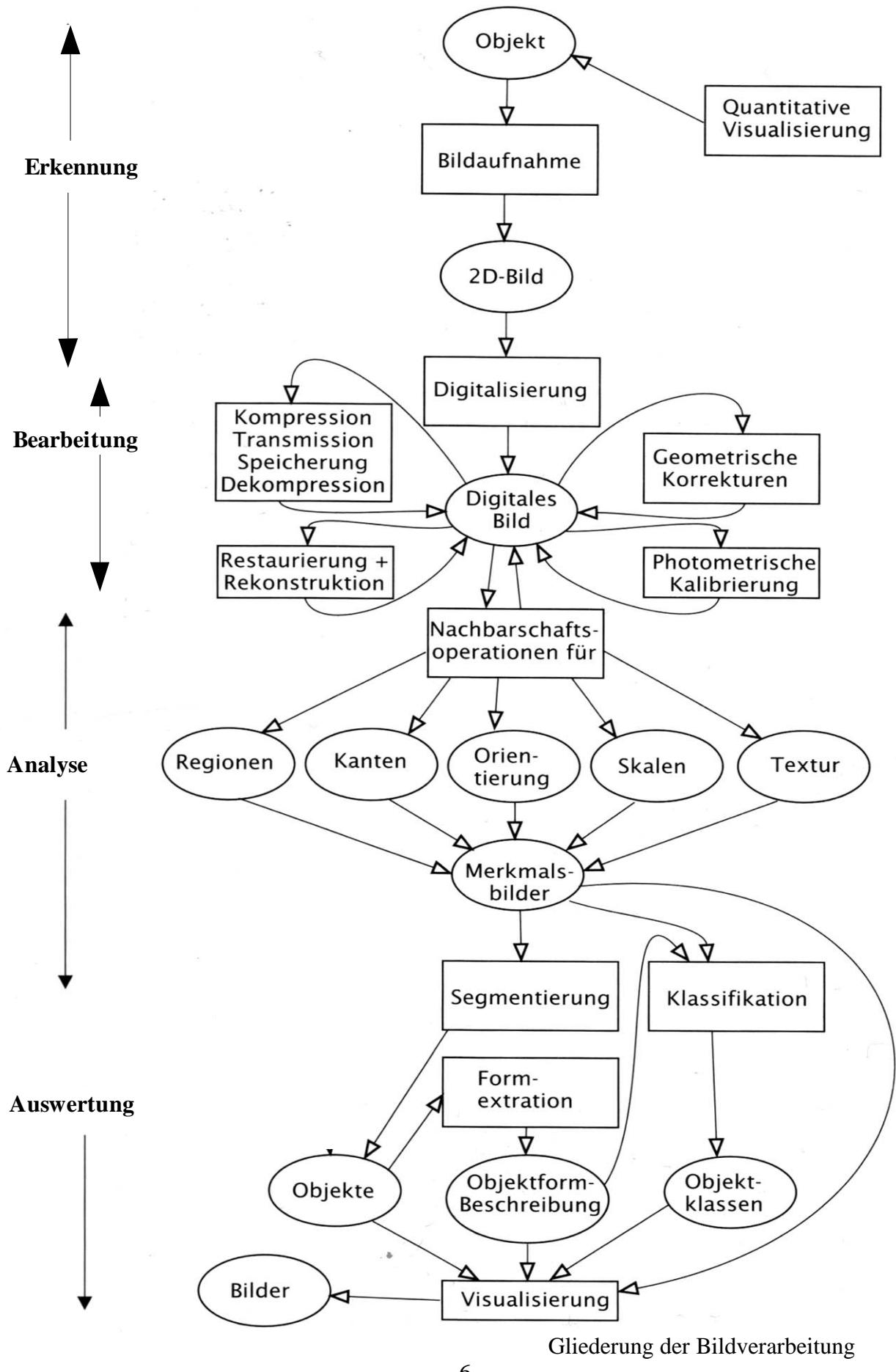
Beispiel einer Bildfunktion

Struktureller Aufbau

Die Bildverarbeitung läßt sich in vier große Abschnitte einteilen.



Eine komplette Übersicht der Arbeitsabläufe beschreibt folgendes Bild:



Bildbearbeitung

Bildbearbeitung (Bildvorbereitung) ist eine anwendungsspezifische Manipulation oder Optimierung von Bildmerkmalen. Anwendungen liegen großteils bei:

- Korrektur von Aufnahmefehlern (Unschärfe, Kontrast)
- Korrektur von Übertragungsfehlern (Rauschen)
- Hervorhebung von Bildeigenschaften (Kanten, Regionen)

Dabei wird noch kein Vorwissen über die im Bild vorkommenden Objekte verlangt. Die angewandten Operatoren funktionieren unabhängig vom Bildinhalt.

Sie lassen sich unter verschiedenen Gesichtspunkten in Klassen unterteilen.

- Funktionalität (Kantenoperatoren, Rauschunterdrückung, etc.)
- Definitionsbereich (RGB, Grauwert)
- Berücksichtigung der Nachbarschaft

Letzter Punkt lässt eine Einteilung in 3 Obergruppen zu.

Geometrische Operatoren

Sie sind verantwortlich für die geometrische Manipulation des Bildes. Beispiele sind Drehung, Skalierung, Spiegelung. Dabei bleiben die Intensitätswerte des Bildes erhalten. Die Bildpunkte werden lediglich versetzt.

Globale Operatoren

Das ganze Bild wird in einem Schritt bearbeitet. Beispiele sind:

- Fouriertransformation (z.B. FFT)
- Sinus- und Kosinustransformationen

Beispiel: 2-dimensionale diskrete Kosinustransformation für 8x8 Matrizen – JPEG

$$F(u, v) = \frac{C(u)C(v)}{4} \left(\sum_{m=0}^7 \sum_{n=0}^7 f(m, n) \cos \frac{(2m+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2n+1)v\pi}{16} \right)$$

mit $u = 0, \dots, 7$ und $C(u), C(v) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ für $u, v = 0$, $C(u), C(v) = 1$ sonst.

Lokale Operatoren

Durch mathematische Funktionen wird das Eingangsbild lokal optimiert. Die Berechnung des Zielpixels geht aus dem Originalpixel und dessen Umgebung hervor. Ein lokaler Operator wird in Form einer Matrix und einer Operatorvorschrift angegeben. Aus zeitlichen und auch nutzentechnischen Gründen überschreitet die Matrix im Allgemeinen nicht die Dimension 7x7.

Man unterscheidet sequentielle und parallele Verarbeitung. Bei der parallelen Verarbeitung werden die Zielpixel in ein neues Bild geschrieben, beim sequentiellen Vorgehen sind Original- und Zielbild identisch. So beeinflussen bereits errechnete Zielpixel die weitere Berechnung.

Beispiel von lokalen Operatoren am Beispiel Rauschunterdrückung

In diesem Beispiel wird auf den Originalpunkt und eine nxn-Matrix (seine Nachbarschaft) zum

einen der Mittelwert-, zum Anderen der Median-Operator wie folgt angewandt:

Mittelwert:

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 12 & 11 & 11 \\ \hline 13 & 255 & 10 \\ \hline 14 & 15 & 10 \\ \hline \end{array} \xrightarrow{\frac{12+11+11+13+255+10+14+15+10}{9} = 39} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 12 & 11 & 11 \\ \hline 13 & 39 & 10 \\ \hline 14 & 15 & 10 \\ \hline \end{array}$$

Rauschen

Median:

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 12 & 11 & 11 \\ \hline 13 & 255 & 10 \\ \hline 14 & 15 & 10 \\ \hline \end{array} \xrightarrow{\text{median}(12,11,11,13,255,10,14,15,10) = \text{median}(10,10,11,11,12,13,14,15,255) = 12} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 12 & 11 & 11 \\ \hline 13 & 12 & 10 \\ \hline 14 & 15 & 10 \\ \hline \end{array}$$

Ergebnis

Durch beide Methoden wird das Rauschen unterdrückt. Bei der Mittelwert-Operation wird das Bild jedoch schnell unscharf. Die besten Resultate bekommt man beim Median-Operator, der auf eine 3x3-Matrix um den Originalpunkt angewendet wird.

Mittelwert
Median



Original

3x3

9x9



Ergebnis der Operatoren

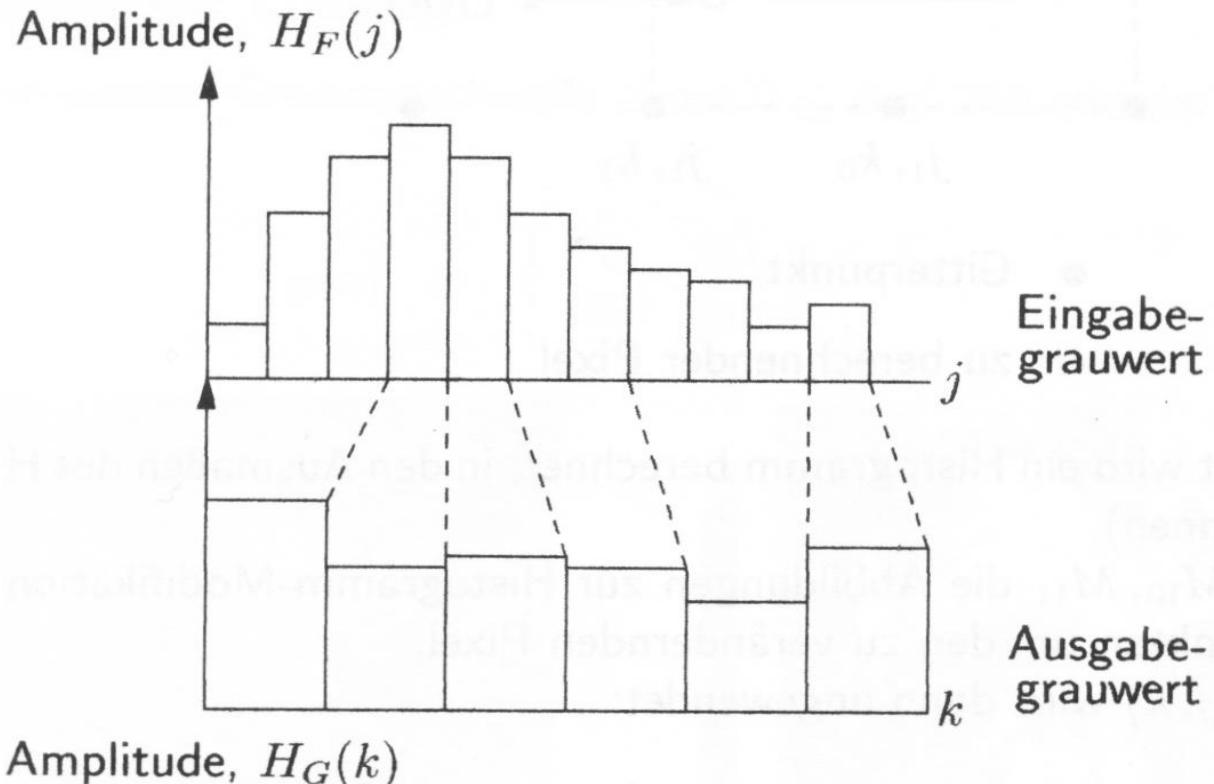
Histogramm—Modifikation

Eine natürliche, linear quantisierte Szene ist im Allgemeinen dunkellastig, d.h. der Großteil der Pixel besitzt eine Helligkeit unter dem Durchschnitt. Oft sind Details in dunkleren Bereichen schwer bis gar nicht zu erkennen.

Hier setzt die Histogrammodifikation ein.

Ein Histogramm ist wie folgt aufgebaut:

Auf der x-Achse sind die Graustufen im gesamten Wertebereich numerisch angetragen auf der y-Achse wird dem Grauwerten mit $H_F(j)$ die Anzahl der Bildpunkte mit diesem Grauwert zugeordnet.



Gibt es nun bestimmte Grauwertbereiche, die besonders oft im Bild vorkommen, so kann man versuchen, diese Ballungszentren auseinanderzuziehen und auf eine größere Breite von Grauwerten zu verteilen.

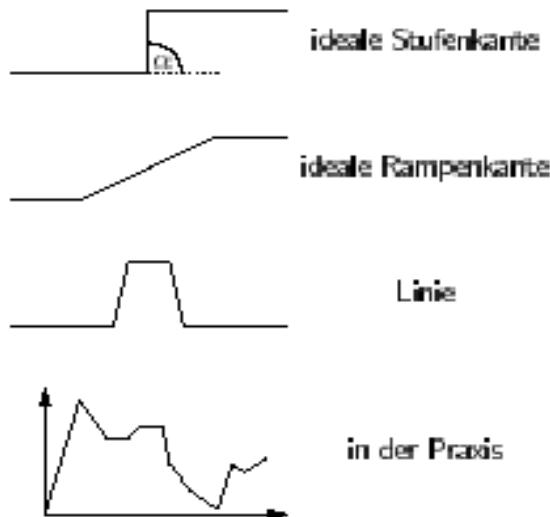
Weniger stark genutzte Grauwertbereiche werden dabei auf kleinere Wertemengen verteilt.



Ergebnis einer Histogrammodifikation

Kantenerkennung

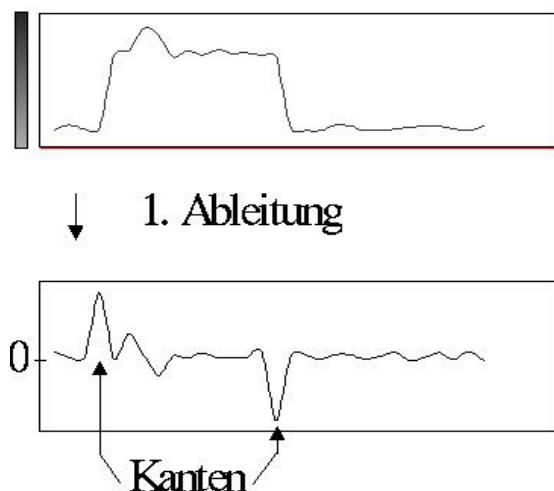
Zur Vorbereitung auf die Bildanalyse ist die Kantenerkennung von großer Bedeutung. Anhand von Kanten kann man Objekte identifizieren. Regionen eingrenzen. Kanten in Bildern sind eine rasche Änderung der Grauwerte:



Um Kanten aufzufinden, kann man zwei Methoden nutzen:

- Template Matching
- Differenzoperator 1. und 2. Grades

Da Template Matching sehr zeitintensiv ist, wird diese Methode im Allgemeinen vermieden. Stattdessen nutzt man Ableitungen zum Auffinden von Kanten.



Da Kanten sowohl in waagerecht als auch senkrecht im Bild verlaufen können, bildet man Gradienten G_R in x-Richtung und zusätzlich G_C in y-Richtung. Diese werden dann zusammengerechnet und geben so einen Wert, der proportional zur Steigung beider Ableitungen im Punkt (x,y) ist.

$$G(j,k) = \sqrt{G_R(j,k)^2 + G_C(j,k)^2}$$

Beispiel für die Kantenerkennung



+



Kantenerkennung mit Hilfe des Laplace–Operators

Hier wird die zweite Ableitung zum Auffinden von Kanten genutzt.
Die Berechnung sieht wie folgt aus:

$$G(x, y) = -\nabla^2\{F(x, y)\} \quad \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$$

$$\begin{aligned} G(j, k) &= (F(j, k) - F(j, k-1)) - (F(j, k+1) - F(j, k)) + \\ &\quad (F(j, k) - F(j+1, k)) - (F(j-1, k) - F(j, k)) \\ &= F(j, k) \odot H(j, k) \end{aligned}$$

Eine Möglichkeit für die Wahl von H ist:

$$H = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Kantenfinden in Farbbildern:

Da in Farbbildern anstatt von einem Grauwert pro Bildpunkt mehrere Intensitätswerte vorliegen, kann ohne Weiteres keine Ableitung berechnet werden.

Um dennoch eine Kantenerkennung durchzuführen rechnet man das Farbbild auf Graustufen um:

$$Y = a_1R + a_2G + a_3B$$

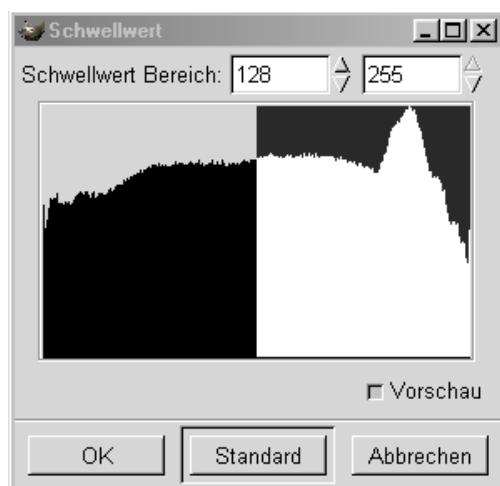
a_1, \dots, a_3 stellen dabei Gewichte der einzelnen Farben dar. Nach der Umrechnung kann man die Kantenerkennung von Grauwertbildern nutzen.

Binarisierung

In Grauwertbildern ist es schwer, Lage, Umriß oder Form von Objekten zu erkennen. Inhomogene Beleuchtung und Rauschen machen eine Erkennung sehr schwer. Schwarz–Weiß–Bilder sind für diesen Aufgabenbereich weitaus besser geeignet. Natürlich sollten bei der Umwandlung von Grauwerten in Schwarz–Weiß–Darstellung möglichst viele Informationen erhalten bleiben.

Umwandlung mit konstanter Schwelle S

Die einfachste Methode ist es, ein Bild mit einer konstanten Schwelle zu binarisieren, d.h. alle Werte, die größer als S sind in weiß zu verwandeln, alle Werte, die unter S liegen, auf schwarz zu setzen.



Als Funktion ausgedrückt:

$$y(x) = \begin{cases} 0 & \text{für } x < S \\ 255 & \text{sonst} \end{cases}$$

Nachteil ist bei dieser Methode, daß man bei ungünstiger Grauwertverteilung des Bildes ein Bild erhalten kann, das entweder komplett schwarz oder komplett weiß ist. Um ein Bild zu erhalten, das für die Objekterkennung und Analyse ausreichend ist, benötigt man günstige Verhältnisse.

Schwellwertbestimmung mittels eines modifizierten Histogramms

Im obigen Histogramm sieht man (zumindest im Mittelfeld) eine relativ gleichmäßige Verteilung der Grauwerte. Ein klarer Schnitt, der die Grauwerte in schwarz und weiß unterteilt ist nicht möglich.

Um ein für die Objekterkennung möglichst hochwertiges Bild zu erhalten, ist es sinnvoll, nur die Grauwerte zu betrachten, die innerhalb eines Objektes oder im Hintergrund liegen. Kanten sind für die Fläche eines Objektes unwichtig.

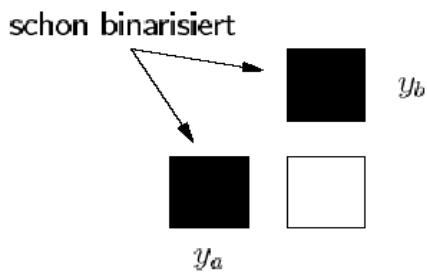
Man erstellt also ein Histogramm mit nur den Grauwerten, die nicht auf einer Kante liegen. Diese findet man leicht, indem man zuvor eine Kantenerkennung durchführt.



Nun ist eine Trennung der Klassen Schwarz und Weiß einfach. Objekte und Hintergrund können gut unterschieden werden.

Lokale Schwellwertbestimmungen

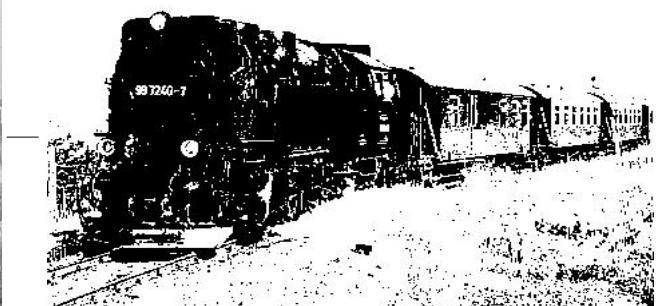
Ein anderes Verfahren arbeitet nicht mit einer konstanten Schwelle, sondern paßt sie an die jeweilige Umgebung an. Dabei geht man von Punkten aus, die bereits binarisiert sind.



Unter Berücksichtigung dieser errechnet man den neuen Schwellwert.

$$S = \begin{cases} S_0 & , \text{wenn } y_a + y_b = 255 \\ S_0 + q & , \text{wenn } y_a = y_b = 0 \\ S_0 - q & , \text{wenn } y_a = y_b = 255 \end{cases}$$

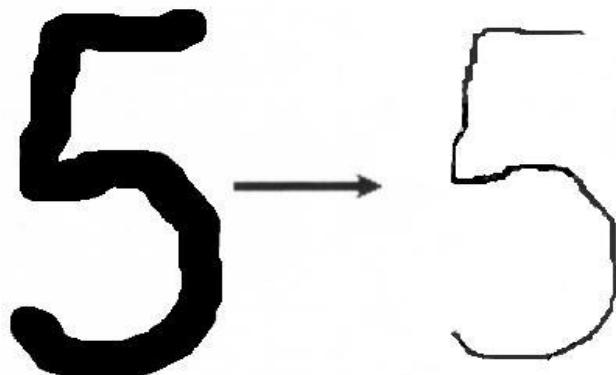
Dieser steht nun in Bezug zu seiner Umgebung. In diesem Beispiel werden Hell–Dunkel–Übergänge besonders hervorgehoben.



Beispiel Binarisierung

Thinning

Dieses Verfahren löscht schwarze Pixel in der Form, dass ein Objekt zu einem minimal verbundenen Strich (bzw. wenn es ein Loch hat zu einem minimal verbundenen Ring) wird. Der Algorithmus wird durch mehrere 3x3-Matrizen realisiert, die ein Objekt gleichmäßig von seinen Rändern zur Mitte hin verkleinern.



Anwendung:

Es ist schwer, die Form flächiger Objekte zu bestimmen. Strichzeichnungen dagegen lassen sich leicht durch Funktionen approximieren und so analysieren.

Thickening

Thickening operiert ebenfalls durch eine Reihe von Matrizen. Es vergrößert ein Objekt so lange, d.h. erweitert es um schwarze Pixel, bis es irgendwo anstößt

Das Verfahren ist iterativ und stoppt, wenn keine Veränderung mehr eintritt.

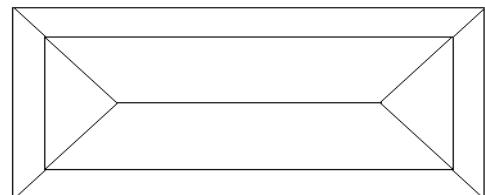
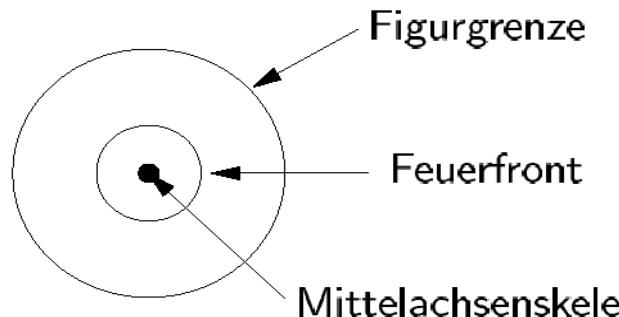


Anwendung.

Nach Abschluss dieses Verfahrens hat sich jedes Objekt so weit ausgedehnt, bis es auf ein nächstes stößt. Die zwischen diesen verbleibende weiße Kante kann verfolgt werden und so einen Pfad für das Ausschneiden des Objekts angeben.

Das Verfahren dient der Erzeugung von Strichfiguren.

Das Skelett bilden die Punkte, an denen sich die Fronten überschneiden.



Anwendungen: Erzeugen von CAD–Modellen

Bildanalyse

Die Bildanalyse besitzt die Hauptaufgabe in der Bildverarbeitung. Sie erhält die zuvor bearbeiteten Bilder und wendet nun weiterführende Operationen auf dieses Bildmaterial an.

Dabei ist Vorwissen über die erwarteten Objekte notwendig. Nur mit genauen Informationen über die zu erwartenden Objekte ist eine effektive Auswertung des vorhandenen Bildmaterials möglich.

Letztendlich erhalten wir:

- Listen von Objekten
- Beschreibungen von Objekten
(Fläche, Form, Konkavitäten)
- Stellt das Vorhandensein komplexer Objekte fest

Diese Sammlung nennt sich dann das aus der Wandlung graphischer Informationen erhaltene Merkmalbild.

Bildsegmentierung

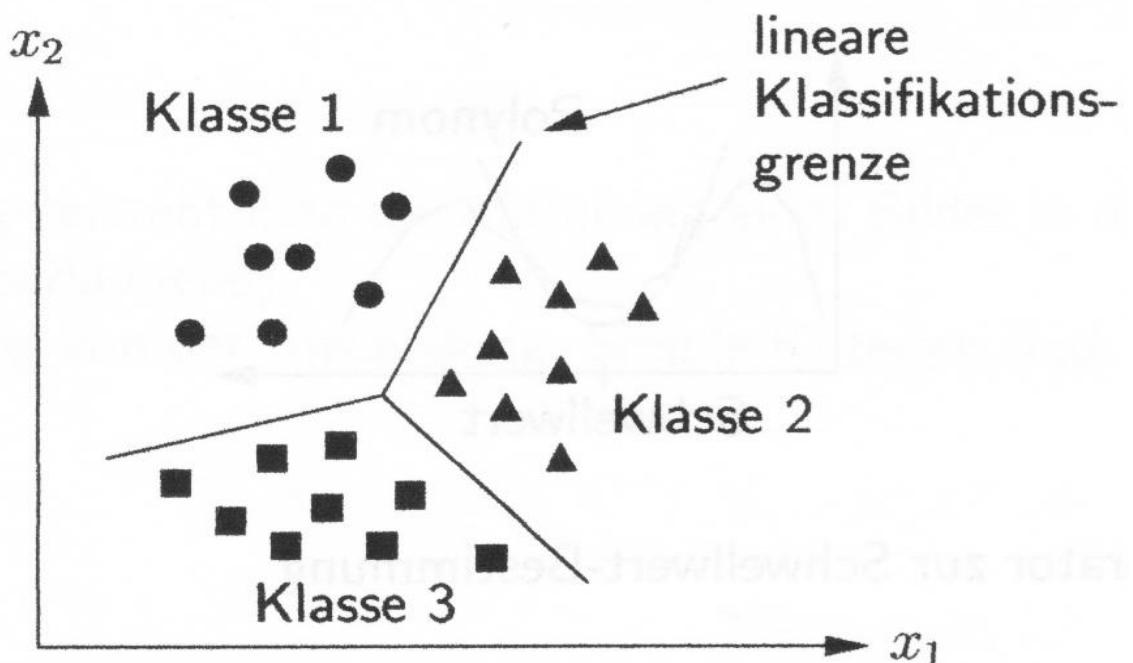
Um die Verarbeitung großer Bilder zu ermöglichen, ist es ratsam, eine Aufteilung in einzelne Teilbilder (Bildsegmente) vorzunehmen. Einzelne Bildteile werden explizit einem Objekt zugeordnet und ohne das restliche Bild weiterverarbeitet. Dies hat eine gewaltige Datenreduktion bei der weiteren Berechnung zur Folge.

Ein Bild kann nach sehr unterschiedlichen Verfahren segmentiert werden.

- Segmentierung nach Farbe,
- Segmentierung nach Textur oder
- Finden von Bereichen innerhalb einer geschlossenen Kontur

Clustering

Diese Methode der Bildverarbeitung ist schon lange bekannt. Das Verfahren ist ursprünglich auf die Auswertung von Luftbildern zurückzuführen: Aus der Vogelperspektive fotografierte Felder sollen nach ihrem Bewuchs in unterschiedliche Klassen aufgeteilt werden.



Zunächst werden 2 Zentren im Bild frei gewählt, das eine ist Mittelpunkt der Klasse 1, das andere Mittelpunkt der Klasse 2. Nun werden um diese Zentren herum angrenzende Gebiete mit gleichem Bewuchs gesucht und zur jeweiligen Klasse hinzugefügt. Es bilden sich Gebiete aus. Je nach Anforderung können noch weitere Zentren hinzugenommen werden, so dass zum Schluss zusammenhängende Flächen mit gleichem Bewuchs eine Klasse bilden.

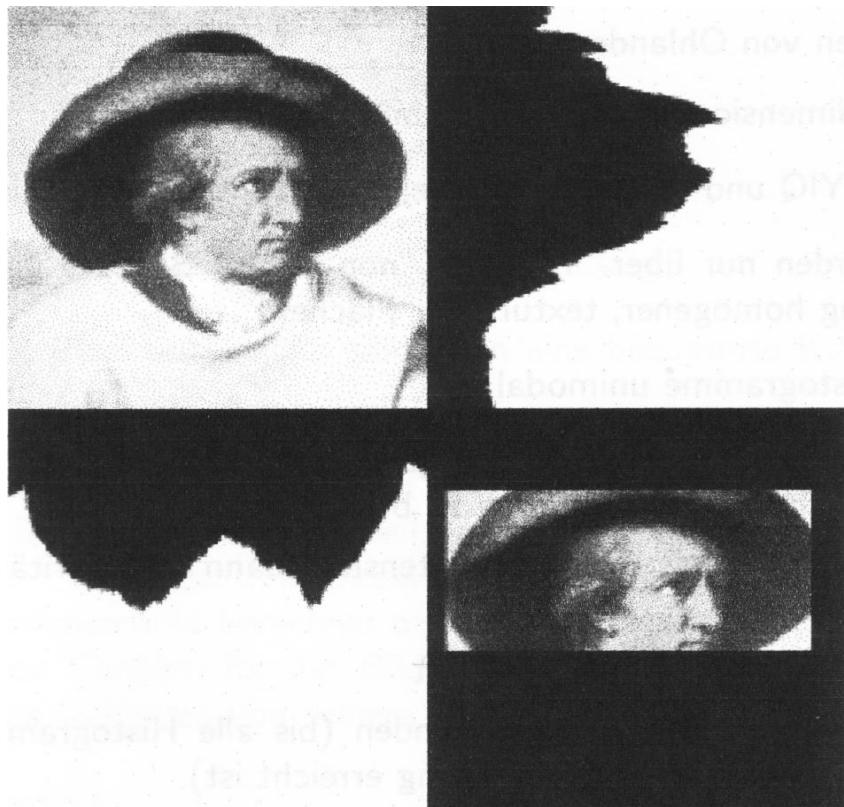
Weiß man bestimmte Merkmale des Bildes, so lässt sich oft eine relativ einfache Methode der Segmentierung finden.

Enthält das Eingangsbild zum Beispiel nur einen, durch seine Grauwerte auffallenden Bereich, der gefunden werden soll, so bietet sich die Amplitudenprojektion an.

Pro Zeile und Spalte des Eingabebildes wird ein Wert $H(k)$ bzw. $V(j)$ errechnet, der den Mittelwert der Grauwerte dieser Zeile / Spalte angibt:

$$H(k) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N F(j, k)$$
$$V(j) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N F(j, k)$$

Weiß man nun, dass der gesuchte Bereich im Bild der einzige, dunkle Bereich ist, so kann man das Bild zurechtschneiden, indem man alle Zeilen / Spalten auswählt, bei denen $H(k)$ und $V(j)$ einen gewissen Schwellwert übersteigen und der Rest ausgeblendet wird.



Beispiel Amplitudenprojektion

Konturverfolgung

Zur Trennung von Regionen im Bild ist eine Umrandung mittels eines Polygonzugs hilfreich. Anstatt jeden Pixel einer Fläche seinem Objekt zuzuordnen, wird eine Einkreisung anhand einer Koordinatenliste vorgenommen.

Des weiteren wird die Kontraverfolgung bei der Objekterkennung und der Erstellung von CAD-Modellen eingesetzt.

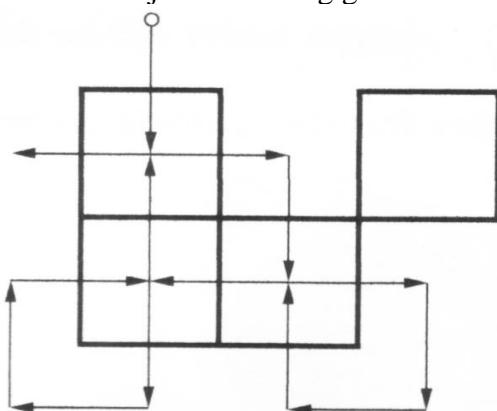
Zur Kontraverfolgung sind folgende Schritte nötig:

1. Finden von Konturen
2. Konturverkettung
3. Konturapproximation

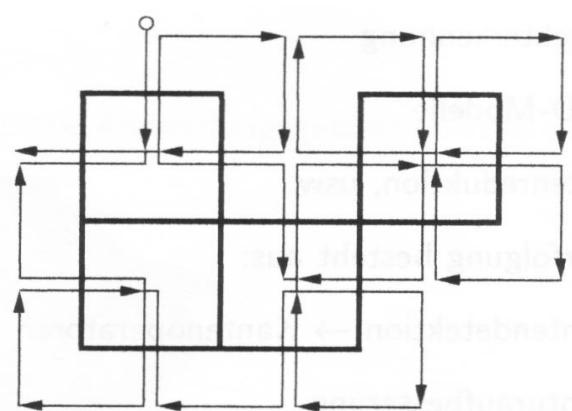
Finden von Konturen

Hier kommt ein sogenannter Bug-Follower zum Einsatz. Ein Bug bewegt sich über die Pixel des Bildes und untersucht so lange die Kontur, bis er wieder den Startpunkt erreicht hat. In (a) hat er folgenden Befehlssatz:

- Wenn du auf Schwarz gehst, drehe dich nach links.
- Wenn du auf Weiß gehst, drehe dich nach rechts.
- Nach jeder Drehung gehe einen Pixel nach vorne.



(a) Simple bug follower

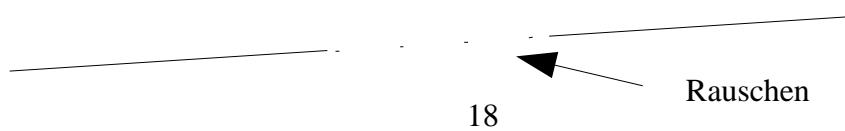


(b) Backtracking bug follower

Man sieht, dass der Algorithmus in (a) nicht alle schwarzen Pixel findet. Gibt man dem Bug jedoch ein Gedächtnis (ermöglicht backtracking), so funktioniert das Programm.

Konturverkettung

Oft kommt es vor, dass durch äußere Umstände Linien im Bild unterbrochen sind. Hier kommt die Konturverkettung ins Spiel. Mit lokalen oder globalen Operatoren wird erkannt, ob eine Linie weitergeführt werden kann.



Konturapproximation

Zum Schluss wird die Kontur durch eine Funktion angenähert. Dadurch wird nochmals eine Datenreduktion bewerkstelligt.

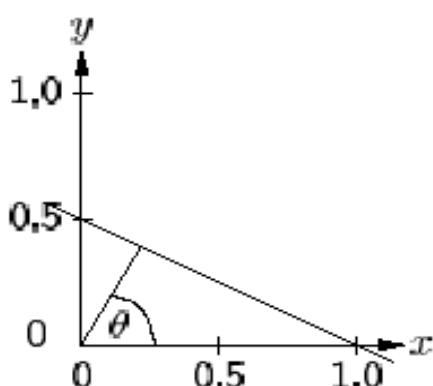
Durch diesen Schritt wird ebenfalls die spätere gezielte Auswertung möglich, da Funktionen weitaus besser zu analysieren bzw. vergleichen sind, als Punktfolgen.

Hough–Transformation

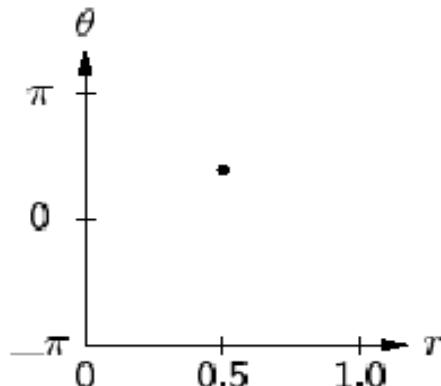
Dieses Verfahren basiert auf der Darstellung von Linien als

$$r = x \cos \theta + y \sin \theta,$$

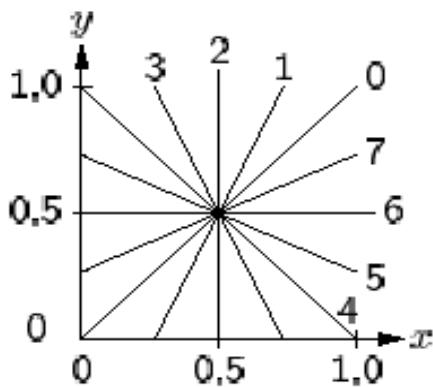
wobei r den Abstand zum Ursprung und Theta den Winkel zur x–Achse angibt.
Wählt man die Polarkoordinatendarstellung, so wird die Linie durch einen Punkt (r, Theta) repräsentiert::



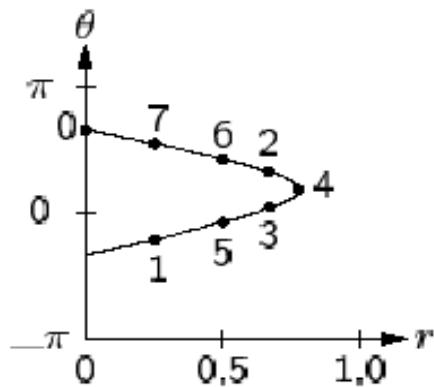
(a) gerade Linie



(b) Houghtransformation



(c) Menge von Linien mit gem. Punkt



(d) Houghtransformation

Eine Menge von Linien, die einen gemeinsamen Punkt besitzen, werden in einer verbundenen Menge von Punkten abgebildet.

Shape Analysis

Die Shape Analysis (Formanalyse) hat das Ziel, Formen von Objekten zu beschreiben.

Da Objekte unter verschiedenen Blickwinkeln unterschiedliche Formen besitzen, versucht man, möglichst die Attribute zur Formanalyse zu benutzen, die bei geometrischen Transformationen unberührt bleiben.

Die Attribute

- Abstand,
- Umrandung,
- Oberfläche und
- Parallelität von Linien

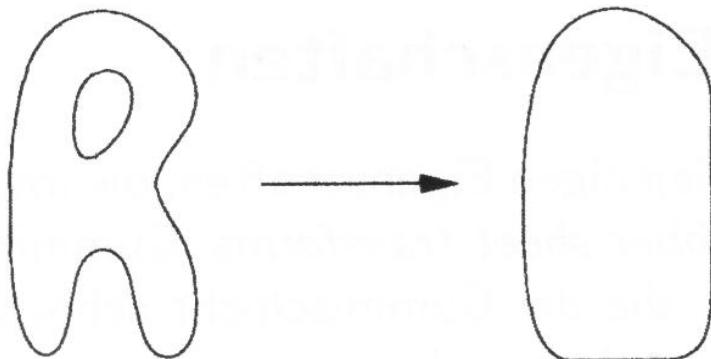
genügen nicht diesen Ansprüchen.

Die Topologischen Eigenschaften

- Verbundenheit von Objekten
- Löcher in Objekten

bleiben bei geometrischen Transformationen unverändert.

Bestimmung der konvexen Hülle:

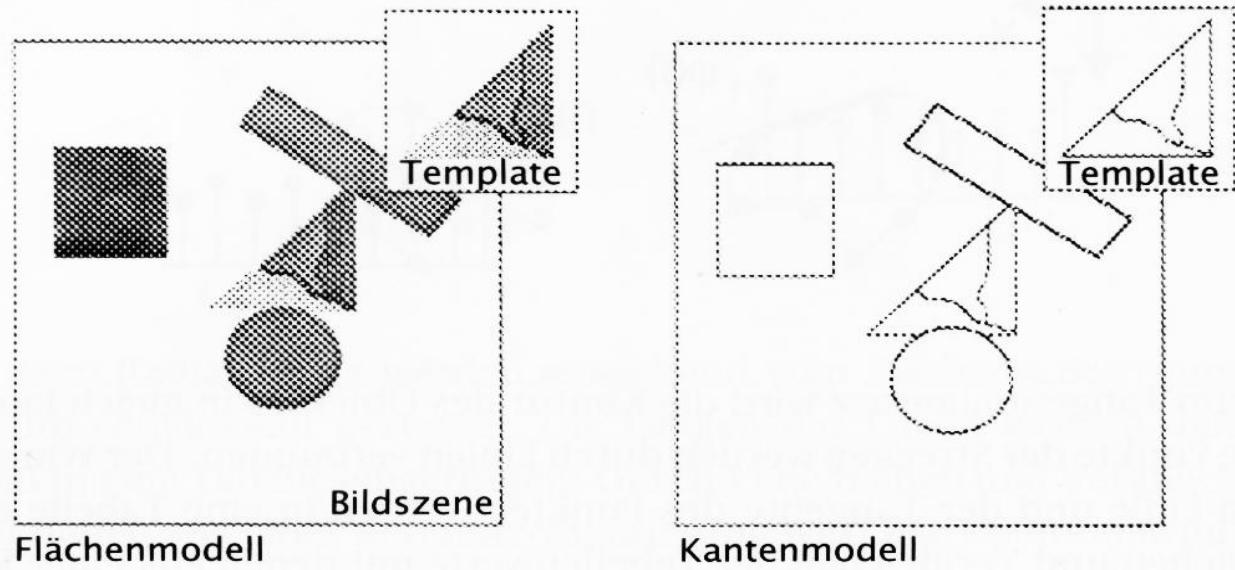


Bestimmung von Seen (Löcher) und Buchten (Löcher mit Anschluss nach außen):



Template Matching

Lageerkennung durch direkten vergleich mit einem Musterstück (Template) im Speicher. Das Verfahren vergleicht die beiden Objekte und gibt bei Erfolg die Lage des gefundenen Objekts aus.



Anwendung: Lageerkennung von Objekten in Fertigungsprozessen

Bildauswertung

Die gesammelten Zusatzinformationen werden zu globalen Aussagen und Zusatzinformationen kombiniert.

Beispiele für die Ausgabe:

- Steuerung von Werkprozessen
- Anzeige von Messergebnissen

Quellen

Vorlesung „Algorithmen der Bildverarbeitung“ WS01/02
Dr. Odej Kao, Ingo la Tendresse, Timo Bretschneider

Script zur Vorlesung „Algorithmen der Bildverarbeitung“ 1997
Prof. Ph.D. Gerald R. Joubert

Technische Bildverarbeitung – Maschinelles Sehen
B.Jähne, R.Massen, B.Nickolay, H.Scharfenberg
ISBN 3–540–58641–5 Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 1996

Digital Image Processing – Concepts, Algorithms, and Scientific Applications
Bernd Jähne
Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 1997