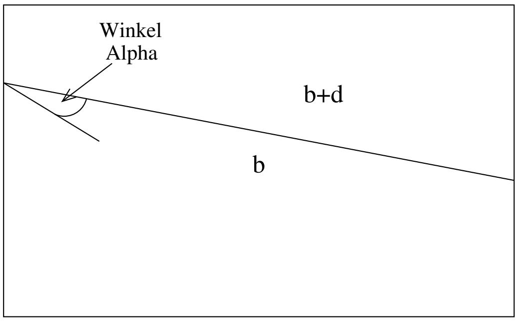
Prof. Dr. Stefan Posch
Dipl.-Inform. Birgit Möller

Universität Halle
Institut für Informatik

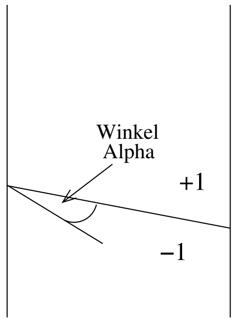
Übungen Bildverarbeitung
Sommersemester 2003
Blatt 9

Aufgabe 9.1 Hückel-Operator zur Detektion von Kanten

a) Die Gerade, die bei Anwendung des Hückel-Operators in das Bild 'gefittet' wird, ist durch die 5 Parameter a_0, a_1, a_2, b und d eindeutig spezifiziert. Zur Bestimmung der Parameter wird üblicherweise der mittlere quadratische Fehler zwischen dem Bild und der Modellannahme minimiert. Die Berechnung kann effizient erfolgen, wenn die Orientierung α der Kante bereits bekannt ist.
Betrachtet werden soll ein Operatorfenster der Größe $N \times N$ (linke Skizze). Die Werte im Fenster werden zunächst auf eine Gesamtsumme von 0 normiert. Anschließend wird die Maske g (rechte Skizze) schrittweise über das Fenster geschoben. Der Winkel α soll der Orientierung der gesuchten Kante entsprechen.



Operatorfenster f (normiert auf Summe 1)



Korrelationsmaske g

Die korrekte Lage der Kante im Bild ergibt sich dabei durch Maximierung des folgenden Korrelationsmaßes

$$\rho = \sum_i \sum_j f(i,j) \cdot g(i,j),$$

wobei f das normierte Bild (Operatorfenster), g die oben gezeigte Maske und i und j die Zeilen- bzw. Spaltenindizes sein sollen.

Formulieren Sie die Gleichung für ρ in Abhängigkeit von einer Variablen q um. q sei die Anzahl von Pixeln, die oberhalb der Modellkante (aus g) im Operatorfenster liegen. Die Pixel des Bildes seien dazu von 1 bis N^2 durchnummeriert. $\rho(q)$ soll an der korrekten Position der Geraden im Bild maximal werden.
Zeigen Sie, dass sich $\rho(q)$ zu $\rho(q) = 2 \cdot \sum_{k=1}^{q} f(k)$ vereinfachen lässt und es zur Bestimmung des Maximums bzw. der korrekten Lage der Geraden damit ausreicht, jeweils nur die Pixelwerte oberhalb der Modellgeraden aufzusummieren.

b) Geben Sie weitere Typen von Kanten (neben dem Stufenmodell) an, die in einem Bild vorkommen können, und schlagen Sie vor, wie der Hückel-Operator jeweils entsprechend modifiziert werden kann. Vergleichen Sie die jeweils notwendige Anzahl von Parametern.

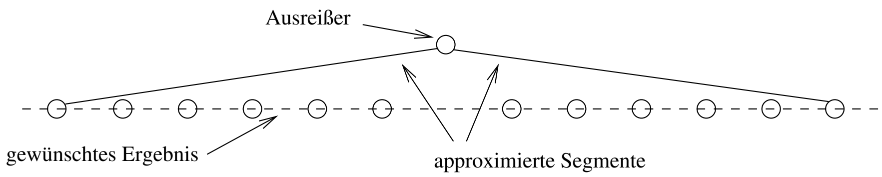
Aufgabe 9.2

In der Vorlesung wurde eine Menge von strukturierenden Elementen vorgestellt, mit deren Hilfe sich Kantenelemente nach einer vorausgehenden Verdünnung verketten lassen (ohne Nutzung von Orientierungsinformation).

a) Bei der Verdünnung von Konturen werden die Werte von Kantenelementen, deren Gradientenbetrag kleiner als der eines direkt benachbarten Elementes ist, auf Null gesetzt. Es bleiben nur Elemente erhalten, deren Beträge größer oder gleich den Beträgen in der Nachbarschaft sind. Reicht der vorgestellte Satz von Elementen zur Verkettung von Kantenelementen, die mit diesem Verfahren verdünnt wurden, aus, oder können weitere Konstellationen auftreten? Lässt sich die Menge der Elemente geeignet erweitern bzw. welche Probleme treten auf? Schlagen Sie geeignete Lösungsansätze vor.

b) Wie kann man die Verkettung von Kantenelementen durch die Nutzung von Richtungsinformationen (Gradientenrichtung) verbessern? Können dadurch Mehrdeutigkeiten aufgelöst werden?

Aufgabe 9.3 Das "Iterative Endpoint Fit and Split"-Verfahren zur Approximation von Konturen durch Geradensegmente reagiert sehr sensitiv gegenüber Ausreißern, wie die nachfolgende Skizze illustriert:



Entwerfen Sie ein Verfahren zur nachträglichen Korrektur von berechneten Geradensegmenten, die aufgrund von Ausreißern keine "optimale" Approximation der jeweils zu Grunde liegenden Punktemenge bzw. Kontur darstellen.

Aufgabe 9.4 Die Hough-Transformation kann zur Detektion von Geradensegmenten in Bildern verwendet werden.

a) Aus dem Maximum des Akkumulator-Arrays folgt ein Parametersatz für die vermeintlich im Bild zu findende Gerade bzw. für das Segment, bestehend aus einem Winkel und dem Abstand vom Ursprung. Geben Sie ein Verfahren an, mit dem sich die genaue Lage der Geraden bzw. des Segmentes im Bild bestimmen lässt, ausgehend von dem ermittelten Parametersatz.

b) Welchen Einfluß hat Rauschen in den Bilddaten auf die Houghtransformation? Wie lassen sich die daraus resultierenden Probleme lösen?

c) Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem unvermeidlichen Bildrauschen und der gewählten Diskretisierung des Parameterraumes?