# Aufgabe U16

Es seien zwei Verfahren zur Skelettierung von Binärbildern (Grauwerte 0 und 1, Grauwert 1 = Objektpunkte) gegeben:

### 1. Mittelachsentransformation

Zugrundeliegende Def. des Skeletts: Menge der Mittelpunkte aller Kreise mit maximalem Radius, die in ein Gebiet (Objekt) hineingelegt werden können.

Algorithmus:

$d \leftarrow 1$
**repeat**
 markiere alle Objektpunkte am Rand (bzgl. 8-Nachbarschaft) mit $d$;
 lösche diese Punkte aus dem Objekt;
 $d \leftarrow d + 1$
**until** (bis keine Objektpunkte mehr übrig sind)

Mittelachsenpunkte = Punkte mit $d > 0$, in deren 8-Nachbarschaft keine Punkte mit höherem d-Wert liegen.

### 2. Skelettierung nach Zhang und Suen

Zugrundeliegende Def. des Skeletts: Menge der Schnittpunkte von sich vom Rand eines Gebiets nach innen ausbreitenden Wellenfronten.

Algorithmus:

Für jeden Punkt wird die 8-Nachbarschaft wie folgt durchnummeriert:

| | | |
|---|---|---|
| p9 | p2 | p3 |
| p8 | p1 | p4 |
| p7 | p6 | p5 |

Es sei $Z(x)$ die Anzahl der (8-)Nachbarpunkte von $x$ mit Grauwert 1.

$S(x)$ sei die Anzahl der $0 \rightarrow 1$-Übergänge in der gerichteten, zyklischen Pixelkette $p_2 \rightarrow p_3 \rightarrow \ldots \rightarrow p_9 \rightarrow p_2$; Conectivity-Prüfung / Conectivity-Zahl

| | | |
|---|---|---|
| p9 → | p2 | → p3 |
| ↑ | | ↓ |
| p8 | p1 | p4 |
| ↑ | | ↓ |
| p7 ← | p6 | ← p5 |

Alle Objektpunkte werden in den folgenden Durchläufen untersucht.

Durchlauf 1 :

Ein Punkt wird markiert, wenn er die Bedingungen

1. $2 \leq Z(p_1) \leq 6$

2. $S(p_1) = 1$

3. $p_2 * p_4 * p_6 = 0$

4. $p_4 * p_6 * p_8 = 0$

erfüllt.
Nach dem Durchlauf werden alle markierten Punkte gelöscht (d.h. auf 0 gesetzt).

Durchlauf 2 :
Ein Punkt wird markiert, wenn er die Bedingungen (1), (2) und

3' $p_6 * p_8 * p_2 = 0$

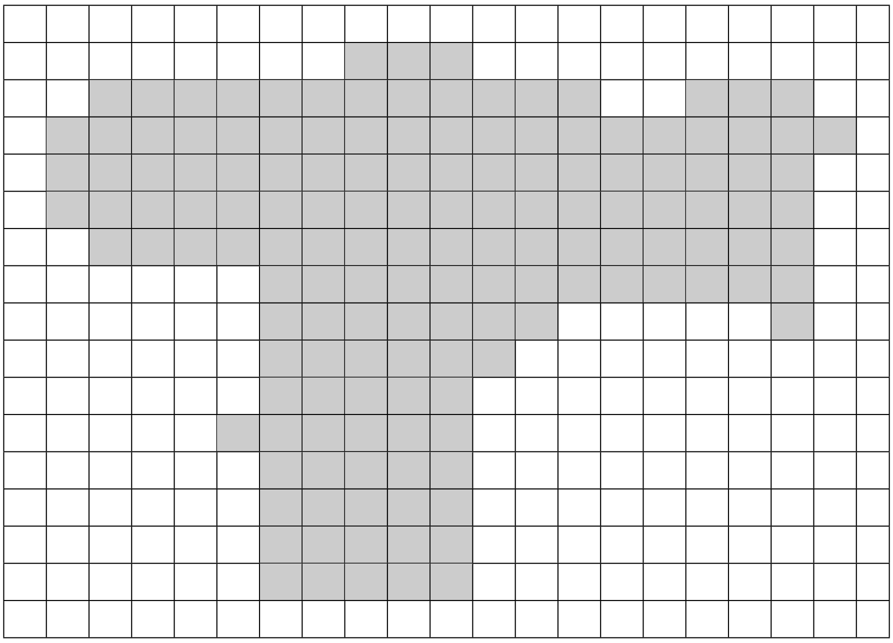
4' $p_8 * p_2 * p_4 = 0$

erfüllt.
Nach dem Durchlauf werden alle markierten Punkte gelöscht.

Die Durchläufe 1 und 2 werden solange alternierend wiederholt, bis keine weiteren Punkte mehr gelöscht werden können.

Die übriggebliebenen Objektpunkte bilden das Skelett.

Man wende beide Verfahren auf das folgende Binärbild an (weiß = 0, grau = 1), vergleiche die Ergebnisse und diskutiere Vor- und Nachteile der Verfahren.



## Aufgabe U17 (Konturkrümmung)

Die Krümmung einer Kontur an einem Punkt $p_i$ wird aus der Folge $(p_{i-n}, \ldots, p_i, \ldots, p_{i+n})$ von $2n + 1$ aufeinanderfolgenden Konturpunkten berechnet. (Warum nimmt man nicht generell $n = 1$, also 3 aufeinanderfolgende Punkte?)

Es sind verschiedene Krümmungsmaße für diskrete Kurven in Gebrauch:

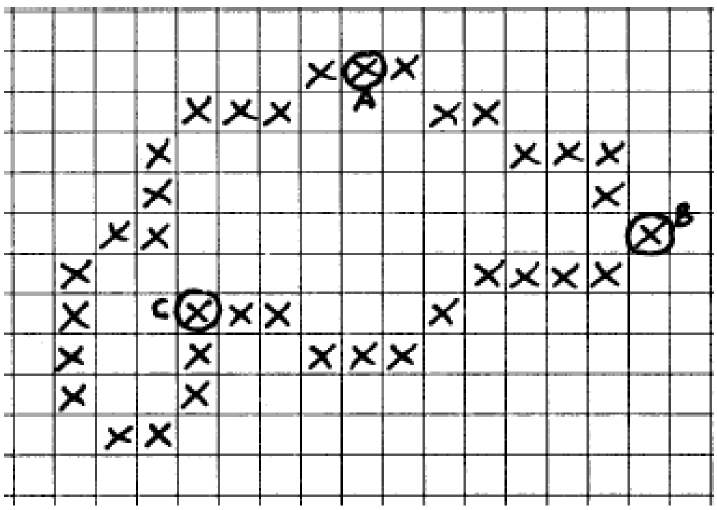
1. $180 - \gamma_i$, wobei $\gamma_i$ der durch die 3 Punkte $p_{i-n}, p_i, p_{i+n}$ gegebene Winkel bei $p_i$ ist.

2. Die vorzeichenbehaftete Fläche des von diesen 3 Punkten aufgespannten Dreiecks (positiv für konvexe und negativ für konkave Krümmung).

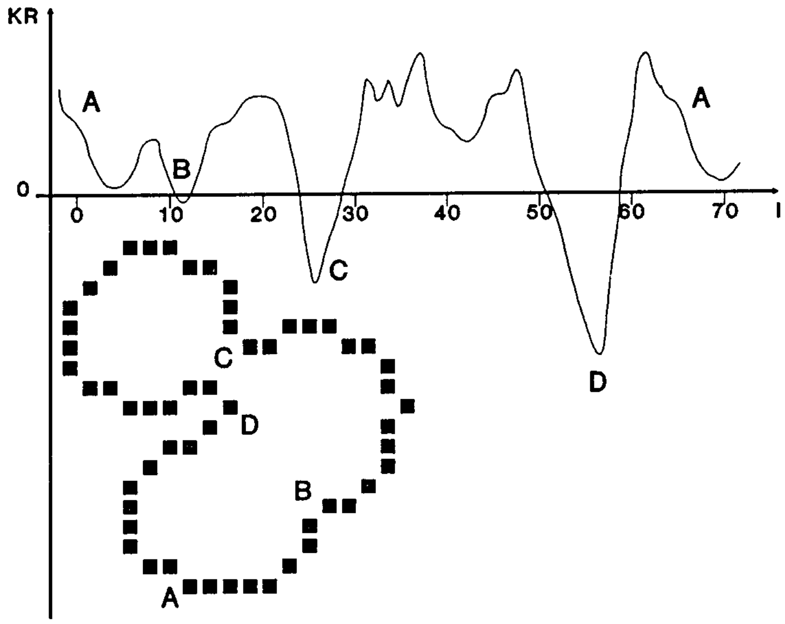
3. Die Summe gewichteter Differenzen $d_i$ zwischen aufeinanderfolgenden Richtungsindices $r_i$ nach dem Kettencode:
   $r_i$ = Kettencode der Richtung von $p_i$ nach $p_{i+1}$,
   $d_i = (r_i - r_{i-1} + 12 \; mod \; 8) - 4$,
   $KR_i = \sum_{j=-n}^{n} w_j D_{i+j}$ mit Gewichten $w_j \geq 0$, die sich zu 1 summieren.

a) Man bestimme die Formeln zu den Krümmungsmaßen (1) und (2).

b) Man teste die drei Krümmungsmaße an den Punkten A, B und C folgender Kontur und diskutiere ihre Vor- und Nachteile:




(für (1) und (2) wähle man jeweils n=2, für (3) n=1 und $w_{-1} = 1/4, w_0 = 1/2, w_1 = 1/4$)
Beachte: Die numerischen Werte der Krümmung an einzelnen Stellen sind weniger bedeutsam; interessant sind die Extrema im Verlauf der Krümmung entlang der Kontur. Maxima: potenzielle Ecken bei eckigen konvexen Objekten; Minima: potenziell Stellen, wo 2 sich überlappende konvexe Objekte zu trennen sind, bzw. Kandidatenpunkte für Schnitte durch das Objekt. Beispiel:




(aus Voss & Süße 1991)