

Labor Matlab für die industrielle und medizinische Bildverarbeitung

Prof. Dr.-Ing. Bodo Rosenhahn

Institut für Informationsverarbeitung



Einleitung

- 19.10. Introduction (1h VL, 3 L), Accountvergabe (Präsenz)
- 26.10. Local operators (Harris, etc.) (1h VL, 3L)
- 02.11. Global Operators (Hough Transform) (1h VL, 3L)
- 09.11. Region Growing / Watershed Segmentation (1h VL, 3L)
- 16.11. Bayes Classifier (1h VL, 3L)
- 23.11. K-Means / Mean shift (1h VL, 3L)
- 30.11. Shape Context (1h VL, 3L)
- 07.12. Morphological Operators (1h VL, 3L)
- 14.12. Disparity estimation (DTW) (1h VL, 3L)
- 21.12. Restarbeiten vor Weihnachten (4L)
- 11.01. Calibration and Triangulation (1h VL, 3L)
- 18.01. PCA (1h VL, 3L)
- 25.01. Tracking (1h VL, 3L)

Silhouetten-Verarbeitung

- Erosion – Dilatation
- Opening – Closing
- Momente
- Eckendetektion auf Silhouetten
- Distanztransformation
- Skelettisierung

Morphologisch: die *äußere Gestalt* betreffend

morphologische Operationen:

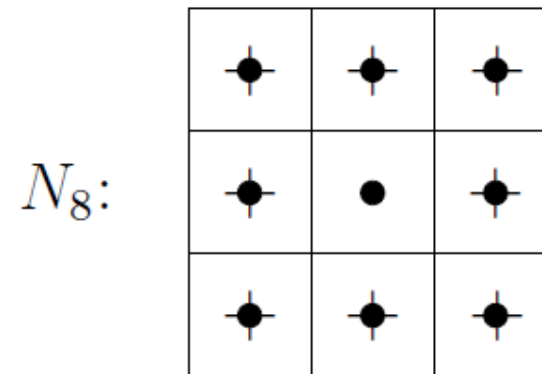
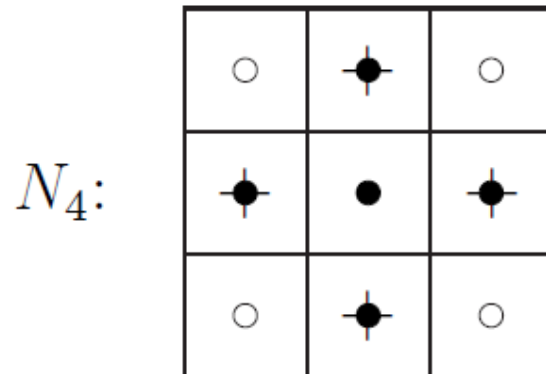


Operationen auf der Gestalt von Objekten setzt die Extraktion einer Gestalt voraus

also: in erster Linie Operation auf Segmenten (z.B. auf Binärbildern)

Wozu ist es gut?

- Veränderung der Gestalt, um Störungen nach einer Segmentierung zu beseitigen
- Berechnung von Formmerkmalen
- Suche nach bestimmten Formen (also: Analyse)



$$N_4 = \{(u, v) \mid |u - r| + |v - c| = 1\}$$

$$N_8 = \{(u, v) \mid \max\{|u - r|, |v - c|\} = 1\}$$

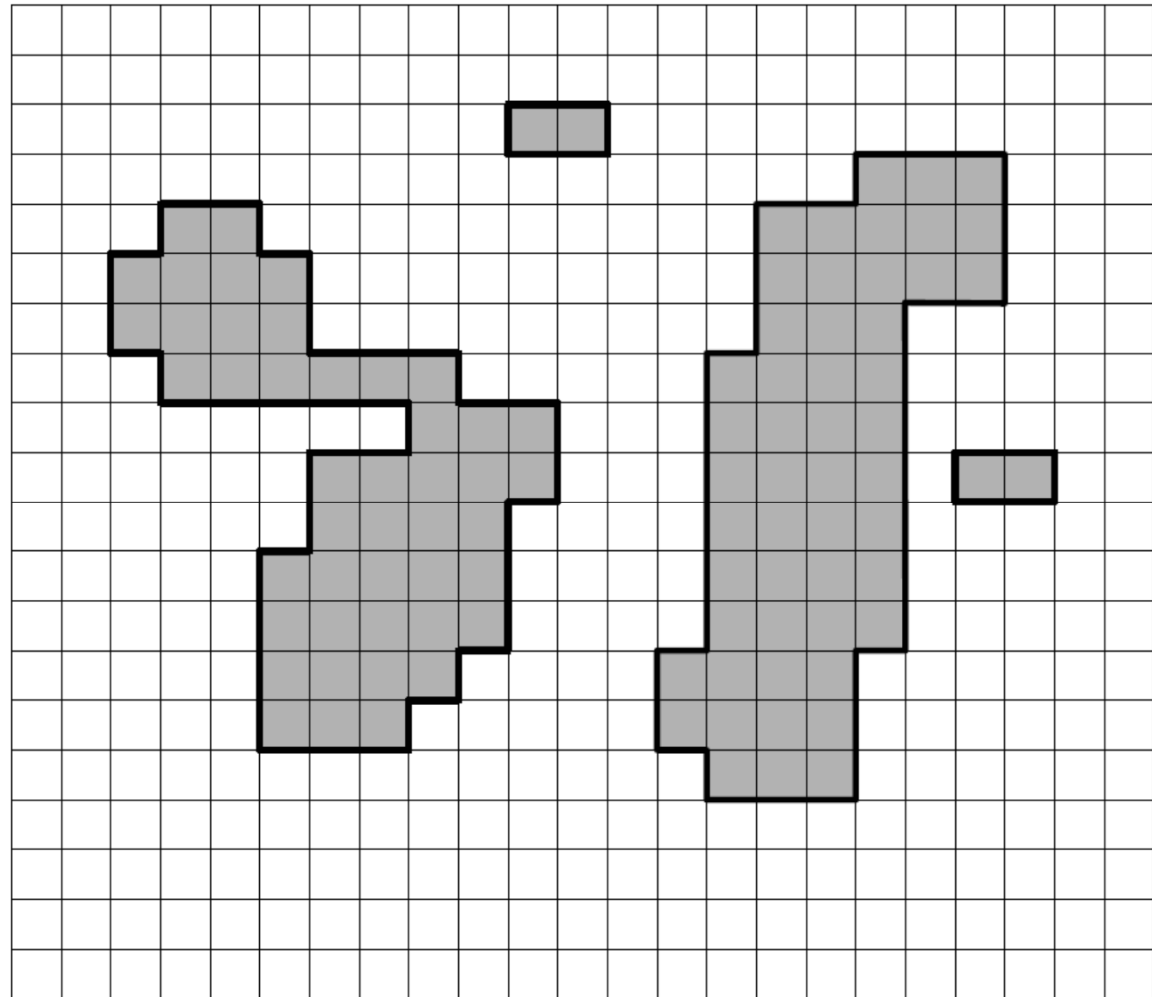
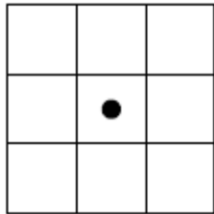
4er und 8er Nachbarschaft von Punkten

Strukturelement

Strukturelement: Bei jeder morphologischen Operation wird ein Strukturelement (oder Strukturierendes Element) S mit einem Referenzpunkt, auch Kern oder Maske genannt, verwendet.

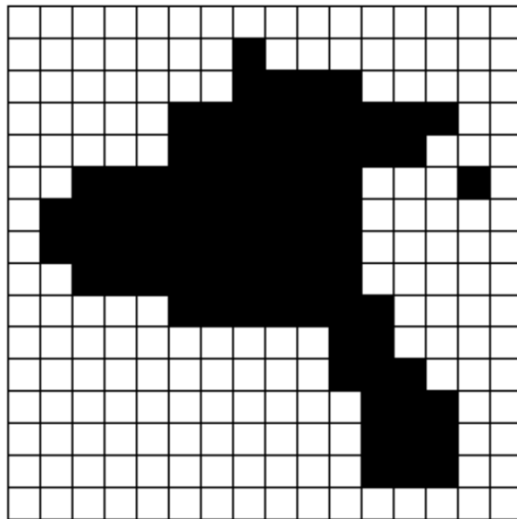
Silhouetten

Strukturierendes
Element



Erosion

$$X \ominus B = \{x : B_x \subset X\}.$$

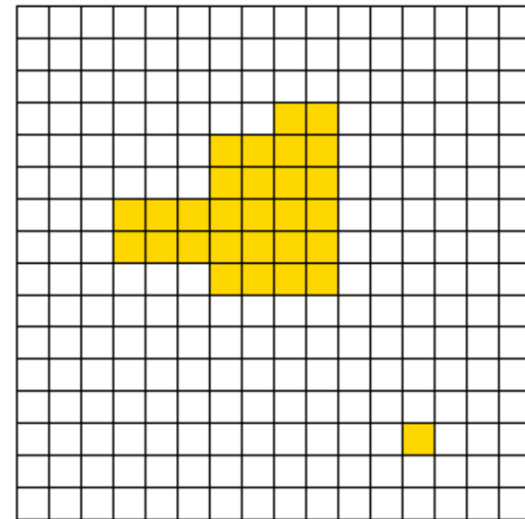


(a) X

■ value 1
□ value 0

1	1	1
1	*1	1
1	1	1

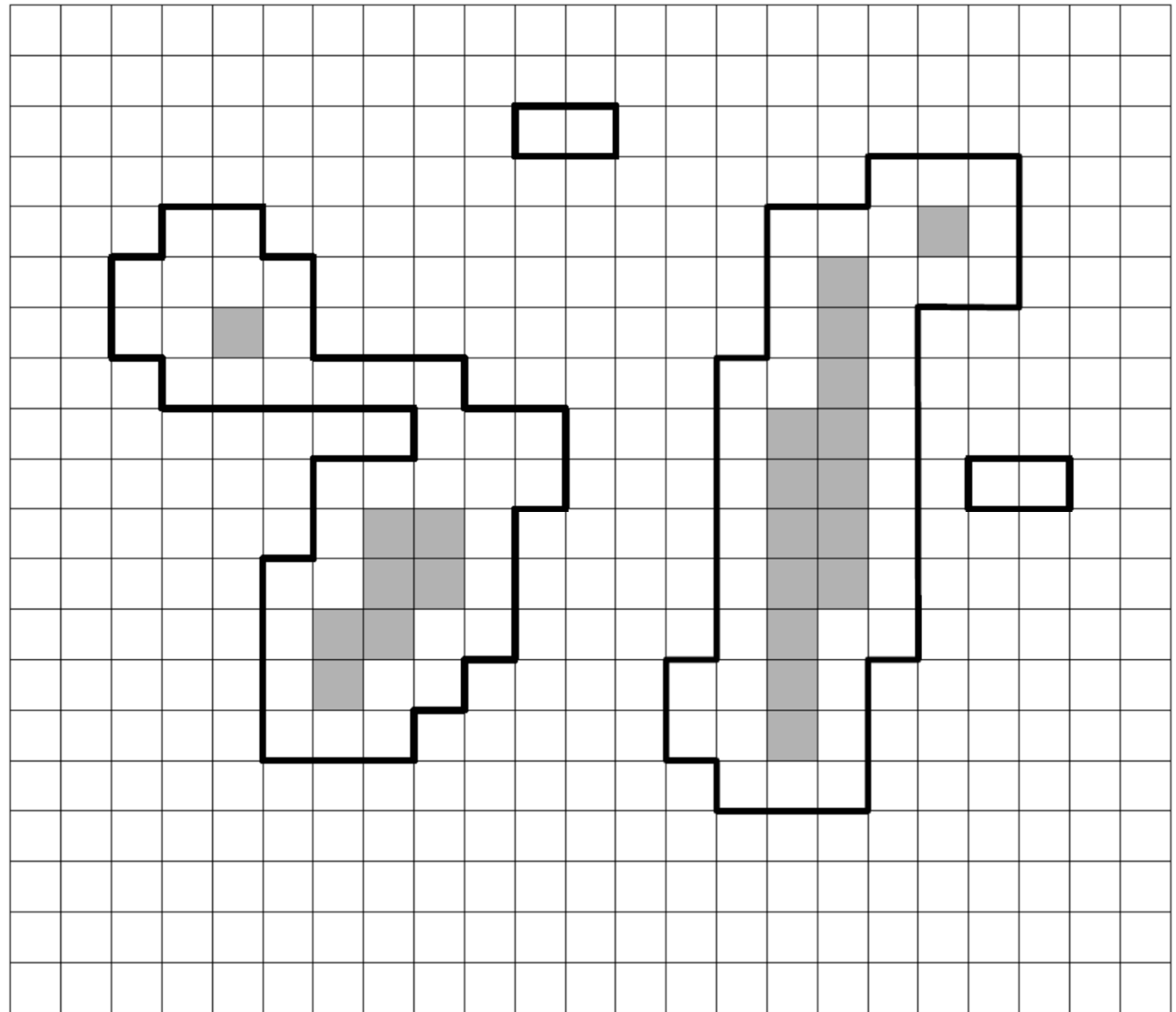
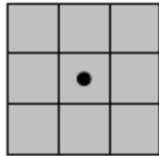
(b) B



(c) $X \ominus B$

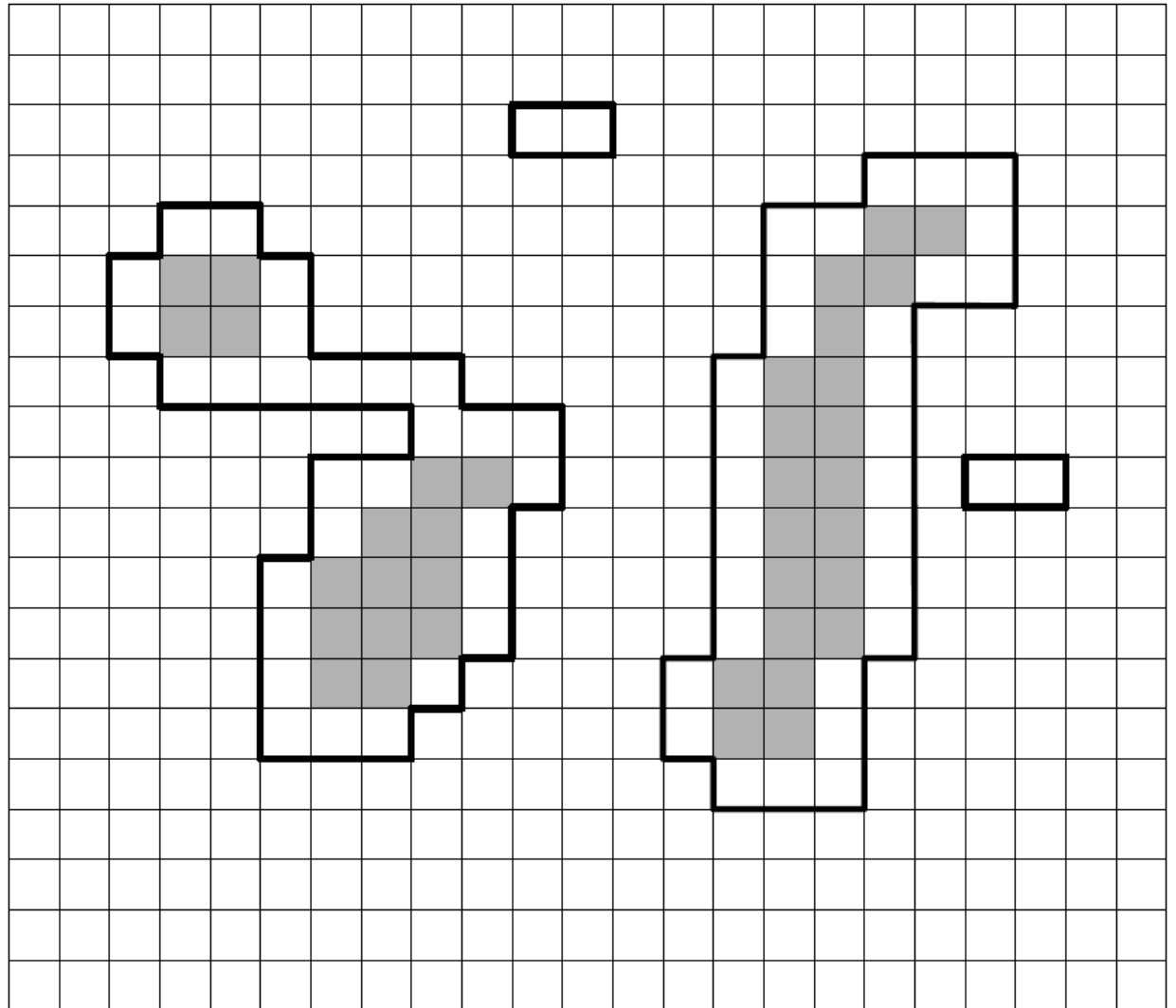
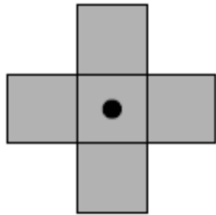
Erosion

Strukturierendes
Element



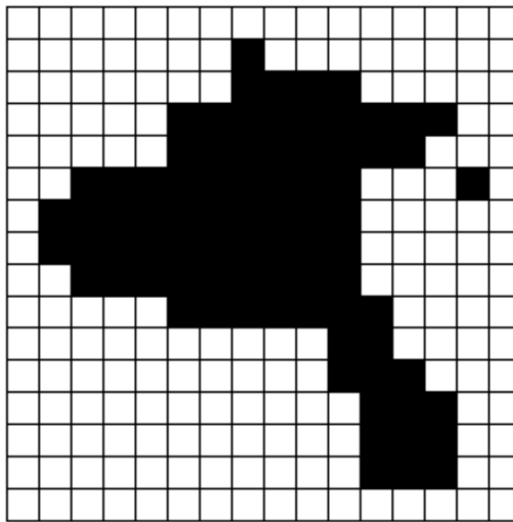
Erosion

Strukturierendes
Element



Dilatation

$$X \oplus B = \{x : B_x \cap X \neq \emptyset\}.$$

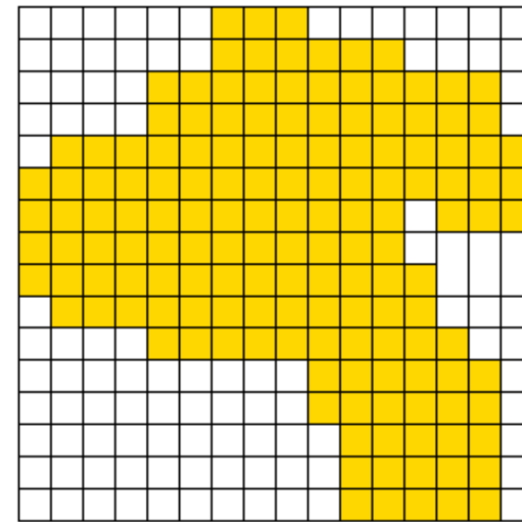


(a) X

■ value 1
□ value 0

1	1	1
1	*1	1
1	1	1

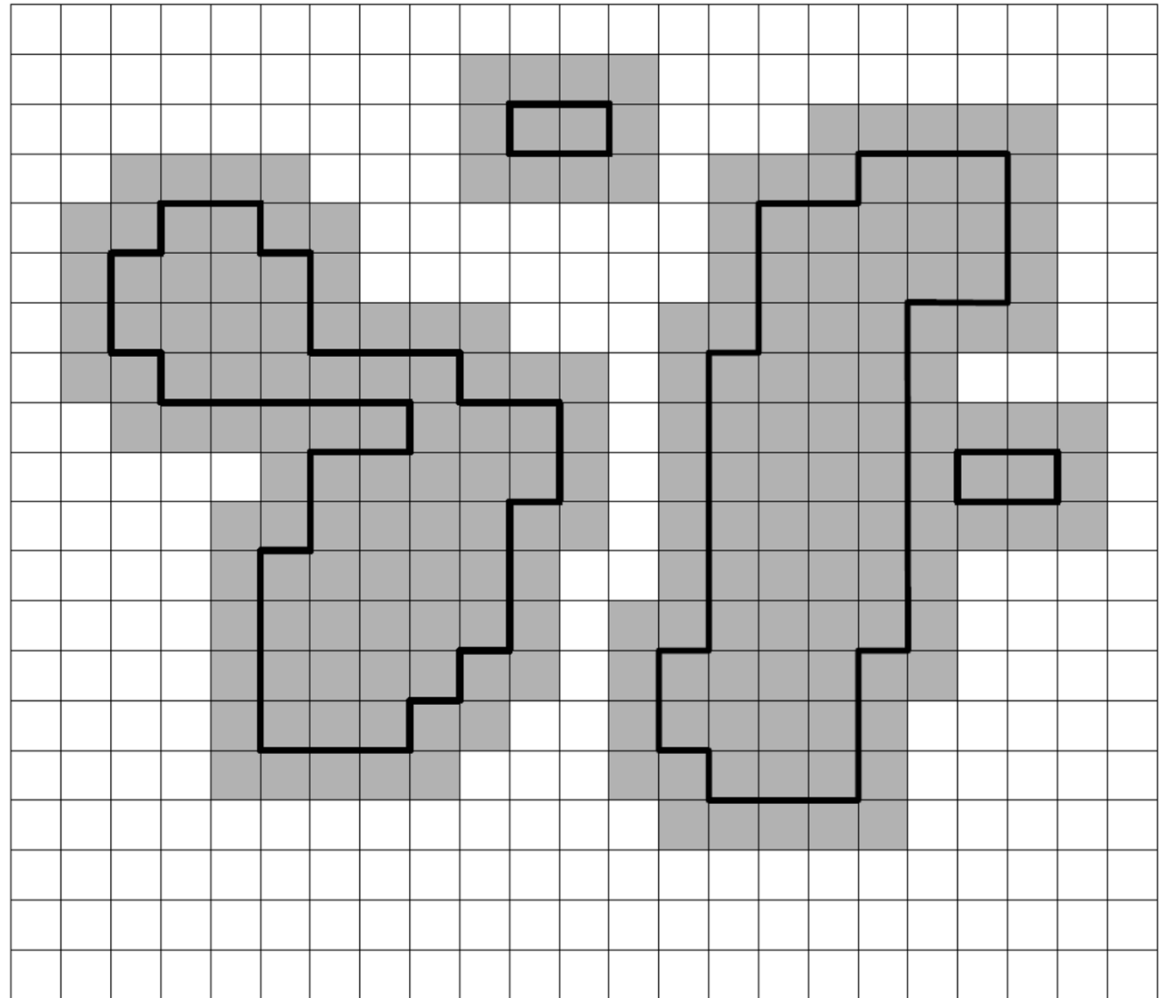
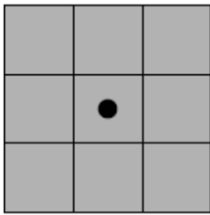
(b) B



(c) $X \oplus B$

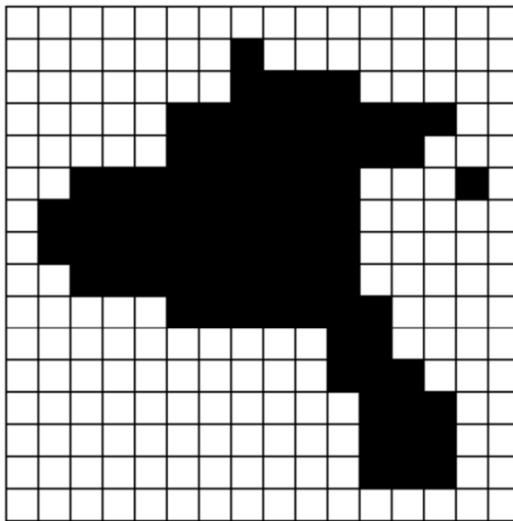
Dilatation

Strukturierendes
Element



Öffnen (Opening)

$$X \circ B = (X \ominus B) \oplus B.$$

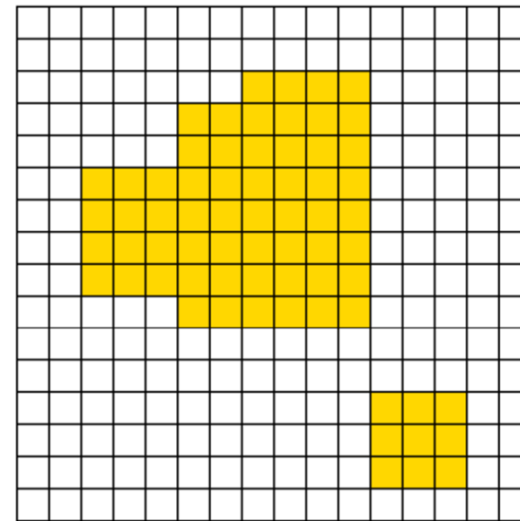


(a) X

■ value 1
□ value 0

1	1	1
1	* 1	1
1	1	1

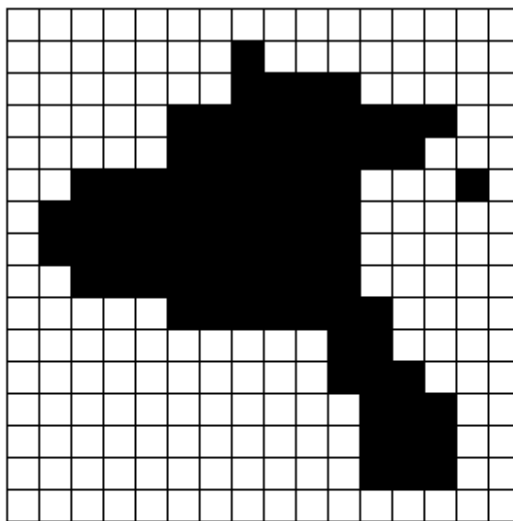
(b) B



(c) $X \circ B$

Schliessen (Closing)

$$X \bullet B = (X \oplus B) \ominus B.$$

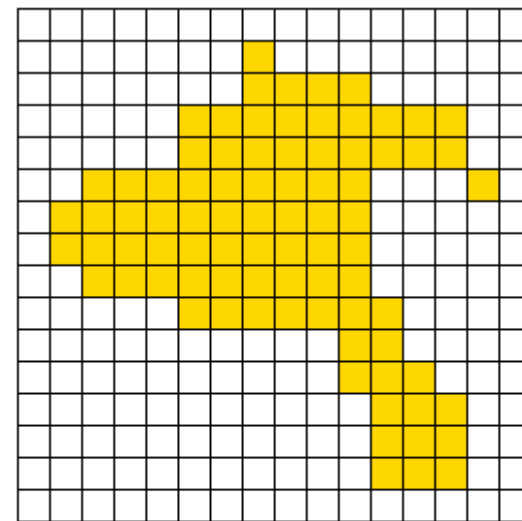


(a) X

■ value 1
□ value 0

1	1	1
1	*1	1
1	1	1

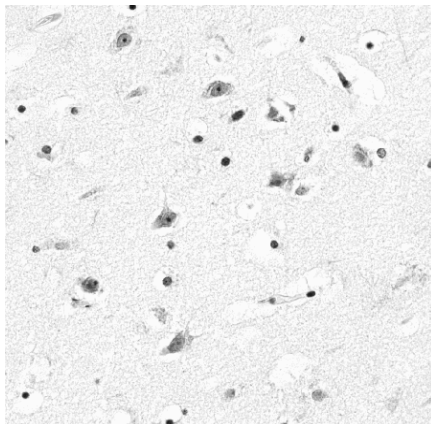
(b) B



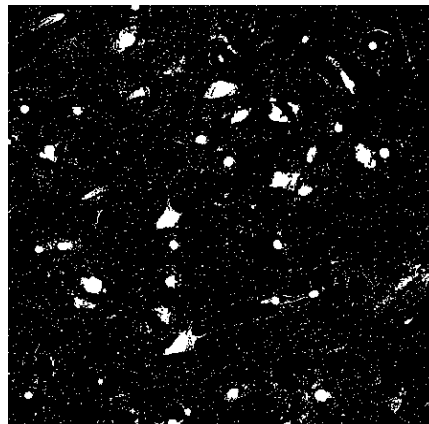
(c) $X \bullet B$

Anwendung (Öffnen)

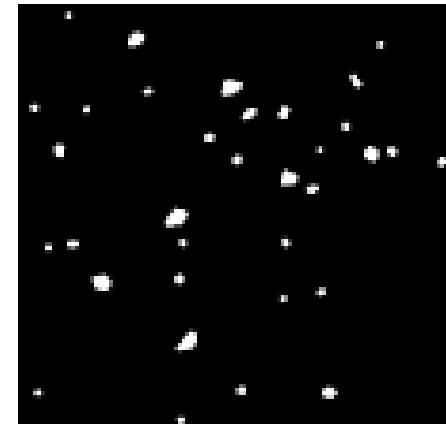
- Merkmalsdetektion durch *Grösse* des strukturierenden Elements



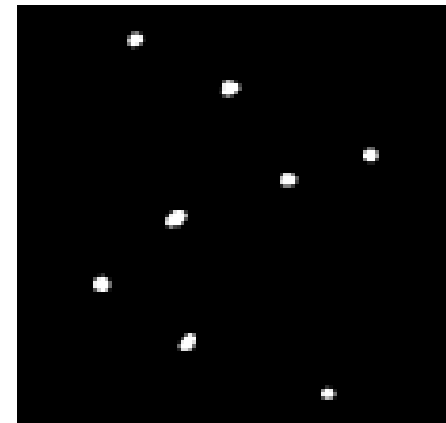
Original image



Thresholded



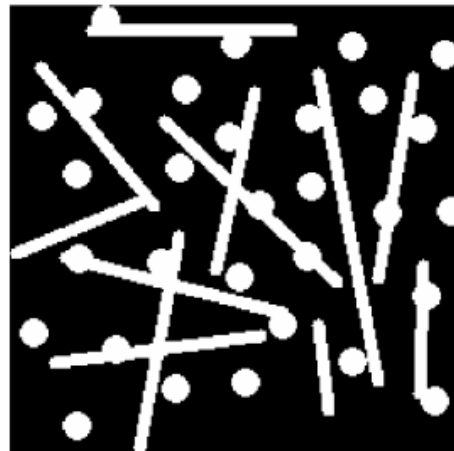
Opening with small structuring element



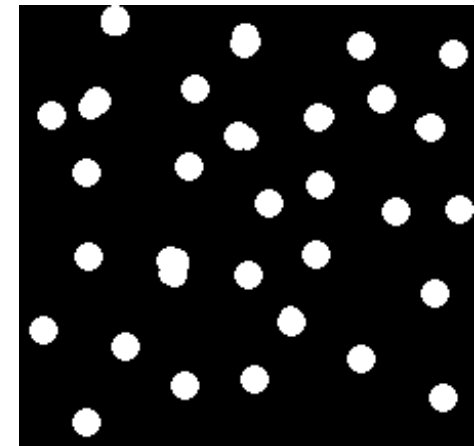
Opening with larger structuring element

Anwendung (Öffnen)

Merkmalsdetektion durch *Gestalt* des strukturierenden Elements



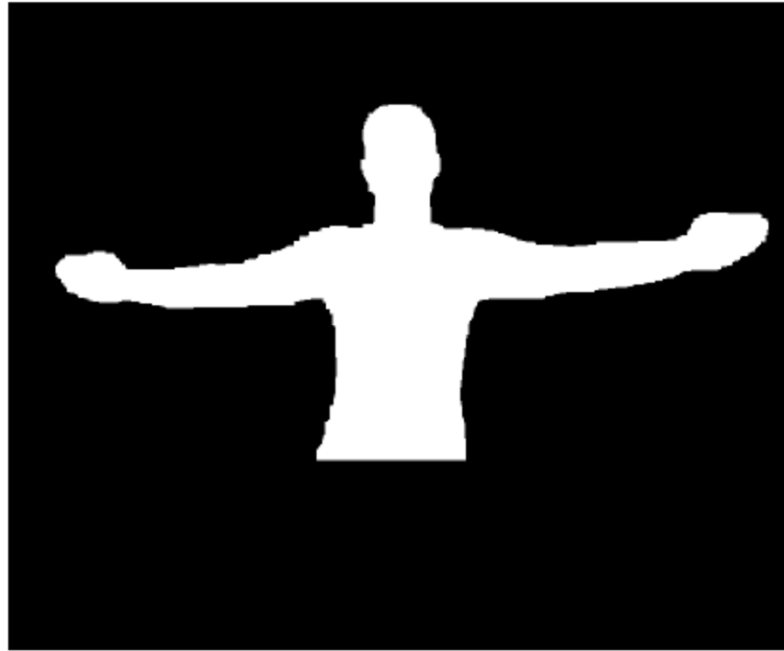
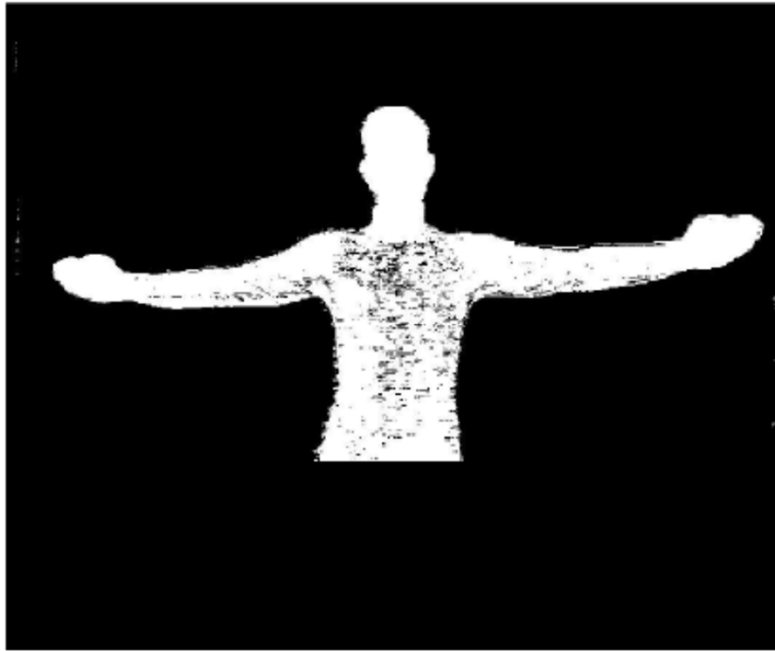
Input Image



Opening with circular structuring element

<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/>

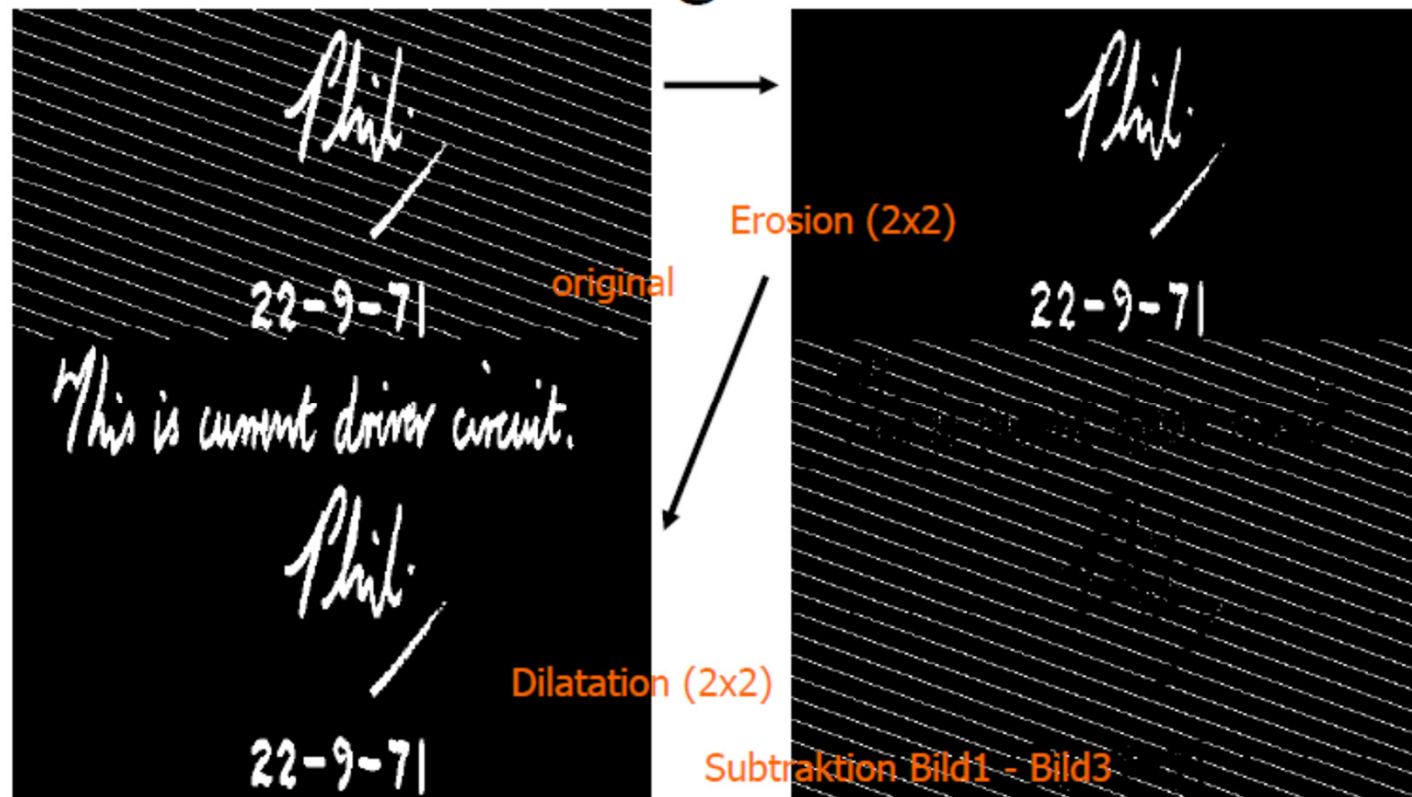
Anwendung (Schliessen)



Anwendung (Kombinationen)



Anwendung (Kombinationen)

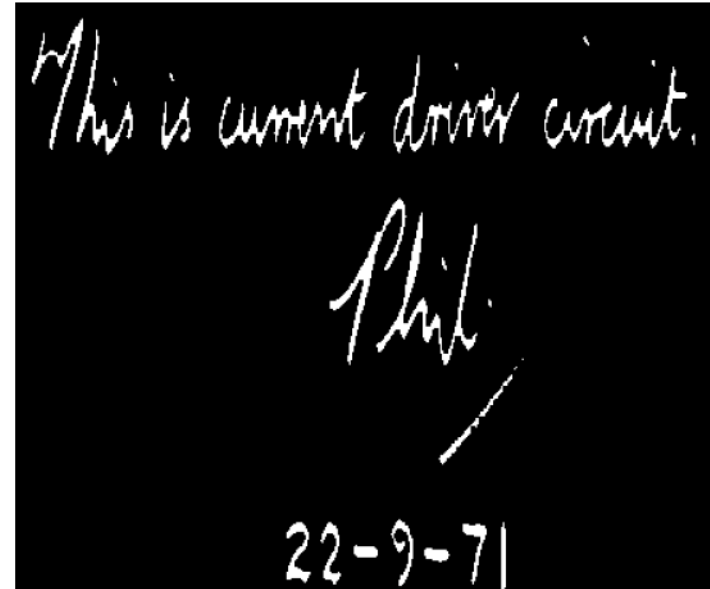
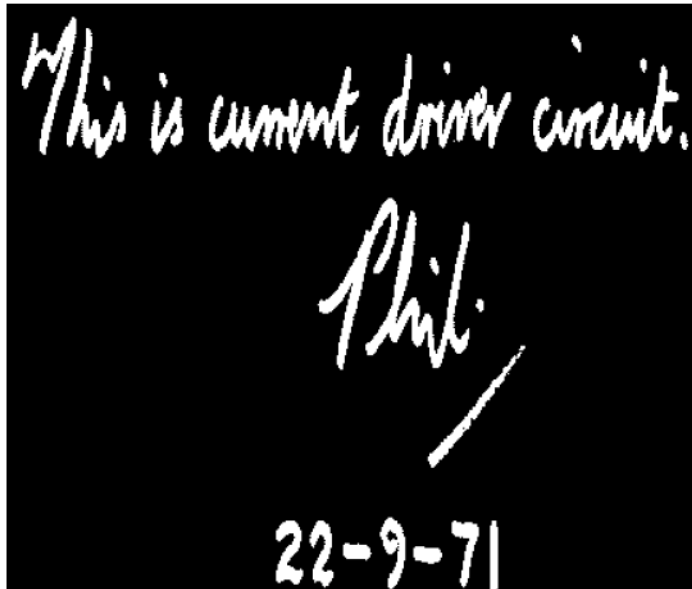


Grundlagen der Bildverarbeitung, 14. Morphologische Operationen, Klaus Toennies

Anwendung (Kombinationen)

$S_{b4} = \begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$	$S_{b8} = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$	Erosion mit S_{b4} bzw. S_{b8} entfernt alle Objekt-pixel, in deren 4- bzw. 8-Nachbarschaft sich Hintergrundpixel befinden.
--	--	---

Der Rand kann nun durch Differenzbildung zwischen Ursprungsbild und erodiertem Bild erzeugt werden: $\partial G = G \setminus (G \ominus S_b)$



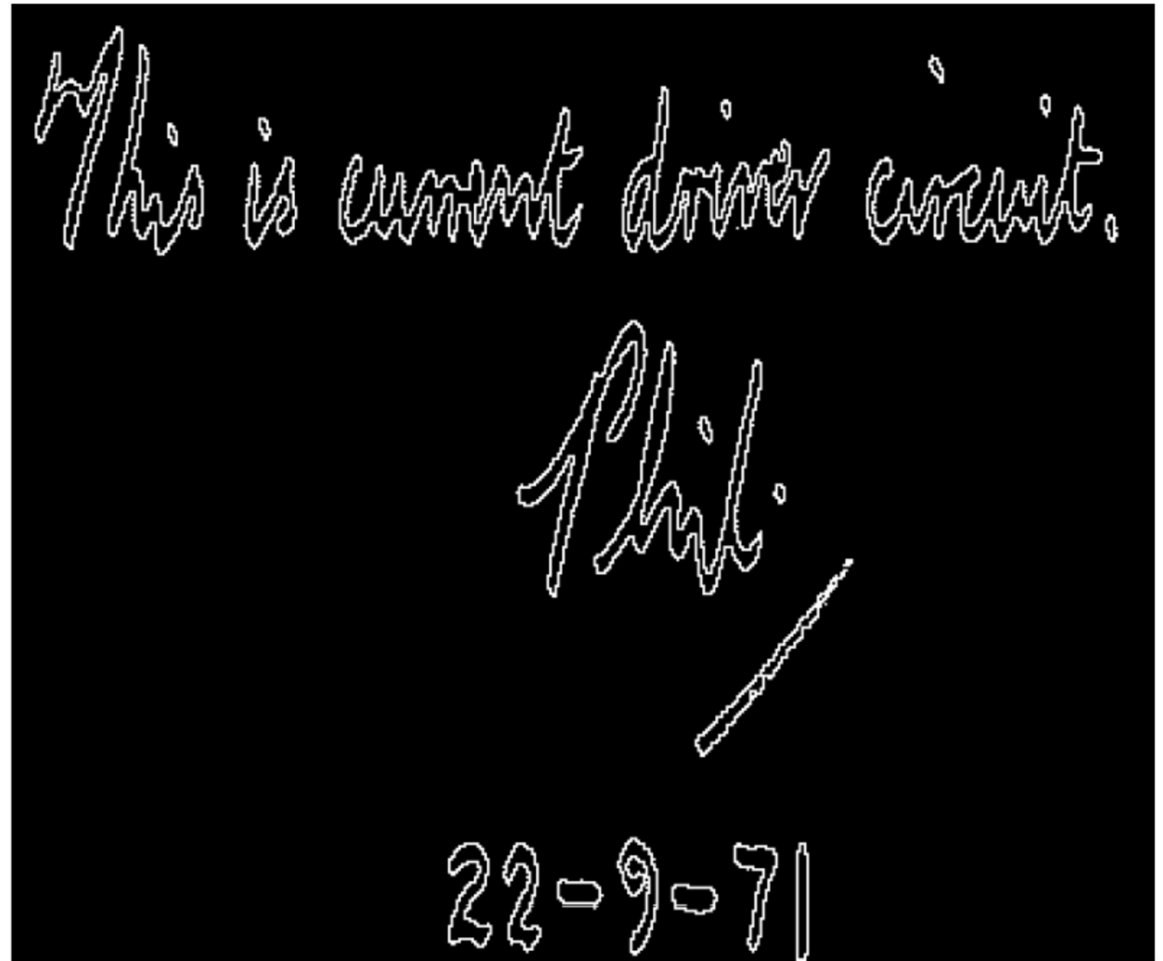
Grundlagen der Bildverarbeitung, 14. Morphologische Operationen, Klaus Toennies

Anwendung (Kombinationen)

$$\begin{aligned}\partial G &= G \setminus (G \ominus M_b) \\ &= G \cap \overline{(G \ominus M_b)} \\ &= G \cap (G \oplus M_b)\end{aligned}$$

Hintergrundrand:

$$\partial G_B = (G \oplus M_b) \setminus G$$



Grundlagen der Bildverarbeitung, 14. Morphologische Operationen, Klaus Toennies

Morphologische Konturextraktion

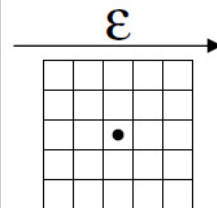
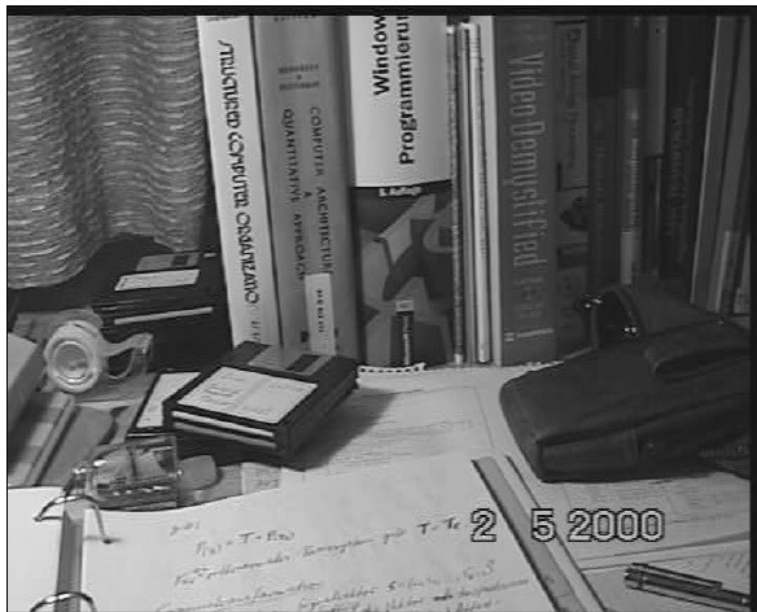
Subtrahiere A vom erodierten A

$$\beta(A) = A - (A \ominus B)$$

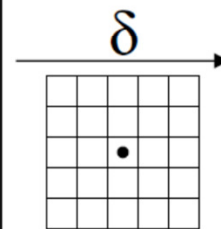
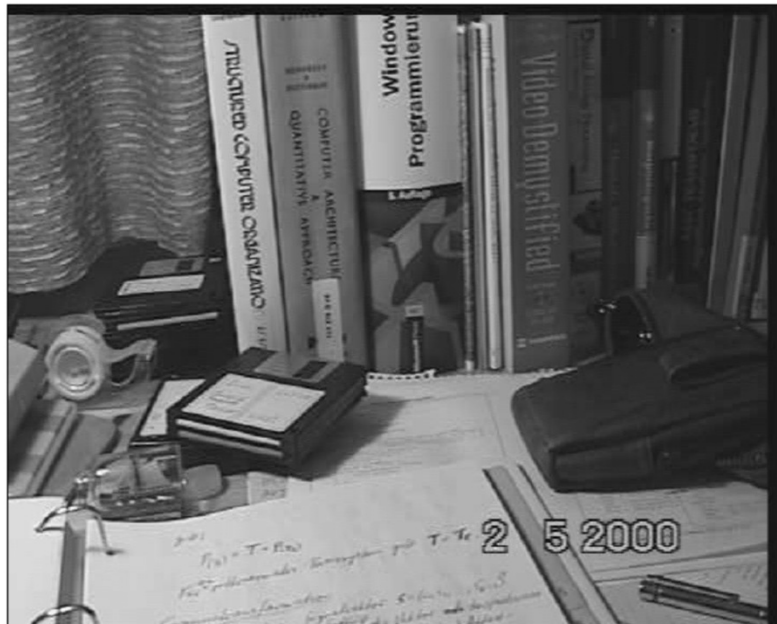
- Bei einem 3x3-Strukturelement erhält man Exakt die Konturdicke 1.
- Kontur i.A. nicht geschlossen



Grauwert-Erosion



Grauwert-Dilatation



Matlab Beispiel Erosion/Dilatation

Eigenschaften

- Dilatation

- Kommutativ: $F \oplus S = S \oplus F$
- Assoziativ: $F \oplus (S_1 \oplus S_2) = (F \oplus S_1) \oplus S_2$
- Chain rule:
$$F \oplus S = F \oplus (S_1 \oplus S_2 \oplus \dots \oplus S_n) = (((X \oplus S_1) \oplus S_2) \dots) \oplus S_n$$

- Erosion

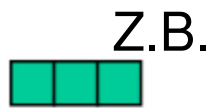
- Nicht kommutativ: $F \ominus S \neq S \ominus F$
- Nicht assoziativ: $F \ominus (S_1 \ominus S_2) \neq (F \ominus S_1) \ominus S_2$
- Chain rule:
$$F \ominus S = F \ominus (S_1 \oplus S_2 \oplus \dots \oplus S_n) = (((X \ominus S_1) \ominus S_2) \dots) \ominus S_n$$

- Opening/Closing: Idempotenz

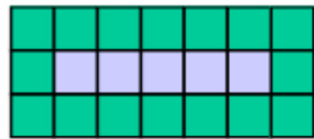
$$F \circ S = (F \circ S) \circ S; \quad F \bullet S = (F \bullet S) \bullet S$$

Hit-And-Miss

$$\begin{aligned} G \otimes (S_1, S_2) &= (G \ominus S_1) \cap (\bar{G} \ominus S_2) \\ &= (G \ominus S_1) \cap (\overline{G \oplus S_2}) \end{aligned}$$



Hit



Miss

führt zur Akzeptanz von horizontalen
Linien von 3,4, und 5 Pixeln Länge.

Notation: $M = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x & 1 & 1 & 1 & x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

Beispiel

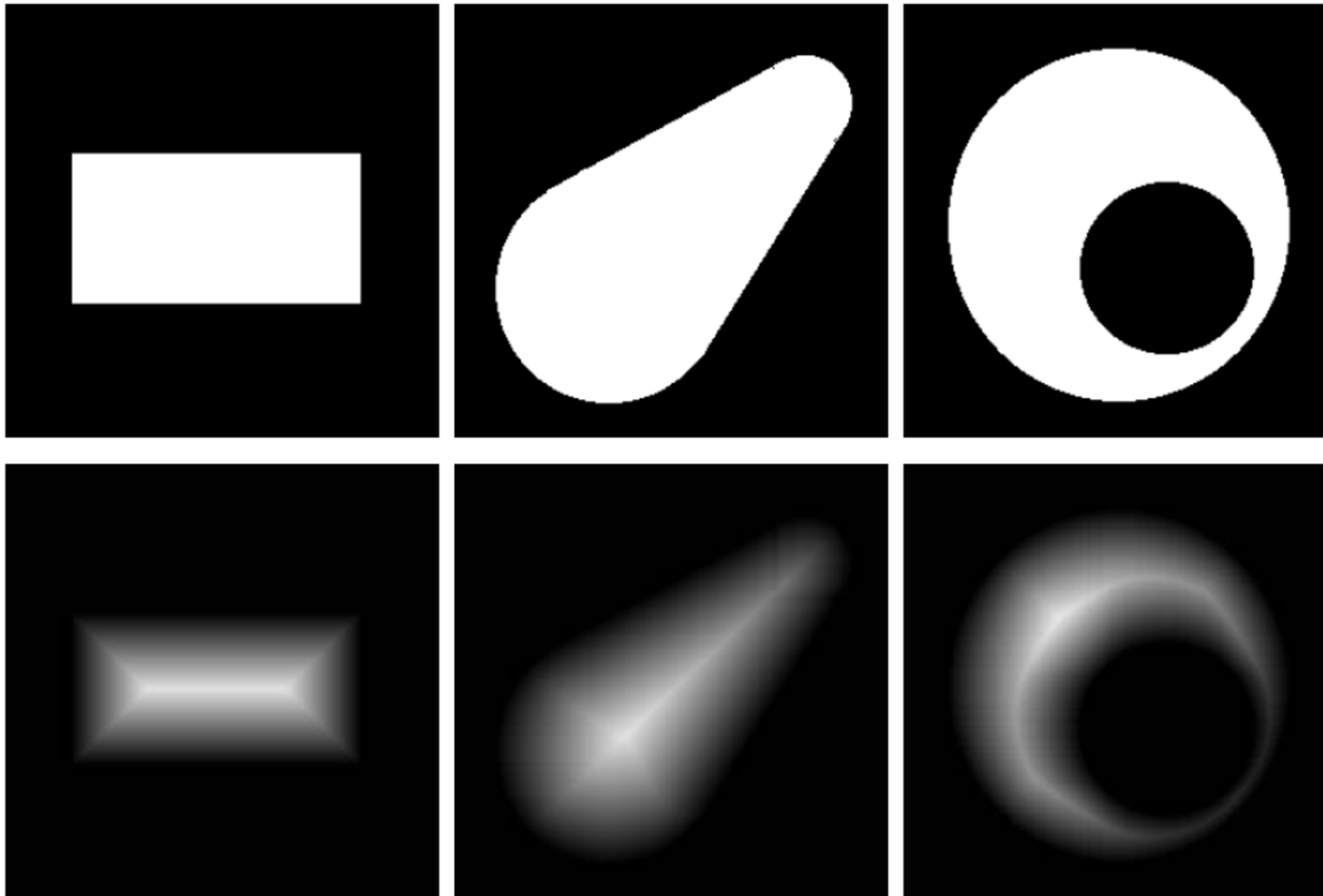


Kreise mit Radius von 6 Pixel



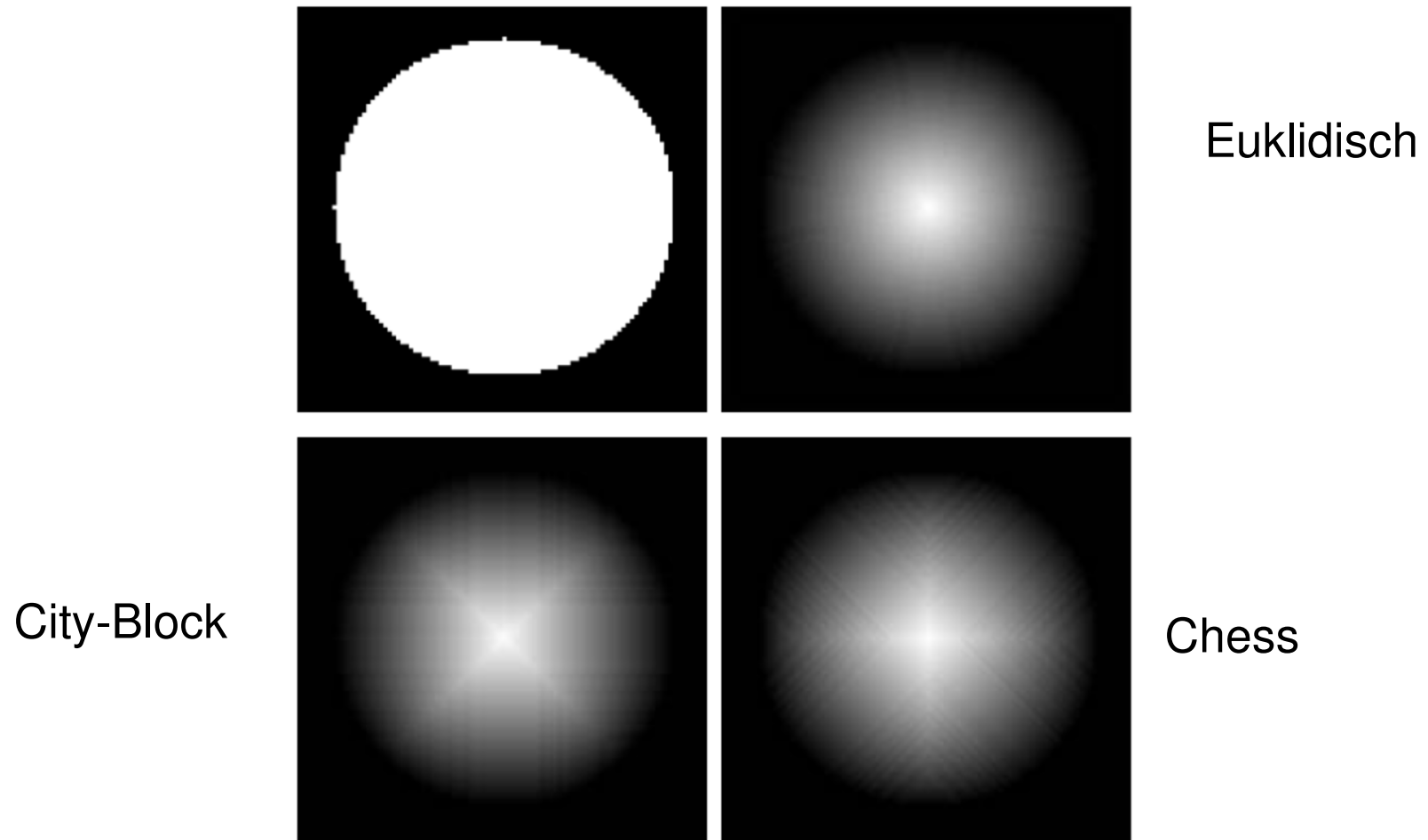
Kreise mit Radius 6-7 Pixel

Distanztransformation



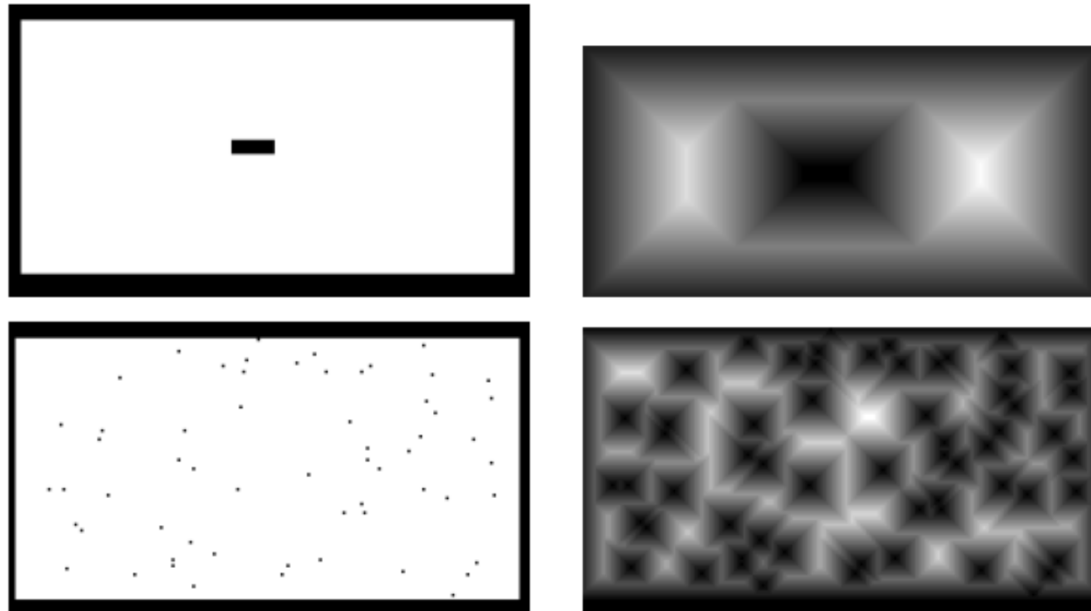
(Euklidische Metrik)

Distanz-transformationen



(Matlab Example)

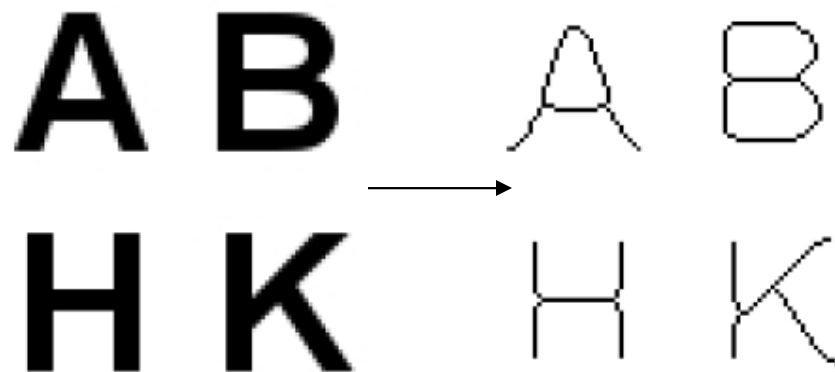
Distanz-transformationen



Distanztransformationen sind recht empfindlich bei Störungen !

Skelettisierung

Ziel ist eine größtmögliche Verdünnung oder auch Skelettisierung der Objekte eines Bildes, wobei die *Konnektivität* und die Form erhalten bleiben soll.



Anwendung

Analyse von Schrift oder Blutgefäß-verzweigungen

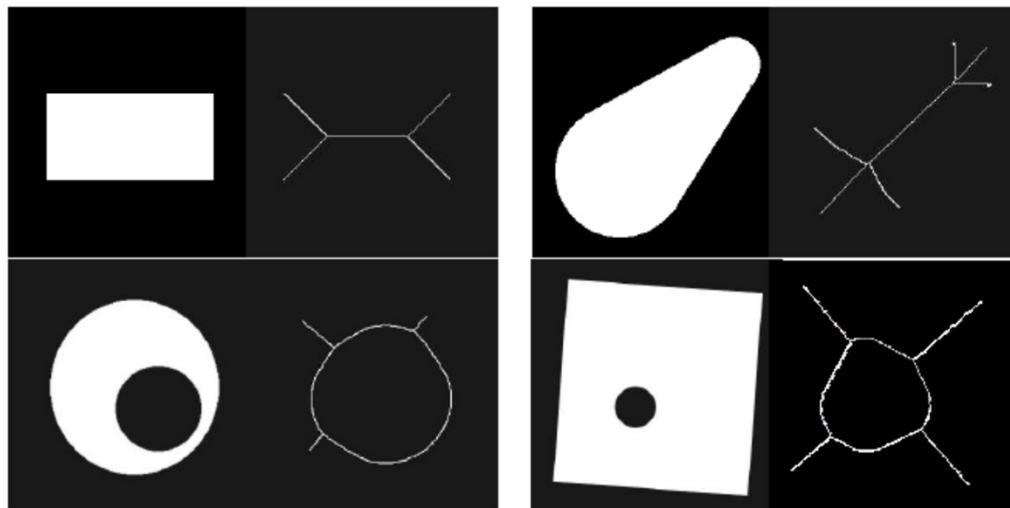
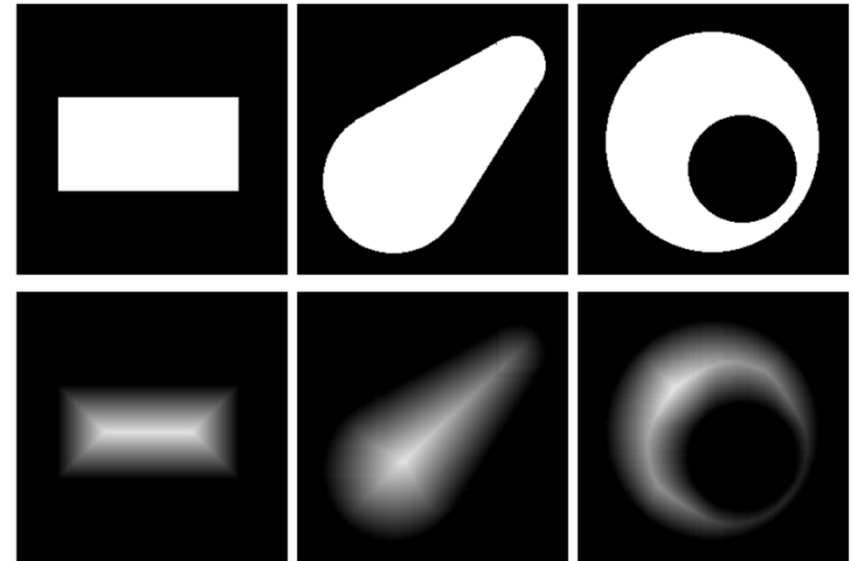


Distanztransformation

2. Verfahren

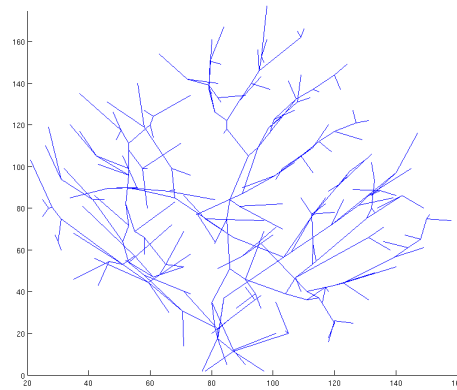
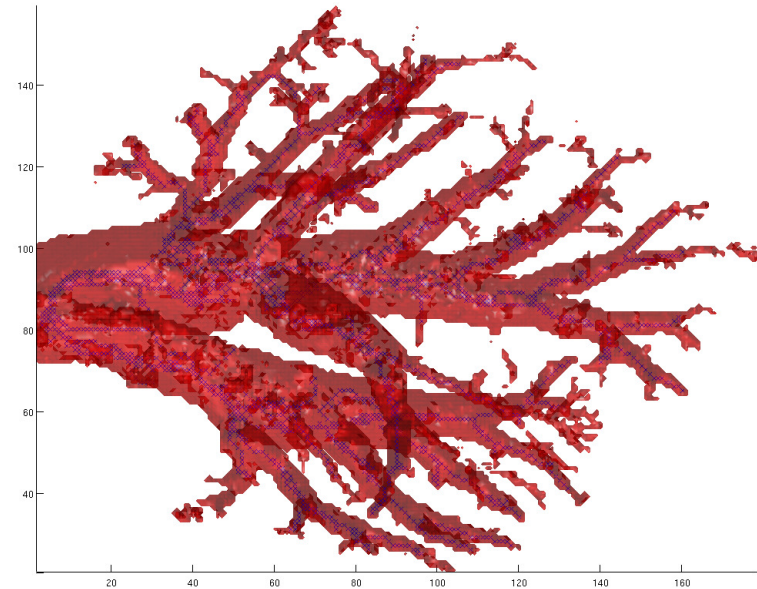
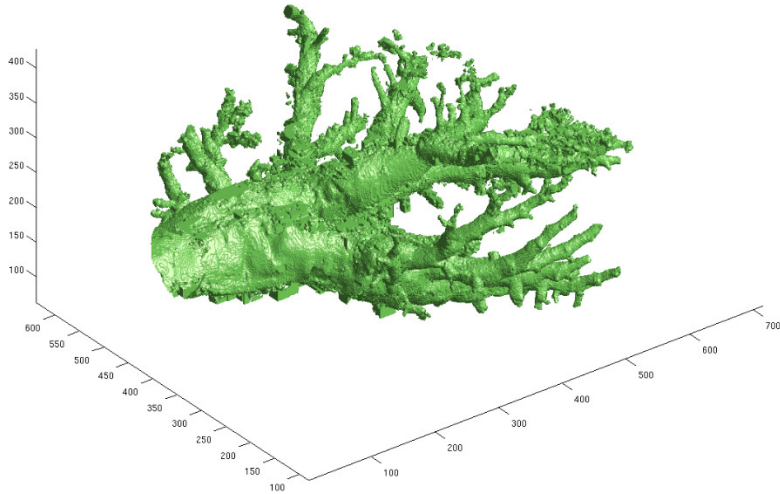
(a) Distanztransformation

(b) Ableitung



(Matlab Example)

Anwendungen



MHH (Ochs)