Computergrafik 2: Übung 9

Morphologische Operationen

Organisation

KLAUSURANMELDUNG (UNIWORX) NICHT VERGESSEN!

Besprechung Übung 8

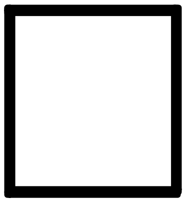
- Anmerkungen?

Quiz

- Watershed-Algorithmus
- Morphologische Operationen
  - Dilatation
  - Erosion
  - Opening / Closing
  - Hit and Miss
  - Eigenschaften?

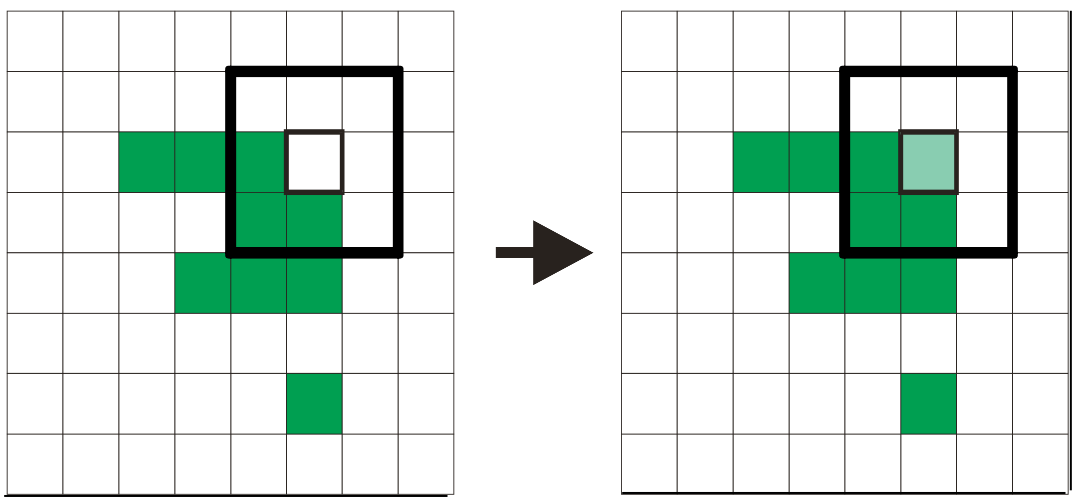
Dilatation

Dilatation (Ausdehnung): $G \oplus S$ mit Strukturelement S



„oder“

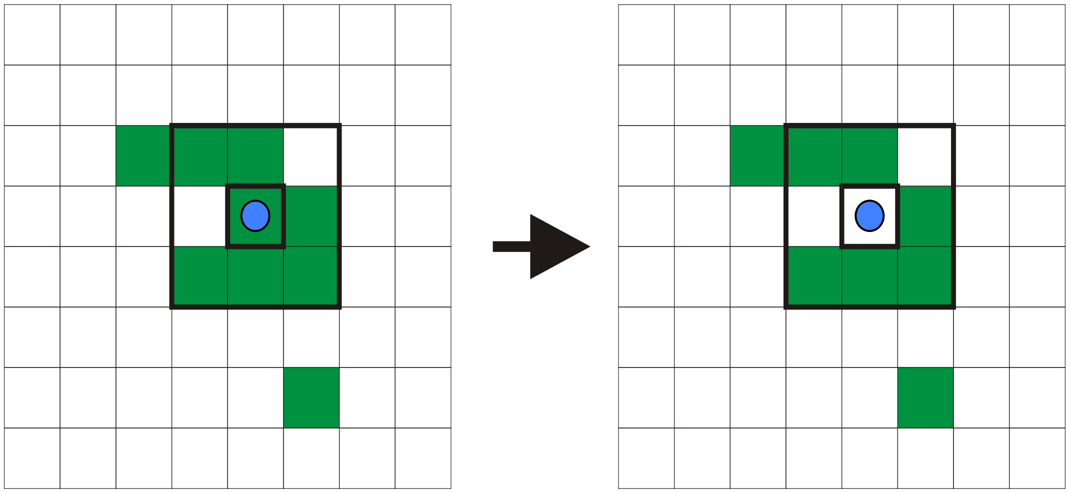
$$g(m,n) = \bigvee_{(m_k,n_k)\in S} b(m+m_k, n+n_k)$$



Erosion

„und“

$$g(m,n) = \bigwedge_{(m_k,n_k)\in s} b(m+m_k, n+n_k)$$

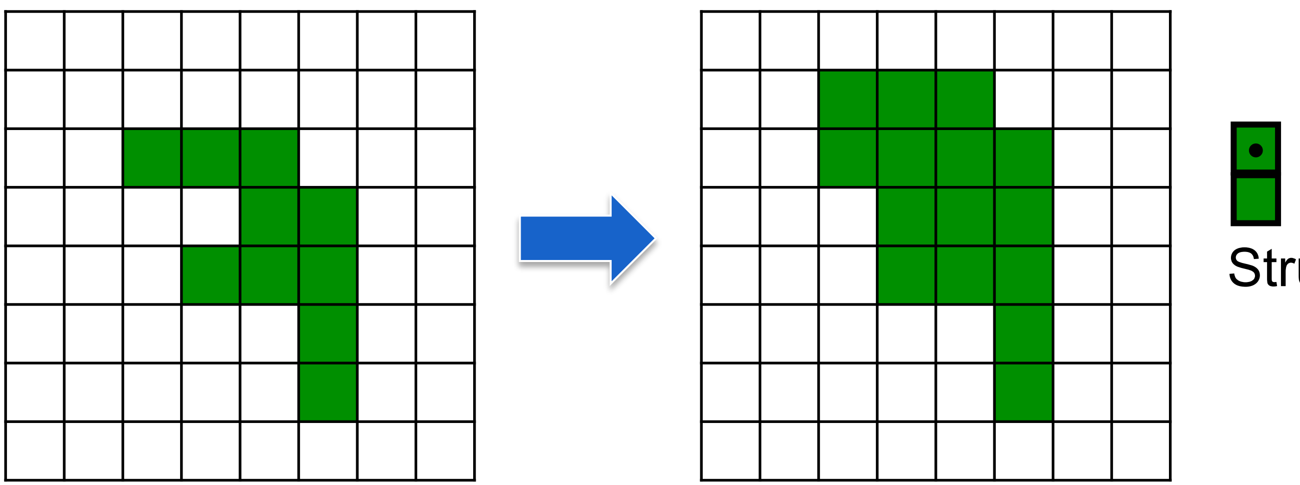


Erosion: $G \ominus S$ mit
Strukturelement S

Erosion:
- löst Strukturen auf
- entfernt Details
- verkleinert

Strukturelemente

- Ein Strukturelement einer morphologischen Operation entspricht dem Faltungskern bei einer Konvolution
- Mit einem gezielt geformten Strukturelement können genau definierte Formveränderungen erzeugt werden

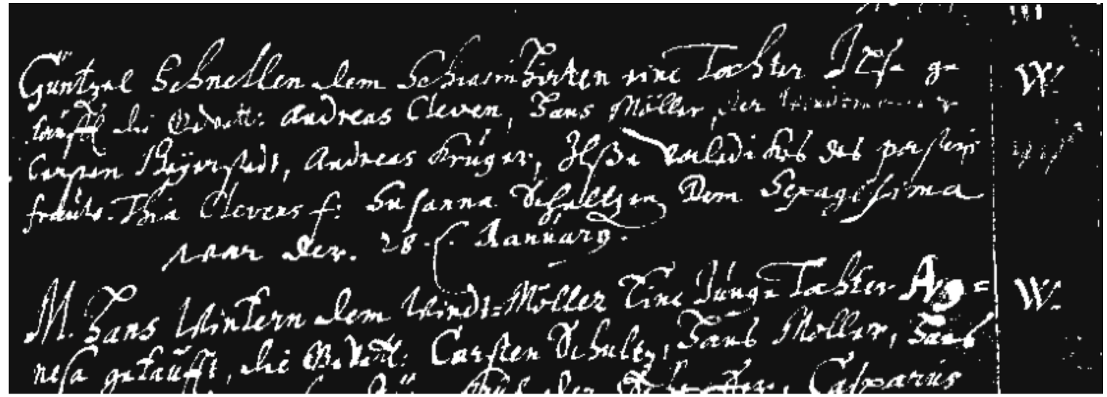


Strukturelement

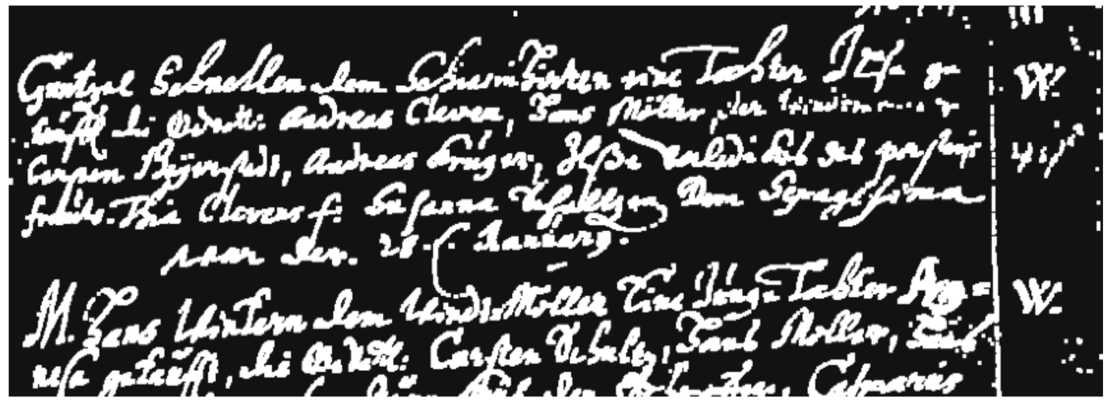
Dilatation

Beispiel

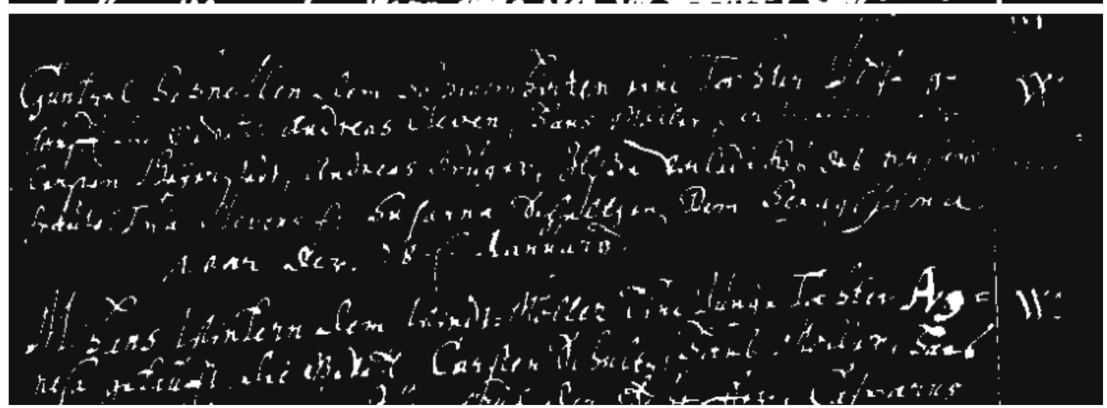
Binärbild



Dilatation



Erosion



Einige Eigenschaften morphologischer Operatoren

- Verschiebungsinvarianz: Wegen der Beschreibung von Erosion/Dilatation als Faltung sind beide Operationen genau wie eine Faltung verschiebungsinvariant

- Kommutativität und Assoziativität: $M_1 \oplus M_2 = M_2 \oplus M_1$
  aber $M_1 \ominus M_2 \neq M_2 \ominus M_1$
  es gilt jedoch $(G \ominus M_1) \ominus M_2 = G \ominus (M_1 \ominus M_2) = (G \ominus M_2) \ominus M_1$

- Dualität: $\overline{G} \ominus M = \overline{G \oplus M}$ und $\overline{G} \oplus M = \overline{G \ominus M}$

Opening und Closing

Opening (Öffnen): Kombination von Erosion gefolgt von einer Dilation mit dem am Ankerpunkt gespiegelten Strukturelement S‘

$$G \circ S = (G \ominus S) \oplus S'$$

Ziel: Erosion - Entfernung aller (Teil-)strukturen, die kleiner als das Strukturelement sind

Dilatation - Wiederherstellung der ursprünglichen Größe des Objekts mit Ausnahme der vollständig entfernten Teilstrukturen

Closing (Schließen): Kombination von Dilatation gefolgt von einer Erosion mit einem am Ankerpunkt gespiegelten Strukturelement S‘

$$G \bullet S = (G \oplus S) \ominus S'$$

Ziel: Dilatation - Schließen von kleinen Löchern (kleiner als das Strukturelement)

Erosion - Wiederherstellung der ursprünglichen Größe des Objekts

Beispiele für Opening und Closing

Original

Opening

Closing

Distanztransformation

Resultat der Randoperation $\partial G_0 = G \setminus (G \ominus S_b)$:

Menge aller Pixel, die den Abstand 0 zum Rand haben.

Falls die gleiche Operation auf dem um den Rand verminderten Bild nochmals angewendet wird: $\partial G_1 = (G \ominus S_b) \setminus (G \ominus S_b \ominus S_b)$

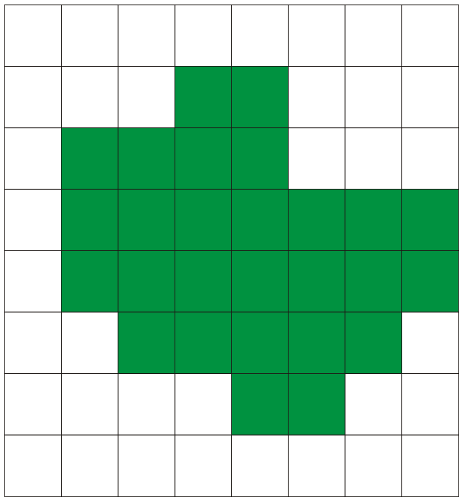
Menge aller Pixel, die den Abstand 1 zum Rand haben.

Fortgesetzte Extraktion von immer weiter vom Rand entfernten Linien und Multiplikation der jeweiligen Resultate mit der aktuellen Entfernung überführt das Binärbild in ein Distanzbild D:

$$D = \bigcup_{n=1,\infty} [\, (G \ominus S_b{}^{n-1}) \setminus (G \ominus S_b{}^{n}) \cdot n] \,,$$

wobei die Operation · die punktweise Multiplikation der *n*-ten Randkurve mit der Zahl *n* (dem aktuellen Abstand) darstellt.

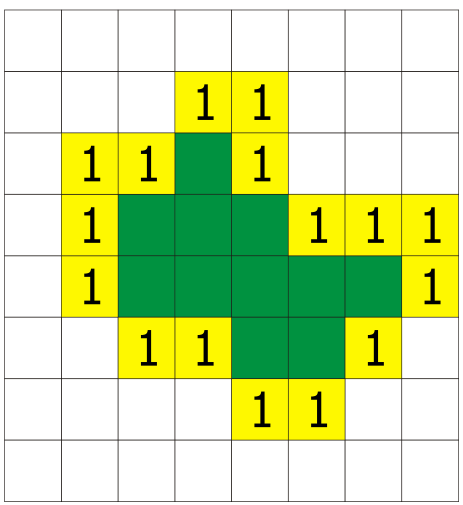
Beispiel

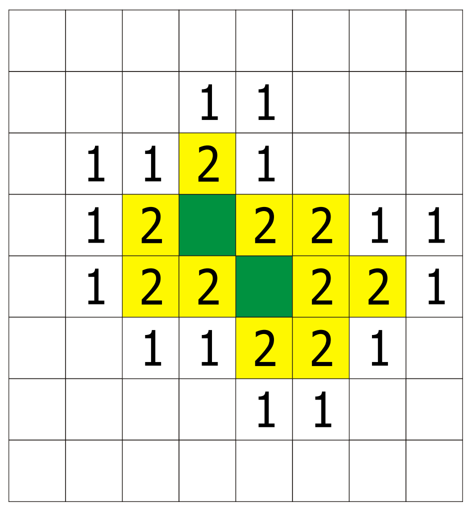


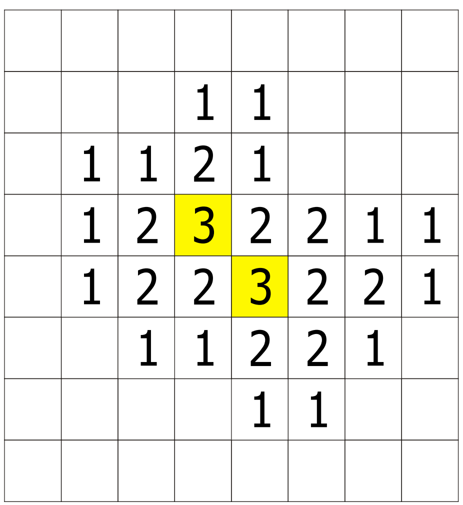
Originalbild

Objektinneres (nach fortgesetzter Erosion)

Randpixel nach der n-ten Erosion einschließlich Distanz



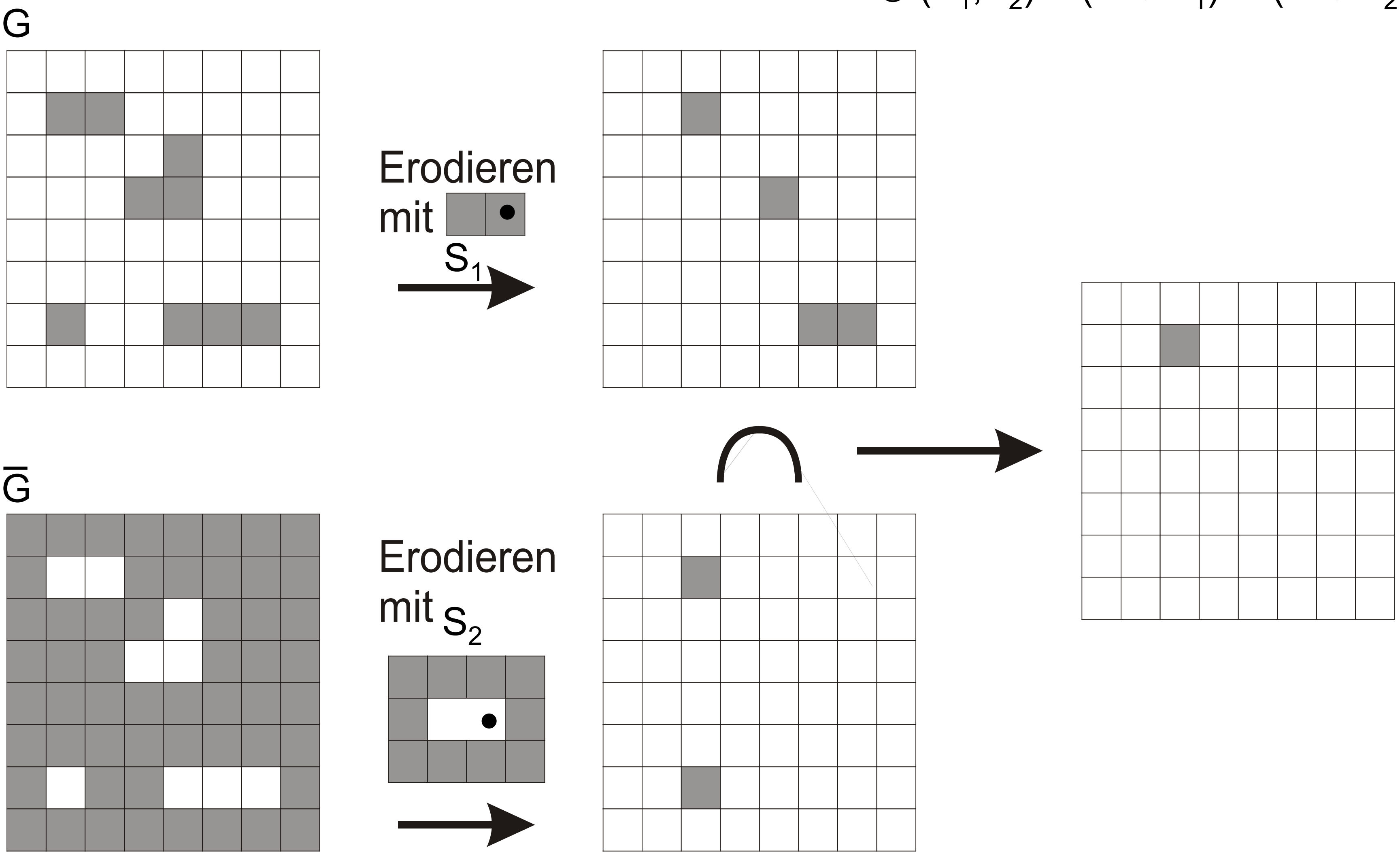




Hit-or-Miss Operator

Hit-or-Miss Operator:

$$G \otimes (S_1,S_2) = (G \ominus S_1) \cap (\bar{G} \ominus S_2)$$



Hit-or-Miss Operator

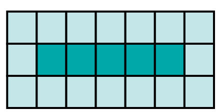
Hit-or-Miss Operator: $G \otimes (S_1,S_2) = (G \ominus S_1) \cap (\overline{G} \ominus S_2)$

$= (G \ominus S_1) \cap (\overline{G \oplus S_2})$

mit $S_1 \cap S_2 = \emptyset$ (sonst wäre das Resultat der Operation die leere Menge)

Hit-or-Miss-Operator für variable Strukturgrößen, z.B.:

Hit



Miss

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

Notation für Hit-or-Miss-Operator:

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

0 - Miss
1 - Hit
x - weder Miss noch Hit

Hit-or-Miss-Operatoren zur Detektion von Randpunkten

$$M_I = \begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

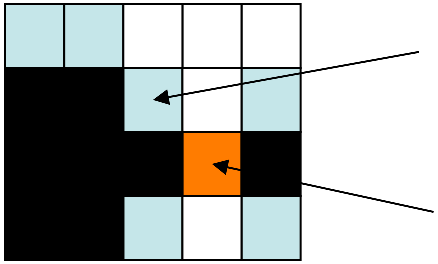
Entfernung einzelner Pixel

$$M_C = \begin{matrix} x & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

detektiert untere, rechte Ecken eines Objekts

$$M_{T1} = \begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ x & 1 & x \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

findet Randpunkte von oben, die ein Objekt nicht teilen würden, wenn sie entfernt würden



Diese Punkte würden von M_{T1} gefunden werden

Diese Punkte würden von M_{T1} nicht gefunden werden