



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITY
MUNICH


DEPARTMENT
INSTITUTE FOR
INFORMATICS


DATABASE
SYSTEMS
GROUP

Kapitel 9

Kombination von Vektor- und Rasterdaten

Skript zur Vorlesung
Geo-Informationssysteme
Wintersemester 2015/16
Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorlesung: PD Dr. Peer Kröger



1. Vergleich von Vektor- und Rasterdaten
2. Morphologische Operationen
3. Transformationen des Formats
4. Kombinierte Auswertungen

Charakterisierung

- Das Vektormodell organisiert die Daten
- Das Rastermodell organisiert den Datenraum

Vorteile von Vektordaten

- Vektordaten benötigen i.a. wesentlich weniger Speicherplatz als Rasterdaten (im unkomprimierten Zustand)
- Es existiert ein Objektbegriff, was bei Rasterdaten i.a. nicht der Fall ist, z.B.
 - ⇒ thematische Selektionen
 - ⇒ topologische Beziehungen

Vorteile von Rasterdaten

- Operationen auf Rasterdaten (z.B. Map Overlay) sind effizienter als bei Vektordaten.
- Die Komplexität der Operationen ist unabhängig von der Komplexität der im Rasterbild enthaltenen Objekte.
- Viele Daten werden als Rasterdaten erfaßt (durch Scanner, Satellit etc.).

Schlussfolgerung

- Vektordaten sind sehr effizient abzuspeichern
 - Operationen sind häufig im Rasterformat effizienter durchzuführen
- ⇒ Kombination beider Formate in einem Geo-Informationssystem
⇒ Transformationen Vektor <-> Rasterdaten nötig

Werden meistens auf Binär-, manchmal auch auf Graustufenbilder angewendet.

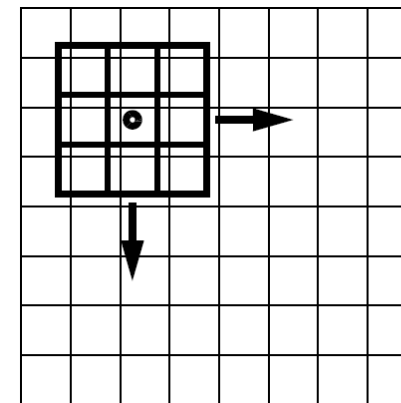
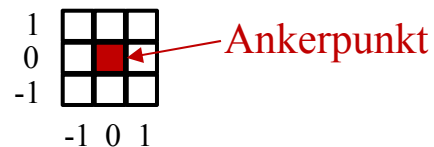
Sie werden verwendet, um:

- bestimmte Formen hervorzuheben/zu löschen (d.h. Analyse)
- Kanten zu glätten
- Fehler bzw. Rauschen zu entfernen (insbes. im Zusammenhang mit einer Segmentierung)

Die bekanntesten morphologischen Operationen sind:

- Dilatation und Erosion
- Opening und Closing
- Hit-and-Miss-Operator

- Das Strukturelement S einer morphologischen Operation bestimmt, welche Umgebungspixel in die jeweilige morphologische Operation mit einbezogen werden.
- Mit einem gezielt geformten Strukturelement können genau definierte Formveränderungen erzeugt werden.
- Im strukturierenden Element wird ein besonderer Punkt, der Ankerpunkt oder Ursprung, definiert.
- Strukturelement-Konvention bei Binärbildern: 0 = Hintergrund, 1 = Vordergrund (Objekt), \square = Pixel ignorieren
- Strukturelement ist meist eine quadratische Matrix mit Ankerpunkt (Koordinate 0,0), z.B.



• Ankerpunkt

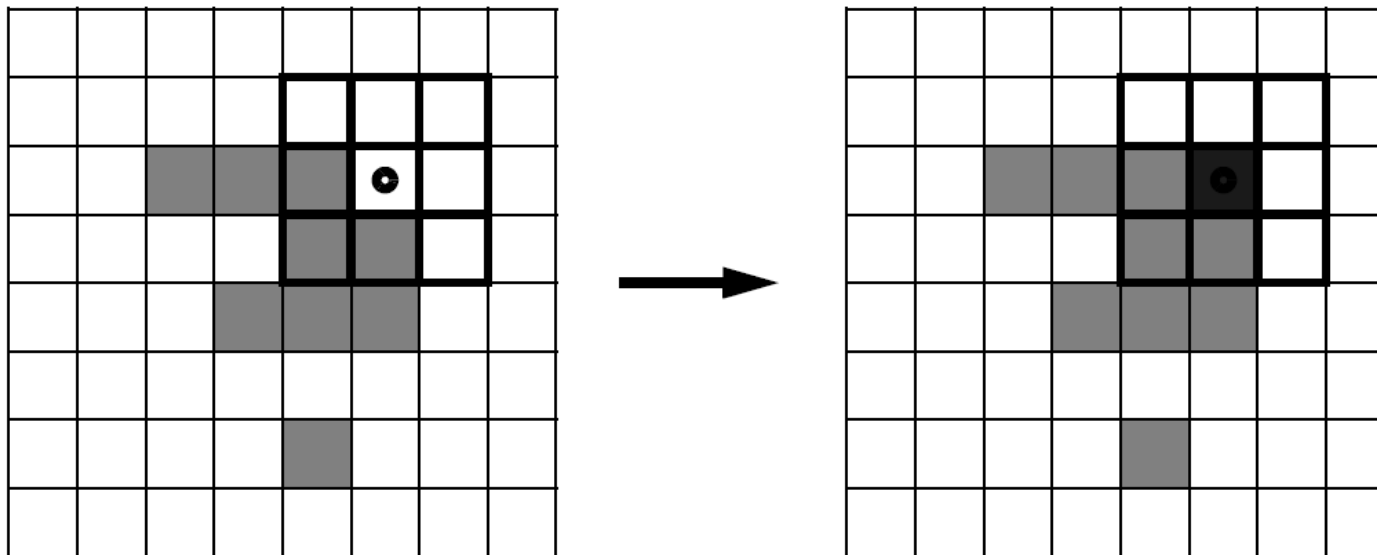
Dilatation (Minkowski-Addition):

- Initialbild $B \oplus S$ mit Strukturelement S

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

Auswirkung:

- verbindet Strukturen, füllt Löcher, vergrößert



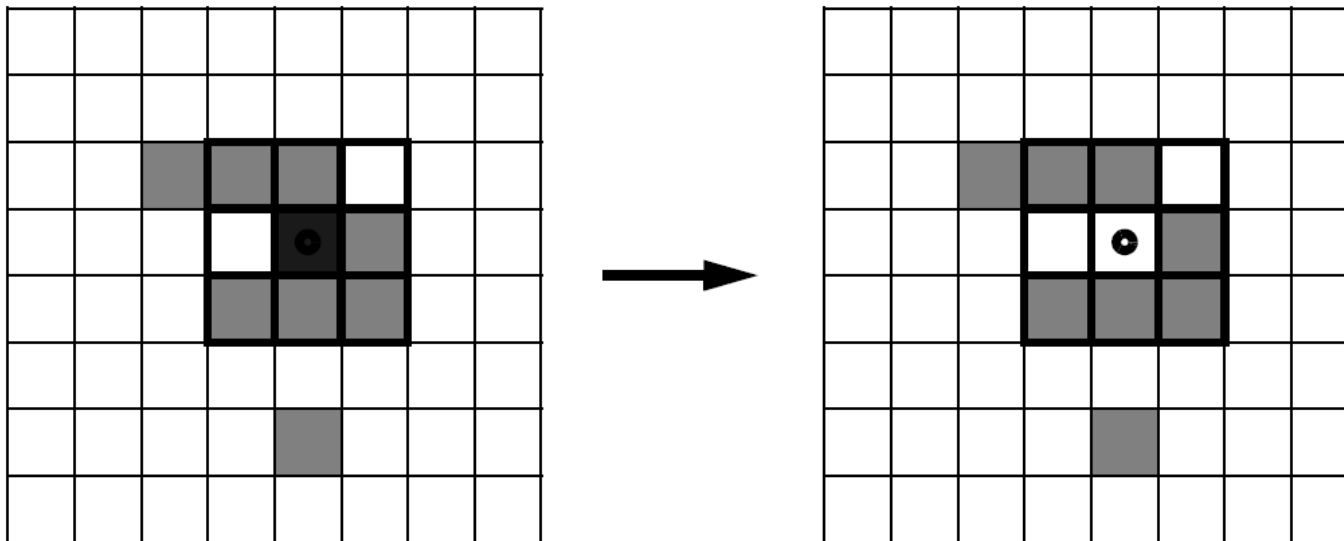
Erosion (Minkowski-Subtraktion):

- Initialbild $B \ominus S$ mit Strukturelement S

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

Auswirkung:

- löst Strukturen auf, entfernt Details, verkleinert



Beispiel:

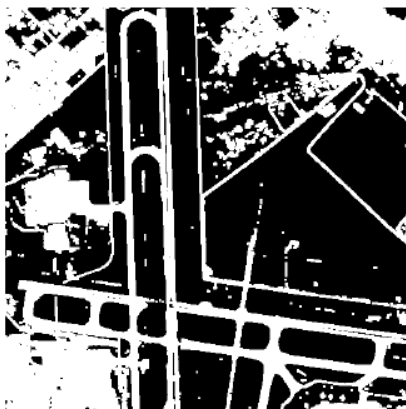
Satellitenbild: Tunis/SPOT5/Airport, Strukturelement S der Größe 3x3



Initialbild



Binärbild



Dilatation



Erosion

Opening (Öffnen):

- Eine Erosion gefolgt von einer Dilatation mit dem gleichen Strukturelement S , d.h. $B \circ S = (B \ominus S) \oplus S$

Ziel:

- *Erosion*: Entfernung aller (Teil-)strukturen, die kleiner als das Strukturelement sind
- *Dilatation*: Wiederherstellung der ursprünglichen Größe des Objekts mit Ausnahme der vorher vollständig entfernten Teilstrukturen



Binärbild



Opening

Closing (Schließen):

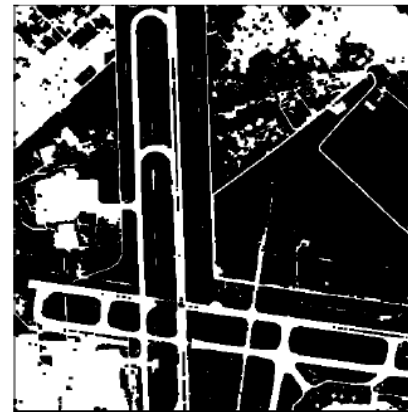
- Eine Dilatation gefolgt von einer Erosion mit dem gleichem Strukturelement S , d.h. $B \bullet S = (B \oplus S) \ominus S$

Ziel:

- *Dilatation*: Schließen von kleinen Löchern (kleiner als das Strukturelement)
- *Erosion*: Wiederherstellung der ursprünglichen Größe des Objekts



Binärbild



Closing

Hit-and-Miss Operator:

- Falls die Hinter- und die Vordergrundpixel des Strukturelements exakt mit dem Bildinhalt übereinstimmen, wird das Pixel am Ankerpunkt auf 1 gesetzt, andernfalls auf 0.
- Im Vergleich zu einer Dilatation bzw. Erosion wird das Strukturelement bei einer Hit-and-Miss Operation etwas erweitert: es kann jetzt Hinter- und Vordergrundpixel enthalten, d.h. sowohl Nullen als auch Einsen.
- Ziel: Erkennen von Teilstrukturen in einem Bild.

Beispiel:

- Strukturelemente, um konvexe 90° Ecken zu finden.

	1			1			0	0	0	0	
0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
0	0			0	0		1			1	

- Gegeben:
 - ein Linienzug als Liste von 2D Punkten: $[(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)]$
 - ein Gitter bestimmter Auflösung
- Gesucht:
 - die Menge aller Pixel des Gitters, die den Linienzug repräsentieren

Methode

- Umrechnung: Koord. der Punkte in Pixel: $(x, y) \rightarrow (\text{Zeilennr}, \text{Pixelnr})$
- Für je zwei Nachbarpunkte (x_i, y_i) und (x_{i+1}, y_{i+1}) des Linienzugs wird die Gleichung der Kante aufgestellt.
- Bestimmung der zum Linienzug gehörenden Pixel: alle Pixel, deren Rand von einer der Kanten geschnitten werden.

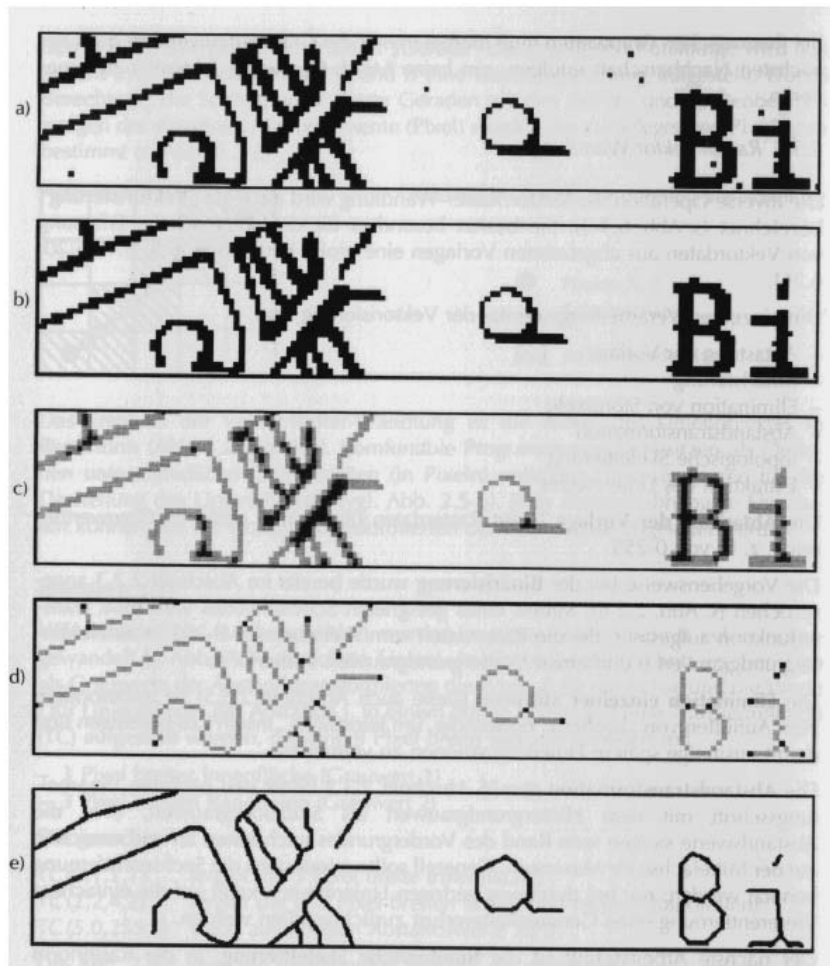


- Gegeben: ein Rasterbild bestimmter Auflösung
- Gesucht: die im Rasterbild enthaltenen Linienzüge als Listen von 2D Punkten $[(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)]$

Methode

- Binärisierung des Rasterbildes
 - durch Anwendung einer $TC(0,0,d_{t-1},0,d_t,1,d_{max},1)$ mit einem geeigneten d_t
- Elimination von Störpixeln
 - z.B. durch eine geeignete Filterung
- Abstandstransformation
 - mit dem Hintergrund (alle Pixel mit $d=0$) als Zielobjekt
- Topologische Skelettierung
 - ein Skelettpixel besitzt den gleichen Abstand zu mindestens zwei Pixeln am Objektrand (Abstand=1 vom Hintergrund): Skelett einer Linie ist ihre Mittelachse
- Bestimmung der vektoriellen Linienzüge
 - ausgehend von den Knoten des topologischen Skeletts

Beispiel



nach Binärisierung

nach Elimination von Störpixeln

nach Abstandstransformation

nach Skelettierung

Endergebnis

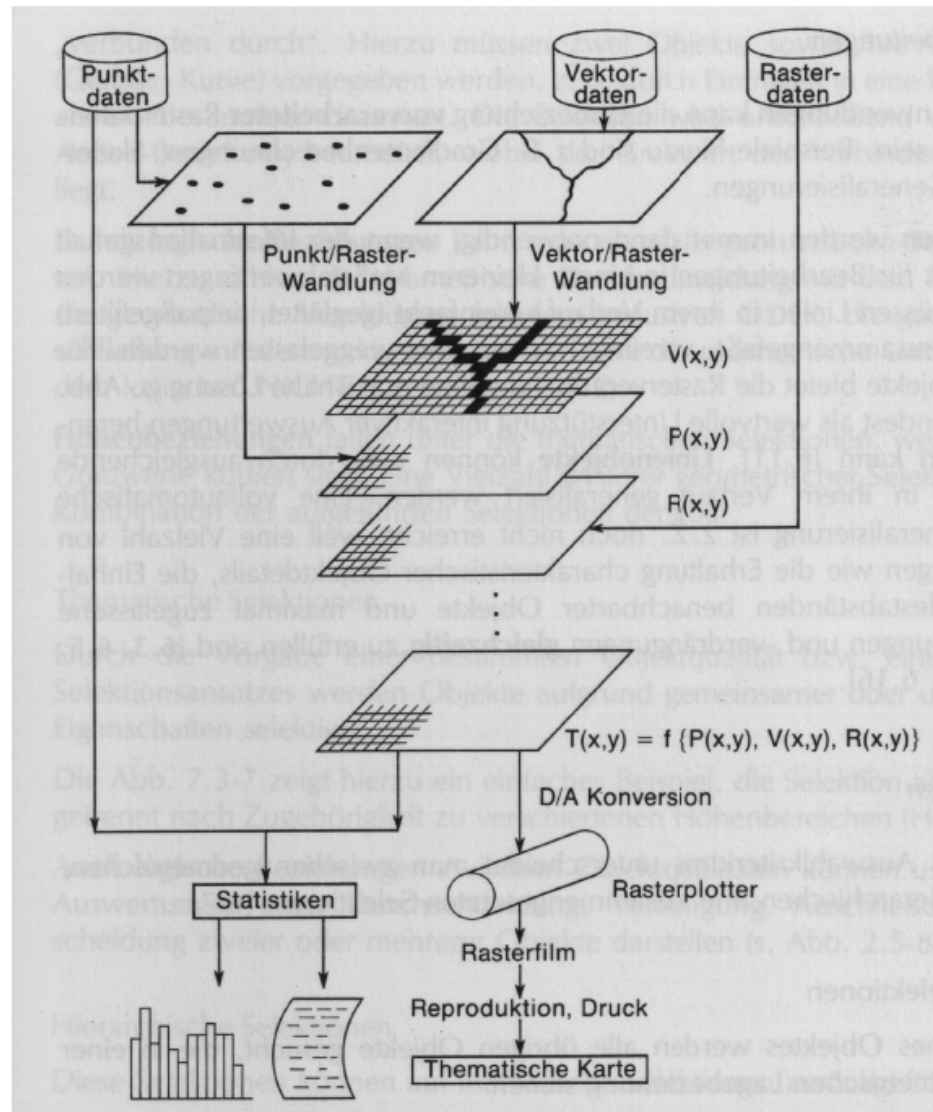
Motivation

- In einem Geo-Informationssystem werden meist Vektor- und Rasterdaten verwaltet.
- Häufig sollen in einer Auswertung Daten in beidem Format miteinander kombiniert werden.
- Die Transformation von Vektor- in Rasterdaten ist wesentlich einfacher als die inverse Transformation.
 - ⇒ Transformation der Vektordaten ins Rasterformat
 - ⇒ Kombination der Daten im Rasterformat

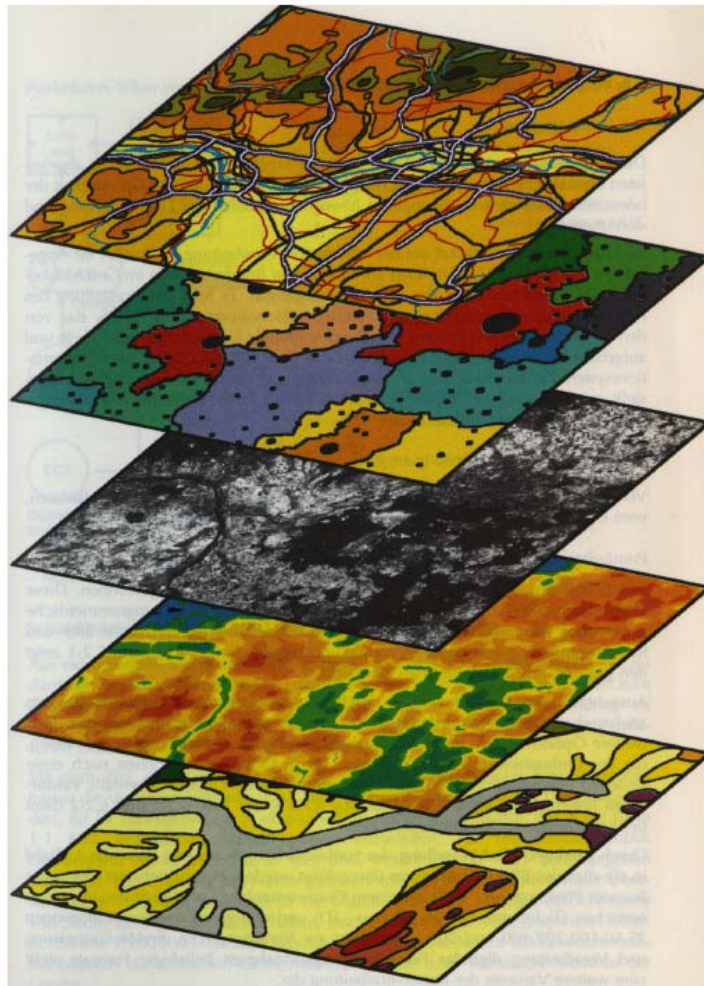
Wahl der Pixelgrösse

- Bei der Rasterung von Vektordaten und bei der Kombination von Rasterdaten unterschiedlicher Auflösung (Pixelgrösse) ist die Wahl der Pixelgrösse entscheidend.
- Kleine Pixel bedeuten einen sehr grossen Speicherplatzaufwand.
 - ⇒ Hierarchisches Vorgehen:
erste Schritte einer Auswertung mit grober Pixelgrösse, gezielte Endauswertungen mit feiner Pixelgrösse durchführen

Schema



Beispiel eines kombinierten Geo-Informationssystems



Topographische Karte

Verwaltungseinheiten

Satelliten-Aufnahme
(Landsat MSS-5)

Satelliten-Aufnahme
(NOAA-7)

Geologische Karte