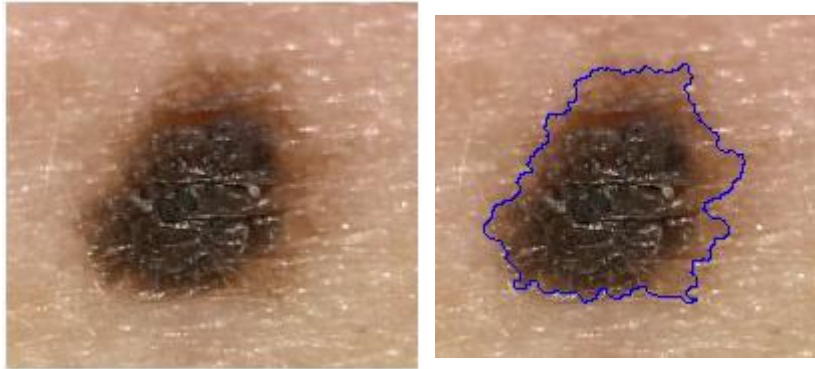


Handout Segmentierung



Typ: Seminar+Projekt (Lehrveranstaltung durch Studenten)

ZIEL: Verständnis der Begriffe

- Was ist Segmentierung, wozu?
- Welche Verfahren gibt es?
- typische Probleme beim Arbeiten mit Real-Bildern kennenlernen

AUFGABEN:

- Einarbeiten in Lit. Segmentierung
- Typisierung von Segmentierungsverfahren, zu jeder Klasse
 1. regionenbasiert
 2. clusterbasiert
 3. kantenbasiert

mind. einen Algo besprechen. Morphologische Segmentierung ist NICHT Teil des Vortrags, wird vorher in Vorlesung besprochen

- Realbilder, die sich für Segmentierung eignen, beschaffen (eigene Aufnahmen, Internet, z.B. aus medizinischen Anwendungen)
- Prozeduren implementieren: einige (einfachere) Segmentier-Algorithmen in Matlab umsetzen
- Lehrveranstaltung konzipieren
 1. Grundlagen Segmentierung vorstellen
 2. Projekt-Ergebnisse
 3. Lessons learned, Wo liegen weitergehende Probleme
 4. Übungsteil: Konzeption (sinnvoller und machbarer!) Übungen für die anderen Teilnehmer (z.B. PCT-Algorithmus [Umbaugh98], nach Vorstellung der Idee im Vortrag)

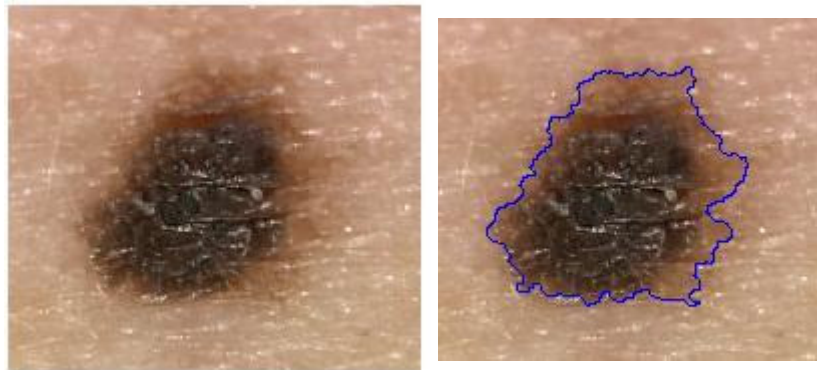
MATERIALIEN:

- dieses Handout Segmentierung
- [Umbaugh98, S. 79-92] Einführung und Überblick
- S. Wegener et al.: "Segmentierung mit der Wasserscheidentransformation", Spektr. d. Wiss., Juni 1997
- B. Steckemetz: "Quality Control of Ready-made Food", in *17. DAGM-Symposium*, Springer Verlag, 1995, S. 153-159.
- J. Buhmann: Tutorial Data Clustering, CVPR'2003, [buhmann-clustering.pdf](#), S. 29-50. Kurzversion in www.vision.ethz.ch/ks/slides/ks-27jan04.pdf

Motivation

Wozu braucht man Segmentierung?

- Um Objekte zu finden und bezogen auf diese Objekte weitere Verarbeitungsschritte einzuleiten:
 - Bsp. 1: Eine weitwinklige Kamera beobachtet Szene. Wenn sich in ihr ein Objekt bewegt, so soll dieses detektiert werden, seine Größe bestimmt werden und dann eine Zoomkamera adäquat geschwenkt und gezoomt werden, um Objekt abzubilden. Dazu ist Objekt vor statischem Hintergrund zu segmentieren. Einfachster Ansatz: Differenzbildverfahren.
 - Bsp. 2: Damit Objekte adäquat klassifiziert werden können (z.B. hinsichtlich ihrer Größe, ihrer mittleren Farbe, ihres Kontrastes, ...), ist es meist eine notwendige Vorbedingung, daß man die Objekte segmentiert. Bsp: Bewertung von Hautpigmentmalen nach Größe und nach Asymmetrie des Randes:



(Anderes Bsp. aus [7]: "Wieviel Salami ist auf einer Pizza?")

- Um Objekte optimal abzubilden:
 - Bsp: Der AGC einer Kamera für Videophone sollte so geregelt werden, daß der Kopf der Person möglichst kontrastreich abgebildet wird (Hintergrund kann überstrahlt sein). Dazu muß man die Kopfregion vom Hintergrund segmentieren.
- Um eine Videosequenz in Objekte aufteilen zu können und mit diesen Objekten interagieren zu können oder um diese Objekte optimal übertragen zu können
 - Bsp. MPEG-4-Interaktion, "Hypervideo": Der User kann in Videosequenz Objekte anklicken und damit Aktionen auslösen
 - Bsp. MPEG-4-Übertragung: Zerlegung einer Tennisübertragung in Tennisspieler, Ball, Hintergrund, diese werden als separate Objektlayer übertragen. Dadurch drastische Reduktion der Bandbreite möglich, wenn nur die Objekte, die sich bewegen, übertragen werden müssen.

Einteilung Segmentierungsverfahren

- **Statisch:** Bildinformation zu *einem* Zeitpunkt aufgenommen
 - einzelnes Bild: versch. Cues (s.u.)

- mehrere Bilder: Stereo, Inverse Perspektive
- **Dynamisch:** Bildinformation zu *verschiedenen* Zeitpunkten aufgenommen
 - Vergleich mit Referenzbild
 - Differenzbildverfahren

Weitere Einteilungskriterien:

- 2D oder 3D
- Pixelbasiert oder regionenbasiert

Pixelbasiert: nur lokale Information wird zur Segmentierungsentscheidung benutzt. Die Parameter für die Entscheidung können allerdings durch globale Auswertung gefunden werden. Bsp: Durch Histogramm-Auswertung die optimale Schwelle bestimmen, dann pixelbasierte Entscheidung (unterschwellig/oberschwellig).

- Innerhalb der regionenbasierten Verfahren: Bottom-Up (Region Growing) oder Top-Down (Split-and-Merge)
- **Phasen eines Region-Growing-Segmentierungsverfahrens:**
 - (A) Anzahl Regionen festlegen
 - manuell / a-priori: z.B. zwei Regionen, Objekt und Hintergrund
 - automatisch: z.B. alle lokalen Minima in Gradientenbild (Problem: es können viele sein!)
 - (B) Startwert (Seed) für jede Region festlegen
 - manuell / a-priori: z.B. "alle Pixel der obersten Reihe sind Hintergrund"
 - automatisch: z.B. alle lokalen Minima in Gradientenbild
 - (C) Regionenwachstum
 - Ziel: möglichst genau die Regionengrenzen ermitteln
 - (D) Elimination unwichtiger Regionen
 - interaktiv-manuell
 - automatisch: z.B. zu kleine Regionen mit Nachbarn zusammenfassen oder zwei benachbarte Regionen zusammenfassen, wenn sie sehr "ähnlich" sind (Ähnlichkeit je nach Anwendung definierbar)

Segmentierungsverfahren können danach typisiert werden, ob sie alle diese Phasen (A)-(D) unterstützen oder eventuell nur einzelne Phasen

Welche **Cues** (Merkmale) können zur Segmentierung herangezogen werden?

- Grauwert (Bsp. Röntgenbild)
- Farbwert (Bsp. Blue Room) (meist wird mit Farbraum-Transformation auf eine geeignete Achse projiziert und längs dieser Achse der Grauwert notiert)
- Kanten, Gradient: Grauwertänderung
- Kanten in 1D-Projektionshistogrammen (wenn Vorinformation vorliegt, welche Kantenrichtungen vorwiegend auftreten)

- Konturverfolgung, "glatte" Fortsetzung der Kontur (Snakes, erfordern meist groben Startwert aus anderem Verfahren)
- Nachbarschaft, Zusammenhang (des Objektes oder des Hintergrundes):
Regionenbasierte Ansätze
- (Mindest-)Größe: Elimination zu kleiner Bereiche (Störungen) durch Erosion.
- Textur
- Form (wenn Vorinformation vorliegt, welche Formklasse gesucht wird): Bsp. Kreis >> Hough-Transformation
- Unterschied zu einem Referenzbild
- Bewegung
- räumliche Tiefe: Stereo, Inverse Perspektive

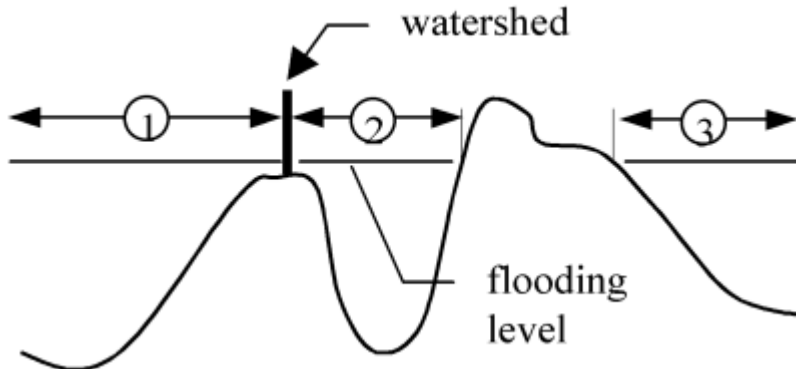
Was sind **typische Probleme**?

- bei schwellenbasierten Verfahren: Problem, daß eine Schwelle nicht in allen Situationen paßt
- bei Region-Growing-Verfahren: Problem, daß eine Region "ausläuft". Ursache: die Regionengrenzen sind an manchen Stellen zu schwach ausgeprägt. Abhilfe: Wasserscheidentransformation.
- Wieso können Regionengrenzen zu schwach ausgeprägt sein? Weil Objekt und Hintergrund an manchen Stellen fast gleichen Grauwert haben, weil Objekt sich genau längs der Kante bewegt (Aperturproblem)
- bei Mehrklassen-Segmentierung: eine eigentlich zusammengehörige Region zerfällt in zuviele Unterklassen
- bei verrauschten Daten: Störungen werden fälschlicherweise als Objekte identifiziert. Symptomatische Abhilfe: Mindestgröße fordern
- bei dynamischen Verfahren: Problem "spuriöser" Objekte: durch Beleuchtungsänderung (oder durch AGC der Kamera) wird Veränderung im Hintergrund detektiert

Typisierung verschiedener Segmentierungs-Ansätze:

- einfachster Ansatz: Grauwertbild durch Thresholding binarisieren, morphologische Dilatation (Region-Growing, Keimzellenwachstum) auf Binärbild
 - Problem: wenn Grauwertgradient auf Objekt ODER wenn Grauwertgradient auf Hintergrund
 - Was ist die "richtige" Schwelle?
 - nur für zwei Regionen
- Verbesserung: ausgehend von Keimzelle gehört jeder Nachbar dazu, dessen Grauwert in der Nähe des Grauwert des aktuellen Pixels liegt. In etwa äquivalent zu: Grauwert**gradient** bilden, Thresholding, morphologische Dilatation
 - Problem: "Auslaufen" in Hintergrundbereich (durch Löcher im Gradienten-Potentialgebirge)
 - Was ist die "richtige" Schwelle?
 - nur für zwei Regionen
- andere Verbesserungs-Alternative: morphologische Dilatation, s. [aufg_segment.htm](#) [8]

- **Wasserscheiden-Algorithmus** [4]: gleichzeitig von Objekt-Keimzelle und Hintergrund-Keimzelle aus wachsen ("Fluten" des Gradienten-Potentialgebirges, glm. Steigen eines Grundwasserspiegels), Wasserscheiden dort einbauen, wo sich Regionen treffen.



- braucht keine Schwelle!!
 - auch für mehr als zwei Regionen
 - ein Loch im Potentialgebirge muß nicht zum "Auslaufen" führen
 - Problem: geeignete Seeds für die Regionen finden
 - Auseinanderfallen von Regionen, wenn diese zu stark strukturiert sind
-
- **Split-and-Merge:**
 - (a) Split: Starte mit dem ganzen Bild als initialen Block. Zerteile Blöcke solange längs ihrer jeweils längeren Kante, bis entweder ein gesamter Block hinreichend homogen ist (z. B. seine Grauwert-Varianz unterschwellig wird) oder bis die minimale Blockgröße erreicht ist.
 - (b) Merge: Wähle zufällig einen Block aus und betrachte alle seine Nachbarn. Wenn ein Nachbar hinreichend ähnlich zu diesem Block ist (z. B. ähnliche Grauwert-Mittelwerte oder/und unterschwellige Varianz der Vereinigungsmenge), dann vereinige diese beiden Blöcke. Iteriere diese Merge-Loop, bis kein Block mehr gefunden werden kann, der mit Nachbar zu verschmelzen ist.
 - Vorteil: Wegen Top-Down-Ansatz braucht man keine initialen Seeds zu finden und auch nicht a-priori die Anzahl der zu suchenden Regionen festlegen
 - Nachteil: Wegen Blockgröße wird die Segmentierung nicht präzise an den Kanten sein
 - Split-and-Merge kann daher evtl. gut als Präprozessor für genauere Region-Growing-Verfahren eingesetzt werden: Nach Split-and-Merge Erosion, um die Kantenregionen freizubekommen
 - Clustering-basierte Ansätze, s. [9] [buhmann-clustering.pdf](#), S. 29-50. oder [Umbaugh98], auch PCA.