

Vor- und Nachname	[REDACTED]
Matrikelnummer	

Aufgabe	1	2	3	4	5	Summe	Note
Maximale Punktzahl	20	16	12	16	16	80	
Erreichte Punktzahl	17,5	16	11,75	12	11,5	68,75	1,7

**Aufgabe 1**

Bewerten Sie die folgenden Aussagen. Markieren Sie jeweils die Spalte **Ja** für richtige bzw. **Nein** für falsche Aussagen (je 0,5 Punkte).

Aussage	Ja	Nein
Der Schachbrett-Abstand zweier Bildpunkte, die in unterschiedlichen Zeilen und Spalten liegen, ist größer als der Manhattan-Abstand dieser Punkte.		X
Bei Anwendung der 8-er Nachbarschaft gehören sich nur diagonal berührende Vordergrund-Bildpunkte zum gleichen Objekt.	X	
Für die Inspektion von Oberflächen auf Kratzer ist eine Dunkelfeld-Beleuchtung besser geeignet als eine diffuse Beleuchtung.	X	
Inter-Line Frame Transfer CCD-Sensoren erfordern zum Schutz des Bildes vor Nachbelichtung während des Auslesens einen mechanischen Verschluss.	X	
Das Bayer-Filter stellt eine Anordnung dar, die einmal den Farbwert „Rot“, zweimal den Farbwert „Grün“ und einmal den Farbwert „Blau“ liefert.	X	
CCD-Sensoren werden wegen ihres besseren Signal-Rauschverhältnis als gleich große CMOS-Sensoren z.B. für die Spektroskopie eingesetzt.	X	
Ein stark schiefes Histogramm eines Bildes deutet auf ein sehr dunkles oder sehr helles Bild hin.	X	
Die Shading-Korrektur ist eine homogene Punktoperation.		X
Die Bildakkumulation ist nur bei statischen Szenen sinnvoll anwendbar.	X	
Inhomogene Punktoperationen lassen sich durch Look-Up Tables realisieren.		X
Ein Tiefpassfilter verändert den Rauschanteil im Signal nicht.		X
Für Faltungsoperationen gilt das Kommutativgesetz.	X	
Der Berechnungsaufwand für das Binomial-Filter ist größer als für ein Gauß-Filter gleicher Kerngröße.		X
Das Binomial-Filter hat ein isotropes Verhalten.	X	
Der Laplace-Operator ist ein Bandpassfilter.	X	
Der Sobel-Operator ist rauschempfindlicher als der Prewitt-Operator.		X
Der Roberts-Operator benötigt zu seiner Ausführung zwei Faltungsoperationen.	X	
Opening und Closing heben sich in ihrer Wirkung auf.	X	
Bei der Operation "Closing" wird eine Dilatation gefolgt von einer Erosion ausgeführt.	X	
Der morphologische Gradient ist die Differenz zweier Rangordnungsoperationen.	X	
Die konvexe Hülle eines Objekts kann Löcher aufweisen.		X
Das Median-Filter erhält Kanten schlechter als ein Tiefpassfilter.	<del>X</del>	X
Bei der Grauwert-Dilatation wird dem Bildpunkt die minimale Intensität in der vom strukturierenden Element definierten Nachbarschaft zugewiesen.		X
Die Faltung über die Fourier Transformation ist bei großen Faltungskernen weniger rechenaufwendig als die direkte Faltung.	X	
Der Freeman-Code (Ketten-Code) kann neun Werte annehmen.	<del>X</del>	<del>X</del>
Das Split&Merge-Verfahren neigt zum Übersegmentieren.	X	
Für das Region-Growing-Verfahren müssen keine Startpunkte festgelegt werden.		X
Die Hough-Transformation kann nur ununterbrochene Linien detektieren.		X
Die Hough-Transformation zur Kreis-Detektion basiert auf einem dreidimensionalen Akkumulator.	X	
Das Moment 0. Ordnung eines Objekts entspricht der Fläche des Objekts.	X	
Das Merkmal „kleinster umschreibender Kreis“ ist nicht rotationsinvariant.	X	
Für die polygonale Konturapproximation ist es sinnvoll die längste Sehne des Objekts zu bestimmen und einen ihrer Schnittpunkte mit der Kontur als Startpunkt für die Approximation zu nutzen.	X	
Aus einer hyperspektralen Aufnahme im Wellenlängenbereich 400...750nm lässt sich ein RGB-Bild der Szene rekonstruieren.		X
Die CMYK -Darstellung eines Bildes ist für die Farbverarbeitung besser geeignet als die HSI-Darstellung.		X
Textureigenschaften von Regionen lassen sich durch eine Vielzahl eindimensionaler Statistiken (Histogramm) beschreiben.	X	
Für ein Gebiet im Bild kann genau eine zweidimensionale Statistik (Co-Occurrence Matrix) aufgestellt werden.		X
Strukturelle Merkmale sind nicht translations-, rotations- und skalierungsinvariant.		X
Für den linearen Klassifikator ist eine Normierung der Merkmale notwendig.	X	
Der „Nächste-Nachbar-Klassifikator“ bestimmt den kleinsten Abstand eines unbekanntes Merkmalsvektors zu den Merkmalvektoren aller Elemente der Lernstichprobe.	X	
Bei Baumklassifikatoren ist es notwendig pro Entscheidung mehr als ein Merkmal zu bestimmen.		X

Vor- und Nachname	
Matrikelnummer	

**Aufgabe 2**

Bestimmen Sie an den markierten Positionen als zentralem Element einer 3 \* 3 Nachbarschaft:

- a) Den Betrag der Ableitung in Zeilenrichtung des Sobel-Operators. (2 \* 2 Punkte)
- b) Das Resultat eines Binomialfilters 2. Ordnung. (2 \* 2 Punkte)
- c) Das Resultat eines Medianfilters. (2 \* 1 Punkte)
- d) Den Betrag des morphologischen Gradients ( $R_8, R_0$ ). (2 \* 3 Punkte)

Verwenden Sie Integer-Arithmetik (Abschneiden von Nachkommastellen).

4	5	6	7	10	11	13
3	4	7	9	11	12	11
5	3		12	10	11	11
6	5	9	11	9	10	12
5	7	6	9	11	9	11
7	7	8		14	13	13
9	8	10	12	13	13	14

Filtertyp	①	②
Sobel-Op.	3 ✓	2 ✓
Binomialfilter	7 ✓	10 ✓
Medianfilter	8 ✓	11 ✓
Morph. Gradient	9 ✓	8 ✓

**Aufgabe 3**

Tragen Sie in den umseitigen Binärbildern die Ergebnisse ein für:

- a) Dilatation (2 Punkte)
- b) Opening (4 Punkte)
- c) Anwendung des Top-Hat Operators (6 Punkte)

Nutzen Sie für die Aufgaben a) und b) das folgende strukturierende Element.

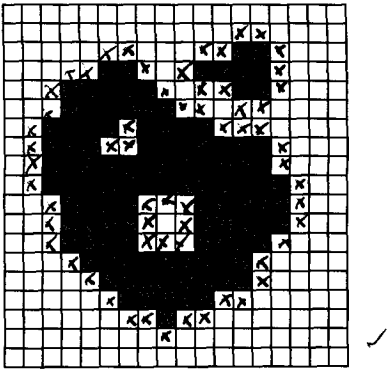


Nutzen Sie für Aufgabe c) das folgende strukturierende Element.

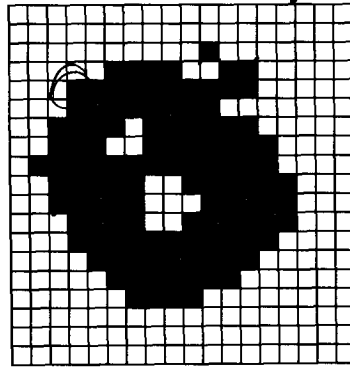
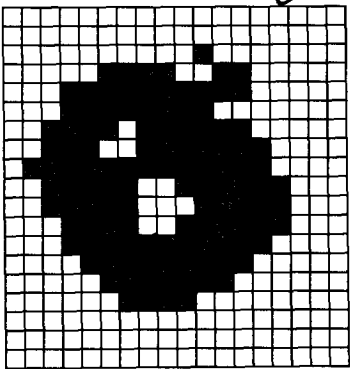


Markieren Sie nur die Bildpunkte, deren Wert sich durch die jeweilige Operation ändert (Schwarz -> Weiß, Weiß -> Schwarz).

Dilatation



Opening



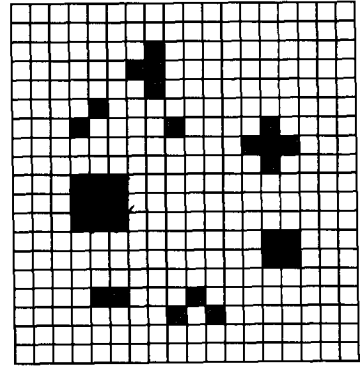
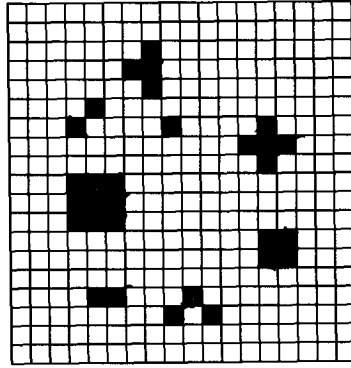
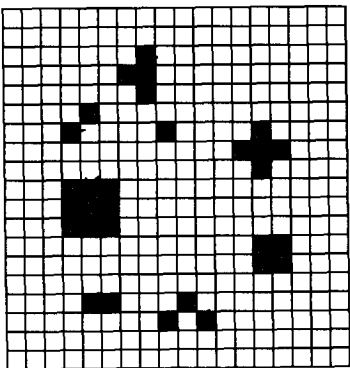
x zählt

x zählt

✓

-0,25

Top-Hat



x zählt

x zählt

$$f - (f \circledast B) = f - ((A \oplus B) \ominus B)$$

✓

✓

-0,25

Vor- und Nachname	
Matrikelnummer	

**Aufgabe 4**

- a) Systematisieren Sie Verfahren zur Kantendetektion mittels Faltungsoperationen in Grauwertbildern. Nennen Sie jeweils einen Operator. (4 Punkte) *Gradientenoperator (4Stk.)*
- b) Ordnen Sie den Canny-Operator in die Systematik aus a) ein. Beschreiben Sie die prinzipielle Realisierung des Canny-Operators. Nennen Sie Vorteile dieses Operators gegenüber anderen Kantendetektoren. (6 Punkte)
- c) Warum sind dünne Konturen für die Bildanalyse wünschenswert? Nennen Sie Möglichkeiten zum Erzielen dünner Konturen in den Verfahren aus a) und durch nachfolgende Operationen. (6 Punkte)

→ Signal-Verarbeitung

U.a.)  $\nabla I$  → Gradientenoperatoren  
 - Kompassoperatoren  
 - 1. Ableitung  
 - 2. Ableitung

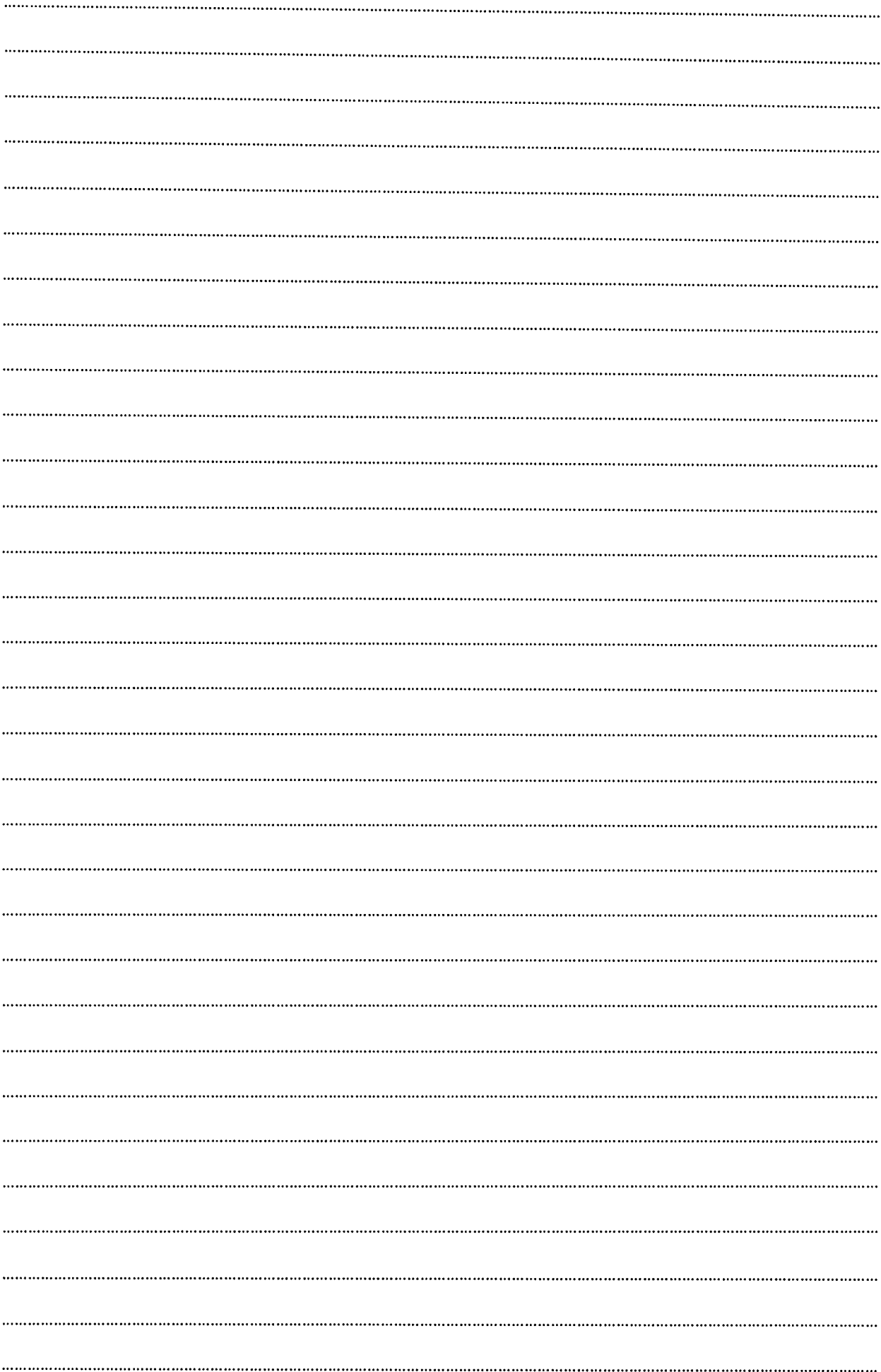
b.) Canny-Edge-Operator ist ein Gradient-Operator  
 ↳ Tiefpass zur Rauschunterdrückung  
 ↳ Bewertung der Richtung ( $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ )  
 ↳ Bewertung der Beträge in diese 4 Richtungen  
 ↳ Non-maximum-Suppression auf Beträge  
 ↳ Schwellwert bei Hysteresis

großer Vorteil: Konturbilder ohne Störungen + 1 Pixel Kontur

c.) einfache Entscheidung, ob Kontur oder Teilobjekt

bei 1. Ableitung: Extrema ist Konturlinie  
 bei 2. Ableitung: Nullstelle ist Konturlinie  
 bei Gradientenoperator: Gradient ist Maximal  
 bei Kompassoperator: Kantenausrichtung in 8 Richtungen vorhanden ⇒ Kontur durch Analyse Richtung ermittelbar

generell: Roberts-Operator für 1 Px Ränder



Vor- und Nachname	
Matrikelnummer	

## Aufgabe 5

- a) Systematisieren Sie Verfahren zur Bildsegmentierung. Nennen Sie je eine Realisierung. (3 Punkte)
- b) Beschreiben Sie den prinzipiellen Ablauf des Split & Merge-Verfahrens. Erläutern Sie Art und Eigenschaften von Homogenitätskriterien. (8 Punkte)
- c) Nennen und bewerten Sie Vor- und Nachteile des Split & Merge-Verfahrens gegenüber dem Region-Growing-Verfahren. (5 Punkte)

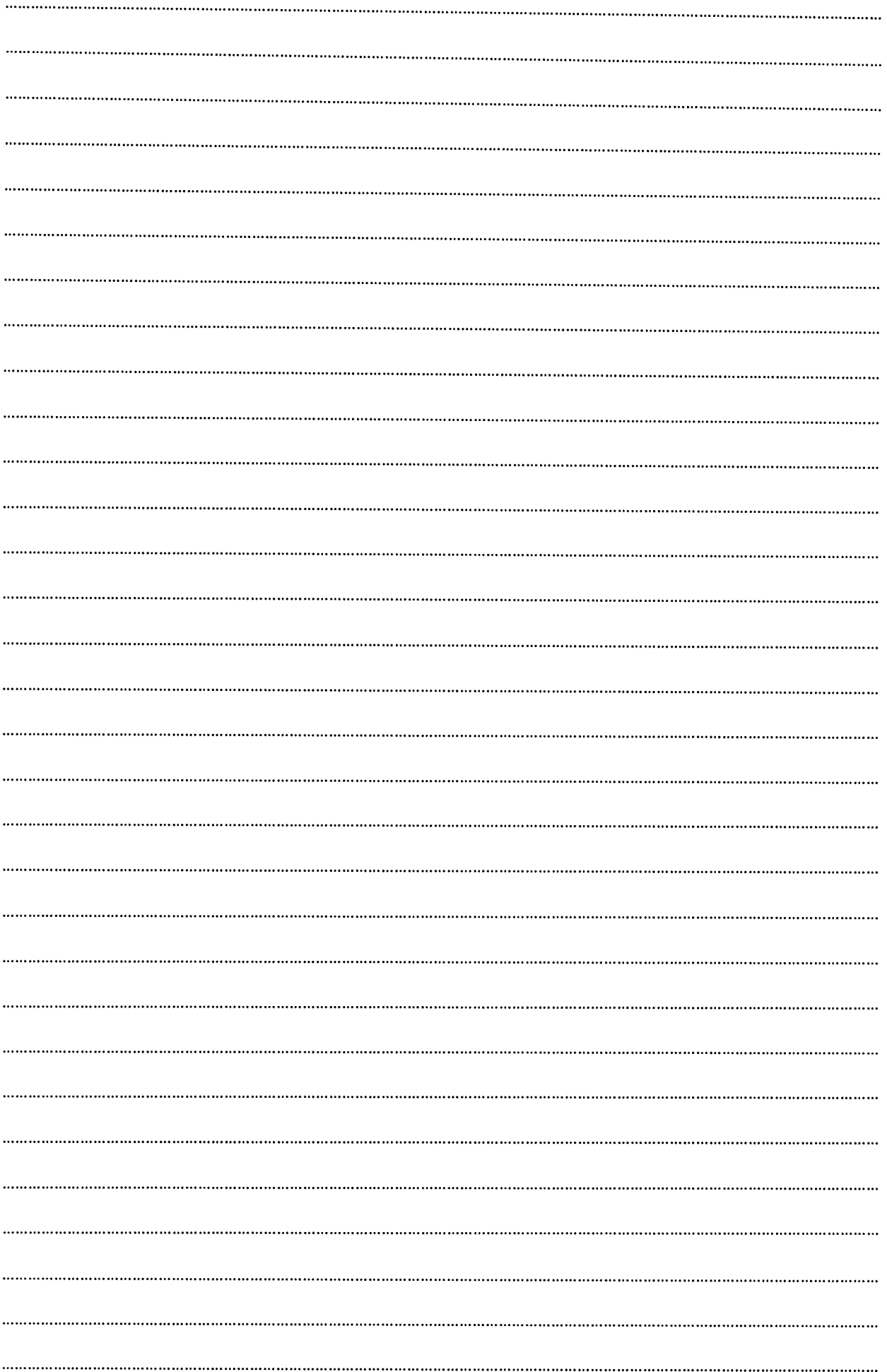
5a.) Es gibt punktorientierte, regionenorientierte und kantenorientierte Realisierungsmöglichkeiten. Ein mögliches Anwendungsgebiet ist die Vorbereitung auf eine automatische Klassifizierung. 15

b.) Beim Split and Merge-Verfahren wird ein Bild in Teilbilder geteilt, solange, bis das Homogenitätskriterium erreicht ist. Anschließend wird versucht die verschiedenen Teilbilder zu mergen, d.h. wieder zu verbinden, bis ein Bild. Dies wird so lange iterativ fortgeführt, bis das Bild bzw. die Teilbilder sich nicht weiter ändern. Gesplitt wird bei  $H(R_i) < H_{min}$  mit  $R_i = \text{Region}$  \*  
 Homogenitätskriterien: - identische / ähnliche Eigenschaften oder Verteilungen der Eig.   
 - Eigenschaften sind innerhalb eines Kontextintervalls 6

\* und gesegert, wenn  $H(R_i \cap R_j) > H_{min}$

c.) Beim Region-Growing-Verfahren muss man einen Startpunkt wählen, damit das Verfahren greift. Jedoch können andere Ergebnisse heraus, wenn ein anderes Startpunkt gewählt wird. Dies ist beim Split- und Merge-Verfahren nicht der Fall. Hier müssen jedoch ggf. Regionen gesegert werden und demnach kann es zu einer Übersegmentierung kommen. Beim Region-Growing erhält man eine Lösung mit multivokularem Histogramm. Repräsentation. 4

\* bzw. wenn weitere die Wahlzahl der Startpunkte geändert wird



$$\frac{1}{8} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \frac{-4 + 9 - 6 + 12 - 5 + 11}{8} = \frac{44 - 15}{8} = \frac{29}{8} = 3, \dots$$

$$\frac{-6 + 11 - 16 + 28 - 10 + 13}{8} = \frac{52 - 32}{8} = \frac{20}{8} = 2, \dots$$

2c)

10	34	6
1	54	8
2	5	9
3	7	10
4	8	11
5	9	11
6	9	12
7	11	13
8	12	14

2d)

$$12 - 3 = 9$$

$$14 - 6 = 8$$

2.b) Binomial

$$\frac{1}{16} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\frac{4 + 14 + 9 + 6 + 32 + 24 + 5 + 18 + 11}{16} = \frac{123}{16} = 7, \dots$$

16	1
32	2
48	3
64	4
80	5
96	6
112	7
128	8

$$\frac{6 + 18 + 11 + 16 + 44 + 28 + 10 + 24 + 13}{16} = \frac{169}{16} = 10, \dots$$

3.) Opening:  $A \circ R = (A \oplus R) \oplus R$   
 Prop-Hilf:  $f - f \circ b$   
 $A - ((A \oplus R) \oplus R)$

Region growing:

- $H(i,j)$  definieren
- Schwellwert  $H_{thr}$  definieren
- Ausgangspunkt definieren
- Benachbarte Punkte wie zufällig, wenn  $H(s,t) > H_{thr}$ 
  - ↳  $H$  am Start  $\rightarrow$  rausdringt
  - zum Nachbarn  $\rightarrow$  dringt ein
  - zur Regionstabilität  $\rightarrow$  rausdringt + dringt ein

+ : Lösung, bei multimedialen Histogrammen Repräsentation  
 - : Startpunktanswahl; Vereinfachung d. Region

