

Vor- und Nachname	
Matrikelnummer	

Aufgabe	1	2	3	4	5	Summe	Note
Maximale Punktzahl	20	16	14	15	15	80	
Erreichte Punktzahl	18	14	12	9	5	58	2,7

**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 Manhattan-Abstand zweier Bildpunkte, die in unterschiedlichen Zeilen und Spalten liegen, ist größer als der Euklidische Abstand dieser Punkte.	X		✓
Bei Anwendung der 4-er Nachbarschaft gehören sich nur diagonal berührende Bildpunkte zum gleichen Objekt.	X		✓
Eine telezentrische Beleuchtung ist eher für die Ausleuchtung kleiner als großflächiger Objekte geeignet.	X		✓
Bei CMOS-Sensoren können beliebige rechteckige Regionen ausgelesen werden.	X		✓
Die Basiszelle des Bayer-Filters liefert jeweils einmal die Farbwerte „Rot“, „Grün“ und „Blau“.		X	✓
Aktuelle CMOS-Bildwandler erreichen ein höheres Signal-Rausch-Verhältnis als aktuelle CCD-Sensoren mit gleichen Bildpunktabmessungen.		X	✓
Aus dem Histogramm eines Bildes lassen sich schnell Mittel- und Modalwert der Intensitäten bestimmen.	X		✓
Die Flat-Field-Korrektur ist eine homogene Punktoperation.		X	✓
Die Bildakkumulation vermindert temporäres Rauschen.	X		✓
Homogene Punktoperationen lassen sich durch Look-Up Tables realisieren.	X		✓
Ein Hochpassfilter unterdrückt Rauschen im Bild.		X	✓
Für Faltungsoptionen gilt das Distributivgesetz.	X		✓
Der Berechnungsaufwand für das Binomial-Filter ist größer als für ein Mittelwertfilter gleicher Kerngröße.		X	✓
Das Mittelwertfilter hat ein isotropes Verhalten.		X	✓
Der Laplace Operator ist ein Tiefpassfilter.		X	✓
Der Roberts-Operator ist rauschempfindlicher als der Prewitt-Operator.	X		✓
Der Roberts-Operator benötigt zu seiner Ausführung zwei Faltungsoptionen.	X		✓
Der Canny-Operator basiert auf dem Sobel-Operator.		X	✓
Der DoG-Operator (Difference of Gaussian) stellt ein Bandpassfilter dar.	X		✓
Die Dilatation des Vordergrundes eines Bildes ist gleichbedeutend mit der Erosion des Hintergrunds dieses Bildes.		X	✓
Bei der Operation "Opening" wird eine Erosion gefolgt von einer Dilation ausgeführt.	X		✓
Der morphologische Gradient erzeugt eine 1 Pixel breite Konturlinie.		X	✓
Die Bestimmung der konvexen Hülle eines Objekts ist eine mehrschrittige morphologische Operation.	X		✓
Das Medianfilter unterdrückt weißes Rauschen besser als ein Tiefpassfilter.		X	✓
Bei der Grauwert-Erosion wird dem Bildpunkt die minimale Intensität in der vom strukturierenden Element definierten Nachbarschaft zugewiesen.		X	✓
Die Fourier-Transformation kann nicht separiert werden.		X	✓
Der Freeman-Code (Ketten-Code) ist eine Methode zur Darstellung des Verlaufs von Konturen oder Konturabschnitten.	X		✓
Die Regionen-orientierten Segmentierungsverfahren arbeiten einschrittig.		X	✓
Für das Split&Merge-Verfahren müssen keine Startpunkte festgelegt werden.	X		✓
Die Hough-Transformation liefert die Lage einer Geraden entlang dominierender Linienabschnitte.	X		✓
Die Hough-Transformation wurde zuerst für die Detektion kreisförmiger Objekte verwendet.		X	✓
Das Template Matching erlaubt die rotationsinvariante Detektion von Mustern.		X	✓
Das Merkmal „größter eingeschriebener Kreis“ ist rotationsinvariant.	X		✓
Strukturelle Merkmale sind translations-, rotations- und skalierungsinvariant.	X		✓
Die CMYK -Darstellung eines Bildes ist für die Farbverarbeitung besser geeignet als die HSI-Darstellung.		X	✓
Textureigenschaften von Regionen lassen sich durch eine zweidimensionale Statistik (Co-Occurrence-Matrix) beschreiben.	X		✓
Für ein Gebiet im Bild können beliebig viele eindimensionale Statistiken (Histogramme) aufgestellt werden.		X	✓
Für den Hyperquaderklassifikator ist eine Normierung der Merkmale notwendig.		X	✓
Der „Abstands-Klassifikator“ bestimmt den kleinsten Abstand eines unbekanntes Merkmalsvektors zu den Schwerpunkten der Klassen im Merkmalsraum.	X		✓
Bei Baumklassifikatoren ist es hinreichend pro Entscheidung 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) Das Resultat eines Mittelwertfilters. (2 \* 2 Punkte)
- b) Das Resultat eines Binomialfilters 2. Ordnung. (2 \* 2 Punkte)
- c) Das Resultat eines Medianfilters. (2 \* 2 Punkte)
- d) Das Resultat eines Rangordnungsoperators → Rang<sub>7</sub>. (2 \* 2 Punkte)

Berücksichtigen Sie gegebenenfalls die Separierbarkeit der Kerne. Verwenden Sie Integer-Arithmetik.

4	5	6	7	10	11	13
3	5	6	9	11	12	11
5	3	4 <sup>①</sup>	10	10	11	11
6	6	7	11	9	10	12
5	7	7	9	10	9	11
7	7	8	10 <sup>②</sup>	12	12	13
9	8	11	13	15	13	14

Filtertyp	①	②
Mittelwertfilter	6 ✓	10 ✓
Binomialfilter	11 <sup>-1</sup>	18 <sup>-1</sup>
Medianfilter	6 ✓	<del>10</del> ✓
Rang <sub>7</sub>	10 ✓	13 ✓

7 8 9 10 10 11 12  
 0 1 2 3 4 5 6  
 13 15  
 7 8

Normierung 1/15

5 6 9 1  
 3 4 10 2  
 6 7 11 1 ✓

5 6 9  
 6 8 20 · 1 2 1 =  
 6 7 11

5 12 8 26  
 6 16 20 42  
 6 14 11 31  
99

**Aufgabe 3**

Tragen Sie in den umseitigen Binärbildern die Ergebnisse ein für:

- a) Erosion (2 Punkte)
- b) Closing (4 Punkte)
- c) Detektion einer ein Pixel breiten Kontur mittels morphologischer Operationen in zwei Varianten (2 \* 4 Punkte)

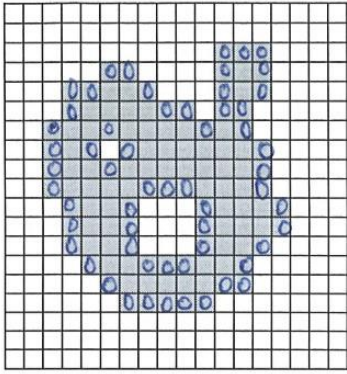
Nutzen Sie das strukturierende Element mit der unten angegebenen Form und Größe.



Markieren Sie in den Teilaufgaben a) und b) nur die Bildpunkte, deren Wert sich durch die jeweilige Operation ändert (Schwarz -> Weiß, Weiß -> Schwarz), und in der Teilaufgabe c) die Konturpunkte.

7 9 10 1 7 9 9 10  
 8 10 12 · 2 = 16 20 24 · 1 2 1 = 7 18 10 35  
 11 13 15 1 11 13 15 16 40 24 = 80  
 (35 + 80 + 52) : 9 = 18, ...  
 11 26 15 52

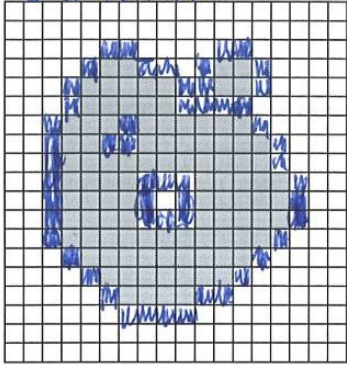
Erosion



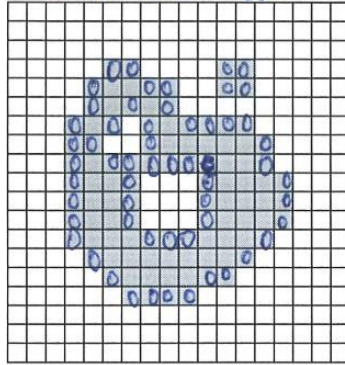
grau  $\hat{=}$  1  
 weiß und '0'  $\hat{=}$  0

Closing

Delatation



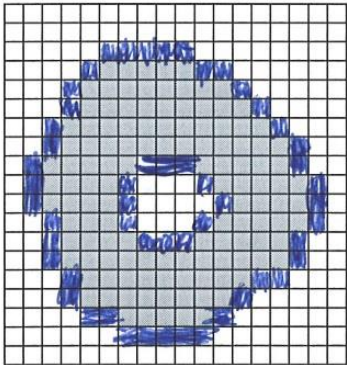
Erosion (hier '0' beachten)



weiß und '0'  $\hat{=}$  0  
 grau und ~~0~~  $\hat{=}$  1

Konturdetektion V. 1

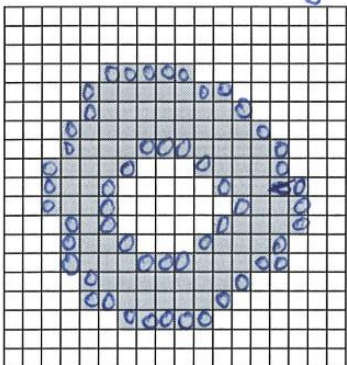
Delatation - Originalbild



weiß und grau  $\hat{=}$  0  
~~0~~ ausgefüllt  $\hat{=}$  1

Konturdetektion V. 2

Originalbild - Erosion



weiß und '0'  $\hat{=}$  0  
 grau nicht mit '0' markiert  $\hat{=}$  1

Vor- und Nachname	
Matrikelnummer	

**Aufgabe 4**

- a) Stellen Sie den/die Faltungskern(e) des Prewitt-Operators dar. (4 Punkte)
- b) Beschreiben Sie das Funktionsprinzip des Prewitt-Operators. [Operatortyp? Welche Komponenten? Berechnung der Komponente(n) + Berechnungsvarianten. Welche Kantenorientierung(en) betont der Operator? Warum? Lage der Kontur? Stärke der Kontur? ] (8 Punkte)
- c) Vergleichen Sie Funktionsprinzip, Bestimmungsaufwand und Qualität der Ergebnisse des Prewitt-Operators mit dem Sobel-Operator. (3 Punkte)

a)

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad -1$$

b) Der Prewitt-Operator wird für die Kanten detektion eingesetzt. Er besteht aus einem Mittelwertfilter zur Rausch unterdrückung. Der Prewitt-Operator betont ~~den~~ vertikale/horizontale Kantenkontur da seine 1. Ableitung die x/y-Achse abbildet. Die Kontur der der Kanten werden dank TP deutlich hervorgehoben. Es handelt sich um einen Gradientenoperator. Zur Berechnung wird das Quotienten differenzen verfahren benutzt. 3

c) Sobel-Operator	Prewitt-Operator
Gaussartiger-TP	Mittelwert-TP
Gauss ist komplexere Berechnung (Gauss)	benötigen <sup>beide</sup> 2 Faltungsoperationen
3x3 Matrix Faltungsmatrix	3x3 Faltungsmatrix
Quotienten differenzen verfahren	Quotientendifferenzen verfahren
Rauschunempfindlich	<del>weniger</del> weniger
Gravwertoperator (Gradient)	Rauschempfindlich
	Gravwertoperator ✓

Vor- und Nachname	
Matrikelnummer	

## Aufgabe 5

- a) Nennen Sie Anwendungen für das Template Matching. Nennen Sie verschiedene Übereinstimmungsmaße. (4 Punkte)
- b) Beschreiben Sie den prinzipiellen Ablauf der Zeichendetektion mittels Template Matching bei gleicher Orientierung von unbekanntem Text und Template. Welche Maßnahme kann zur stärkeren Differenzierung normierter Übereinstimmungsmaße angewendet werden, was ist dabei zu beachten. (5 Punkte)
- c) Nennen und beschreiben Sie Methoden zur Verringerung des Rechenaufwands beim Template Matching beliebig orientierter Objekte. (6 Punkte)

a) Erkennung von Dokumenten (Schrift)

Fingerabdruckerkennung

Gesichtserkennung

-Teilerkennung (z.B. Tomate ist reif), in Produktionsanlagen  
 Translationsinvariant  $\{$  Kompaktheit, rotationsinvariant  $\}$  anlagen

b) 1. Vorlage (Template) - Muster festlegen

2. Vergleiche Template mit Text in niedriger Auflösung

3. verfeinere Auflösung und vergleiche Template mit Text

4. Bei Originalauflösung und erfolgreichem Vergleich war das Matching erfolgreich

c) iterative: Schrittweise transformieren und dann Schrittweise wieder heraufsetzen

Hierarchies: Auflösung verringern und gegen ~~Tem~~ Template matchen. Bei erfolg Auflösung bis zur Originalauflösung mit entsprechend aufgelösten Template matchen.

rotiere rotiere Objekt

3