

# 2016-Test1&2\_A

## Test 1

### Lokale Operationen

Gegeben ist ein 5x5 Grauwertbild. Berechnen Sie für die 3 fett umrandeten Pixel das Ergebnis der Anwendung eines 3x3 Medianfilters auf das Bild.

Grauwertbild:

50	50	50	50	50
50	50	50	50	100
50	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	100
50	50	50	50	100
50	50	50	50	50

Ergebnis:

--	--	--

Weshalb sollte bei einem Gauß- oder Mittelwertfilter die Summe der Koeffizienten 1 ergeben?

Ergebnis:

50, 50, 100

#### 🔗 Warum bei Gaußfilter / Mittelwertf. Summe der Koeffizienten 1 ergeben

damit die durchschnittliche Helligkeit / den durchschnittlichen Wert im allgemeinen erhalten bleibt

Ein Medianfilter lässt sich auch durch eine lineare Faltung realisieren

☐ wahr ☒ falsch

Je größer der Filter, desto größer ist der Rechenaufwand für die Faltung pro Bild

☒ wahr ☐ falsch

Die Faltungsoperation \* ist kommutativ, d.h.  $I * F = F * I$

☒ wahr ☐ falsch

Der Mittelwertfilter ist ein Tiefpassfilter

☒ wahr ☐ falsch

Filter sind nur bis zu einer Größe von 3x3 separierbar

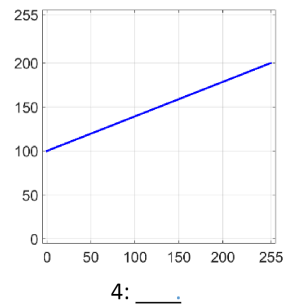
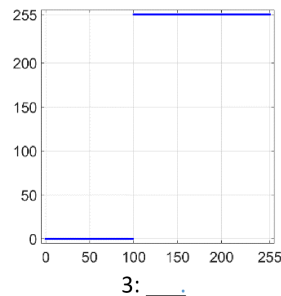
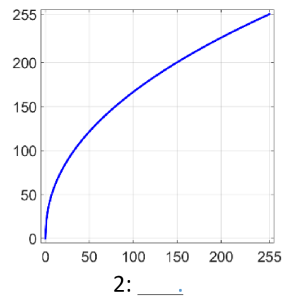
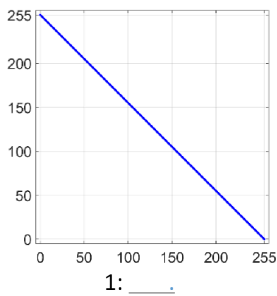
☐ wahr ☒ falsch

Bei Faltungsoperation ist gemeint die Anwendung von Filter auf ein Bild gemeint, und die ist Kommutativ.

# Punktoperationen

Weisen Sie den unten gezeigten Abbildungsfunktionen 1-4 (transfer functions) die korrekte Punktoperation A-H zu. (Kein Punkteabzug bei falscher Zuweisung)

A: Gamma-Korrektur - B: Bildinvertierung - C: lineare Kontrasterhöhung - D: lineare Kontrastreduktion  
E: Schwellwertoperation - F: Identitätsfunktion



Geben Sie für Abbildungsfunktion 4 die affine (d.h. lineare) Punktoperation an:

$I'(u,v) = \text{_____} \cdot I(u,v) +$

1. B - Bildinvertierung
2. A - Gammakorrektur
3. E - Schwellenwertoperation
4. D - Lineare Kontrastreduktion

$$I'(u, v) = 0,5 * I(u, v) + 100$$

# Bildaufnahme, Histogramme

Die Linsengleichung lautet  $1/u + 1/v = 1/f$ . Wofür stehen die Größen  $u$ ,  $v$  und  $f$ ?

## Info

$f$ ... Brennweite

$u$ ... Gegenstandsweite

$v$ ... Bildweite

Die Technik, die zur Farbaufnahme mit einem CCD Chip pro Sensorelement immer nur den roten, grünen oder blauen Anteil misst, nennt man **Bayer-Filter**.

Welche Bildeigenschaft wird durch die Histogrammnormalisierung erhöht? **Kontrast**

Die Entfernung zwischen dem am nächsten und weitesten entfernten Objekt, das scharf in einem Bild dargestellt werden kann, nennt man **Tiefenschärfe**.

- |                                                                                                                                                 |                                          |                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Je mehr Bit für die Kodierung eines Farbkanals verwendet werden, desto größer ist die radiometrische Auflösung                                  | <input checked="" type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch            |
| Bei einer Lochkamera geschieht im Gegensatz zu einer herkömmlichen Kamera keine perspektivische Projektion                                      | <input type="checkbox"/> wahr            | <input checked="" type="checkbox"/> falsch |
| Die plenoptische Funktion gibt die Lichtintensität für verschiedene Eingabeparameter an                                                         | <input checked="" type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch            |
| Das Nyquist-Shannon Sampling Theorem ist nur relevant für die Sensorauflösung eines Bildes, nicht aber für die zeitliche Auflösung eines Videos | <input type="checkbox"/> wahr            | <input checked="" type="checkbox"/> falsch |
| Die perspektivische Projektion ist nicht linear                                                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch            |

# Bildcodierung & Kompression

Wie viel Speicherplatz benötigt man für die Speicherung des Bildinhaltes bei einem RGB Farbbild der Größe 1024x768, wenn pro Farbkanal 4096 Werte kodiert werden sollen?

$$\frac{(1024 * 768) * (12 * 3)}{8} = 3538944 \text{ Byte}$$

(12 kommt von 4096 weil  $2^{12} = 4096$ )

und das jetzt noch in kb:

$$\frac{3538944}{1024} = 3456$$

Wofür steht DCT bei der JPEG Komprimierung? **Diskrete Cosinus Transformation**

Nennen Sie eines der in der Vorlesung vorgestellten Verfahren zur verlustfreien Komprimierung: **Run lenght encoding**

Sowohl bei verlustfreier als auch bei verlustbehafteter Kompression hängt der Kompressionsgrad vom Bildinhalt ab. ☒ wahr ☐ falsch

Mit einem Vektor-Bildformat können keine Farbbilder gespeichert werden. ☐ wahr ☒ falsch

Beim JPEG Verfahren wird ein Bild vor der Kompression in den CMY Farbraum umgewandelt. ☐ wahr ☒ falsch

## Filter

### ☰ Angabe

Sie haben einen 3x3 Filter zur Verfügung, bei dem sie die Koeffizienten beliebig wählen können. Geben Sie die Koeffizienten an, um folgende Ergebnisse zu bekommen:

### 🔍 A)

Im Ergebnisbild stellen alle Grauwerte den Mittelwert aus dem direkten linken und rechten Nachbarn dar

0	0	0
0,5	0	0,5
0	0	0

### 🔍 B)

Kontrasterhöhung um den Faktor 1.5

0	0	0
0	1,5	0
0	0	0

## Transformationen

- $T(x, y, z) = T(x, y, z)^{-1}$  ☐ wahr ☒ falsch
- Für einen homogenen 2D-Punkt  $(x, y, h)$  berechnet sich die tatsächliche x-Koordinate  $x'$  durch  $x' = x / h$ . ☒ wahr ☐ falsch
- Polygon-Meshes können als Ganzes transformiert werden, indem man jeden Punkt (Bildpunkt, 3D-Punkt) mit einer Matrix transformiert. ☒ wahr ☐ falsch
- Die Matrixschreibweise hat den Vorteil, dass durch Kombination von Grundmatrizen komplexe Transformationen mit nur einer Matrix dargestellt werden können. ☒ wahr ☐ falsch
- Mittels 3x3 Matrizen lassen sich alle geometrischen Transformationen von 3D Objekten darstellen. ☐ wahr ☒ falsch
- $S(1/x, 1/y, 1/z) = S(x, y, z)^{-1}$  ☒ wahr ☐ falsch

## Quad und Octrees

- In einem Octree hat jeder Knoten mindestens acht Subknoten. ☐ wahr ☒ falsch
- Octrees erlauben ein schnelles Durchsuchen bestimmter räumlicher Positionen eines Objektes. ☒ wahr ☐ falsch
- Die Genauigkeit der Objektdarstellung in Quad- und Octrees ist generell abhängig von der Baumtiefe. ☒ wahr ☐ falsch
- Durch die hierarchische Objektdarstellung von Octrees lassen sich einzelne Teile im Octree sehr einfach transformieren. ☐ wahr ☒ falsch

## Farbe

- Das RGB-Farbmodell kommt z.B. bei Monitoren zum Einsatz und weist Rot, Grün und Blau jeweils einer Koordinate zu, wobei  $[0,0,0]$  Schwarz entspricht. ☒ wahr ☐ falsch
- Das CMY-Farbmodell bei Druckern basiert auf dem Prinzip der *additiven Farbmischung* der Grundfarben Cyan, Magenta, und Gelb. ☐ wahr ☒ falsch
- Die Farbmodelle HSV und HLS sind intuitivere Modelle, bei denen sich eine Farbkoordinate prinzipiell aus Werten für Farbton, Sättigung und Helligkeit zusammensetzt. ☒ wahr ☐ falsch
- Im CIE 1931 XYZ Farbmodell sind die Spektralfarben entlang der Purpurlinie zu finden. ☐ wahr ☒ falsch

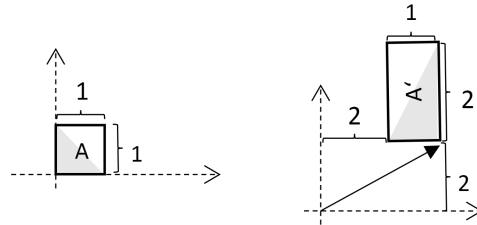
An der **Purpurlinie** liegen die *spektralreinen* Farben

- Der Raum der darstellbaren Farben eines Gerätes wird auch ☐ Spectrum ☒ Gamut ☐ RGB ☐ CMYK genannt. ( $\pm 2$ )
- Die Frequenz von Grün ist ☐ höher ☒ geringer als jene von Blau. ( $\pm 2$ )
- Die Wellenlänge von Rot ist ☐ größer ☒ geringer als jene von Blau. ( $\pm 2$ )

# Komplexe Transformationen

In folgendem 2D Beispiel soll Objekt A zu Objekt A' mithilfe einer Matrix M, welche sich aus einer Translationsmatrix T, einer Rotationsmatrix R und einer Skalierungsmatrix S zusammensetzt, transformiert werden. Das heißt, Punkte p werden mit  $p'=Mp$  transformiert. Geben Sie die Matrizen für die Einzelschritte T, R, S, sowie deren richtige Multiplikationsreihenfolge und die Matrix M **inklusive Rechengang** an (verwenden Sie dazu eventuell auch die Rückseiten der Blätter).

Hinweis:  $R(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$



$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$R = \begin{pmatrix} \cos(90^\circ) & -\sin(90^\circ) & 0 \\ \sin(90^\circ) & \cos(90^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$S = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

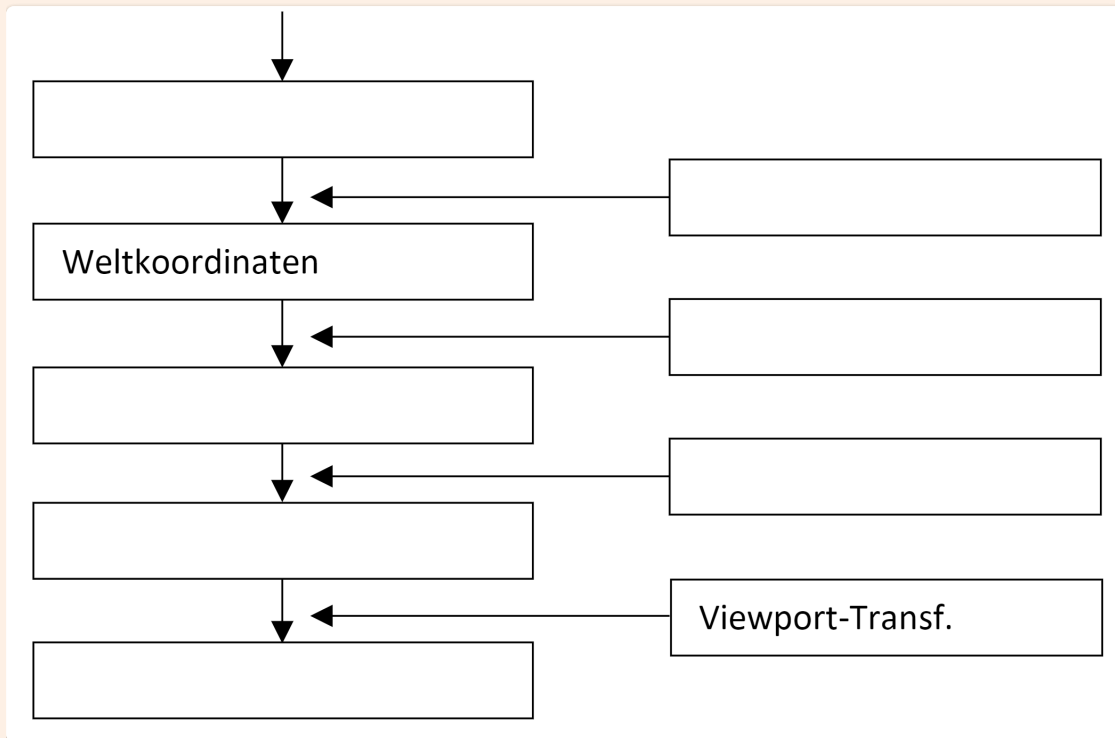
$$M = T * R * S$$

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(90^\circ) & -\sin(90^\circ) & 0 \\ \sin(90^\circ) & \cos(90^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{$$$$} M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 \\ 2 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

# Viewing-Pipeline

## ? Question

Vervollständigen Sie die nachfolgende Skizze der Viewing-Pipeline.



## ✓ Antwort

1. Objektkoordinaten
2. Modelltransformation
3. Weltkoordinaten
4. View-Transformation
5. Kamerakoordinaten
6. Projektion und Homogenisierung
7. Normalisierten Gerätekoordinaten
8. Viewport-Transformation
9. Pixel-Koordinaten



# Baryzentrische Koordinaten

Welche baryzentrischen Koordinaten hat der Punkt  $P(0; 0)$  im Dreieck  $A(-1; 3)$ ,  $B(5; -2)$ ,  $C(-3; -3)$ ? Geben Sie **alle** Rechenschritte an und rechnen Sie auf zwei Kommastellen genau! Sie können auch die leeren Rückseiten der Testblätter dafür verwenden.

$$P = \alpha A + \beta B + \gamma C \quad \alpha = \underline{\hspace{2cm}} \quad \beta = \underline{\hspace{2cm}} \quad \gamma = \underline{\hspace{2cm}}$$

Daraus können wir uns diese Formel ableiten:

$$(0, 0) = \alpha * (-1, 3) + \beta * (5, -2) + \gamma * (-3, -3)$$

Gleichung 1:

$$0 = -1\alpha + 5\beta - 3\gamma$$

Gleichung 2:

$$0 = 3\alpha - 2\beta - 3\gamma$$

Gleichung 3:

$$\alpha + \beta + \gamma = 1$$

Gleichung 1 und Gleichung 2:

$$-\alpha + 5\beta - 3\gamma = 3\alpha - 2\beta - 3\gamma$$

$$-\alpha + 5\beta = 3\alpha - 2\beta$$

$$7\beta = 4\alpha$$

$$\alpha = \frac{7}{4}\beta$$

Das fügen wir in Gleichung 3 ein:

$$\frac{7}{4}\beta + \beta + \gamma = 1$$

$$\frac{11}{4}\beta + \gamma = 1$$

$$\gamma = 1 - \frac{11}{4}\beta$$

Jetzt kann ich alles in  $\beta$  darstellen:

$$0 = -\alpha + 5\beta - 3\gamma$$

$$0 = -\left(\frac{7}{4}\beta\right) + 5\beta - 3\left(1 - \frac{11}{4}\beta\right)$$

$$0 = -\frac{7}{4}\beta + \frac{20}{4}\beta - 3 + \frac{33}{4}\beta$$

$$0 = \frac{46}{4}\beta - 3$$

$$3 = \frac{46}{4}\beta$$

$$\beta = 3 \cdot \frac{4}{46} = \frac{12}{46} = \frac{6}{23}$$

Damit kann ich jetzt  $\alpha$  und  $\gamma$  ausrechnen:

$$\alpha = \frac{7}{4} \cdot \frac{6}{23} = \frac{42}{92} = \frac{21}{46}$$

$$\gamma = 1 - \frac{11}{4} \cdot \frac{6}{23} = 1 - \frac{66}{92} = \frac{92 - 66}{92} = \frac{26}{92} = \frac{13}{46}$$

Ergebnisse auf zwei Kommastellen genau:

$$\alpha = \frac{21}{46} \approx 0.46$$

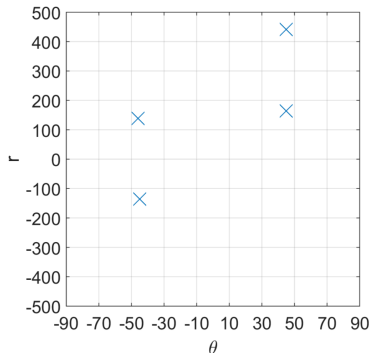
$$\beta = \frac{6}{23} \approx 0.26$$

$$\gamma = \frac{13}{46} \approx 0.28$$

# Test 2

## Globale Operationen und Bildsegmentierung

Bei der Hough-Transformation zur Detektion von Linien werden diese in Hessescher Normalform repräsentiert:  $r = x \cos(\theta) + y \sin(\theta)$ . Im unten stehenden Diagramm sind 4 detektierte Linien im Hough-Raum (Akkumulator-Array) mit einem "X" markiert. Welche der folgenden Aussagen sind hier wahr bzw. falsch?



Alle 4 Linien sind parallel zueinander	<input type="checkbox"/> wahr	<input checked="" type="checkbox"/> falsch
Mindestens eine Linie verläuft horizontal	<input type="checkbox"/> wahr	<input checked="" type="checkbox"/> falsch
Mindestens eine Linie verläuft vertikal	<input type="checkbox"/> wahr	<input checked="" type="checkbox"/> falsch
Die Start- und Endpunkte der Linien lassen sich aus dem Hough-Raum nicht bestimmen	<input checked="" type="checkbox"/> wahr	<input type="checkbox"/> falsch
Linien werden durch lokale Maxima im Hough-Raum repräsentiert	<input checked="" type="checkbox"/> wahr	<input type="checkbox"/> falsch

- **Parallele Linien** im Bildraum haben den gleichen Winkel  $\theta$  der Normalen im Hough-Raum. Die vier detektierten Linien haben unterschiedliche  $\theta$ -Werte (ungefähr  $-60^\circ$ ,  $-45^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ). Daher sind sie nicht parallel.
- Eine **horizontale Linie** im Bildraum hat eine vertikale Normale, d.h.,  $\theta = 0^\circ$  oder  $\theta = 180^\circ$  (oder Vielfache von  $\pi$  im Bogenmaß). Keiner der detektierten Punkte hat einen  $\theta$ -Wert von ungefähr  $0^\circ$  oder  $180^\circ$ .
- Eine **vertikale Linie** im Bildraum hat eine horizontale Normale, d.h.,  $\theta = 90^\circ$  oder  $\theta = -90^\circ$  (oder  $\pm\pi/2$  im Bogenmaß). Keiner der detektierten Punkte hat einen  $\theta$ -Wert von ungefähr  $90^\circ$  oder  $-90^\circ$ .

### ? Question

Das Ergebnis der Fourier-Transformation sind komplexe Zahlen mit Realteil (Re) und Imaginärteil (Im). Wie lässt sich daraus der Betrag (Magnitude) berechnen?

Indem man  $\sqrt{\text{Re}^2 + \text{Im}^2}$  macht

### ? Question

Wie nennt man den Teil des Spektrum, der sich mittels  $\text{atan}(\text{Im}/\text{Re})$  berechnen lässt?

## Phase oder Phasenspektrum

### ? Question

Ein Verfahren zur Bildsegmentierung nennt sich Split and **Merge**

- Wenn man mittels der Hough-Transformation Kreise anstelle von Linien finden möchte, reicht ein eindimensionaler Hough-Raum ☐ wahr ☒ falsch
- Mithilfe der inversen Fourier-Transformation lässt sich nach der Fourier-Transformation wieder eindeutig das Ursprungsbild bestimmen ☒ wahr ☐ falsch
- Bei einem globalen Schwellwertverfahren wird nicht notwendigerweise der selbe Schwellwert auf alle Bildbereiche angewandt ☐ wahr ☒ falsch
-

# Lokale Operationen und Bildmerkmale

Gegeben ist ein 5x5 Bildausschnitt. Berechnen Sie mithilfe der Prewitt-Filter in x- und y-Richtung den Gradienten sowie die Kantenstärke für das fett markierte Pixel in der Mitte.

0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
0.1	0.1	0.1	0.3	0.6
0.3	0.3	<b>0.3</b>	0.6	0.8
0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

$$x - \text{Prewitt} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad y - \text{Prewitt} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Gradient: \_\_\_\_\_

Kantenstärke: \_\_\_\_\_

Gradient = (0.5, 1.6)

Kantenstärke =  $\sqrt{0.5^2 + 1.6^2} = 0,78102$

Zur Kantendetektion mithilfe der 2. Ableitung kann der LoG-Filter verwendet werden, welcher eine Kombination folgender zweier Filter ist: *Laplace* und *Gauß*

Die Morphologische Operation Opening besteht aus einer *Erosion* gefolgt von einer *Dilatation*

SIFT ist skalierungs-, aber nicht rotationsinvariant	<input type="checkbox"/> wahr	<input checked="" type="checkbox"/> falsch
SIFT verwendet die Fourier-Transformation zur Beschreibung von Merkmalen	<input type="checkbox"/> wahr	<input checked="" type="checkbox"/> falsch
Der Gradient ist ein Vektor, der orthogonal zur Kante orientiert ist	<input checked="" type="checkbox"/> wahr	<input type="checkbox"/> falsch
Bei einem 1. Ableitungsoperator beträgt die Filterantwort in Regionen mit konstanten Intensitätswerten 0	<input checked="" type="checkbox"/> wahr	<input type="checkbox"/> falsch
Umso mehr ein Bild vor der Kantendetektion geglättet wird, desto besser können die Kanten detektiert werden	<input type="checkbox"/> wahr	<input checked="" type="checkbox"/> falsch
Filter zur Kantendetektion sind Tiefpassfilter	<input type="checkbox"/> wahr	<input checked="" type="checkbox"/> falsch

## *i* Zu 2.

- SIFT verwendet keine direkte Fourier-Transformation zur Beschreibung der Merkmale. Es basiert auf der Berechnung von Gradientenorientierungen in lokalen Bildregionen um die Keypoints herum. Diese Orientierungen werden in Histogrammen zusammengefasst, um den Deskriptor zu bilden.

## *i* Zu 3.

- Der Gradient eines Bildes zeigt in die Richtung der stärksten Intensitätsänderung und seine Richtung ist senkrecht (orthogonal) zur Richtung der Kante.

## Begriffe zuordnen

Ordnen Sie die folgenden Methodenbegriffe **A-F** dem jeweiligen Einsatzgebiet zu (kein Punkteabzug bei falscher Zuordnung):

A: **Harris-Operator** - B: Laplacepyramide - C: Normalized Cross Correlation - D: **Median Filter**  
E: **Diskrete Cosinus Transformation** - F: **Canny**

### ✓ Lösung

- JPEG-Komprimierung: *Diskrete Cosinus Transformation*
- Eckendetektion: *Harris-Operator*
- Regionalbasiertes Matching: *Normalized Cross Correlation*
- Kantendetektion: *Canny*
- Rauschunterdrücken: *Median Filter*
- Multiskalenanalyse: *Laplacepyramide*

## Aliasing

Eine zu geringe Auflösung bei der Rasterisierung führt zu Antialiasing.

☐ wahr ☒ falsch

Numerische Fehler können zu Aliasing Effekten führen.

☐ wahr ☒ falsch

Unter Bump-Mapping versteht man die Reduktion unerwünschter Aliasing-Artefakte.

☐ wahr ☒ falsch

Supersampling/Oversampling ist eine zentrale Strategie beim Vorfiltern.

☒ wahr ☐ falsch

## Transformationen

$S(6, 6, 6) \cdot S(5, 5, 5) = S(30, 30, 30)$

☒ wahr ☐ falsch

$T(x, y, z) = T(x, y, z)^{-1}$

☐ wahr ☒ falsch

$S(1/x, 1/y, 1/z) = S(x, y, z)^{-1}$

☒ wahr ☐ falsch

$Rz(\alpha) \cdot T(x, y, z) = T(x, y, z) \cdot Rz(\alpha)$

☐ wahr ☒ falsch

# Demosaicing

Gegeben ist ein, von einem Pixelsensor aufgenommener, 3x3 Bildausschnitt und das vom Pixelsensor verwendete Bayer Pattern. Der linke, obere Filter des Bayer-Patterns liegt dabei über dem linken, oberen Pixel des Bildausschnittes. Berechnen Sie für das hervorgehobene Pixel die linear interpolierten RGB Farbwerte und tragen Sie diese in die dafür vorgesehenen Felder ein. Führen Sie alle Rechenschritte an und rechnen Sie auf zwei Kommastellen genau!

R = \_\_\_\_\_

G = \_\_\_\_\_

B = \_\_\_\_\_

Bild:

8	4	0
6	5	4
5	4	6

Bayer Pattern:

R	G
G	B

R ... Rot

G ... Grün

B ... Blau

Bild:

8	4	0
6	5	4
5	4	6

$$R = \frac{8 + 0 + 5 + 6}{4} = 4,75$$

$$G = \frac{4 + 4 + 4 + 6}{4} = 4,5$$

$$B = 5$$