

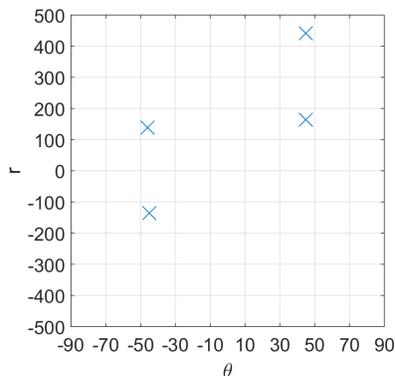
16.6.2016	186.822 VU Einführung in Visual Computing	2. Test	Gruppe A
Matrikelnummer: <input type="text"/>	Nachname: <input type="text"/>	Punkte:	
	Vorname: <input type="text"/>		
Bitte tragen sie Ihre Matrikelnummer sowie Vor- und Nachname in die vorgesehenen Felder oben ein. <b>Zusätzlich muss auf allen Testblättern die Matrikelnummer ebenfalls eingetragen werden.</b>			

Sie können bei diesem Test 120 Punkte erreichen. Unterlagen und elektronische Hilfsmittel (außer einfache Taschenrechner und Formelsammlungen) sind nicht erlaubt!

Die folgenden Fragen beinhalten Wahr-Falsch-Aussagen, Single-Choice-Fragen, Lückentexte und Rechenaufgaben. Für wahre Wahr-Falsch-Aussagen ist das Kästchen neben dem Wort „wahr“ anzukreuzen. Bei falschen Aussagen das Kästchen neben dem Wort „falsch“. Bei Single-Choice-Fragen muss die eine wahre Aussage angekreuzt werden. **Für Wahr-Falsch-Aussagen und Single-Choice-Fragen gilt: Richtig angekreuzte Antworten ergeben Pluspunkte, falsch angekreuzte Antworten ergeben dieselbe Anzahl an Minuspunkten** (eine negative Anzahl an Punkten für einen Fragenblock ist aber nicht möglich). Für eine Frage, bei der keine Antwortmöglichkeit angekreuzt oder keine Antwort eingetragen wurde, bekommt man 0 Punkte. Bei den Rechenaufgaben müssen auch jeweils die Rechengänge angegeben werden. Sie können dafür die Rückseite der Angabe verwenden.

#### Globale Operationen und Bildsegmentierung (14 Punkte)

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

Das Ergebnis der Fourier-Transformation sind komplexe Zahlen mit Realteil (Re) und Imaginärteil (Im). Wie lässt sich daraus der Betrag (Magnitude) berechnen? \_\_\_\_\_ Den Teil des Spektrums, der sich mittels  $\text{atan}(\text{Im}/\text{Re})$  berechnen lässt, nennt man \_\_\_\_\_.

Ein Verfahren zur Bildsegmentierung nennt sich *Split and* \_\_\_\_\_.

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

**Lokale Operationen und Bildmerkmale (20 Punkte)**

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: \_\_\_\_\_

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

Die Morphologische Operation *Opening* besteht aus einer \_\_\_\_\_ gefolgt von einer \_\_\_\_\_

SIFT ist skalierungs-, aber nicht rotationsinvariant  wahr  falsch

SIFT verwendet die Fourier-Transformation zur Beschreibung von Merkmalen  wahr  falsch

Der Gradient ist ein Vektor, der orthogonal zur Kante orientiert ist  wahr  falsch

Bei einem 1. Ableitungsoperator beträgt die Filterantwort in Regionen mit konstanten Intensitätswerten 0  wahr  falsch

Umso mehr ein Bild vor der Kantendetektion geglättet wird, desto besser können die Kanten detektiert werden  wahr  falsch

Filter zur Kantendetektion sind Tiefpassfilter  wahr  falsch

**Begriffe zuordnen (12 Punkte)**

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

JPEG-Komprimierung: \_\_\_\_\_ Eckendetektion: \_\_\_\_\_ Regionenbasiertes Matching: \_\_\_\_\_

Kantendetektion: \_\_\_\_\_ Rauschunterdrückung: \_\_\_\_\_ Multiskalenanalyse: \_\_\_\_\_

**Stereo & Computational Photography (14 Punkte)**

Welche 2 Kameraparameter müssen bei einem Stereosystem bekannt sein, um die Tiefenwerte von korrespondierenden Punkten bestimmen zu können?

\_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_.

Bei einer rigiden Bildtransformation (Translation und Rotation) sind wie viele korrespondierende Punkte zur eindeutigen Bestimmung notwendig? \_\_\_\_\_.

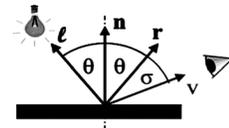
Den Prozess der Gewinnung dreidimensionaler Information von Objekten oder einer ganzen Szene durch die Auswertung einer zeitlichen Folge von Bildern nennt man \_\_\_\_\_.

- |  |                               |                                 |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| High Dynamic Range Bilder können erzeugt werden, indem man Bilder mit unterschiedlichen Belichtungszeiten kombiniert | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Merkmalsbasiertes Matching kann mit SIFT realisiert werden   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Stereo: korrespondierende Punkte im linken und rechten Kamerabild werden auch Epipole genannt                        | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Stereo: entlang der Epipolarlinie haben alle Punkte dieselbe Disparität  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Image Stitching ist nur möglich, wenn es überlappende Bereiche zwischen den Bildern gibt                             | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Beim Image Inpainting wird nur ein Bild einer Szene benötigt   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

**Phong-Beleuchtungsmodell: Glanzpunkte (10 Punkte)**

Gegeben ist ein Oberflächenpunkt P mit den Koordinaten  $P=(-2; -3; 4)$  und eine Lichtquelle mit den Koordinaten  $L=(5; 3; -1)$ . Die Lichtquelle strahlt Licht mit der Intensität  $I_L=100$  in alle Richtungen gleichmäßig aus. Die Oberflächennormale  $\mathbf{n}$  im Punkt P ist durch den Vektor  $\mathbf{n}=(-1; -1; 0)$  gegeben. Der spiegelnde Reflexionskoeffizient der Oberfläche ist  $k_s=0.6$  und der Spiegelungskoeffizient  $p=4$ . Berechnen Sie die Intensität  $I_s$  des spiegelnd reflektierten Lichtes nach dem Phong-Beleuchtungsmodell, wenn sich ein Beobachter an der Position  $E=(0; -2; 4)$  befindet. Schreiben Sie die Formel zur Berechnung des spiegelnd reflektierten Lichtes ( $I_s$ ) in das dafür vorgesehene Feld. Geben Sie **alle** Rechenschritte an und rechnen Sie auf zwei Kommastellen genau! Sie können auch die leeren Rückseiten der Testblätter dafür verwenden.

Hinweis:



Formel  $I_s =$  \_\_\_\_\_

$I_s =$  \_\_\_\_\_

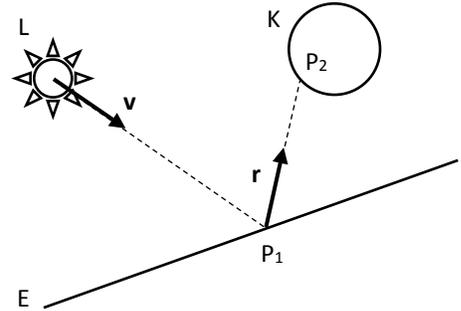
$$\mathbf{r} = (2\mathbf{n}\mathbf{l})\mathbf{n} - \mathbf{l} \quad (\|\mathbf{n}\| = 1)$$

**Aliasing (4 Punkte)**

- |   |                               |                                 |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Eine zu geringe Auflösung bei der Rasterisierung führt zu Antialiasing.         | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Numerische Fehler können zu Aliasing Effekten führen.                           | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Unter Bump-Mapping versteht man die Reduktion unerwünschter Aliasing-Artefakte. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Supersampling/Oversampling ist eine zentrale Strategie beim Vorfiltern.         | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

**Ray-Tracing (16 Punkte)**

Ein Lichtstrahl wird von einer Lichtquelle in die Szene geschossen und von einer perfekt spiegelnden Ebene E am Punkt  $P_1$  reflektiert bevor er bei einer Kugel K auf den Punkt  $P_2$  trifft. Berechnen Sie  $P_1$  und  $P_2$ , wenn der Lichtstrahl durch die Gleichung  $g_1(t_1) = L + t_1 \cdot \mathbf{v} = (8; 3; -6) + t_1 \cdot (1; -1; 1)$ , Ebene E durch  $0x + 1y - 1z + 2 = 0$  und Kugel K durch  $|P-C|^2 - R^2 = |P - (23; 5; -8)|^2 - 2^2 = 0$  gegeben ist. Die Gleichung für den an Ebene E reflektierten Lichtstrahl ist durch die Gleichung  $g_2(t_2) = P_1 + t_2 \cdot \mathbf{r}$  gegeben. Geben Sie auch den Normalvektor  $\mathbf{n}_1$  der Ebene E und den Normalvektor  $\mathbf{n}_2$  der Kugel K an (müssen nicht normalisiert sein). Führen Sie **alle** Rechenschritte an und rechnen Sie auf zwei Kommastellen genau! Sie können auch die leeren Rückseiten der Testblätter dafür verwenden.



(Hinweis: Die Reflexionsrichtung  $\mathbf{r}$  eines Lichtstrahls, welcher in Richtung  $\mathbf{v}$  zeigt und an einer Ebene mit normalisiertem Normalvektor  $\mathbf{n}$  reflektiert wird, lässt sich, in diesem Fall, über die Formel  $\mathbf{r} = \mathbf{v} - (2\mathbf{nv})\mathbf{n}$  berechnen.)

$\mathbf{n}_1 = \underline{\hspace{2cm}}$

$\mathbf{n}_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$\mathbf{r} = \underline{\hspace{2cm}}$

$t_1 = \underline{\hspace{2cm}}$

$t_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$P_1 = \underline{\hspace{2cm}}$

$P_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

**Transformationen (4 Punkte)**

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

 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

**Baryzentrische Koordinaten und Schattierung (12 Punkte)**

Gegeben ist ein Dreieck aus einem Mesh mit den Eckpunkten A, B und C und den zugehörigen Normalen an diesen Punkten  $\mathbf{n}_A$ ,  $\mathbf{n}_B$  und  $\mathbf{n}_C$ . Berechnen Sie die Position des Punktes P innerhalb des Dreiecks, welcher durch die Baryzentrischen Koordinaten  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  gegeben ist (wobei  $\alpha$  das Gewicht für Eckpunkt A ist,  $\beta$  für Eckpunkt B und  $\gamma$  für Eckpunkt C). Berechnen Sie zusätzlich die interpolierte Normale  $\mathbf{n}_P$  im Punkt P. Berechnen Sie danach die diffus reflektierte Beleuchtung  $I_{\text{dif}}$  an Punkt P für eine Lichtquelle  $L = (0; 10; 0)$  mit Lichtintensität  $I = 100$ .

$$A = (1; 1; 1) \quad B = (5; 2; 1) \quad C = (0; 3; 5), \quad \mathbf{n}_A = (-\sqrt{3}; \sqrt{3}; -\sqrt{3}) \quad \mathbf{n}_B = (\sqrt{3}; \sqrt{3}; -\sqrt{3}) \quad \mathbf{n}_C = (-\sqrt{3}; \sqrt{3}; \sqrt{3})$$

$$\alpha = 0.25 \quad \beta = 0.25 \quad \gamma = 0.50$$

$$P = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\mathbf{n}_P = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_{\text{dif}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

**Demoisaicing (6 Punkte)**

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!

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$G = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$B = \underline{\hspace{2cm}}$$

Bild:

8	4	0
6	5	4
5	4	6

Bayer Pattern:

R	G
G	B

R ... Rot

G ... Grün

B ... Blau

**Ray-Tracing (4 Punkte)**

- Mit dem Ray-Tracing-Verfahren ist es nicht möglich einfache Schatten zu berechnen.  wahr  falsch
- Lässt man alle Blickstrahlen von einem Punkt ausgehen, so wird das Bild in Perspektive gerendert.  wahr  falsch
- Die Basisidee beim Ray-Tracing besteht darin, Licht, welches auf einen Bildpunkt trifft, zurückzuverfolgen und daraus auf das Aussehen (Farbe) dieses Bildpunktes zu schließen.  wahr  falsch
- Ray-Tracing kann, zum Beispiel, Spiegelungen und Lichtbrechung simulieren.  wahr  falsch

**Kurven und Flächen (4 Punkte)**

- Bei Bézier-Kurven haben die Stützpunkte lokalen Einfluss auf die Kurve.  wahr  falsch
- Freiformflächen, deren Stützpunkte auf der Fläche liegen, nennt man interpolierend.  wahr  falsch
- Bei B-Spline-Kurven haben die Stützpunkte lokalen Einfluss auf die Kurve.  wahr  falsch
- Freiformflächen, deren Stützpunkte nicht alle auf der Fläche liegen, sondern die Fläche/Kurve nur durch ihre Lage beeinflussen, nennt man approximierend.  wahr  falsch