

05.10.2017	186.822 VU Einführung in Visual Computing	3. Test	Gruppe A
Matrikelnummer:	Nachname:	Punkte:	
	Vorname:		
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.

### Histogramme und Bildoperationen (8 Punkte)

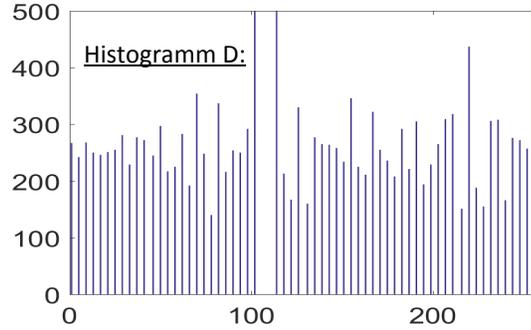
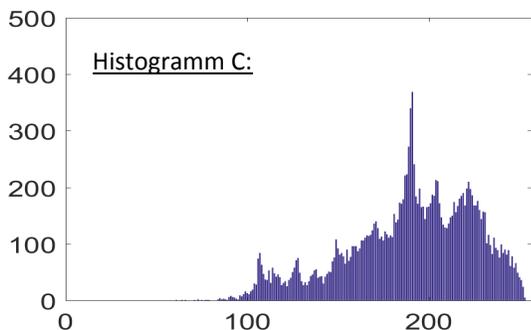
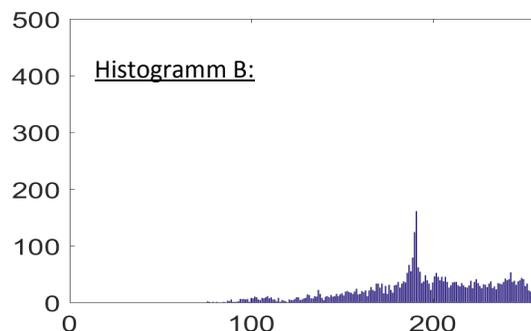
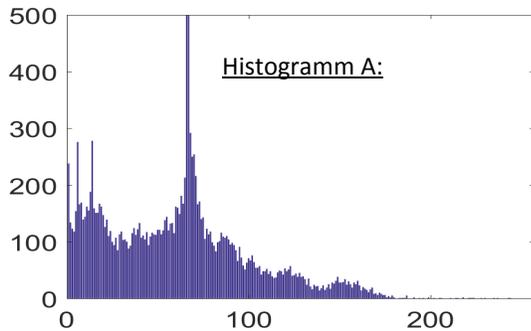
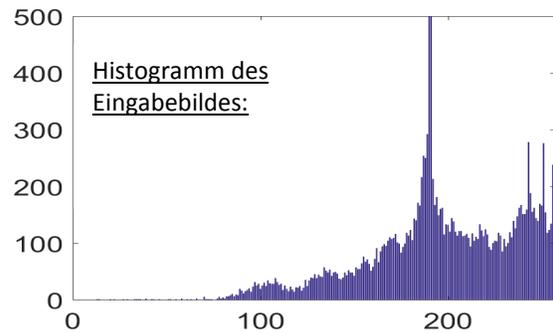
Gegeben ist ein Histogramm eines 8-Bit-Bildes mit einer Auflösung von 128x128. Weisen Sie die folgenden 4 Bildoperationen, die auf das 8-Bit-Bild angewendet wurden, den unten stehenden Histogrammen A-D der jeweiligen Ergebnisbilder zu (kein Punkteabzug bei falscher Zuordnung).

Bildinvertierung:

Histogrammequalisierung:

Glättung mit 9x9 Mittelwertfilter:

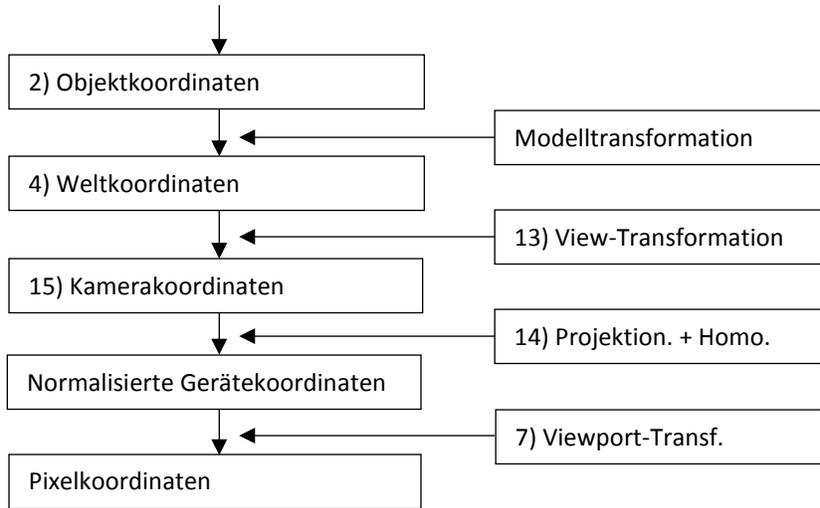
Bildverkleinerung auf 64x64:



**Viewing-Pipeline (12 Punkte)**

Vervollständigen Sie die nachfolgende Skizze der Viewing-Pipeline bzw. Transformation-Pipeline. Als Hilfe ist eine Liste von Begriffen gegeben, von welchen aber nicht alle Teil der Viewing-Pipeline sind. **jedes richtige Kästchen +2**

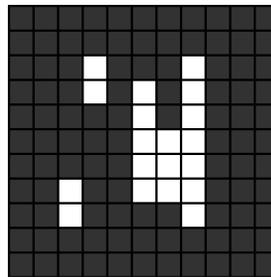
- 1) Objekterschaffung
- 2) Objektkoordinaten
- 3) 3D-Modellierung
- 4) Weltkoordinaten
- 5) Rasterisierung
- 6) Ray-Tracing
- 7) Viewport-Transformation
- 8) RGB-Farbraum
- 9) Clipping
- 10) Schattierung
- 11) Spielkoordinaten
- 12) Octree-Berechnung
- 13) View-Transformation
- 14) Projektion + Homogenisierung
- 15) Kamerakoordinaten



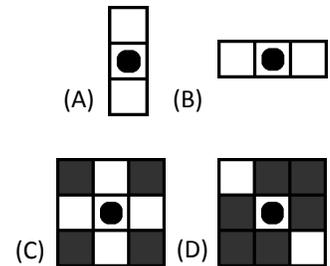
**Morphologische Operationen (12 Punkte)**

Gegeben ist folgendes binäre Eingabebild, wobei die dunklen Pixel den Wert 0 und die hellen den Wert 1 repräsentieren. Des Weiteren sind 4 Strukturelemente gegeben, wobei die Kreismarkierung das "anchor pixel" bezeichnet. Auf das Bild werden die morphologischen Operationen Erosion, Dilation, Opening und Closing angewendet. Geben Sie für jedes Ausgabebild an, welches Strukturelement verwendet wurde. Ein Strukturelement kann auch mehr als einmal verwendet worden sein (kein Punkteabzug bei falscher Zuordnung).

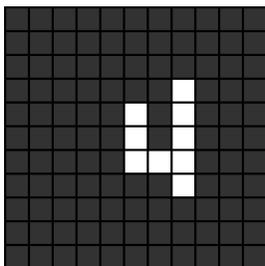
Eingabebild:



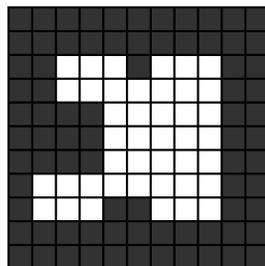
Strukturelemente:



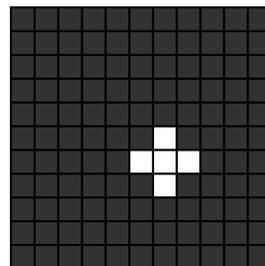
**Erosion** mit Struktur-  
element \_\_\_ ergibt:



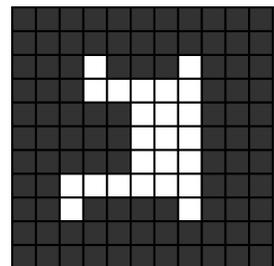
**Dilation** mit Struktur-  
element \_\_\_ ergibt:



**Opening** mit Struktur-  
element \_\_\_ ergibt:



**Closing** mit Struktur-  
element \_\_\_ ergibt:



**Bildtransformationen (10 Punkte)**

Gegeben sind folgende korrespondierenden Punkte zwischen zwei Bildern:

$$p_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad p'_1 = \begin{pmatrix} 6 \\ 9 \end{pmatrix} \quad p_2 = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \end{pmatrix} \quad p'_2 = \begin{pmatrix} 6 \\ 5 \end{pmatrix} \quad p_3 = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \end{pmatrix} \quad p'_3 = \begin{pmatrix} 7 \\ 6 \end{pmatrix}$$

wobei  $p_i$  einen Punkt im ersten Bild und

$p'_i$  den korrespondierenden Punkt im zweiten Bild angibt. Bestimmen Sie die fehlenden Elemente der Transformationsmatrix  $T$ , die die Bildtransformation vom ersten zum zweiten Bild beschreibt:

$$T = \begin{pmatrix} \dots & \dots & \dots \\ -1 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

**Phong-Beleuchtungsmodell: Glanzpunkt-Resultate (8 Punkte)**

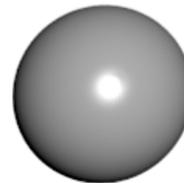
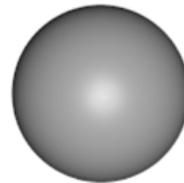
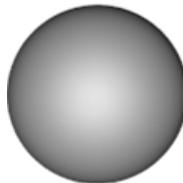
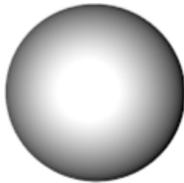
Die folgenden vier Glanzpunkt-Resultate wurden mittels  $L_{spec} = k_s \cdot I \cdot (\mathbf{v} \cdot \mathbf{r})^p$  mit

variierenden Exponenten  $p$  und variierenden spiegelnden Reflexionskoeffizienten  $k_s$  berechnet,

wobei  $L_{spec}$  den spiegelnden Anteil der Pixelfarbe,  $I$  die Intensität der Lichtquelle,  $\mathbf{v}$  die Richtung zum Auge, und  $\mathbf{r}$  den Reflexionsstrahl darstellen.

Ordnen Sie die folgenden vier Paare von  $p$  und  $k_s$  den Resultaten zu!

- a)  $k_s = 1$   
 $p = 99$
- b)  $k_s = 0.3$   
 $p = 40$
- c)  $k_s = 0.7$   
 $p = 5$
- d)  $k_s = 0.3$   
 $p = 10$



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Farbe (4 Punkte)**

Das CMY-Farbmodell bei Druckern basiert auf dem Prinzip der *additiven Farbmischung* der Grundfarben Cyan, Magenta, und Gelb.

wahr  falsch

Der Raum der darstellbaren Farben eines Gerätes wird auch *Gamut* genannt.

wahr  falsch

Das HLS-Farbmodell ist ein intuitives Modell, bei dem sich eine Farbkoordinate prinzipiell aus Werten für den Farbton, die Sättigung und die Helligkeit zusammensetzt.

wahr  falsch

Die Frequenz von Grün ist höher als jene von Blau.

wahr  falsch

**Filter (12 Punkte)**

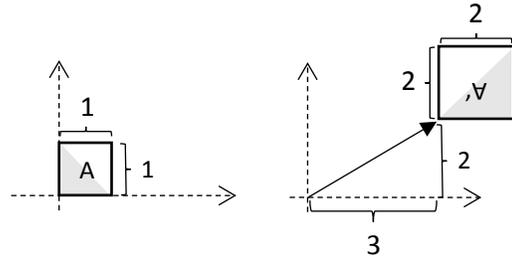
Geben Sie an, welche Aussagen auf folgende Filter zutreffen.

	1. Ableitungsoperator	2. Ableitungsoperator	Gaussfilter
Der Filter enthält keine negativen Koeffizienten	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch
Dient zur Berechnung der Gradienten eines Bildes	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch
Ist ein Tiefpassfilter	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch
Ist ein linearer Filter	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch

**Komplexe Transformationen (12 Punkte)**

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



$$T = \begin{pmatrix} - & - & - \\ - & - & - \\ - & - & - \end{pmatrix}$$

$$R = \begin{pmatrix} - & - & - \\ - & - & - \\ - & - & - \end{pmatrix}$$

$$S = \begin{pmatrix} - & - & - \\ - & - & - \\ - & - & - \end{pmatrix}$$

$$M = \_ * \_ * \_ = \begin{pmatrix} - & - & - \\ - & - & - \\ - & - & - \end{pmatrix}$$

**Stereo und Bildmerkmale (10 Punkte)**

Nennen Sie einen Eckendetektor: \_\_\_\_\_.

Wie wird bei Stereokameras die Verbindungsgerade zw. den beiden optischen Zentren der Kameras genannt?

\_\_\_\_\_

Beim \_\_\_\_\_ Matching wird für jede Position eines Beobachtungsfensters im linken Bild das entsprechende Beobachtungsfenster entlang der Epipolarlinie bewegt und ein Ähnlichkeitsmaß berechnet

- |   |                               |                                 |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Stereo: die fokale Länge der Kameras hat keinen Einfluss auf die Disparität   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| SIFT Features basieren auf der Fast Fourier Transformation (FFT)  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| SIFT Features sind rotationsinvariant   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Skalierungsinvarianz bedeutet, dass korrespondierende Punkte gefunden werden können, obwohl die in den beiden Bildern abgebildeten Objekte unterschiedliche Größe haben | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

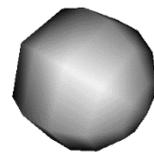
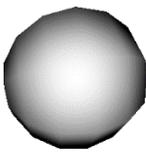
**Aliasing (4 Punkte)**

- |   |                               |                                 |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Unter Antialiasing versteht man die Umwandlung von digitalen in analoge Informationen.  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Eine Information kann nur dann korrekt rekonstruiert werden, wenn eine Abtastfrequenz (sampling rate) verwendet wird, die mindestens gleich hoch ist wie die höchste zu übertragende Informationsfrequenz | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Das Verschwinden von kleinen Objekten ist ein bekannter Aliasing-Effekt.  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Beim Antialiasing von Linien sollen Pixel, die von einer Linie nur leicht gestreift werden, weniger Linienfarbe bekommen.   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

**Bilder zuordnen (4 Punkte)**

Ordnen Sie die folgenden vier Begriffe dem richtigen Bild zu:

(a) Gouraud Shading, (b) Flat Shading, (c) Phong Shading und (d) Ambiente Beleuchtung.



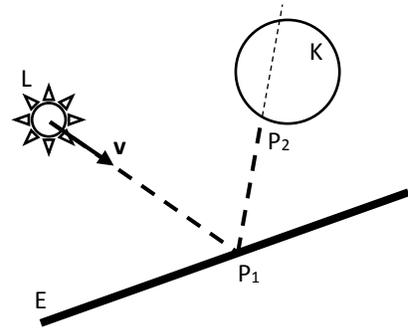
--	--	--	--

**Baryzentrische Koordinaten (4 Punkte)**

- |  |                               |                                 |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Baryzentrische Koordinaten sind eine Grundlage für die Interpolation von Pixeln in Dreiecken.  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Jeder Punkt der Ebene wird mit baryzentrischen Koordinaten als gewichtetes Mittel der drei Eckpunkte des Dreiecks dargestellt.         | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Für die baryzentrischen Koordinaten $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ gilt stets: $\alpha + \beta + \gamma = 1$                            | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Baryzentrische Koordinaten können nur für diejenigen Punkte auf einer Ebene gebildet werden, die sich innerhalb des Dreiecks befinden. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

**Ray-Tracing (12 Punkte)**

Ein Lichtstrahl wird von einer Lichtquelle in eine 2D Szene geschossen und von einer perfekt spiegelnden Ebene E am Punkt  $P_1$  reflektiert bevor er bei einem Kreis K auf den Punkt  $P_2$  trifft. Der Lichtstrahl ist gegeben durch die Gleichung  $g_1(t_1)=L+t_1 \cdot \mathbf{v}=(9;3)+t_1 \cdot (-1;-1)$ . Die Ebene E ist gegeben durch  $y=0$ . Der Kreis K ist gegeben durch  $K: (x)^2+(y-6)^2=(\sqrt{2})^2$ . Die Gleichung für den an Ebene E reflektierten Lichtstrahl ist gegeben durch  $g_2(t_2)=P_1+t_2 \cdot \mathbf{r}$ . Berechnen Sie  $P_1$  und  $P_2$ ! Berechnen Sie  $t_1$  und  $t_2$  der Geradengleichungen, also auch den Normalvektor  $\mathbf{n}$  der Ebene E und  $\mathbf{r}$  des reflektierten Lichtstrahls. Achtung: Beim Schnitt zwischen Gerade  $g_2$  und Kreis K ist der erste Schnittpunkt  $P_2$  gesucht (siehe Skizze)! 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 Normalvektor  $\mathbf{n}$  reflektiert wird, lässt sich, in diesem Fall, über die Formel  $\mathbf{r}=\mathbf{v}-(2\mathbf{n}\mathbf{v})\mathbf{n}$  berechnen.)

 $\mathbf{n} =$  \_\_\_\_\_ $t_1 =$  \_\_\_\_\_ $t_2 =$  \_\_\_\_\_ $\mathbf{r} =$  \_\_\_\_\_ $P_1 =$  \_\_\_\_\_ $P_2 =$  \_\_\_\_\_**Bildaufnahme (8 Punkte)**

Welche zwei grundlegenden Arten von Pixelsensoren gibt es? \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_

- |  |   |
|--|---|
| Liegt eine Linsenverzerrung vor, werden gerade Linien in einer Szene nicht notwendigerweise gerade auf das Bild abgebildet | <input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch |
| Eine größere Blende führt zu einem kleineren Tiefenschärfebereich  | <input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch |
| Die fokale Länge ist Bestandteil der Linsengleichung (Thin Lens Equation)  | <input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch |
| Die plenoptische Funktion hat mehrere Eingabeparameter, aber nur einen Ausgabeparameter                                    | <input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch |
| Bei einer Lochkamera geht die Farbinformation der Szene verloren   | <input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch |
| Bei einem Color Filter Array (Bayer Pattern) werden nur 25% der Sensorelemente zur Messung des Rotanteils verwendet        | <input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch |