

10.10.2018	186.822 VU Einführung in Visual Computing	3. Test	Gruppe A
Matrikelnummer: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Vorname: <input type="text"/>	Punkte:	
Nachname: <input type="text"/>			

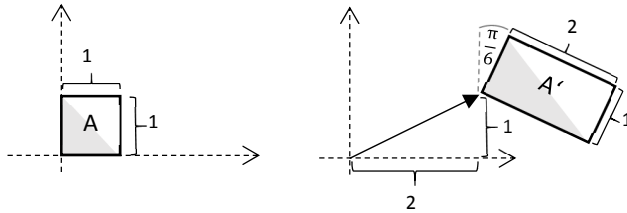
Tragen Sie bitte Ihre **achtstellige** Matrikelnummer sowie Vor- und Nachnamen gut lesbar in die dafür vorgesehenen Felder ein! Schreiben Sie dabei **jede Ziffer Ihrer Matrikelnummer in exakt eines der acht vorgegebenen Kästchen!** **Zusätzlich muss auf allen Testblättern die Matrikelnummer ebenfalls eingetragen werden.**

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.

**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).



Hinweise:

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

$\alpha$	0° (0 rad)	30° ( $\pi/6$ )	45° ( $\pi/4$ )	60° ( $\pi/3$ )	90° ( $\pi/2$ )
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0

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

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

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

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

**Blinn-Phong-Beleuchtungsmodell: Halfway-Vector (6 Punkte)**

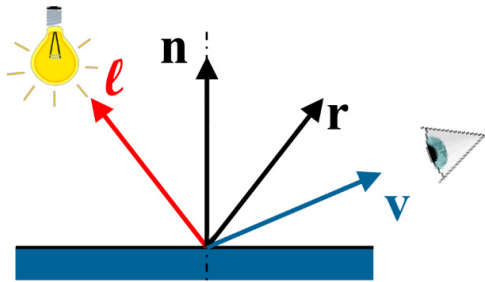
Die Berechnung der Glanzpunkte erfolgt nach dem Phong-Beleuchtungsmodell über die Formel  $L_{spec} = k_s \cdot I \cdot (\mathbf{v} \cdot \mathbf{r})^p$ , wobei  $L_{spec}$  den spiegelnden Anteil der Pixelfarbe,  $p$  den Exponenten,  $k_s$  den spiegelnden Reflexionskoeffizienten,  $I$  die Intensität der Lichtquelle,  $\mathbf{v}$  die Richtung zum Auge, und  $\mathbf{r}$  den Reflexionsstrahl darstellen. Des Weiteren steht  $\mathbf{l}$  für die Richtung zur Lichtquelle,  $\mathbf{n}$  für den Normalvektor und  $\mathbf{h}$  für die Winkelhalbierende (bzw. "Halfway Vector").

Das Blinn-Phong-Beleuchtungsmodell berechnet  $L_{spec}$  anders. Vervollständigen Sie die Formel zur Berechnung der Glanzpunkte über das Blinn-Phong (bzw. "Simplified Phong") Beleuchtungsmodell:

$$L_{spec} = k_s \cdot I \cdot ( \quad )^p$$

Wie berechnet sich  $\mathbf{h}$  nach dem Blinn-Phong Beleuchtungsmodell?

$$\mathbf{h} = \underline{\hspace{5cm}}$$



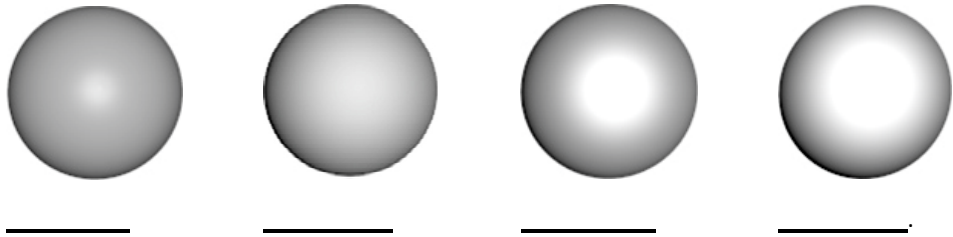
Zeichnen Sie in nebenstehender Skizze  $\mathbf{h}$  ein und beschriften Sie den Vektor deutlich!

**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)  $k_s = 1$   
 $p = 5$
- (B)  $k_s = 1$   
 $p = 10$
- (C)  $k_s = 0.3$   
 $p = 40$
- (D)  $k_s = 0.3$   
 $p = 5$



Matrikelnummer:

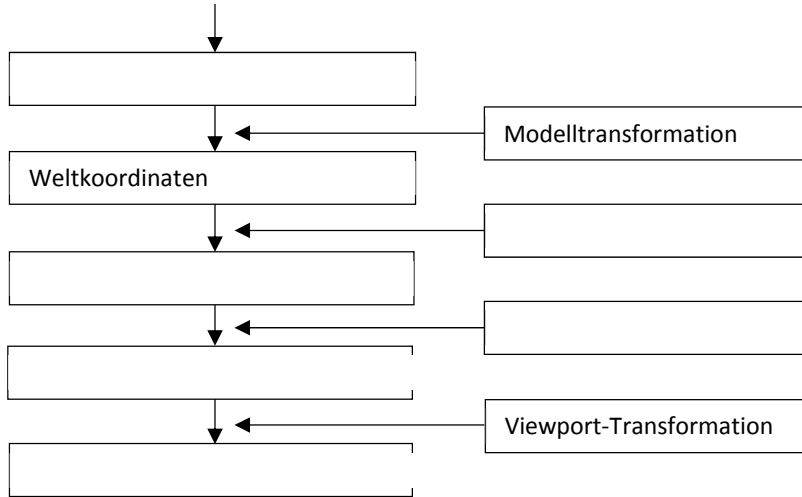
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**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.

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



**Ray-Tracing (8 Punkte)**

--

Ergänzen Sie den folgenden Ray-Tracing Pseudocode:

```

FOR alle Pixel  $p_0$  DO
  1. lege Blickstrahl vom Auge  $e$  aus durch  $p_0$ 
     schneide mit allen Objekten und wähle den nächsten Schnittpunkt  $p$ 
  2. FOR alle ----- s DO
     schneide Schattenfühler  $p \rightarrow s$  mit allen Objekten
     IF kein Schnittpunkt zwischen  $p, s$  THEN Schattierung += Einfluss von  $s$ 
  3. IF Oberfläche von  $p$  ist spiegelnd
     THEN verfolge Sekundärstrahl; Schattierung += Einfluss der Reflexion
  4. IF Oberfläche von  $p$  ist transparent
     THEN verfolge Sekundärstrahl; ----- += Einfluss der Transparenz
  
```

- |  |                               |                                 |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Die Materialeigenschaften von Objekten, die mit Ray-Tracing dargestellt werden sollen, müssen an den Schnittpunkten zwischen Strahlen und Objekten vorhanden sein. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Primärstrahlen sind Augpunkt $e + t \cdot (\text{Pixel } e_0 - \text{Augpunkt } e)$  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Ein Nachteil des Ray-Tracing-Verfahrens ist, dass keine Schatten berechnet werden können.  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Perspektivische Projektionen bedeuten beim Ray-Tracing-Verfahren einen erheblichen Mehraufwand im Vergleich zu orthonormalen Parallelprojektionen.                 | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

--

Matrikelnummer:

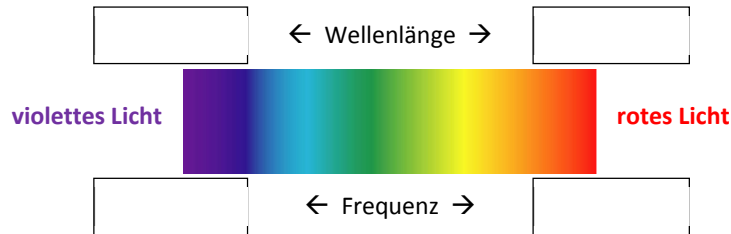
**Baryzentrische Koordinaten (4 Punkte)**

- Baryzentrische Koordinaten können für die Interpolation von Pixeln in Dreiecken verwendet werden.  wahr  falsch
- Jeder Punkt der Ebene wird mit baryzentrischen Koordinaten als gewichtetes Mittel der drei Eckpunkte des Dreiecks dargestellt.  wahr  falsch
- Für die baryzentrischen Koordinaten  $\alpha, \beta, \gamma$  gilt stets:  $\alpha + \beta + \gamma = 1$   wahr  falsch
- Sei  $A$  ein Eckpunkt eines Dreiecks, und  $\alpha$  die zugehörige baryzentrische Koordinate: Je näher ein Punkt  $P$  innerhalb eines Dreiecks dem Eckpunkt  $A$  kommt, desto größer wird  $\alpha$ .  wahr  falsch

**Farbe (10 Punkte)**

Die folgende Skizze steht für das gesamte Spektrum des sichtbaren Lichts. Ordnen Sie die gegebenen vier Werte der Skizze zu und tragen Sie diese **mit ihren Einheiten** die richtigen Kästchen ein:

- 380 nm
- 780 nm
- 380 THz
- 780 THz



- Das RGB-Farbmodell kommt z.B. bei Monitoren zum Einsatz und weist Rot, Grün und Blau jeweils einer Koordinate zu, wobei  $[0,0,0]$  Weiß entspricht.  wahr  falsch
- Das CMY-Farbmodell bei Druckern basiert auf dem Prinzip der *additiven Farbmischung* der Grundfarben Cyan, Magenta, und Gelb.  wahr  falsch
- Das CIE 1931 XYZ Farbmodell umfasst auch Farben, die der Mensch nicht sehen kann.  wahr  falsch
- Der Raum der darstellbaren Farben eines Gerätes wird auch *Spectrum* 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
- Das menschliche Auge reagiert am empfindlichsten auf blaues Licht.  wahr  falsch

**Image Features and Stereo (12 Punkte)**

SIFT steht für \_\_\_\_\_ Invariant Feature Transform.

Nennen Sie ein Ähnlichkeitsmaß, dass für regionenbasiertes Matching (Area-Based Matching) bei Stereo-Verfahren verwendet werden kann: \_\_\_\_\_.

Nennen Sie ein Verfahren zur Detection von Ecken (Corner Detection)? \_\_\_\_\_.

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

- Aus einem Bild werden immer 128 verschiedene SIFT Features extrahiert  wahr  falsch
- Die Epipole sind die Schnittpunkte der Blickrichtungen mit den beiden Bildebenen  wahr  falsch
- Bei einem Stereokamerasystem ist die Disparität von weiter entfernten Objekten geringer als die von näher befindlichen Objekten  wahr  falsch
- SIFT ist rotationsinvariant  wahr  falsch

Matrikelnummer:

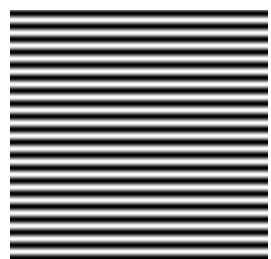
**Computational Photography (8 Punkte)**

Benennen Sie die vier dargestellten Verfahren der Computational Photography:

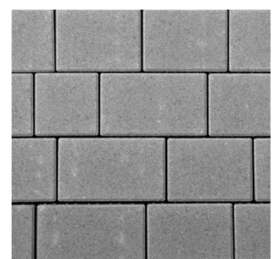
Eingebild(er)		Ergebnis	Verfahren
		<input type="text"/>	
		<input type="text"/>	
		<input type="text"/>	
		<input type="text"/>	

**Diskrete Fourier-Transformation (8 Punkte)**

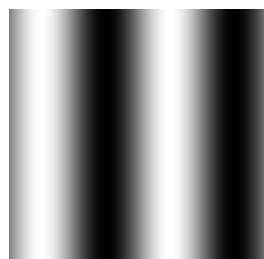
Die Bilder (A)-(D) zeigen den logarithmierten Betrag des Fourierspektrums eines Bildes. Ordnen Sie die Eingebilder  $I_1$  bis  $I_4$  dem richtigen Spektrum aus (A) bis (D) zu (keine Minuspunkte bei falscher Zuordnung).



DFT( $I_1$ )= \_\_\_\_\_



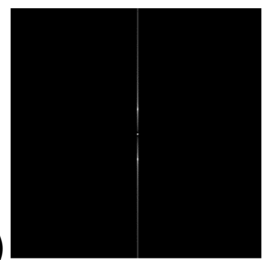
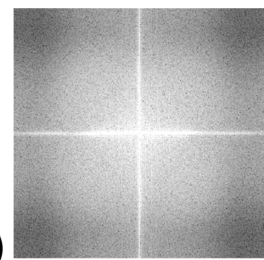
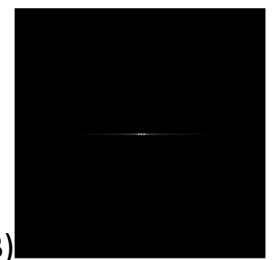
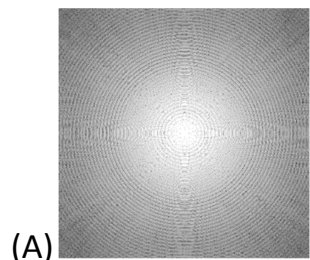
DFT( $I_2$ )= \_\_\_\_\_



DFT( $I_3$ )= \_\_\_\_\_



DFT( $I_4$ )= \_\_\_\_\_ .



Matrikelnummer:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Bildoperationen und Bildaufnahme (18 Punkte)**

--

Gegeben ist ein 5x5 Grauwertbild (rechts).

Berechnen Sie für das fett markierte Pixel mit dem Wert 80 in der Mitte des Bildes das Ergebnis folgender Bildoperationen in Fließkommazahlen:

10	15	5	5	0
20	0	20	20	10
100	100	<b>80</b>	90	50
0	0	70	70	60
5	5	20	30	50

3x3 Median-Filter: \_\_\_\_\_

3x3 Mittelwert-Filter: \_\_\_\_\_

Die Gleichung  $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$  gibt bei einer scharfen optischen Abbildung mittels einer Linse das Verhältnis zw. Gegenstandsweite, Bildweite und \_\_\_\_\_ an.

Man nennt diese Gleichung \_\_\_\_\_

- |  |                               |                                 |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Das Randproblem von lokalen Operationen tritt bei Punktoperationen nicht auf   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Aus einem Bildhistogramm lässt sich das Ursprungsbild wieder eindeutig rekonstruieren  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Aus einem Fourier-transformierten Bild lässt sich das Ursprungsbild wieder eindeutig rekonstruieren  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Man kann bei drei aufeinander folgenden linearen Filtern die Reihenfolge der Anwendung beliebig verändern, ohne dass sich dadurch am Ergebnis etwas ändert | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Der Gauß-Filter ist ein Tiefpassfilter   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Je größer der Mittelwertfilter, desto unschärfer wird das Bild   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

**Begriffe zuordnen (14 Punkte)**

--

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

**A:** Huffman Encoding - **B:** Closing - **C:** Split & Merge - **D:** Canny - **E:** Gaussfilter - **F:** Demosaicing - **G:** Hough Transformation

Liniendetektion: \_\_\_\_\_ Bildaufnahme: \_\_\_\_\_ Morphologische Operationen: \_\_\_\_\_ Kantendetektion: \_\_\_\_\_  
Verlustfreie Bildkompression: \_\_\_\_\_ Bildsegmentierung: \_\_\_\_\_ Rauschunterdrückung: \_\_\_\_\_

--