



Bewertung:

Modellierung 10 Pt	Graphikpr. 7 Pt	Rastern 10 Pt	Transf. 14 Pt	Kurven 15Pt	Licht 10 Pt	RT 9 Pt	Summe 75 Pt

Klausur ECG SS 2011

Info

- In dieser Klausur können Sie insgesamt 75 Punkte erreichen. Für eine erfolgreiche Klausur sind mindestens 37 Punkte notwendig. Dafür haben Sie 90 min Zeit.
- Bitte schalten Sie alle elektronischen Geräte aus und verstauen diese in Ihren Taschen.
- Erlaubte Hilfsmittel sind Stifte, Radiergummi, Lineal, Geodreieck und für ausländische Studenten ein Wörterbuch.
- Eigene Blätter sind nicht erlaubt. Zusätzliche leere Blätter sind von den Aufsichtspersonen mit einem Handzeichen zu erfragen.
- Der vorgegebene Platz im Klausurbogen reicht stets für eine vollständige Lösung aus. Nebenrechnungen können Sie auf der Rückseite des Deckblattes oder des letzten Blattes anfertigen.
- Zum Teil sind die Lösungen in vorhandene Skizzen einzuzeichnen. Falls Sie eine Skizze unwiderruflich falsch ausgefüllt haben, können Sie vom Aufsichtspersonal eine weitere Kopie der Skizze anfordern solange der Vorrat reicht.
- Bitte schreiben Sie Ihre Antworten auf die vorgegebenen Linien. Sollten Sie dennoch Platz für Ihre Lösungen auf weiteren leeren Blättern benötigen, beschriften Sie jedes Blatt unbedingt mit **Name, Matrikel- und Aufgabennummer**.
- Wenn Sie zu einer Aufgabe nicht sofort die Lösung bzw. den Lösungsweg kennen, lösen Sie zuerst die restlichen Aufgaben.

Checkliste

- ☐ Name und Matrikelnummer auf dem Deckblatt eingetragen?
- ☐ Alle Aufgaben bearbeitet?
- ☐ Nicht gültige Lösungen durchgestrichen?



I Modellierung (10 Pt)

Frage I.1 (2 Pt)

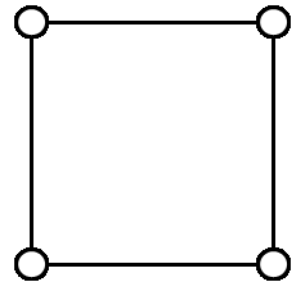
Nennen Sie jeweils zwei Vorteile der parametrischen und der impliziten Darstellung geometrischer Objekte!

Vorteile parametrisch:

Vorteile implizit:

Frage I.2 (1 Pt)

Skizzieren Sie einen Fall, bei dem die Erzeugung von Kurvensegmenten beim Marching Squares Algorithmus mehrdeutig ist. Beschriften Sie dazu in der Skizze rechts die Eckknoten der Gitterzelle mit „+“ und „-“, um anzuzeigen, ob die implizite Funktion zu einem positiven oder negativen Wert evaluiert. Skizzieren Sie weiterhin die unterschiedlichen Möglichkeiten, Kurvensegmente zu erzeugen, mit unterschiedlichen Farben oder indem Sie die Linien unterschiedlich stricheln.



Frage I.3 (1 Pt)

Geben Sie eine Formel an, mit der man den Flächeninhalt eines Dreiecks berechnen kann, dessen dreidimensionale Eckpunkte \mathbf{p}_1 , \mathbf{p}_2 , \mathbf{p}_3 in vektorieller Darstellung gegeben sind?

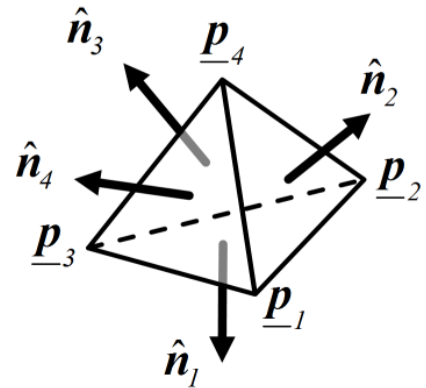
Frage I.4 (2 Pt)

Erklären Sie, wie man mit Hilfe der baryzentrischen Koordinaten σ_1 , σ_2 und σ_3 testen kann, ob ein Punkt im Innern eines Dreiecks liegt!



Frage I.5 (4 Pt)

Spezifizieren Sie den Tetraeder ohne und mit Nutzung der indizierten Oberflächenrepräsentation! Indizes sollen dabei beginnend mit 1 nummeriert werden.



II Graphikprogrammierung (7 Pt)

Frage II.1 (3 Pt)

Erklären Sie das Prinzip des Tripelbufferings!

Frage II.2 (1 Pt)

Welches Kriterium wird beim Backface Culling verwendet, um zu entscheiden, ob ein Dreieck dem Beobachter zugewandt ist oder nicht?



Frage II.3 (2 Pt)

Erklären Sie den Unterschied zwischen Flat-, Gouraud- und Phong-Shading!

Frage II.4 (1 Pt)

Wie viele Keildaten muss man spezifizieren, um einen Triangle Strip mit sieben Dreiecken darzustellen?

III Rasterisierung (10 Pt)

Frage III.1 (4 Pt)

Erklären Sie anhand einer Skizze, wie die inkrementellen Linienrasterisierungsalgorithmen „Bresenham“ bzw. „Mittelpunkt“ entscheiden, welcher Pixel als nächstes gezeichnet werden muss! Hier sind keine Formeln verlangt.

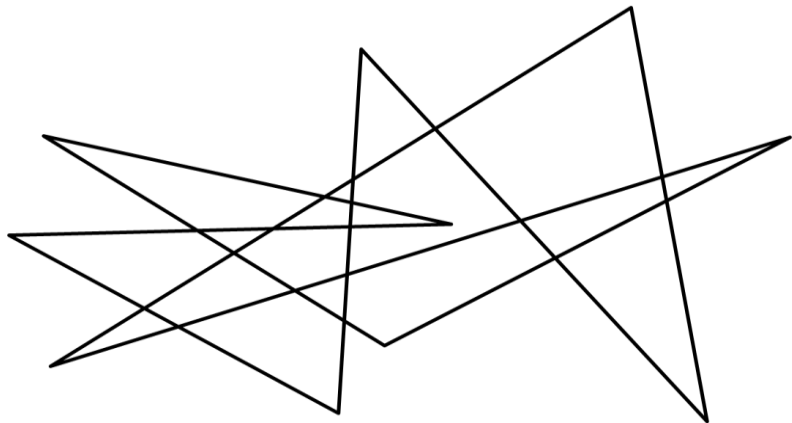


Frage III.2 (2 Pt)

Geben Sie Pseudo-Code für einen rekursiven FloodFill Algorithmus an!

Frage III.3 (1 Pt)

Schraffieren Sie im Polygon auf der rechten Seite, welche Bereiche durch die Paritätsregel als innen deklariert werden!



Frage III.4 (3 Pt)

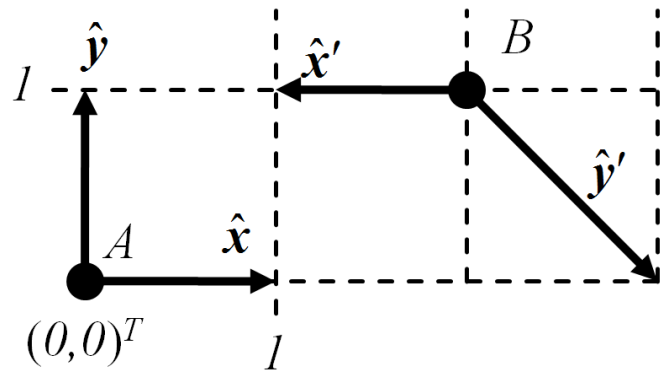
Wie kann man prinzipiell vorgehen, um beim Rasterisieren von Dreiecken zu vermeiden, dass Pixel von mehreren aneinander angrenzenden Dreiecken gezeichnet werden und so beim Blending der Pixel dunkler erscheint?



IV Transformationen (14 Pt)

Frage IV.1 (3 Pt)

Geben Sie die **homogene** Matrix der affinen Transformation an, die Vektoren im Koordinatensystem A so transformiert, dass sich die Basisvektoren von A auf die Basisvektoren von B abbilden. Nach welcher Rechenvorschrift kommt man auf die Systemtransformation von A nach B ?



Frage IV.2 (2 Pt)

Welche der folgenden homogenen Vektoren stellen denselben **2D**-Punkt dar? Schreiben Sie Ihre Antwort in der Form $\tilde{q}_1 \sim \tilde{q}_2, \dots$.

$$\tilde{q}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}, \tilde{q}_2 = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}, \tilde{q}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 2 \end{pmatrix}, \tilde{q}_4 = \begin{pmatrix} 1 \\ \frac{2}{3} \\ \frac{1}{3} \end{pmatrix}, \tilde{q}_5 = \begin{pmatrix} -1 \\ 2 \\ -2 \end{pmatrix}, \tilde{q}_6 = \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Frage IV.3 (3 Pt)

Wie kann man rationale Zahlen und rationale Funktionen mit Vektoren und Matrizen interpretieren? Was entspricht der Abbildung einer Zahl und was der Nacheinanderausführung von zwei Funktionen?



Frage IV.4 (3 Pt)

Schreiben Sie unter die folgenden **homogenen** 3x3-Matrizen, welche Art der Transformation sie repräsentieren. Zur Auswahl stehen:

- reine Rotation (rR),
- reine nichtuniforme Skalierung (rnuS),
- reine uniforme Skalierung (ruS),
- reine Punktspiegelung (rPS),
- reine Translation (rT),
- reine Scherung (rS),
- reine perspektivische Transformation (rP),
- keine reine Transformation (krT).

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Frage IV.5 (3 Pt)

Transformieren Sie den Punkt $\underline{p} = (1 \ 2 \ -1)^T$ mit der homogenen Matrix

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & -1 \\ -1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}!$$
 Benennen Sie die drei Teilschritte!



V Kurven (15 Pt)

Frage V.1 (2 Pt)

Erklären Sie den Begriff konvexe Hülleneigenschaft und wie man diese Eigenschaft bei einer Kurve prüfen kann!

Frage V.2 (2 Pt)

Welche der folgenden Kurven haben die konvexe Hülleneigenschaft?

☐ Bezier-Kurve, ☐ Lagrange-Kurve, ☐ Hermit-Spline, ☐ B-Spline

Frage V.3 (2 Pt)

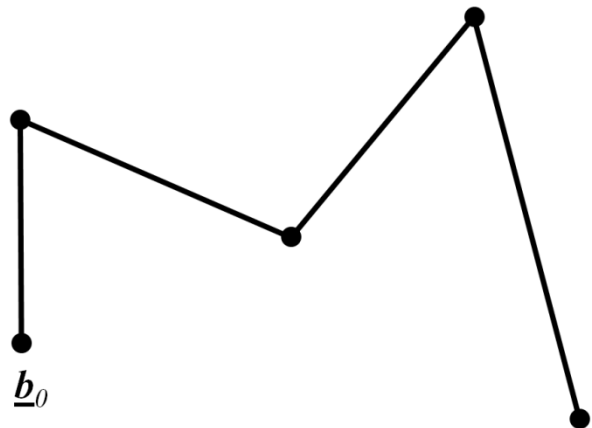
Geben Sie Pseudo-Code an für die Auswertung eines Polynoms in Monombasis mit Hilfe des Hornerschemas!

Frage V.4 Bezier-Kurven (3+1+2=6 Pt)

- a) Führen Sie in der Skizze rechts den de Casteljau Algorithmus graphisch für den Parameterwert $t = 0,25$ durch. (3 Pt)
- b) Welchen Grad hat die durch das Kontrollpolygon definierte Bezier-Kurve? (1 Pt)

- c) Geben Sie die Formeln für die Bernsteinbasis vom Grad 5 an! Schreiben

Sie sich dazu zuerst den benötigten Teil des Pascal'schen Dreiecks auf? (2 Pt)





Frage V.5 B-Splines ($1\frac{1}{2}+1\frac{1}{2}+2=3$ Pt)

a) Skizzieren Sie jeweils eine G^0 , G^1 und G^2 Unstetigkeit! ($1\frac{1}{2}$ Pt)

b) Wie viele Kurvensegmente hat ein offener B-Spline vom Grad 3 mit 12 Kontrollpunkten?
($\frac{1}{2}$ Pt)

c) Wie viele Kurvensegmente beeinflusst der zweite bzw. der sechste Kontrollpunkt eines offenen B-Splines vom Grad 4 mit 15 Kontrollpunkten? (**1 Pt**)

2. Kontrollpunkt: _____

6. Kontrollpunkt: _____

VI Beleuchtung (10 Pt)

Frage VI.1 (3 Pt)

Erklären Sie anhand einer Skizze, durch welche Parameter ein Strahler definiert wird!



Frage VI.2 (2 Pt)

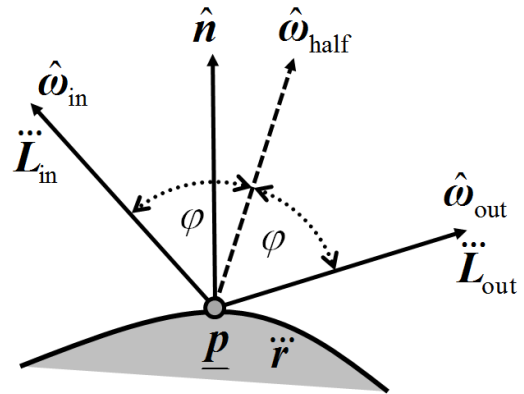
Kreuzen Sie in unten stehender Tabelle an, bei welchem der Ansätze es sich um ein globales Beleuchtungsverfahren handelt:

☐ Bidirektionales Pathtracing, ☐ Phong, ☐ Radiocity, ☐ Raytracing, ☐ Blinn-Phong

Frage VI.3 (1+1+1+1=4 Pt)

Lokale Beleuchtung.

- (a) Wie berechnet sich der normierte Vektor $\hat{\omega}_{\text{half}}$ aus dem Blinn-Phong Modell? Nutzen Sie die Abbildung und die darin verwendeten Bezeichnungen. (Alle Vektoren der Abbildung sind normiert!) (1 Pt).



- (b) Wie wird der Term $v\vec{r}_{\text{specular}} \otimes \vec{L}_{\text{in}}$ des spekularen Anteils an \vec{L}_{out} nach dem Blinn-Phong Modell (Formel) gewichtet? Ist dieser Term von der Richtung des Betrachters abhängig? (1 Pt)

- (c) Der spekulare Anteil des lokalen Beleuchtungsmodells bestimmt wie Highlights auf der Oberfläche eines Objektes dargestellt werden (Glattheit). Wie verändert sich die visuell wahrnehmbare Größe des Highlights mit größer werdendem Exponenten $m_{\text{shininess}}$? (Kurze Antwort.) (1 Pt)

- (d) Wann unterscheiden sich die Beleuchtungsmodelle nach Phong und Blinn-Phong signifikant? (1 Pt)



Frage VI.4 (1 Pt)

Was gibt das Leistungsspektrum für eine Lichtquelle an?

VII Raytracing (9 Pt)

Frage VII.1 (2 Pt)

In welche Teilberechnungen kann man den Schnitt zwischen Strahl und achsenparallelen Quader zerlegen?

Frage VII.2 (1+1½+1½=4 Pt)

(a) Wozu wird Supersampling beim Raytracing benötigt? (1 Pt)

(b) Nennen Sie drei unterschiedliche Supersampling-Strategien! (1½ Pt)

(c) Erklären Sie das Prinzip des Distribution Raytracing! (1½ Pt)



Frage VII.3 (3 Pt)

In folgender Skizze sind 10 Primitive in einen KD-Baum einsortiert. Die Trennebenen des KD-Baums sind mit unterschiedlich dicken Linien eingezeichnet. Je dünner die Linie desto tiefer in der KD-Baumhierarchie. Es soll der Schnittttest mit dem eingezeichneten Strahl betrachtet werden.

Nummerieren Sie dazu die traversierten Zellen, die den Blattknoten des KD-Baums entsprechen, in der Reihenfolge, in der sie beim beschleunigten Strahl-Szenen Schnittttest traversiert werden!

Nummerieren Sie zusätzlich die Primitive nach der Reihenfolge, in der beim beschleunigten Strahl-Szenen Schnittttest einzelne Schnittttests mit den Primitiven durchgeführt werden. Primitive, die im selben Blattknoten eingetragen sind, können dabei in einer beliebigen Reihenfolge nummeriert werden.

