

1. Fragen aus den Theorieteilen**2. Einführung in die Modellierung**

- 1) Erklären Sie wie eine implizite Kurve definiert ist und vergleichen Sie zur parametrischen Definition einer Kurve!
- 2) Was sind Vor- und Nachteile von impliziter bzw. parametrischer Darstellung?
- 3) Erklären Sie grob das Verfahren des Marching Squares Algorithmus! Was ist die Eingabe und die Ausgabe des Algorithmus?
- 4) Skizzieren Sie einen Fall, bei dem es beim Marching Squares Algorithmus mehrere Möglichkeiten gibt, Kurvensegmente zu erzeugen!
- 5) Wie kann man die Vereinigung bzw. Schnittmenge von zwei implizit repräsentierten Formen berechnen, wenn negative Werte das Innere beschreiben und positive das Äußere und die Formen durch die Funktionen $f_1(x,y)$ und $f_2(x,y)$ definiert sind?
- 6) Wie berechnet man die Richtung der Tangente einer parametrischen Kurve $\mathbf{c}(t)$?
- 7) Wie kann man den Winkel zwischen zwei 3D Vektoren berechnen?
- 8) Wie kann man den Flächeninhalt eines Dreiecks berechnen, dessen 3D Eckpunkte p_1, p_2, p_3 in vektorieller Darstellung gegeben sind?
- 9) Wie kann man prüfen, ob zwei Vektoren senkrecht zueinander stehen?
- 10) Wie ist das Spatprodukt definiert und was kann man damit berechnen?
- 11) Zeichnen Sie für zwei gegebenen Vektoren die Richtung des Kreuzproduktvektors ein!
- 12) Wie berechnet man Tangentenvektoren einer parametrischen Oberfläche $s(u,v)$ bzw. einer implizit gegebenen Fläche $f(x,y,z)=0$? Das sollten Sie auch für gegebene $s(u,v)$ und $f(x,y,z)$ ausrechnen können.
- 13) Gegeben einen Fußpunkt und eine normierte Normale, wie kann man den Abstand von einem beliebigen Raumpunkt zur Ebene senkrecht zur Normale durch den Fußpunkt berechnen? Was bedeuten dabei negative Abstände?
- 14) Nennen Sie 2 Möglichkeiten, eine Ebene im Raum zu spezifizieren!
- 15) Was sind baryzentrische Koordinaten und wie kann man sie berechnen?
- 16) Erklären Sie wie man mit baryzentrischen Koordinaten testen kann, ob ein Punkt im Innern eines Dreiecks liegt!
- 17) Erklären Sie wie man mit baryzentrischen Koordinaten Farben von den Knoten ins Innere eines Dreiecks interpolieren kann!
- 18) Erklären Sie den Unterschied zwischen der Repräsentation von Geometrie ohne bzw. mit Indizes! Was ist der Vorteil der indizierten Darstellung?
- 19) Gegeben die Skizze eines Tetraeders mit Normalen; spezifizieren Sie den Tetraeder ohne und mit Nutzung der indizierten Oberflächenrepräsentation!
- 20) Wie kann man die Normale eines Dreiecks, eines Polygons und eines Knoten in einem polygonalen Netz berechnen?
- 21) Gegeben Bilder von Polygonen, klassifizieren Sie die Polygone in konvex, einfach und allgemein!
- 22) Gegeben das Bild eines Polygons – zeichnen Sie alle Polygonecken ein, die Ohren darstellen!
- 23) Wozu kann man Texture Mapping verwenden? Was geben die Texturkoordinaten an?

24) Wie ist das obj-Dateiformat aufgebaut?

3. Grafikprogrammierung

- 25) Erklären Sie die prinzipielle Vorgehensweise bei der Darstellung von 3D Szenen mit OpenGL
- 26) Wo findet bei GPU-basierter Graphik die Rasterisierung statt – auf der CPU oder der GPU?
- 27) Wozu werden Alpha- bzw. Tiefenpuffer verwendet?
- 28) Erklären Sie das Prinzip des Double bzw. Tripel Buffering!
- 29) Erklären Sie das Prinzip des Szenengraphens!
- 30) Was ist der Unterschied zwischen einem gerichteten Graphen, einem azyklischen gerichteten Graphen und einem Baum?
- 31) Wie kann man eine Baumtraversierung nach dem Prinzip des „Depth First“ implementieren?
- 32) Sei ein Bild von einem Binärbaum gegeben. Nummerieren Sie die Knoten in der Traversierungsreihenfolge beginnend mit 1 bei der „Depth first“ bzw. „Breadth First“ Strategie!
- 33) Erklären Sie den Unterschied zwischen Flat-, Gouraud- und Phong-Shading!
- 34) Welche Graphikprimitive werden in OpenGL unterstützt?
- 35) Wie viele Keildaten muss man spezifizieren, um einen Triangle Strip mit fünf Dreiecken darzustellen?
- 36) Was ist der Vorteil von Triangle Strips? Wie kann man mit Triangle Strips einen Tetrader mit Flat-Shading darstellen?
- 37) Erklären Sie das Prinzip der Lochkamera anhand einer eigener Skizze!
- 38) Gegeben ein Augpunkt, eine Blickrichtung und eine Obernrichtung. Welche zusätzlichen Parameter werden benötigt, um ein Sichtvolumen zu definieren? Welche geometrische Form hat das Sichtvolumen?
- 39) Beschreiben Sie einen Algorithmus im Pseudo-Code für das Clippen eines Polygons an einem Rechteck unter der Annahme, dass Sie einen Algorithmus zum Clippen einer Strecke an einem Rechteck zur Verfügung haben!
- 40) Welches Kriterium wird beim backface culling verwendet, um zu entscheiden ob ein Dreieck dem Beobachter zugewandt ist oder nicht?
- 41) Was versteht man unter einem Dolly Zoom?
- 42) Welche Information muss man zusätzlich spezifizieren, wenn man Texture Mapping einsetzen möchte?

4. Rasterisierung

- 43) Nennen Sie Vor- und Nachteile jeweils von Raster- und Vektordisplays!
- 44) Nennen Sie drei nützliche Kriterien für einen Algorithmus zum Rasterisieren von Linien!
- 45) Erklären Sie wie die inkrementellen Linienrasterisierungsalgorithmen „Bresenham“ bzw. „Mittelpunkt“ entscheiden, welcher Pixel als nächstes gezeichnet werden muss!
- 46) Wie kann man einen vorzeichenbehafteten Abstand von einer Geraden durch Punkt p in Tangentenrichtung v berechnen?

- 47) Geben Sie Pseudo-Code für einen rekursiven FloodFill Algorithmus!
- 48) Gegeben den Pseudo-Code von Folie 21 im Rasterisierungsskript; welches Problem mit dem Funktionsstapel tritt beim Füllen großer Flächen auf? Wie kann man das Problem beheben?
- 49) 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?
- 50) Gegeben eine Skizze von einem allgemeinen Polygon; schraffieren Sie die Bereich die von der Paritätsregel als Innen deklariert werden!

5. Transformationen

- 51) Gegeben ein Bild mit zwei Koordinatensystemen A und B (Ursprung kann sich unterscheiden), geben Sie die homogene Matrix einer affinen Transformation an, die Vektoren im Koordinatensystem A so transformiert, dass sich die Basisvektoren von A auf die Basisvektoren von B abbilden. Wie kommt man auf die Systemtransformation von B nach A?
- 52) Gegeben eine Transformationsfolge wie auf Folie 11, schreiben Sie das Matrixprodukt zur Berechnung der Gesamttransformation auf!
- 53) Gegeben eine Matrix mit numerischen Werten; bestimmen Sie um welche Transformation es sich handelt (Transformationen der Folien 12-14 plus Translationen und Perspektivische Transformationen müssen erkannt werden, siehe auch Folie 26)
- 54) Wie kann man homogene Vektoren interpretieren, wenn man sie zur Darstellung von affinen Transformationen einsetzt und wie beim Einsatz für perspektivische Transformationen?
- 55) Wie transformiert man eine Normale mit einer affinen bzw. perspektivischen Transformation wenn man eine Transformationsmatrix M gegeben hat?
- 56) Was versteht man unter einem Hauptriss?
- 57) Gegeben Bilder von einem parallel projizierten Würfel; handelt es sich um eine isometrische, dimetrische oder trimetrische Projektion?
- 58) Welche Art von Transformationen benötigt man um entlang von Strahlen durch ein Projektionszentrum auf eine Bildebene zu projizieren?
- 59) 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?
- 60) Gegeben mehrere homogene Vektoren mit numerischen Einträge; geben Sie an welche davon isomorph sind, d.h. denselben Punkt im nicht homogenen Raum spezifizieren!
- 61) Erklären Sie die drei Schritte, die man durchführen muss, um einen Punkt mit einer perspektivischen Transformation, die als homogene Matrix repräsentiert ist, abzubilden! Selbe Frage für Normalenvektoren.
- 62) Wie ist ein homogener Vektor mit einer 0 in der w-Komponente zu interpretieren, wenn man die homogene Darstellung für perspektivische Abbildungen einsetzt?
- 63) Wie können die Spalten einer homogenen Matrix, die eine perspektivische Transformation repräsentiert, interpretiert werden?

- 64) Wann werden Geradensegmente bei einer perspektivischen Transformation in zwei Teile zerlegt?
- 65) Warum ist das Clippen an der z_{near} und z_{far} Clipping Plane wichtig?

6. Kurven

- 66) Erklären Sie das Kontrollpunktparadigma, unter Verwendung der Begriffe Kontrollpolygon und Basis!
- 67) Was bedeuten die Begriffe Endpunktinterpolation und konvexe Hülleneigenschaft? Welche der folgenden Kurven haben jeweils diese Eigenschaften? Bezierkurve, Lagrangekurve, Hermit-Spline, B-Spline
- 68) Wie erkennt man die Eigenschaft der Endpunktinterpolation aus einem Schaubild der Basisfunktionen?
- 69) Was ist der Grad g eines Polynoms und wie viele Koeffizienten benötigt man, um ein Polynom vom Grad g zu definieren?
- 70) Geben Sie die Formeln für die Bernsteinbasis vom Grad 3 an! Wie kann man dafür das Pascal'sche Dreieck nutzen?
- 71) Kann man für jede Bezierkurve mit 4 Bezierpunkten auch 4 Kontrollpunkte für eine Lagrangekurve finden, die dieselbe parametrische Kurve definieren? Welche Freiheitsgrade hat man hierbei zusätzlich? Wie ist das prinzipielle Vorgehen, um die Kontrollpunkte der Lagrangekurve zu bestimmen?
- 72) Geben Sie Pseudo-Code an für die Auswertung eines Polynoms in Monombasis mit Hilfe des Horner-Schemas!
- 73) Führen Sie graphisch den De Casteljau-Algorithmus für ein gegebenes Kontrollpolygon durch!
- 74) Wie ist die 3-te Lagrange-Basisfunktion vom Grad 4 bei einem Stützstellenvektor von $(0, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, 1)$ definiert?
- 75) Was erhält man, wenn man in die i -te Lagrange-Basisfunktion die k -te Stützstelle u_k einsetzt?
- 76) Welche Probleme haben jeweils Bezier- und Lagrangekurven im Vergleich zu Splines (unabhängig davon ob Hermite- oder B-Splines)?
- 77) Was muss alles für die Definition eines Hermite-Splines spezifiziert werden?
- 78) Skizzieren Sie die Basisfunktionen, die man für ein Hermite-Segment das von $t=0$ bis $t=1$ parametrisiert ist! Achten Sie darauf, dass bei $t=0$ und $t=1$ die Funktionswerte und Steigungen der Basisfunktionen stimmen! (Steigungen müssen dabei nur grob stimmen.)
- 79) Skizzieren Sie jeweils eine G^0 , G^1 und G^2 Unstetigkeit!
- 80) Wie muss man beim aneinandersetzen von zwei Bezierkurven die ersten beiden Kontrollpunkte der zweiten Kurve wählen, damit ein C^1 bzw. G^1 stetiger Übergang entsteht?
- 81) Wie heißen die Kontrollpunkte für eine B-Spline Kurve?
- 82) In welchem Zusammenhang steht die Anzahl K der Kontrollpunkte und die Anzahl n der Kurvensegmente bei einem offenen/geschlossenen B-Spline vom Grad g ?
- 83) Geben Sie einen Knotenvektor für einen offenen B-Spline vom Grad 3 mit 6 Kontrollpunkten an, der die Eigenschaft der Endtangenteninterpolation besitzt! (Tipp

überlegen Sie sich zuerst die Anzahl der Kurvensegmente und schließen Sie daraus auf die Anzahl der unterschiedlichen Knotenvektoreinträge.)

- 84) Skizzieren Sie die Basisfunktionen von einem offenen C^0 -stetigen B-Spline mit 4 Kontrollpunkten!
- 85) Welche Stetigkeit hat ein B-Spline vom Grad 3 an einem Knotenvektoreintrag, der 2 mal hintereinander im Innern des Knotenvektors vorkommt?
- 86) Wieviele Kontrollpunkte beeinflussen jeweils ein Kurvensegment in einem geschlossenen B-Spline vom Grad 3?
- 87) Wieviele Kurvensegmente beeinflusst jeder Kontrollpunkt in einem geschlossenen B-Spline vom Grad 4?
- 88) Zeichnen Sie in ein gegebenes Kontrollpolygon die Vereinigung der lokalen konvexen Hüllen ein innerhalb der ein offener B-Spline vom Grad 3 liegen muss!

7. Beleuchtung

- 89) Was gibt das Leistungsspektrum für eine Lichtquelle an?
- 90) Welche Prozesse sind bei der Lichtausbreitung und ihrer Simulation wichtig?
- 91) Was versteht man unter Emission, Transport, Absorption, Streuung, Reflektion, Refraktion?
- 92) Was misst die Strahldichte?
- 93) Erklären Sie den Unterschied zwischen Light und Visibility Tracing!
- 94) Wodurch ist eine Richtungs-, Punktlichtquelle bzw. ein Strahler definiert?
- 95) Was sind die Eingaben für ein lokales Beleuchtungsmodell und was für eine BRDF?
- 96) In welche Teile werden lokale Beleuchtungsmodelle zerlegt?
- 97) Wovon hängen ambiente, diffuse und spekulare Beleuchtung ab – von Richtung zur Lichtquelle und oder von Richtung zum Beobachter?
- 98) Nach Multiplikation von eingehender Leuchtdichte mit den Materialparametern, wie berechnet sich der diffuse bzw. spekulare Anteil nach Phong bzw. Blinn-Phong aus den Richtungsvektoren ω_{in} , ω_{out} und n ?
- 99) Wie berechnet man die Richtung des reflektierten Strahls bzw. des Halbvektors?
- 100) Wann unterscheiden sich die Beleuchtungsmodelle nach Phong und Blinn-Phong signifikant?
- 101) Was versteht man unter dem Brechungsindex?
- 102) Malen Sie eine Skizze und erklären Sie das Gesetz von Snellnius mit der entsprechenden Formel!
- 103) Was versteht man unter dem Grenzwinkel?
- 104) Teilen Sie die folgende Ansätze in lokale bzw. globale Beleuchtungsverfahren ein: Phong, Blinn-Phong, Raytracing, Radiosity, Bidirektionales Pathtracing! Mit welchem Verfahren kann man Kaustiken simulieren und mit welchem diffuse Streuung?

8. Raytracing

- 105) Erklären Sie wie beim Raytracing Strahlen verfolgt werden und gehen Sie dabei auf den Begriff Rekursives Raytracing ein.
- 106) Wozu wird Supersampling beim Raytracing benötigt?
- 107) Nennen Sie drei unterschiedliche Supersampling-Strategien!

- 108) Wie kann man in Vektorschreibweise die Richtung des ideal gespiegelten Strahls berechnen aus v und n (siehe Folie 7)?
- 109) Wieso werden beim Raytracing meist zwei unterschiedliche Schnittberechnungsfunktionen implementiert?
- 110) Warum sollte man beim Raytracing die maximale Rekursionstiefe beschränken?
- 111) Erklären Sie das Prinzip des Distribution Raytracing und nennen Sie zwei Effekte, die man damit simulieren kann!
- 112) Erklären Sie ohne auf Formeln einzugehen, wie man die Schnittberechnung zwischen Strahl und Kugel / Dreieck implementiert!
- 113) In welche Teilberechnungen kann man den Schnitt zwischen Strahl und achsenparallelen Quader zerlegen?
- 114) Gegeben eine Skizze von einem regulären Gitter mit mehreren enthaltenen Objekten und einem Strahl. Markieren Sie in welcher Reihenfolge die Gitterzellen durchlaufen werden und in welcher Reihenfolge Schnitttests durchgeführt werden!
- 115) Wie funktioniert die Maiboxtechnik und bei welcher Beschleunigungsdatenstruktur wird diese benötigt – Gitter, Hüllvolumenhierarchie, KD-Baum?
- 116) Gegeben ein Bild von einer Menge von Objekten, zeichnen Sie die achsenparallelen Quader der ersten drei Level einer Hüllvolumenhierarchie ein – indem Sie entlang der Richtung der größten Ausdehnung balanciert spalten!
- 117) Nach welcher Heuristik kann man beim Aufbau eines KD-Baums die Position der Split-Ebene optimieren? Was besagt diese Heuristik?
- 118) Gegeben ein Bild von einem KD-Baum über einer Menge von Szenenprimitiven und ein Strahl, schreiben Sie Zahlen an die Primitive, die angeben, in welcher Reihenfolge diese bei der KD-Baum Traversierung auf Schnitt mit dem Strahl getestet werden!