

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 1 von 13
--	------------	---

Name:	
Matrikelnummer:	

Aufgabe	Maximale Punktzahl	Erreichte Punktzahl
Surface Representations	12	
Lighting and Texturing	7	
Curves	12	
Data Structures	9	
Gesamt	40	

Regeln:

- Erlaubtes Material: 1 Blatt handschriftliche Notizen (mit Vor- und Rückseite)
- Nicht erlaubt: Elektronische Geräte in irgendeiner Form, also kein Taschenrechner, Notebook, Handy, usw.
- Dauer: 90 Minuten
- Wenn Sie Pseudocode angeben sollen, dann dürfen Sie Hilfsmethoden einfach als vorhanden voraussetzen. Beschreiben Sie solche einfach mit einem Satz oder ein paar Stichworten.

Engl.: Rules:

- *Allowed material: one paper page with handwritten notes (front and back)*
- *Not allowed: electronic devices in any form (e.g. calculator, notebooks, smart phone, ...)*
- *Duration: 90 minutes*
- *If you write pseudocode, you may assume that supporting methods exist. Simply describe them in a sentence or a couple of bullet points.*

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 2 von 13
--	------------	---

1 Surface Representations

1.1 Vertex Normal

2 Punkt(e)

Skizzieren Sie die Vertex-Normale direkt in Abbildung 1 an Punkt b mit

- konstanter Gewichtung
- Gewichtung mit Segmentlänge

Engl.: Sketch the vertex normal directly in figure 1 at point b with

- constant weighting
- weighting by segment length

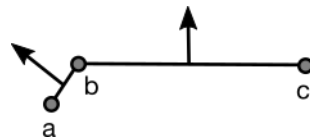


Abbildung 1: Schätzung der Vertex-Normalen.

Engl.: Vertex normal estimation.

1.2 Halfedge Data Structure

2 Punkt(e)

Geben Sie einen Algorithmus in Pseudocode an, der für eine Halbkante h alle Halbkanten liefert, die aus dem Zielpunkt der Halbkante herausgehen (also diesen Punkt als Startpunkt haben).

Engl.: Write an algorithm in pseudocode, which computes all outgoing halfedges for the end vertex of a halfedge h (the end vertex of h is the start vertex for the computed halfedges.)

```
List<HalfEdge> getOutEdges(HalfEdge h){
```

```
}
```

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 3 von 13
--	------------	---

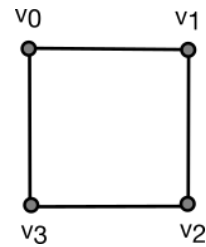
1.3 Marching Squares

2 Punkt(e)

Gegeben ist eine Zelle im Marching Squares-Verfahren.

Engl.: *Given is one cell in the Marching Squares approach.*

- $v_0 = (1, 1), f(v_0) = 0$
- $v_1 = (2, 1), f(v_1) = 0.5$
- $v_2 = (2, 0), f(v_2) = 1.5$
- $v_3 = (1, 0), f(v_3) = 2$



Bestimmen Sie den 4-Bit-Index und den daraus resultierenden Index der Lookup-Tabelle für den Isowert $\lambda = 1.25$.

Engl.: *Determine the 4-bit index and the resulting index in the look-up table for the iso value $\lambda = 1.25$.*

An welchem Punkt schneidet die Oberfläche die Kante v_1-v_2 für den λ -Wert?

Engl.: *At which point does the surface intersect the edge v_1-v_2 for the λ -value?*

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 4 von 13
--	------------	---

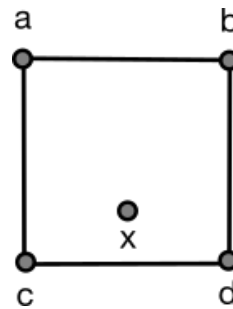
1.4 Bilinear Interpolation

3 Punkt(e)

Gegeben ist eine Gitterzelle mit den angegebenen Funktionswerten. Interpolieren Sie den Funktionswert an der Stelle x mit bilinearer Interpolation.

Engl.: Given is a grid cell with the provided function values. Interpolate the function value at x using bilinear interpolation.

- $a = (2, 5), f(a) = 2$
- $b = (6, 5), f(b) = 4$
- $c = (2, 1), f(c) = -1$
- $d = (6, 1), f(d) = 0$
- $x = (4, 2), f(x) = ?$



Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 5 von 13
--	------------	---

1.5 Overlapping

3 Punkt(e)

Beschreiben Sie stichwortartig einen Algorithmus, der für zwei Dreiecke überprüft, ob sie die gleiche Form und Größe haben (sich durch Rotation und Translation also deckungsgleich übereinander legen lassen). Die Dreiecke *A* und *C* in Abbildung 2 haben diese Eigenschaften, alle anderen Paare aus Dreiecken in der Abbildung haben die Eigenschaft nicht.

*Engl.: Describe an algorithm in bullet points to check for two triangles, if they have the same shape and size (they can be aligned perfectly using rotation and translation). The triangles *A* and *C* in figure 2 have this property, all other pairs of triangles in the figure don't.*

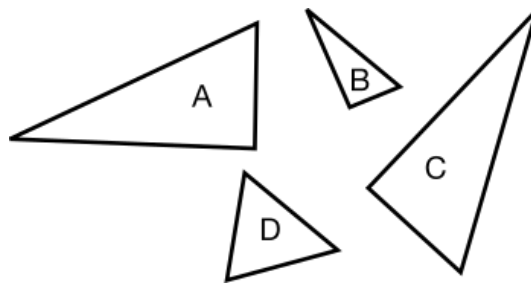


Abbildung 2: Prüfung auf Deckungsgleichheit für Dreiecke.

Engl.: Check for same shape and size in triangles.

```
// triangle1: Array with 3 corner vertices of first triangle
// triangle2: Array with 3 corner vertices of second triangle
boolean sameShape(Vector3[] triangle1, Vector3[] triangle2){
```

```
}
```

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 6 von 13
--	------------	---

2 Lighting and Texturing

2.1 Phong Lighting Model - Ambient

1 Punkt(e)

Warum verletzt der ambiente Term im Phong Beleuchtungsmodell die Physik?

Engl.: Why does the ambient term in the Phong lighting model violate physics?

2.2 Phong Lighting Model - Diffuse

1 Punkt(e)

Wir betrachten die Beleuchtung eines Oberflächenpunktes p mit der Normalen n . Wo kann überall eine Punktlichtquelle positioniert werden, sodass der diffuse Anteil des Phong Beleuchtungsmodells maximal ist.

Engl.: We consider the lighting of a surface point p with normal n . What are the positions of a point light source, such that the diffuse component of the Phong lighting model is maximized?

2.3 Mip-Map

1 Punkt(e)

Wieviele Ebenen hat eine vollständige Mip-Map für eine Textur mit der Auflösung 128×128 (größte Ebene mit 1×1 Pixeln).

Engl.: How many layers does a complete Mip-Map for a texture with resolution 128×128 have (coarsest level with 1×1 pixels)?

2.4 Raytracing

2 Punkt(e)

Wie könnte man das Standard-Raytracing abwandeln, um weiche Schatten zu erzeugen?

Engl.: How could you modify the standard raytracing to generate smooth shadows?

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 7 von 13
--	------------	---

2.5 Lamp

2 Punkt(e)

Bisher haben wir meist Punktlichtquellen verwendet. In dieser Aufgabe sollen Sie sich mit einer Stehlampe mit Lampenschirm (siehe Abbildung 3) beschäftigen. Das Zentrum der Lichtquelle liegt im Punkt p , der Lampenschirm ist in Richtung d geöffnet. Der Öffnungswinkel ist γ , der Schirm öffnet sich symmetrisch um die Richtung d . Erinnerung: der diffuse Anteil berechnet sich:

Engl.: We mainly used point light sources up to this point. In this task, we consider a lamp with a lampshade (see figure 3). The center of the light source lies in point p , the light shade opens in direction d . The opening angle is γ , the shade opens symmetrically around d . Reminder: the diffuse component is computed as:

$$L_{diff} = L_D * r_{diff} * \max(0, N * L)$$

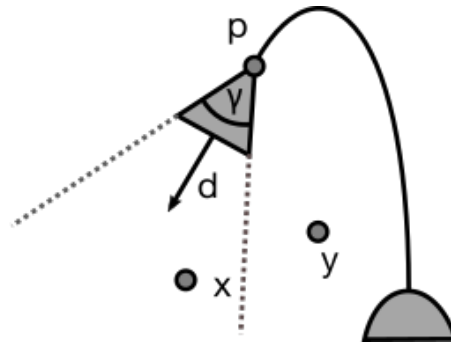


Abbildung 3: Stehlampen-Lichtquelle mit Licht-Zentrum p und Richtung d . x ist im Licht, y nicht.

Engl.: Lamp light source with light center p and direction d . x is in the light, y is not.

Wie muss man die Berechnung von L_{diff} anpassen, damit der Lichtkegel der Stehlampe für einen Oberflächenpunkt a korrekt berücksichtigt wird.

Engl.: How does L_{diff} have to be adjusted to correctly consider the light shade for a surface point a ?

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 8 von 13
--	------------	---

3 Curves

3.1 Basisfunction 1

2 Punkt(e)

Skizzieren Sie eine Basisfunktion, die ein konstantes Gewicht von 0.3 repräsentiert.

Engl.: Sketch a basis function, which represents a constant weight of 0.3.

3.2 Basisfunction 2

2 Punkt(e)

Skizzieren Sie eine Basisfunktion, die ein Gewicht von 0 an der Stelle $t = 0$ hat und bis zu $t = 1$ zum Gewicht 0.7 ansteigt. Der Anstieg soll zunächst schneller als linear erfolgen.

Engl.: Sketch a basis function, which represents a weight of 0 at $t = 0$ and then increases until $t = 1$ to a weight of 0.7. The increase shall be faster than linear.

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 9 von 13
--	------------	---

3.3 Hermite Curve

2 Punkt(e)

Geben Sie die vier Kontrollpunkte einer 2D-Hermite-Kurve an, die möglichst ähnlich zu der Kurve in Abbildung 4 aussieht.

Engl.: Give the four control points of a 2D-Hermite curve, which looks as similar as possible compared to the curve in figure 4.

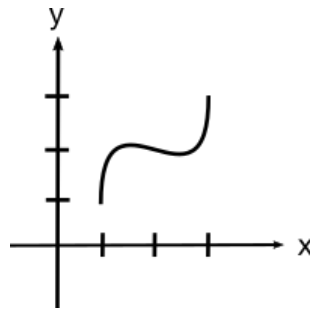


Abbildung 4: Konstruktion einer Hermite-Kurve.

Engl.: Construction of a Hermite curve.

$c_0, c_1, c_2, c_3 =$

3.4 Bezier Curve

3 Punkt(e)

Geben Sie die Kontrollpunkte für einen 2D-Bezier-Spline vom Grad 3 aus zwei Segmenten an. Der Spline soll in etwa einen Kreis um den Ursprung mit dem Radius 1 beschreiben.

Engl.: Give the control points for a 2D-Bezier spline of degree 3 with two segments. The spline shall approximately describe a circle around the origin with radius 1.

first segment: $c_0, c_1, c_2, c_3 =$

second segment: $c_0, c_1, c_2, c_3 =$

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 10 von 13
--	------------	--

3.5 Comparison

3 Punkt(e)

Wir betrachten die folgenden beiden Kurven:

Engl.: We consider the following two curves:

$$p_1(t) = (1 - t)c_0 + tc_1$$

$$p_2(t) = (1 - t^2)c_0 + t^2c_1$$

Skizzieren Sie die beiden Kurven (c_0, c_1 können Sie selber festlegen):

Engl.: Sketch the two curves (c_0, c_1 can be chosen freely):

Was ist der Unterschied zwischen den beiden Kurven?

Engl.: What is the difference between the two curves?

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 11 von 13
--	------------	--

4 Data Structures

4.1 BSP Tree

2 Punkt(e)

Zeichnen Sie den BSP-Baum für die Hyperebenen $A - C$ und die Objekte $O_1 - O_4$ in Abbildung 5.

Engl.: Sketch a BSP tree for the hyperplanes $A - C$ and the objects $O_1 - O_4$ in figure 5.

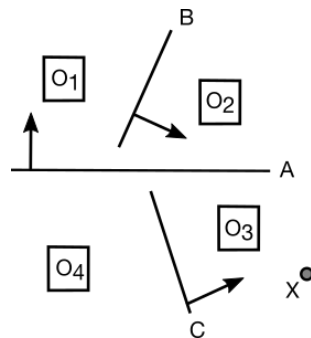


Abbildung 5: BSP Szene mit Hyperebenen.

Engl.: BSP scene with hyperplanes.

4.2 Back-To-Front Sorting

2 Punkt(e)

Geben Sie die Back-To-Front-Sortierung der Objekte $O_1 - O_4$ aus Sicht der Beobachter-Position x an.

Engl.: Write down the back-to-front sorting of the objects $O_1 - O_4$ from the observer view point x .

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 12 von 13
--	------------	--

4.3 BSP Tree vs. Quadtree

2 Punkt(e)

Zeichnen Sie eine 2D-Szene aus drei Punkten, die von einem BSP-Baum besser strukturiert werden kann als von einem Quadtree. 'Besser' heisst hier, dass die Tiefe des Baumes kleiner ist, wenn alle drei Punkte in je einer eigenen Zelle auftauchen. Skizzieren Sie, wie der Quadtree und die Hyperebenen des BSP-Baumes aussehen könnten.

Engl.: Sketch a 2D scene with three points, which can be structured better with a BSP tree compared to a quadtree. 'Better' in this case means, that the depth of the tree is smaller, if all three points appear in a different cell. Also sketch the resulting BSP tree and quadtree.

Klausur

WP Computergrafik Sommersemester 2017	05.07.2017	Prof. Dr. Philipp Jenke Seite 13 von 13
--	------------	--

4.4 Ray-Tree Intersection

3 Punkt(e)

Es soll in einem BSP-Baum die Hyperebene bestimmt werden, die einen Strahl $R : p + \lambda v$ zuerst schneidet. Der Algorithmus soll die Baumstruktur ausnutzen und nicht etwa einfach mit allen Hyperebenen nacheinander den Schnittpunkt berechnen. Eine Beispielszene ist in Abbildung 6 gegeben.

Engl.: We are looking for the hyperplane in a BSP tree, which is first intersected by a ray $R : p + \lambda v$. The algorithm must utilize the tree structure and not simply intersect the ray with all hyperplanes (no brute force). An example scene is given in figure 6.

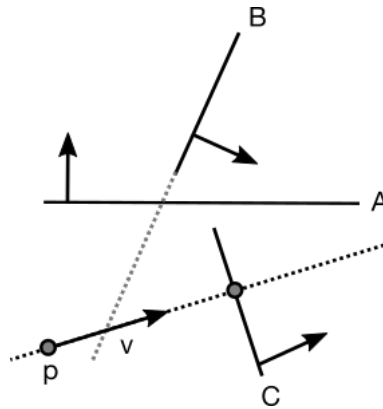


Abbildung 6: Schnitt zwischen Strahl und BSP-Baum.

Engl.: Ray-BSP tree intersection.

Geben Sie einen Algorithmus dafür in Pseudocode an. Es handelt sich um einen rekursiven Algorithmus, der zuerst mit dem Wurzelknoten des BSP-Baums als **node** aufgerufen wird.

Engl.: Describe an algorithm for the task in pseudocode. The algorithm shall be recursive and initially be called with the root node of the BSP tree as parameter node.

Node getFirstIntersection(Ray r, Node node){

}