HOCHSCHULE
HANNOVER
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES
AND ARTS
–
Fakultät IV
Wirtschaft und
Informatik

Testaufgaben zur Vorlesung

Computergrafik 1

Kapitel 3: Einfache Objekte

Bemerkungen:

- Bei jeder Aufgabe ist eine Kategorie angegeben, die Aufschluss darüber gibt welches Grundprinzip die Aufgabenstellung verfolgt:
    - **Reproduktion (RP):** Wissensfragen und Aufgaben die gelerntes Wissen abfragen. Die Lösung zur Aufgabe steht mehr oder weniger wörtlich in den Folien oder wurde im Screencast erläutert.
    - **Reorganisation (RO):** Aufgaben in denen Beispiele und Inhalte aus der Vorlesung aufgegriffen und leicht modifiziert werden.
        - Z.B. Beispielaufgabe rechnen oder Algorithmus auf Beispiel anwenden mit anderen Werten oder leicht veränderten Rahmenbedingungen
    - **Verständnis und Zusammenhang (VZ):** Verständnis überprüfen und Wissensbereiche miteinander verknüpfen. Inhaltliche Antworten nicht nur hinschreiben, sondern auch Begründungen geben warum dies korrekt ist / funktioniert.
    - **Transfer (TR):** Aufgaben die den Kontext so stark verändern, dass eine Lösungsstrategie erst aus den vorhandenen Wissen abgeleitet und konstruiert werden muss. Fragen deren Antworten nicht in den Unterlagen zu finden sind, sondern aus dem eigenen Verständnis heraus schlussgefolgert werden müssen. Schwierige Aufgaben, die selten vorkommen und dazu dienen festzustellen ob jemand eine 1 als Note verdient hat.
- Die Teilaufgaben sind potentielle Klausuraufgaben, bzw. waren das auch teilweise so oder so ähnlich schon in vergangenen Jahren.
- **Es gibt keine Bonuspunkte für die Bearbeitung der Testaufgaben**! Die Punkte bei den Aufgaben dienen nur zu Orientierung um einschätzen zu können, wie hoch die Gewichtung bezogen auf die Gesamtpunktzahl einer Klausur ist (Die Punkte sind angegeben in Bezug auf eine Klausur mit 60 Punkten gesamt)
- Es sind hier mehr Test-Aufgaben angegeben als in der Klausur zu einem Thema zu finden sein werden (siehe Punkte Gewichtung)

Teilthema 1: Polygone

a) Geben Sie die Definition für den Begriff „Polygon“ und für die dazu verwendeten Hilfsobjekte an. (RP, 3 P)

Siehe Folien

b) Definieren Sie „einfaches Polygon“ (RP, 2 P)

Siehe Folien

c) Gemäß Aufgabe b) gibt es zwei Möglichkeiten, wie ein Polygon die geforderten Kriterien für „einfach“ verletzen kann“. Geben Sie je ein solches nicht-einfaches Beispiel-Polygon an (RO, 2 P)

Also einmal eines wo sich zwei Kanten schneiden, und einmal eines wo ein Punkt auf einem anderen liegt

d) Geben Sie ein planares Polygon an (Skizze) bei dem der Orientierungstest basierend auf der Windungszahl mit dem Schwerpunkt als Referenz nicht möglich ist. (TR, 2 P)

Einfach ein Polygon, bei dem der Schwerpunkt außerhalb des Polygons liegt, z.B. (0,0);(2,0);(0.1,0.1);(0,2)

e) Definieren Sie „konvexes Polygon“ (RP, 2 P)

Siehe Folien

f) Geben Sie ein konvexes planares Polygon an, bei dem der Test auf Konvexität aus der VL für einfache planare Polygone fehlschlägt. Erläutern Sie dazu schrittweise den Ablauf bis zum Fehler. (VZ, 4 P)

„Das Haus vom Nikolaus“ ist konvex (man betrachtet nur die Silhouette), aber der Test sagt „nicht konvex“, falls man ein „Z“ zu Beginn zeichnet

Hardcore Variante (also für die Florian Knaufs dieser Welt) dieser Frage ist übrigens „gibt der obige Test beim Haus vom Nikolaus das richtige Ergebnis an?“: Antwort wäre: das kommt darauf an wie man zeichnet: Entweder wie oben, dann Fehler oder Man kann auch erst einmal „außen rum“ zeichnen und dann die inneren Striche, dann geht man immer links oder immer rechts rum....

g) Wieso werden in der Computergrafik besonders gerne Dreiecke anstatt allgemeiner Polygone verwendet? (RP, 1 P)

Siehe Folien, ein Dreieck ist planar und konvex.

h) Erläutern Sie die Funktionsweise von Backface-Culling, beantworten Sie dabei folgende Teilfragen: (RP, 5 P)

I. Wieso wird es verwendet? (Hinweis: Es gibt 2 Gründe)

II. Welches mathematische Kriterium wird verwendet? Erläutern Sie die dabei verwendeten Bezeichner.

III. Erläutern Sie anhand einer Skizze warum dieses Kriterium geometrisch sinnvoll/korrekt ist

Siehe Folien

Teilthema 2: Polygonale Netze

a) Definieren sie den Begriff „Polygonales Netz“. Geben Sie zu jedem Kriterium ein Beispiel-Netz an, das dieses Kriterium **nicht** erfüllt. (RP, 4 P)

Siehe Folien

b) Erläutern Sie die Funktionsweise einer Eckenliste, beantworten Sie dabei folgende Teilfragen: (RP, 3 P)

   I. Wie ist die grundlegende Funktionsweise, welche Daten werden dazu abgespeichert?

   II. Welche Vorteil bietet eine Eckenliste gegenüber einer expliziten Speicherung?

Siehe Folien

c) Was ist der Unterschied zwischen Topologie und Geometrie? (RP, 2 P)

Siehe Folien: Geometrie: Pos im Raum, Topologie: logische Nachbarschaft/Konnektivität

d) Angenommen basierend auf einer Eckenliste soll die geschätzte Normale eines Punktes aus den angrenzenden Flächennormalen berechnet werden. Wie groß ist die Laufzeit in O-Notation um diese Punkt-Normale zu berechnen? Begründen Sie ihre Antwort. (VZ, 3 P)

Einsammeln der Flächennormalen bedeutet jedes angrenzende Polygon absuchen. Um das zu finden muss die Liste aller Polygone abgelaufen werden und geschaut werden ob der Index des zu untersuchenden Punktes in der Liste der Indices vorkommt. Das dauert also O(N), falls N die Anzahl der Polygone ist. (genau genommen noch multipliziert mit der Anzahl der Punkte pro Polygon, diese Anzahl ist aber begrenzt und verglichen mit der Anzahl der Polygone klein).

Alle Normalen des Netzes wären dann also O(N*M) wenn M die Anzahl der Punkte ist (war nicht Teil der Frage)

e) Erläutern Sie mit welcher Strategie man - basierend auf einer Ecken-liste - die geschätzte Normale eines Punktes aus den angrenzenden Flächennormalen besonders performant berechnen kann, wenn **alle** Punkt-Normalen berechnet werden sollen. (RO, 3 P)

   I. Geben Sie dazu den Aufwand jedes Teilschrittes in O-Notation an und kumulieren sie anschließend auf.

Hinweis: Kategorie RO falls man die Übung gemacht hat sonst TR.

1. Iteration über alle Vertices und Normale auf (0,0,0) initialisieren O(M)
2. Iteration über alle Faces und für jeden Punkt des Faces die Flächennormale addieren O(N)
3. Iteration über alle Vertices und Normale normieren. O(M)

   Aufwand also O(M+N+M) = O(max(N,M))

f) Welches Grundproblem hat jede polygonale Netzdarstellung? (RP, 1 P)

Runde Objekte wirken eckig, je nach Auflösung: viel Aufwand händisch genug Punkte und Kanten zu generieren

g) Mit welchen beiden alternativen Strategien kann man die in f) beschriebene Problematik mindern? (RP, 2 P)

Siehe Folien, Algorithmische polygonale Verfeinerung oder mathematische Objekte wie Kugel, etc. mit „unendlicher Auflösung“

Teilthema 3: Geometrische Grundprimitive

a) Erläutern Sie die Funktionsweise von Kugelkoordinaten, beantworten Sie dabei folgende Teilfragen: (RP, 4 P)

I. Wie ist die grundlegende Funktionsweise mathematisch detailliert (also incl. Formeln) an. Erläutern Sie die verwendeten Bezeichner

II. Welche Wertebereiche gelten für die jeweiligen Winkelangaben?

III. Ergänzen Sie Ihre Ausführungen mit einer beschrifteten Skizze.

Siehe Folien

b) Welche Nachteile bietet die Tesselierung einer Kugel nach Längen- und Breitengraden? (VZ, 2 P)

Unterschiedliche Polygone (Dreiecke und Vierecke) sowie sehr unterschiedliche Flächen der einzelnen Faces

c) Geben Sie mindestens 3 Gründe an, warum einfache Objekte wie Kugel, Zylinder, etc. in der Computergrafik in ihrer mathematischen Darstellung verwendet werden, obwohl Grafik-Karten nur Dreiecke performant verarbeiten können. (VZ, 3 P)

Level-Of-Detail Möglichkeit: Je entfernter z.B. ein Objekte ist umso weniger Faces werden zur Tesselierung verwendet.

Einfache und performante Kollisionsberechnung

Volumetrische Sicht möglich, CSG möglich

Einfache und performante Transformation (z.B. Verschiebung: nur Mittelpunkt)

d) Was ist ein Sweep- Körper? (RP, 1 P)

Siehe Folien

e) Welche beiden Varianten zur Modellierung von Rotationskörpern gibt es? Welche Polygone werden für die Netzdarstellung jeweils benötigt? (RP, 2 P)

Siehe Folien

Teilthema 4: Polygonale Verfeinerung

a) Geben Sie die Definition des Prinzips der polygonalen Verfeinerung an. (RP, 4 P)

siehe Folien

b) Erläutern Sie den Chaikins-Algorithmus in der Sichtweise „pro Kante“. Beantworten Sie dazu die folgenden Teilaufgaben: (RP, 4 P)

I. Geben Sie formal an, wie das Kontrollpolygon verfeinert wird und erläutern Sie die verwendeten Bezeichner.

II. Geben Sie das Berechnungsprinzip „pro Kante“ als Formel an

III. Ergänzen Sie Ihre Ausführungen mit einer beschrifteten Skizze.

IV. Wie viele Punkte werden aus N gegebenen Punkten in einer Iteration erzeugt?

siehe Folien

c) Erläutern Sie den Chaikins-Algorithmus in der Sichtweise „verdoppeln und mitteln“. Beantworten Sie dazu die folgenden Teilaufgaben: (RP, 6 P)

I. Erläutern Sie strukturiert das Grundprinzip (z.B. gemäß einem „Kochrezept“, was wird in welcher Reihenfolge ausgeführt?)

II. Erläutern Sie wie der Speicherplatz in einer Liste bei der Implementierung möglichst effizient genutzt werden kann (insbesondere soll die vorhandene Liste nur vergrößert werden).

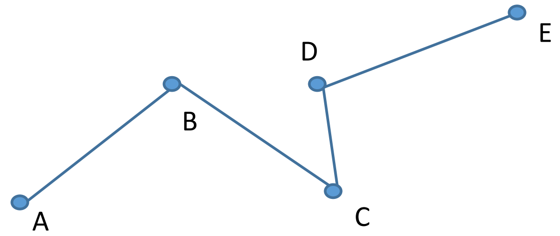
siehe Folien

d) Führen Sie eine Iteration des Chaikins-Algorithmus in der Sichtweise „verdoppeln und mitteln“ für folgenden Polygonzug aus: (RP, 6 P)

geben Sie je zwei beschriftete Skizzen pro Arbeitsschritt des Algorithmus. Dabei soll das geometrische Aussehen und die Speicherbelegung in der Liste für die vorgegebene Kurve skizziert werden.

Für die Mitte zweier Punkte schreiben sie die Kombination, also z.B. die Mitte von C und D ist der Punkt CD

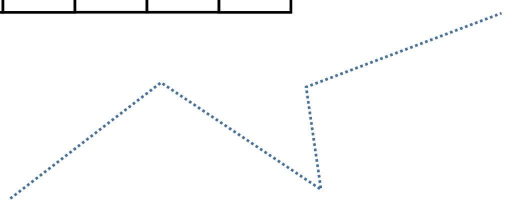
A	B	C	D.	E



Ergänzen Sie ab hier jeweilige Liste (ggf. verlängern) und zeichnen Sie die zugehörige geometrische Konfiguration des Polygonzuges rechts basierend auf der vorbereiteten Zeichenhilfe (nach Ausführung des jeweiligen Arbeitsschritts)

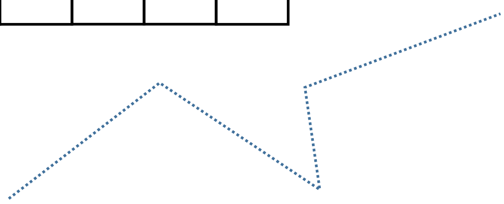
A	A	B	B	C	C.	D.	D	E	E

Liste verlängern!



AA.	AB.	BB.	BC.	CC.	CD.	DD.	DE.	EE.	----

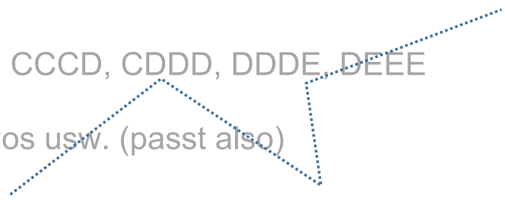
Liste verlängern!



Liste verlängern!

AAAB, ABBB, BBBC, BCCC, CCCD, CDDD, DDDE, DEEE

=3/4*A+1/4*B in der ersten Pos usw. (passt also)



Zeichnung bekommst Du selbst hin

e) Wie kann mit dem Chaikins-Algorithmus für jeden vorgegebenen Polygonzug eine beliebig glatte Kurve (also eine, bei der auf dem Bildschirm keine Polygonale „Eckigkeit“ mehr sichtbar ist) erzeugt werden? (TR, 2 P)

So viele Unterteilungsiterationen machen dass die längste Linie kleiner als ein Pixel ist

f) Wie ist es möglich bei bekannter Bildschirmauflösung eine Chaikins-Kurve zu erzeugen die an allen bis auf einer Stelle keine sichtbare Eckigkeit mehr hat? (TR, 2 P)

Hat auch schon Knauf'sches Niveau:

Analog zu e) aber man macht z.B. eine 90 Grad ecke und dann aber an diesem Eckpunkt und an den Punkten am Ende der sichtbaren Kante (also die nächsten Punkte mit unterschiedlicher Position) macht man die Vielfachheit so hoch, d.h. ganz viele Punkte die topologisch benachbart aber geometrisch gleich sind, (in benachbarten Punkten mit benachbarten Indices steht also dieselbe Position). Dann muss die Vielfachheit so hoch sein, dass beim Mitteln immer noch benachbarte Punkte zusammen auf die gleiche Position fallen. Beide Punkte bleiben also an ihrer geometrischen Position und die gerade Kante sichtbar!

Man muss aufhören wenn alle Kanten kleiner als ein Pixel sind außer die beiden Kanten die zu den Ecken gehören.

Teilthema 5: sonstiges

a) Was ist ein Level-Set? (RP, 2 P)

Siehe Folien

b) Erläutern Sie anhand einer Skizze ausführlich das MVC-Konzept im Kontext der Computergrafik (RP, 5 P)

Siehe Folien