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

Testaufgaben zur Vorlesung

Computergrafik 1 – Teil 1/3

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

Planar: Das alles auf einer Ebene ist und überschneidungsfrei

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

b) 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)

c) 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)

d) 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

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)

b) 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)

c) Erläutern Sie mit welcher Strategie man - basierend auf einer Eckenliste - 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.

Teilthema 3: Geometrische Grundprimitive

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

b) 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)

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

Teilthema 4: Polygonale Verfeinerung

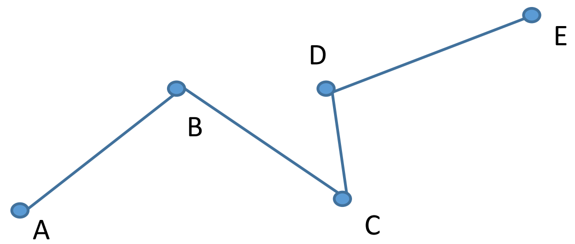
a) Geben Sie die Definition des Prinzips der polygonalen Verfeinerung an. (RP, 4 P)

b) 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

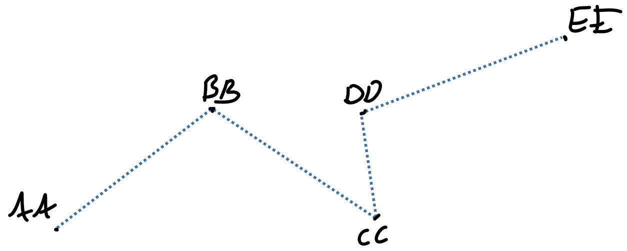
A	B	C	D.	E



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

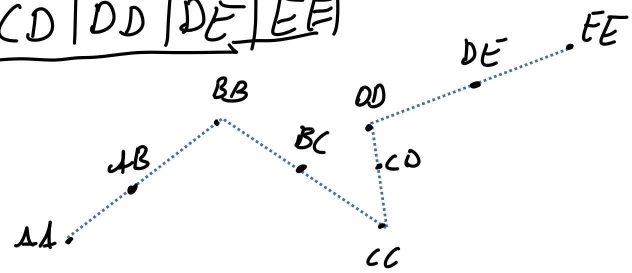
Liste verlängern!



Mittelungsschritt 1.

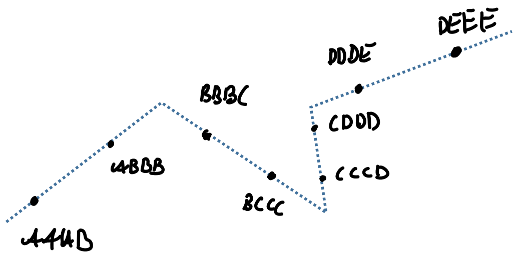
AA	AB	BB	BC	CC	CD	DD	DE	EE

Liste verlängern!



AAAB	ABBB	BBBC	BCCC	CCCD	CDDD	DDDE	DEEE

Liste verlängern!



a)

Definition 3.14 (Polygonale Verfeinerung)

Ein polygonaler Verfeinerungsprozess ist ein Schema, das eine Sequenz von Kontroll-Polygonen erzeugt, wobei für jedes $k > 0$, jedes $\mathbf{P}_j^k$ geschrieben werden kann als

$$\mathbf{P}_j^k = \sum_{i=0}^{n_{k-1}} \alpha_{i,j,k} \mathbf{P}_i^{k-1}$$

Summe = gewichtete Punkte aus alten Punkten

Das bedeutet, jedes Element $\mathbf{P}_j^k$ kann als Linearkombination der Kontrollpunkte aus dem Kontrollnetz des vorherigen Schrittes berechnet werden.

k=0 $\mathbf{P}_0, \mathbf{P}_1, \ldots, \mathbf{P}_n$

k=1 $\mathbf{P}_0^1, \mathbf{P}_1^1, \ldots, \mathbf{P}_{n_1}^1$

k=2 $\mathbf{P}_0^2, \mathbf{P}_1^2, \ldots, \mathbf{P}_{n_2}^2$

$\vdots$

$\mathbf{P}_0^k, \mathbf{P}_1^k, \ldots, \mathbf{P}_{n_k}^k$

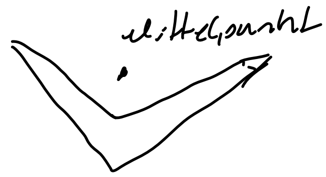
$\vdots$

Jede neue Position ist gewichtetes Mittel aus alten Positionen

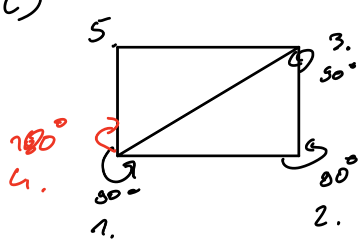
Teil 1

a) Ein Polygon ergibt sich als die Fläche/Gebiet, welches vom geschlossenen Polygonzug umrandet wird.
Ein Polygonzug sind mehrere verbundene Punkte.
Die Verbindung von Punkten sind die Kanten des Polygonzugs
Beim geschlossenen Polygonzug stimmen Startpunkt und Endpunkt überein.

b)



c)



4. Krümmung ist größer als 90°, Test schlägt fehl

d)

Das Backface Culling ist eine Technik, mit der ein Großteil der nicht sichtbaren Dreiecke von Objekten in einer Szene entfernt wird

i erhöht die Darstellungsgeschwindigkeit (Performance gewinn)
keine unnötiger Ressourcenverbrauch, für nicht sichtbar Dreiecke

ii.

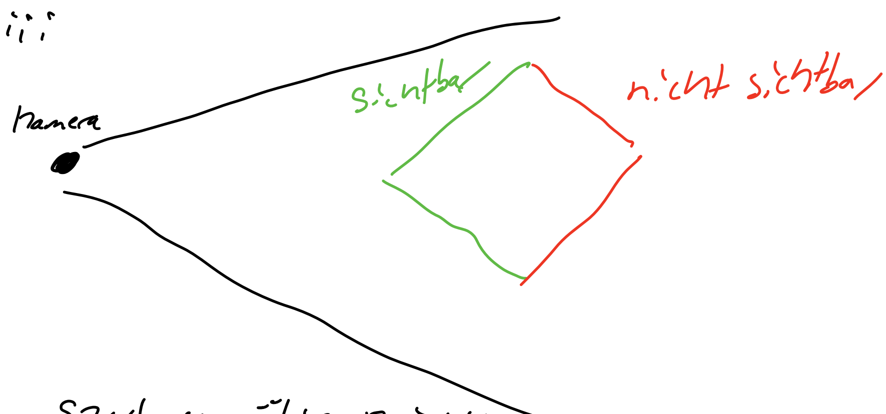
prüfe ob $(V_0 - P) \cdot N \geq 0$ Verwende das Skalarprodukt

$P :=$ der Ausgangspunkt

$V_0 :=$ Eckpunkt eines Dreiecks

$N :=$ Die Normale des Dreiecks

iii



Spart unnötige Projektion

Teil 2

a)

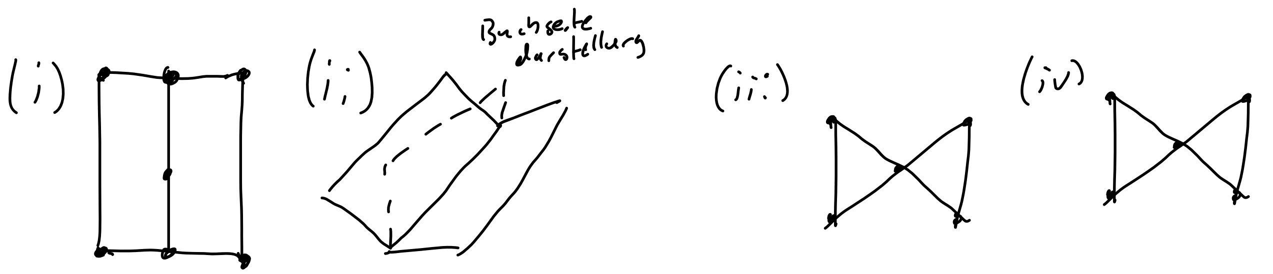
Ein Polygonales Netz ist eine Menge von geschlossenen, planaren und einfachen Polygonen.

(i) *Je zwei Faces haben entweder keinen Punkt, genau einen Punkt oder eine ganze Kante gemeinsam. Also: Der Schnitt zwischen zwei Faces ist entweder leer, ein Punkt oder eine ganze Kante.* Grund: Nachbarschaften in Datenstrukturen

(ii) *Jede Kante einer Facette gehört zu einer oder höchstens zwei Faces.* sonst Buch...

(iii) *Die Menge aller Kanten, die nur zu einem Face gehören, ist entweder leer (Netz geschlossen) oder bildet mehrere geschlossene und einfache Polygonzüge (=Ränder des Netzes, auch bei Löchern).*

(iv) *Jeder Punkt hat keine oder genau zwei Kanten, die zu einem Rand gehören.*



b) O(n), weil ein Punkt seine benachbarten Kanten, Polygone nicht kennt und deshalb durch alle Polygone iteriert werden muss, um nach dem Punkt zu suchen.

c) 1. Durch eine Schleife iterieren, um die Punktnormalen auf die entsprechende Größe zu bringen

2. Durch alle Polygone iterieren, um Flächennormale zu berechnen und auf abhängige Punktnormale in der Liste addieren.

3. Schleife durch laufen um Punktnormalen zu normieren

$n + n + n = 3\,O(n) = O(n)$

Teil 3

a) Die Auflösung ist nicht mehr gleichmäßig. Die Polygone verändern sich bei der Näherung zum Pol
=> keine konstante Auflösung

b) Weil das Grundprinzip bei der Darstellung der 3 Objekten gleich ist
=> Einfache Modellierung
=> weniger Speicherplatzverbrauch
=> mathematische Formel mit wenigen Parameter

c)
1. Die Achse schneidet die Kurve nicht:
=> offener Körper, Netzmodellierung mit Vierecken
2. Achse schneidet Anfangs- und Endpunkt der Kurve:
=> geschlossener Körper, Netzmodellierung mit Vierecken und Dreiecken an den Enden

Teil 4 auf Blatt