Vorwort

- Natürlich habe ich den Text für mich erstellt. Ich weiß nicht, ob man das schreiben muss. Aber dennoch: Das folgende ist nicht vollständig, nicht richtig, kein Ersatz für den Kurstext, für mich Stichpunktartig und mir eine Hilfe gewesen. Vielleicht ist es ja auch sonst jemandem eine Hilfe.
- Erstellt habe ich das aus den Prüfungsprotokollen, einer Musterklausur, meiner Leistungsnachweisklausur und einigen weiteren Fragen, die ich so hinzugenommen habe.
- Ich möchte jeden dazu auffordern, die Fragensammlung hier weiter zu ergänzen, zu korrigieren und hübsch zu formatieren.
- Erstellung, Stand Wintersemester 2012/13. Prüfung im Mai 13 bei Prof. Felten.

Kurseinheit 3

- Was ist ein affiner Raum?
  Ein n-dimensionaler, affiner Raum ist eine Menge A^n, falls ein reeller Vektorraum V^n existiert mit folgenden Bedingungen
  1) Zu jedem Paar aus A^n gibt es einen Vektor aus V^n
  2) Zu jedem Element aus A^n und Element aus V^n gibt es ein eindeutig bestimmtes, zweiten Element aus A^n.
  3) Addiert man zwei Vektoren aus V^n erhält man einen Vektor, der den Anfangspunkt des ersten und den Endpunkt des zweiten Vektors der Addition verbindet.
- Was ist ein affiner Unterraum?
  Der Unterraum ist eine nichtleere Teilmenge eines affinen Raums. Wobei mit einem Untervektorraum die ersten beiden Bedingungen des affinen Raums auch im Unterraum erfüllt sein müssen.
- Was ist eine affine Basis?
  Ein Ursprung und die Basis des Vektorraums.
- Was ist eine Hyperebene?
  Eine Hyperebene in einem n-dimensionalen, affinen Raum ist ein (n-1)-dimensionaler, affiner Unterraum. Zum Beispiel eine Gerade in einer Ebene.
- Was sind baryzentrische Koordinaten?
  Baryzentrische Koordinaten sind Koeffizienten einer Summe. Dabei sind die affinen Koordinaten eines Punktes die Summe der Koeffizienten jeweils mal der Koordinaten des Koordinatensystems.
  Beispiel im $\mathbb{R}^2$: Koordinatensystem sei (0,0), (0,10) und (10,0), Punkt sei (3,5). Dann sind die baryzentrischen Koordinaten (0.2,0.5,0.3).
- Was ist eine konvexe Hülle?
  Die kleinstmögliche Menge von Punkten, bei der zu zwei Punkten jeweils auch die Verbindungslinie enthalten ist.
- Was ist ein projektiver Punkt?
  Das sind Punkte in einem projektiven Raum. Ein dreidimensionaler, reeller, projektiver Raum ($P(\mathbb{R}^4)$) ist die Menge aller Geraden durch den Ursprung des vierdimensionalen, affinen Raums. Ein Punkt ist genau eine solche Gerade.
  Dargestellt als $\mathbb{R} \cdot v$.
- Ist ein solcher Punkt eindeutig?
  Nein. Die Gerade kann mit beliebigem, reellen Faktor eindeutig bestimmt werden.
- Welche Abbildungen lassen sich durch 4x4 Matrizen beschreiben?
  Verschiebung, Scherung, Skalierung und Drehung. Matrizen kennen!
  Für die Drehungsmatrix: Oben links und unten rechts „cos x“, oben rechts „sin x“ und unten

links „-sin x“. die Achse um die gedreht wird ist jeweils 1. Bei der y-Achse um die Seiten herum legen.

Kurseinheit 4

- Was ist eine parametrisierte Kurve?
  Eine Abbildung eines Intervalls in den $\mathbb{R}^3$ (für eine Kurve im 3-dimensionalen, affinen Raum)
- Welche Polynombasen kennen Sie für Kurven?
  Monome (Taylor-Basis), Lagrange-Basis, kubische Hermite-Polynome, Bernsteinpolynome
- Was sind die Bernsteinpolynome?
  Die Bernsteinpolynome lassen sich aus den Binomischen Formeln entwickeln. Es sind Polynome vom Grad n und bilden eine Basis des Polynomraums. Sie haben die Eigenschaften: Partition der 1 (Summe in jedem Punkt des Intervalls ist 1), Positivität, Rekursion und Symmetrie. Als Intervall wird häufig [0,1] verwendet.
- Was ist eine Bézierkurve?
  Die Summe von Bernsteinpolynomen multipliziert mit Bézier-Punkten über ein Intervall. Auch Bézier-Darstellung genannt. Die Bézier-Punkte bestimmen ein Bézier-Polygon. Die Kurve liegt vollständig in dem Polygon. Die Kurve läuft durch Anfangs- und Endpunkte des Polygons, die Anfangs- und Endseiten des Polygons sind Tangenten an die Kurve.
- Wie „interpoliert“ man 4 Punkte mit einer Bézier Kurve?
  Man interpretiert die Punkte als Bézier-Punkte. Die Kurve liegt dann in der konvexen Hülle.
- Wie kann man die Bézier-Kurve an einem bestimmten Punkt geometrisch bestimmen?
  Das gibt der Algorithmus von de Casteljau vor. Die Strecken des Bézier-Polynoms werden im Verhältnis u geteilt und verbunden. Wieder teilen, wieder verbinden, bis nur noch eine da ist. Darauf ist dann der Punkt.
- Und wie funktioniert das analytisch?
  (Algorithmus von de Casteljau). Man geht rekursiv vor. Beginnt mit den Bézier-Punkten und kombiniert immer zwei nebeneinanderliegende im Verhältnis u. Bis nur noch ein Punkt über ist.
- Was sind die Vor- und Nachteile von Bézier-Kurven?
  + Das Bézier-Polynom deutet den Kurvenverlauf schon an. Schnelle Übersicht.
  + Kontrollpunktänderungen erlauben kontrolliere Kurvenänderungen
  - Der Kurvengrad hängt an der Kontrollpunktzahl. Wird damit schnell sehr hoch.
  - Eine Kontrollpunktänderung verändert die komplette Kurve. Damit auch gute Abschnitte.
- Wie kann man beweisen, dass die Bézierkurve in der konvexen Hülle des Bézierpolygons liegt?
  ########## Später. Im Moment keine Ahnung.
- Wie beweist man, dass sich Bernsteinbasispolynome zu 1 aufaddieren?
  ########## Später. Im Moment keine Ahnung.
- Was ist ein Spline?
  Da sich mit den Stützstellen der Polynomgrad erhöht, werden Splines verwendet. Diese sind Teile von Kurven, die an Stützstellen zusammenstoßen. Dabei ist sicherzustellen, dass der Übergang an den Stützstellen stetig ist.
- Was sind B-Splines?
  Verallgemeinerungen der Beziér-Splines mit Bernsteinpolynomen. Vorteil gegenüber den Beziér-Splines ist, dass sich die Änderung eines Punktes (Eines de Boor Punktes) nur lokal auswirkt.

- Können Sie eine B-Spline Basisfunktion zeichnen?

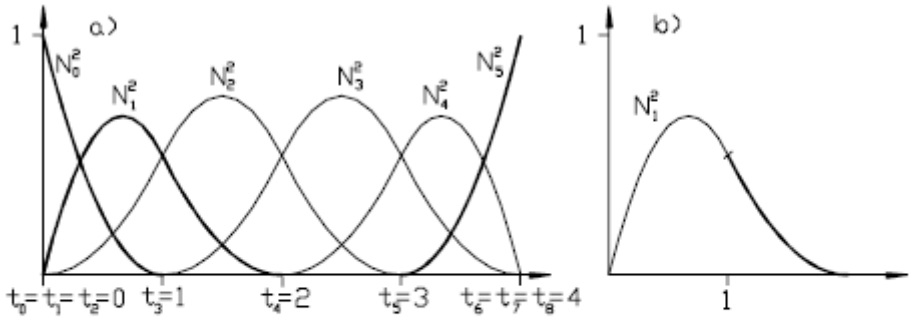

Abbildung 4.12: Normalisierte B-Splines
In a) sind die B-Splines N_j^2, $j = 0, \cdots, 5$ über dem Knotenvektor $T = (0,0,0,1,2,3,4,4,4)$ dargestellt.
In b) ist der Übergang zwischen $N_1^2|_{[0,1)}$ und $N_1^2|_{[1,2)}$ dargestellt. Da $t_3 = 1$ ein einfacher Knoten ist, ist dieser Übergang C^1-stetig.

- Wie lautet die Rekursionsformel von B-Spline Basisfunktionen?
  Die normalisierten *B-Splines* N_i^n vom Grad n über T sind rekursiv definiert durch

$$N_i^0(u) := \begin{cases} 1, & \text{falls } t_i \leq u < t_{i+1} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

  und

$$N_i^r(u) \quad := \quad \frac{u - t_i}{t_{i+r} - t_i} \cdot N_i^{r-1}(u) + \frac{t_{i+1+r} - u}{t_{i+1+r} - t_{i+1}} \cdot N_{i+1}^{r-1}(u)$$

  für $1 \leq r \leq n$.
  Für $t_{i+r} = t_i$ bzw. $t_{i+r+1} = t_{i+1}$ ist in obiger Gleichung der entsprechende Summand gleich 0 zu setzen.

- Was ist der Algorithmus von de Boor?
  Die Verallgemeinerung des Algorithmus von Casteljau auf B-Splines. Auch hier wird rekursiv vorgegangen.
- Was ist der Unterschied zwischen Beziér-Splines und B-Splines?
  Wichtig ist, dass ein B-Spline nur noch quadratisch ist und drei Punkte benötigt. Jeder zweite ist sozusagen eine Stützstelle. Damit sind auch „Ecken“ möglich, wenn an einer Stelle zwei Punkte zusammenfallen. (Oder ein Punkt einfach zweimal gilt.) Es handelt sich um de Boor Punkte.
- Was ist eine Tensor-Produktfläche?
  Eine einfache Interpolation zwischen vier Punkten im Raum. Zuerst werden zwischen zwei Punkten windschiefe Geraden gebildet und dann zwischen den Geraden eine Fläche.
- Was ist eine Bézier-Dreiecksfläche?
  Es sind Dreiecksflächen in Bernsteinbasis. Ausgehend von einem Referenzdreieck und einem bivariaten Polynom kann auch hier (wie bei der Kurve) eine Fläche berechnet werden. Es gelten die Eigenschaften analog der Kurve. Im quadratischen Fall kann auch hier der Algorithmus von de Casteljau verwendet werden.
- Was ist ein Coons-Pflaster?
  Ein Coons-Pflaster bildet eine Fläche zwischen vier Randkurven. Zuerst werden zwei Flächen durch Interpolation aus gegenüberliegenden Randkurven gebildet und diese dann geeignet kombiniert. Die Kombination ist die Addition der Flächen abzüglich eines Korrekturgliedes.

- Was ist ein verallgemeinertes Coons-Pflaster?
  Die Verbindung der gegenüberliegenden Randkurven zu Flächen erfolgt nicht durch Interpolation, sondern durch andere Bindefunktionen. Zum Beispiel kubische Hermite-Polynome. Es müssen nur bestimmte Bedingungen der Bindefunktionen erfüllt sein.

Kurseinheit 5

- Wie kann ich Vektoren und Polygone Clippen?
  Cohen-Sutherland-Clipping, Sutherland-Hodgman-Algorithmus, Weiler-Atherton-Algorithmus, w-Clip
- Wie funktioniert der Cohen-Sutherland Algorithmus?
  Ein Clipping Algorithmus, der einen vierstelligen Bytecode jedem Anfangs- und Endpunkt eines Vektors zuordnet. Ist der Code in beiden Fällen 0, so liegt der Vektor im Fenster. Ist die UND-Verknüpfung ungleich 0, so liegt er außerhalb. In allen anderen Fällen ist der Vektor an der Fensterkante zu teilen und beide Teile getrennt zu betrachten.
- Wie entsteht der 4-Bitcode?
  Ein Bit symbolisiert oben, eines unten, eines rechts und eines links.
- Wie funktioniert der Weiler-Atherton-Algorithmus?
  Das zu clippende Polygon wird systematisch verfolgt und am Fensterpolygon beschnitten.
- Was kann beim Beschneiden von Kanten von Polygonen an Fensterkanten passieren?
  Eine zuvor innerhalb des Polygons liegende Ecke des Fensters ist nun nicht mehr in dem Polygon, wenn zwei Kanten des Polygons an unterschiedlichen Fensterkanten beschnitten werden und die Schnittpunkte dann als Polygonkante verbunden werden. Lösung ist der Sutherland-Hodgman-Algorithmus.
- Wie funktioniert der Sutherland-Hodgman-Algorithmus?
  Ein Polygon wird an den Fensterkanten beschnitten. Dabei wird auch die Verlängerung der Kante über das Fenster hinaus betrachtet. Es werden dabei dem Polygon Punkte hinzugefügt.
- Was ist das Wrap-Around Problem?
  Es kann beim Clipping passieren, dass ein abgeschnittener Teil eines Polygons an der anderen Seite des Fensters auftaucht. Als sei das Fenster eine Donut-Welt. Ursache ist ein Überlauf der Koordinaten des Fensters. Der w-Clip löst das Problem in euklidischen 4D Koordinaten.
- Welche Probleme können bei konvexen Polygonen auftreten?
  Es kann passieren, dass Kanten auf den Fensterkanten liegen und erhalten bleiben. Richtig wäre es, das Polygon in zwei getrennte Polygone aufzuteilen. Die Verbindung kann in einem zusätzlichen Schritt gefunden und entfernt werden, oder es wird der sehr allgemeine Weiler-Atherton-Algorithmus verwendet.
- Wie funktioniert der z-Buffer-Algorithmus?
  Der Algorithmus stellt fest, ob ein Punkt eines Polygons sichtbar ist. Es geht hier um Verdeckung. Der z-Buffer enthält einen Eintrag für jeden Punkt des Bildschirms. Dieser ist mit unendlich initialisiert. Alle Polygone werden nun zeilenweise abgetastet. Ist der Punkt des Polygons näher als der aktuelle Eintrag im z-Buffer, so wird der Punkt des Polygons (mir Farbe und „Entfernung“) in den z-Buffer geschrieben.
- Nennen Sie Vor- und Nachteile des z-Buffers.
  + sehr einfach
  + Einfaches integrieren von neuen Objekten oder von einem Cursor
  + unabhängig von der Komplexität der Szene
  - Aliasing entsteht
  - Viel Speicher nötig

- Wie funktioniert der Watkins-Algorithmus?
  Die Sichtbarkeit einer Fläche kann sich nur an der Kante ändern. Damit betrachtet der Watkins-Algorithmus nur die Kanten von Polygonen. Es ist ein linienorientiertes Verfahren. Um unnötige Berechnungen zu vermeiden, werden die Kanten vorsortiert nach den y-Werten.
- Wie funktioniert der Warnock-Algorithmus?
  Der Algorithmus unterteilt die betrachtete Rasterfläche und prüft dann, ob eine Objektfläche die betrachtete Rasterfläche vollständig überdeckt oder außerhalb liegt. Dann ist es eindeutig. Ist das nicht der Fall, wird die Rasterfläche weiter unterteilt. Es handelt sich um das bekannteste, flächenorientierte Verfahren.

Kurseinheit 6

- Welche Graphikbibliotheken sind im Kurs?
  Nur Java3D. OpenGL ist eine Schnittstellendefinition.
- Wie kann man Java3D charakterisieren?
  Es handelt sich um eine High-Level-Bibliothek. Sie soll einfach verwendet werden können und mächtig sein. Das geht auf Kosten der Geschwindigkeit. Dafür könnte ja auch OpenGL direkt verwendet werden. Java3D verwendet auch OpenGL intern. Außerdem ist Java3D sehr universell.
- Was ist der Szenegraph in Java3D?
  Die zentrale Datenstruktur. Enthalten sind alle Daten zur Szene und zum Beobachter. Es handelt sich um einen Baum. Von der Wurzel aus teilt sich der Szenegraph auf in einen Sicht- und einen Inhaltsgraphen. Der Inhaltsgraph besteht aus BranchGroup-, TransformGroup- und LeafDatenelementen.
- Gibt es so etwas auch in OpenGL?
  Nicht direkt. Aber die Erweiterung Open Inventor stellt eine ähnliche Struktur zur Verfügung.
- Was gibt es für Erweiterungen von OpenGL?
  GLU (OpenGL Utility Library) mit Primitiven, Vereinfachungen bei B-Splines und Texturen
  GLUT (OpenGL Utility Library Toolkit) mit Primitiven und Fenstersystem-Routinen
  Open Inventor mit Primitiven, einer Art Szenegraph, Dateiformaten und mehr.
- Wie sieht die Rendering Pipeline von OpenGL aus?
  Eingabe sind Geometriedaten zu allen Eckpunkten, Ausgabe sind Pixel in den Frame Buffer. Was dazwischen passiert ist nicht Bestandteil der Spezifikation, sondern gewählt von demjenigen, der die Schnittstellen bedient.

Kurseinheit 7

- Was ist ein lokales Beleuchtungsmodell?
  Ein lokales Modell untersucht Helligkeit und Farbe in einem bestimmten Punkt. Dabei werden einfallendes Licht und Eigenschaften der Oberfläche betrachtet. Vielleicht wiederkehrende Reflexionen an Nachbarflächen aber nicht. Es soll einfach zu berechnen sein.
- Welche Reflexionsarten gibt es?
  ideal Spiegelnd, ideal Diffus und gerichtet Diffus (Phong-Modell).
- Was ist additive Farbmischung?
  Die Zielfarbe wird aus drei unterschiedlichen Farben zusammengemischt. Mischt man alle Farben voller Intensität, so ist die Zielfarbe Weiß. Da die Zielfarbe die Summe der drei Ausgangsfarben (in der Regel Rot, Grün und Blau) ist, kann man sich die Zielfarbe als Punkt in einem dreidimensionalen Vektorraum vorstellen. Die Ausgangsfarben sind dann linear unabhängige Vektoren. Die sogenannten Primärvalenzen.

- Was für Farbmodelle kennen Sie?
  RGB: Additiv aus Rot, Grün und Blau (CMY ist umgekehrt)
  YIQ: Helligkeit (von SW) und Farbart aus Wellenlänge und Reinheit. (in Europa etwas verdreht das YUV)
  HLS: Hue, Lightness, Saturation (Farbe, Helligkeit und Sättigung)
- Woraus besteht das Phong Beleuchtungsmodell?
  Ambientes Licht, ideal diffuses Licht und ideal reflektiertes Licht
- Welche lokalen Beleuchtungsalgorithmen kennen Sie?
  Konstante Beleuchtung: Ein Polygon erhält überall die gleiche Farbe und Helligkeit. Diese ist stark abhängig von der Stelle, die der Algorithmus verwendet. Vielleicht die „Mitte“ des Polygons?
  Gouraud-Algorithmus: Interpolation zuerst zwischen den Ecken entlang der Kanten und dann gerastert über die Fläche. Problematisch sind sehr schnell wechselnde Helligkeiten. Daher eher bei diffusem Licht eingesetzt.
  Phong-Algorithmus: Interpoliert werden nun die Normalenvektoren. Das verbessert Reflexionsdarstellung.
- Warum ist Phong aufwändiger als Gouraud?
  Die Berechnung der normierten Normalvektoren ist sehr aufwändig. Außerdem werden Konstanten größer.
- Was ist ein globales Beleuchtungsmodell?
  Ein Versuch, die Physik soweit zu vereinfachen, dass die Berechnung eines ganzen Raumes möglich wird. Es geht hier also um eine realistische Darstellung der Beleuchtung.
- Welche globalen Modelle gibt es?
  Raytracing: Es wird ein Strahl verfolgt vom Auftreffen auf dem Schirm rückwärts bis zur Quelle. Dabei wird gespiegelt und aufgeteilt bis der Anteil zu klein ist.
  Radiosity: Von der Lichtquelle ausgehend wird berechnet, was beleuchtet wird. In der nächsten Interation gelten die Reflexionen dieser Flächen auch wieder als Lichtquellen und es wird wieder für alle berechnet, was beleuchtet wird.
- Unterschiede zwischen Raytracing und Radiosity?
  Raytracing ist besser geeignet bei spiegelnden Oberflächen. Radiosity eher bei diffuser Reflexion. Großer Vorteil von Radiosity ist, dass alles in einem Raum berechnet wird. Man kann also sowohl Blickrichtung als auch Position verändern ohne neu rechnen zu müssen.
- Was ist ein Formfaktor?
  Ein Formfaktor beschreibt die gegenseitigen Sichtverhältnisse zwischen zwei Flächen. Anschaulich beschreibt der, wie viel diffus ausgesandtes Licht einer Fläche auf eine zweite Fläche auftrifft. Betrachtet wird dabei nur diffuses Licht. Für gerichtetes Licht oder eine Spiegelung ist die Berechnung im Radiosity Verfahren mit Formfaktoren ungeeignet.