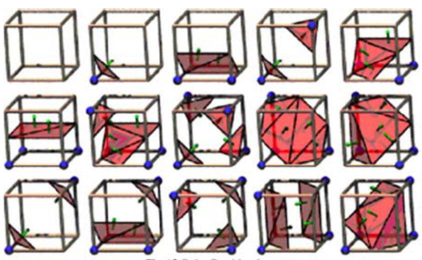
CG2 Übungsblatt 3

Abgabe: Donnerstag, 21. Juni 2012

AUFGABE 1: **Approximation und Polygonisierung von Impliziten Flächen**

Im Rahmen dieser Übung ist aus einer 3D Punktwolke (mit eventuell nicht normierten Normalen) eine implizite Fläche unter Zuhilfenahme des in der 2. Übung implementierten *Weighted Least Squares* (WLS) Verfahrens zu erstellen. Dazu ist es erforderlich, an diskreten 3D Gitterpunkten den Wert der impliziten Funktion berechnen zu können, um daraufhin die Punktwolke mit der *Marching Cubes* Methode zu polygonisieren. Die Arbeitsschritte im Einzelnen:

- Es sollen *.`off` Dateien mit N 3D Punkt- und Normalen-Daten eingelesen und unter Verwendung einer Punktlichtquelle dargestellt werden (GL_POINTS). Die Punktlichtquelle soll mit der Maus (z.B. STRG-Linksklick, oder Rechtsklick) um das Objekt rotiert werden können. (**1 Punkt**)
- Eine (leicht vergrößerte) Bounding Box um die Punktwolke ist in X*Y*Z uniforme Zellen einzuteilen. Auf allen Gitterpunkten ist der Funktionswert der (die Punktwolke approximierenden) impliziten Funktion f(x,y,z) zu ermitteln. Dazu ist es erforderlich:
    - Für alle Punkte $\mathbf{p}_i = (x_i,y_i,z_i)$ aus der *.`off` Datei den Funktionswert $f(\mathbf{p}_i) = 0$ zu setzen.
    - Epsilon ε zu bestimmen (z.B. ε = 0.01 x Bounding-Box Diagonale).
    - Pro Punkt $\mathbf{p}_i$ den Punkt $\mathbf{p}_{i+N} = \mathbf{p}_i + \varepsilon \cdot \mathbf{n}_i$ zu bestimmen ($\mathbf{n}_i$ = Einheitsnormale in Punkt $\mathbf{p}_i$) und zu testen, ob $\mathbf{p}_i$ der zu $\mathbf{p}_{i+N}$ nächstgelegene Punkt ist. Wenn nicht, ist ε so lange zu halbieren bis dies der Fall ist, und dann eine weitere Randbedingung einzuführen in der Form $f(\mathbf{p}_{i+N}) = \varepsilon$.
    - Die gleiche Prozedur für -ε durchzuführen, also eine Randbedingung $f(\mathbf{p}_{i+2N}) = -\varepsilon$ hinzuzufügen, wobei $\mathbf{p}_i$ der nächstgelegene Punkt zu $\mathbf{p}_{i+2N}$ ist. Auf diese Weise entstehen für die N Punkte aus der *.`off` Datei 3N Randbedingungen für die Funktion f(x,y,z). (**1 Punkt**)
    - Auf allen Gitterpunkten den Wert der impliziten Funktion zu berechnen, und zwar mit dem WLS Verfahren, der Wendland-Funktion (mit geeignetem Radius) und einer konstanten Polynom-Basis. (**1 Punkt**). Verwenden sie außerdem eine lineare sowie eine quadratische Polynom-Basis. (**1 Bonuspunkt)**
    - Die Funktionswerte farblich kodiert als GL_POINTS darzustellen (**0,5 Punkte**).
- Die implizite Funktion soll mit dem Marching Cubes Verfahren polygonisiert werden. (**2 Punkte**). Lookup-Tabellen hierzu findet man z.B. auf Paul Bourkes Webseite: http://paulbourke.net/geometry/polygonise/
- Es sollen mindestens zwei Stufen des volumetrischen Gitters berechnet, polygonisiert und angezeigt werden können, z.B X*Y*Z und 2X*2Y*2Z. (**0,5 Punkte**)
- Alternativ kann das Extended Marching Cubes Verfahren implementiert werden. (**1 Bonuspunkt**) Siehe hierzu http://www.graphics.rwth-aachen.de/uploads/media/feature.pdf
- Rendern Sie mittels Ray Casting ein Bild der Impliziten Fläche. Die Strahlen sollen mittels gluUnProject(...) für die aktuelle Szene bestimmt und die Schnittpunkte als GL_POINTS dargestellt werden. Implementieren Sie sowohl das Ray Marching als auch eine Sphere Tracing Variante. (**jeweils einen Bonuspunkt**)



The 15 Cube Combinations

Technische Universität Berlin
Computer Graphics

Prof. Dr. Bernd Bickel
Ronald Richter

AUFGABE 2: **Theoriefragen**

1. Welche Bedingungen sollte eine Funktion erfüllen, um „ordentlich“ eine Fläche implizit zu beschreiben? (**1 Punkt**)
2. Was ist die algebraische Summe von zwei durch Kegelschnitte beschriebenen Kreisen? (**1 Punkt**)
3. Gegeben sei eine implizite Funktion, die, wie im Praxisteil beschrieben, modelliert ist. Beschreiben Sie den Wertebereich dieser Funktion bei Verwendung konstanter Approximationspolynome. (**1 Punkt**)
4. Kann es beim Marching Cubes Verfahren zu Aliasing Artefakten kommen? Begründen Sie Ihre Antwort. (**1 Punkt**)
5. Bestimmen Sie den Gradienten der impliziten Funktion, die mit konstanten Approximationspolynomen bestimmt wird (**1 Bonuspunkt**).