

## Starrkörper (Aufgabenblatt 4)

### Aufgabe 1 [6 Punkte] (Erzeugung der Partikel)

Ausgehend von einer darstellbaren Geometrie (i.d.R. ein Dreiecksnetz) soll eine geeignete Darstellung für die physikalische Simulation erzeugt werden. Auf parallelen Systemen eignen sich hierzu Partikel (siehe Abbildung 1) Hierzu soll folgende Methode implementiert werden:

- Erzeugen Sie die eine Boundingbox für das Objekt. Anschließend werden ausgehend von einer Seitenfläche der AABB Strahlen im Abstand  $\delta \times \delta$  in Richtung der gegenüberliegenden Seite emittiert.
- Die Strahlen werden nun auf Schnittpunkte mit dem Objekt getestet. Teste Sie hierzu für jedes einzelne Dreieck des Netzes, ob es durch den Strahl geschnitten wird. Ab dem Schnittpunkt befindet man sich *innerhalb* des Objektes.
- Von hier aus werden auf dem Strahl im Abstand  $\delta$  so lange volumetrische, sphärische Partikel erzeugt, bis der Strahl das Objekt erneut schneidet.

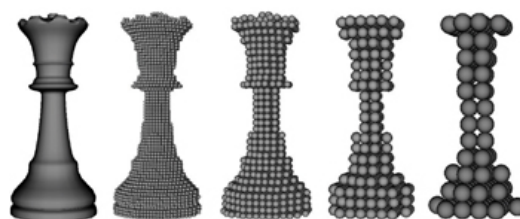


Abbildung 1: Partikeldarstellung eines Objektes in unterschiedlichen Auflösungen

**Hinweis:** Die Berechnung der Partikel für ein Dreiecksnetz ist ein Vorverarbeitungsschritt und muss **nicht** in Echtzeit erfolgen!

### Aufgabe 2 [6 Punkte] (Rigid Body Simulation)

Die Kugelsimulation aus Aufgabe 2 soll nun derart erweitert werden, dass Sie das Simulieren von Starrkörpern mittels ihrer *Partikelisierungen* (Aufgabe 1) durchführen kann. Die Idee des Verfahrens beruht darauf, die Eigenschaften des Starrkörpers während der Simulation durch seine Zerlegung (die Partikel) zu ermitteln.

- Für jedes Partikel wird zunächst die relative Position zum Schwerpunkt des Objektes ermittelt und gespeichert. Diese ändert sich im Falle von Starrkörper nicht mehr.
- Um den gesamten Starrkörper zu simulieren, wird nun ein Thread pro Partikel aufgerufen. Es werden - wie im Falle der Partikelsimulation - lineare Kräfte pro Partikel ermittelt.

- c) Jedes Partikel trägt mit seiner linear anliegenden Kraft zur geradlinigen Bewegung und zum Drehmoment des gesamten Starrkörpers bei.

*Hinweis:* Das Verfahren ist im wesentlichen in diesem Artikel beschrieben (der Teil über Kollisionsbehandlung ist nicht relevant):

[http://http.developer.nvidia.com/GPUGems3/gpugems3\\_ch29.html](http://http.developer.nvidia.com/GPUGems3/gpugems3_ch29.html).

### Aufgabe 3 [8 Punkte] (Rigid Body Kollisionen)

Die Kollisionsbehandlung von Starrkörpern unterscheidet sich in einigen Punkten von der Partikel-Kollisionsbehandlung. Zur einfacheren Implementierung soll zunächst eine Einfachkollision (nur ein Partikel im Starrkörpern ist im Kontakt mit einem anderen Partikel) behandelt werden, welche eine Spezialfall der Mehrfachkollision ist.

- a) Implementieren Sie die Einfachkollision. Die folgenden Punkte müssen dabei beachtet werden:
1. Die Kollisionsnormale ist die Normale der Oberfläche des Starrkörpern und nicht die Normale zwischen den beiden Partikeln.
  2. Beim Ausrechnen der Impulsänderung muss die Masse des gesamten Starrkörpern verwendet werden. In Abbildung 2 erhält P3 während der Kollisionsbehandlung die Masse des Starrkörpers.
  3. Die Impulsänderung von P3 muss korrekt mit Linearer Beschleunigung und Drehmoment auf den Starrkörper übertragen werden.

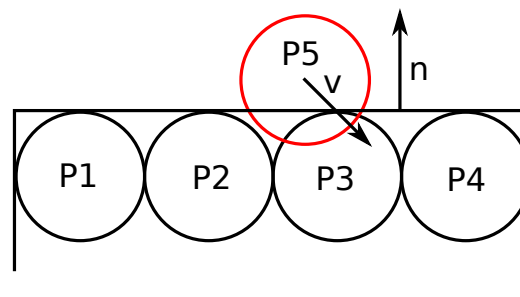


Abbildung 2: Einfachkollision von einem Partikel mit einem Starrkörper. P5 tritt nur mit einem Partikel des Starrkörpers in Kontakt (P3).

- b) Implementieren Sie nun die Mehrfachkollision. Siehe Abbildung 3.
1. Wie in der Einfachkollision muss Impulserhaltung gelten und die Massen der Partikel während der Kollisionsbehandlung angepasst werden.
  2. Hierfür werden die Massen der Starrkörper auf alle Kollisionspunkte verteilt. In Abbildung 3 erhalten P7 und P8 die selbe Masse und zwar die halbe Masse des Roten Starrkörpers. Analog erhalten auch P2 und P3 jeweils die halbe Masse des Schwarzen Starrkörpers.
  3. Die Impulsänderungen müssen wie in a) korrekt auf die Starrkörper übertragen werden.

*Hinweis:* Die Kollision mit einer Ebene verhält sich genau wie eine Einfach- bzw. Mehrfachkollision.

**Viel Erfolg!**

**Abgabe: Mittwoch, 21.12.2015, vor 24:00 Uhr.**

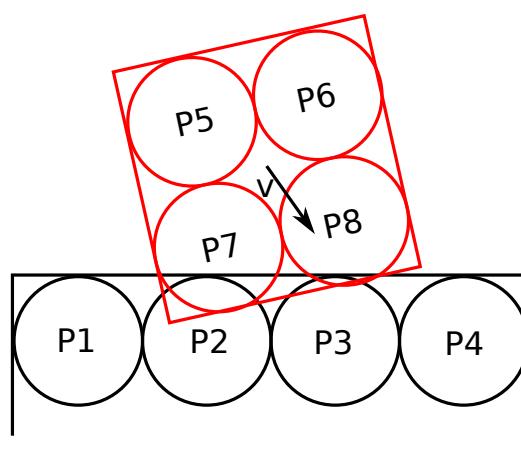


Abbildung 3: Mehrfachkollision von einem Starrkörper mit einem Starrkörper.