

Stoffsimulation (Aufgabenblatt 5)

Aufgabe 1 [10 Punkte] (Masse-Feder-Netzwerk)

In dieser Aufgabe soll ein klassisches Masse-Feder-System dazu verwendet werden, ein rechteckiges Stück Stoff zu simulieren. Der Stoff soll mit Partikeln simuliert werden, die durch (unsichtbare) Federn verbunden sind.

Die Auslenkung \vec{s} einer Feder mit Federhärte k zweier benachbarter Partikel von der Ruhelage l_0 ist:

$$\vec{s} = \frac{\vec{p}_1 - \vec{p}_0}{|\vec{p}_1 - \vec{p}_0|} \cdot (|\vec{p}_1 - \vec{p}_0| - l_0)$$

Die Federkraft ergibt sich nun nach dem Hooke'schen Gesetz zu:

$$\vec{F} = -k \cdot \vec{s}$$

- a) Erzeugen Sie ein Masse-Feder-Netzwerk ausgehend von einem uniformen Gitter der Größe $M \times N$. Die dazu verwendeten Partikel werden mittels ihrer *Masse*, *Position*, *Geschwindigkeit* und an ihnen wirkender *Kraft* dargestellt. Verbinden Sie die Partikel mit ihrer horizontalen und vertikalen 1-Nachbarschaft (*structural springs*). Die Federn werden in einem eigenen Speicher abgelegt und durch *Federhärte*, *Ruhelänge* und Indizierungen auf die verbundenen *Partikel* dargestellt.

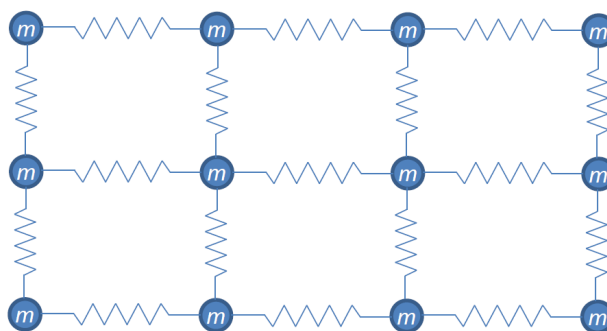


Abbildung 1: Die Partikel sind mit Federn mit ihren Nachbarn verbunden. Dies ergibt ein Masse-Feder-Netzwerk.

- b) Das Masse-Feder-Netzwerk soll nun parallel simuliert werden. Dazu wird zunächst für jede Feder ein Thread gestartet, der ausgehend von der momentanen Deformation die Kräfte der verbundenen Partikel aktualisiert. Anschließend soll die neue Position aller Partikel durch explizite Integration ermittelt werden. Um dies zu testen deaktivieren Sie zunächst die Kollisionsbehandlung und fixieren Sie einige Partikel, sodass ein frei hängender Stoff simuliert wird.

- c) Um unterschiedliche Stoffqualitäten zu simulieren, müssen sie neue Federn einfügen, die Partikel zum einen mit ihrer diagonalen *1-Nachbarschaft* als auch mit den übernächsten horizontalen und vertikalen Nachbarn verbinden. Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Federhärten für die verschiedenen Arten.
- d) Integrieren Sie zuletzt eine Kollisionsbehandlung der Stoffpartikel mit den anderen Partikeln und Ebenen des Systems. Verwenden Sie hierzu die bereits implementierten Methoden aus den vorhergehenden Aufgaben und wenden Sie diese auf die Stoffpartikel an. Selbstkollision der Stoffes soll **nicht** berücksichtigt werden.

Aufgabe 2 [+5 Punkte] (Bonusaufgabe: Position Based Dynamics)

In dieser Aufgabe soll das Verfahren *Position Based Dynamics* (siehe Zusatzmaterial im StudOn) implementiert werden.

- a) Per Tastendruck soll zwischen dem Masse-Feder-System (Taste '4') und dem Positions basierten Ansatz (Taste '5') gewechselt werden können.
- b) Ergänzen Sie die Datenstruktur der Partikel um einen Eintrag für die *geschätzte Position*. Die Federn zu den horizontalen und vertikalen *1-Nachbarn* sollen nun im Verfahren durch *Distanz-Constraints* ersetzt werden, die übrigen Federn entfallen. Anstelle der Integration sollen nun die Constraints projiziert werden, d.h. die Partikel werden iterativ an Positionen geschoben, durch welche die Constraint-Funktion minimiert wird.
- c) Implementieren Sie zusätzlich zu den Distanz-Constraints die sog. Bending-Constraints. Details zu den Positionsaktualisierungen finden Sie im Anhang des Papers.

Viel Erfolg!

Abgabe: Mittwoch, 18.01.2015, vor 24:00 Uhr.