

Dynamische Simulation von Mehrkörpersystemen

SS 2011

Aufgabenblatt 5

Nachdem im letzten Aufgabenteil die Kollisionserkennung implementiert wurde, soll nun eine Kollisionsauflösung mit Reibung umgesetzt werden. Dafür werden die Kontaktpunkte und -normalen benötigt. Es soll ein impulsbasiertes Verfahren implementiert werden. Dabei wird zwischen Kollisionen und bleibenden Kontakten unterschieden.

1. Erweitern Sie die Beschreibung der Körper um einen Elastizitäts- und jeweils einen Reibungskoeffizienten für dynamische und statische Reibung.
2. Schreiben Sie eine Methode, die für jeden erkannten Kontakt bestimmt, ob die Körper in dem Punkt kollidieren, einen bleibenden Kontakt haben oder sich auseinander bewegen. Verwenden Sie dafür die Fallunterscheidung nach Brian Mirtich.
3. Führen Sie in jedem Simulationsschritt zunächst die Kollisionserkennung aus und machen danach die Fallunterscheidung. Die Kollisionen werden anschließend mit Hilfe von Impulsen aufgelöst. Nachdem die Impulse für die Kollisionsauflösung bestimmt sind und alle aktuell bekannten Kollisionen aufgelöst sind, muss die Fallunterscheidung erneut ausgeführt werden. Durch die Impulse der Kollisionsauflösung können sich neue Kollisionen ergeben. Die Bestimmung der Impulse und die Fallunterscheidung werden in einer Schleife durchgeführt, bis keine neuen Kollisionen mehr auftreten.
4. Bestimmen Sie bei der Kollisionsauflösung für jede Kollision $\mathbf{u}_{rel,n}^c$ mit Newtons Stoßgesetz. Berechnen Sie anschließend für jede Kollision solange Impulse, bis diese Zielgeschwindigkeiten erreicht werden. Dies sollte in der Schleife der Geschwindigkeitskorrektur der Gelenke erfolgen. Beachten Sie, dass sich die Körper nur abstoßen dürfen.
5. Nachdem alle Kollisionen aufgelöst wurden, führen Sie einen Simulationsschritt aus, wobei Sie die Kontakte in der Schleife der Positionskorrektur der Gelenke behandeln. Beachten Sie, dass sich die Körper nur abstoßen dürfen.

6. Erweitern Sie die Kollisionsauflösung und Kontaktbehandlung jeweils um statische und dynamische Reibung. Fügen Sie zunächst die Impulse für dynamische Reibung in die jeweilige Schleife ein. Muss dabei der maximale Impulse $\mathbf{p}_{t,max}$ angewendet werden, wird die Tangentialgeschwindigkeit Null. Wenn nun die Bedingung $|\mathbf{p}_t| \leq \mu_s |\mathbf{p}_n|$ erfüllt ist, tritt im nächsten Schleifendurchlauf statische Reibung auf. Solange diese Bedingung erfüllt bleibt, werden in der jeweiligen Schleife dann Impulse für statische Reibung angewendet. Ist die Bedingung nicht mehr erfüllt, geht man wieder zu dynamischer Reibung über. Die Schleife sollte also zwischen den beiden Zuständen hin und her wechseln.

Hinweise zur Präsentation

- Die Präsentation soll 10 Minuten dauern mit anschließender Diskussion von 5 Minuten.
- In der Präsentation soll kurz erklärt werden, wie die Aufgaben gelöst wurden.
- Am Ende sollte dann der entstandene Simulator präsentiert werden. Überlegen Sie sich dafür auch, mit welchen Modellen Sie zeigen wollen, was Ihr Simulator kann. Ein einfaches Pendel, bei dem das Gelenk am Schwerpunkt angebracht ist, zeigt nicht, dass die Verfahren immer richtig funktionieren. Ein besseres Modell wäre z.B. ein Textilmodell, bei dem in jedem Partikel eine Kugel als Kollisionsobjekt definiert wird, das auf verschiedene Starrkörper fällt. Das kann man natürlich auch umdrehen, so dass Körper in ein Tuch reinfallen. Damit kann man das Zusammenspiel verschiedener Komponenten des Simulators zeigen.