

Kurzfassung

Teilnehmer: Christoph Groth, 20 Jahre
Mangersreuther Friedhofsweg 12, 95326 Kulmbach
(0 92 21) 6 77 18, cgroth@gmx.net

PGP/GnuPG: 1024D/3CEF5F95 2001-03-19 Christoph Groth <cgroth@gmx.net>
Fpr: A4F2 FCB3 1D9E D6C3 C30F 7DFD 7F1D BF9E 3CEF 5F95

Schule: Markgraf-Georg-Friedrich-Gymnasium
Schießgraben 1, 95326 Kulmbach

Fachgebiet: Mathematik/Informatik

Thema: Flüssigkeitssimulation für Computergrafik

Lange Zeit beschränkte man sich bei der Computeranimation von Flüssigkeiten auf ruhige Wellen, die meist durch Überlagerung mehrerer Sinuskurven angenähert wurden. Für einige Anwendungen sind solche einfachen Techniken ausreichend, doch war es damit nicht möglich, beispielsweise einen Springbrunnen oder brechende Wellen glaubhaft in Szene zu setzen. Glücklicherweise haben Computer in den letzten Jahren eine Rechenleistung erreicht, welche die sinnvolle Verwendung komplexer physikalischer Modelle in der Computergrafik ermöglicht. Filme wie „Antz“ oder „Der Sturm“ demonstrierten eindrucksvoll einige der nun möglichen Effekte.

Bislang war es aber nur Auserwählten vorbehalten, die wenigen Flüssigkeitsanimationsprogramme einzusetzen. Wenn überhaupt allgemein verfügbar, sind diese teuer und nur auf die Zusammenarbeit mit kommerziellen Renderern¹ ausgelegt. Dabei existieren etliche sehr gute kostenlose und teilweise freie Renderer, nur fehlte bislang eine dazugehörige Flüssigkeitsanimationssoftware.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein Programm zu entwickeln, das die Bewegung von Flüssigkeit in einer Szene simuliert. Aus den Simulationsergebnissen kann dann ein (kostenloser) Renderer eine realistisch aussehende Animation erzeugen. Bei der Implementierung wurde besonderer Wert auf Eleganz und Effizienz gelegt, die beide unter anderem durch eine neuartige Programmieretechnik erreicht werden: Die komplexen Simulationsberechnungen, die normalerweise im Programmquelltext jeweils in speziellen Versionen für die drei Raumachsen ausformuliert sein müßten, werden durch trickreiche Anwendung des Templatemechanismus der C++ Programmiersprache automatisch aus einer einzigen Version erzeugt. Somit ist der Code bei gleicher Laufzeit deutlich übersichtlicher und leichter wartbar.

Dem Benutzer stehen zwei unterschiedliche Simulationsmethoden zur Verfügung. Sie lösen die Navier-Stokes-Gleichungen und können dadurch Phänomene wie Zähigkeit, Wirbel oder Spritzer nachbilden. Das erste Verfahren unterteilt den Raum in kleine rechteckige Zellen, die entweder mit „Wasser“, „Luft“ oder „Feststoff“ gefüllt sind. Das andere stellt die Flüssigkeit mit Hilfe von im Raum „verschmierten“ Partikeln dar. Beide Methoden wurden erweitert und verbessert.

Eine besondere Herausforderung während der Entwicklung stellten unerwartete Probleme mit der numerischen Stabilität, besonders beim Gitterverfahren, dar – das Wasser explodierte regelrecht, was zwar spektakulär aussah aber trotzdem nicht erwünscht war. . .

Das Programm steht unter <http://falmaidan.sourceforge.net/> zum Download bereit. Jeder Interessierte ist eingeladen es zu verwenden und weiterzuentwickeln.

¹Programme, die aus einer Szenenbeschreibung Bilder der Szene erzeugen.