

Da ist Physik im Spiel

Computerspiele werden immer realistischer und reagieren auf die Aktionen der Spieler. Möglich ist dies durch Physik Engines, die im Hintergrund alle physikalischen Prozesse berechnen.

Maike Pfalz

Leise schleicht sich eine muskulöse Spielfigur durch dichten Dschungel, Zweige brechen ab, und Blätter rascheln. Der Feind könnte überall lauern. Eine Taschenlampe leuchtet den Weg. War da eine Bewegung im Augenwinkel? Schnell bewegt sich die Figur weiter und versteckt sich hinter einem Baumstamm. In dem Moment feuert eine gegnerische Gestalt einen Schuss ab. Die Kugel trifft den Baum und hinterlässt ein tiefes Loch.

Eine typische Szene in einem Computerspiel. Zwischen einer solchen Szene und Spielen vor 10 bis 15 Jahren liegen Welten, und zwar nicht nur in puncto Grafik. Die Bewegungsabläufe sind realistisch, der Spieler greift aktiv in das Geschehen ein und beeinflusst seine Umgebung. Läuft er gegen ein Hindernis, so fällt es um, verformt sich oder geht kaputt. Sieht man einen Gegenstand – beispielsweise einen Stuhl oder eine Kiste –, so kann man danach greifen, den Gegenstand bewegen, werfen oder zerschellen lassen. All diese im Alltag so selbstverständlichen Abläufe sind das Ergebnis aufwändiger Berechnungen in einem Computerspiel – möglich durch sog. Physik Engines. Die darin enthaltenen Algorithmen dienen dazu, physikalische Abläufe zu berechnen, damit sie im Spiel realistisch wirken. Noch vor etwa 15 Jahren wäre das undenkbar gewesen. Prallte ein Spieler damals gegen eine Tür, so blieb diese in der Regel wie sie war. Nur wenn man kräftig genug dagegen trat, zeigte eine kurze Animation, wie die Tür zersplitterte.

Früher war es in Computerspielen üblich, dass sämtliche Objekte am Wegesrand völlig unbeweglich waren. Konnte man sie überraschenderweise doch bewegen oder aufheben, dann nur deswegen, weil dieses spezielle Objekt im



New York liegt nach dem Alienangriff in Crysis 2 in Schutt und Asche. Zuvor ist eine Brücke effektiv eingestürzt. Dank

Physik Engine lassen sich die Bruchstücke weiterhin beliebig einsetzen.

weiteren Verlauf eine Rolle spielte. Aber natürlich hat das mit einer realistischen Welt nicht viel zu tun. „Ultimatives Ziel bei einem Computerspiel ist es, dass der Spieler völlig in die künstliche Spielwelt eintaucht“, erläutert Carl Jones, Director of Global Business Development für die CryENGINE bei der Firma Crytek in Frankfurt am Main.¹⁾ Crytek ist eine der weltweit führenden Entwicklerfirmen, aus deren Hause u. a. das Spiel Crysis 2 stammt, das Ende April für die überragende Technik mit dem Deutschen Computerspielpreis ausgezeichnet worden ist. Möglich wurde dies durch die zugrundeliegende CryENGINE, in die auch eine selbst entwickelte Physik Engine integriert ist. Die Nominierung hatte im Vorfeld der Preisverleihung für kritische Stimmen gesorgt, so forderte der medienpolitische Sprecher der CDU/CSU-Fraktion, Wolfgang Börnßen, sog. Killerspiele dürften nicht honoriert werden, auch wenn sie technisch noch so ausgereift seien. Doch unabhängig davon, wie man über solche Spiele denkt, dürfte unstrittig sein, dass die Physik einen großen Anteil daran hat, dass Spiele heute

einen so hohen Grad an Realismus erreichen.

Die erste Aufgabe von Physik Engines war es, ausgehend von einer rein statischen Welt die Objekte beweglich zu machen, d. h. Gegenstände mit einer Masse dazu zu bringen, realistisch auf Schwerkraft oder Reibung zu reagieren und beim Stoß mit anderen Gegenständen einen Rückstoß zu erfahren oder kaputt zu gehen. Vor etwa 15 Jahren begann die Revolution in der Spielwelt. „Trespasser“, angelehnt an die Filmreihe „Jurassic Park“, war eines der ersten Spiele, in dem die Objekte in der Umgebung auf die Handlung des Spielers reagierten und in dem es z. B. möglich war, eine Kiste anzuheben und sie einen Abhang hinunter zu werfen – physikalisch korrekt berechnet. Damals eine Sensation, heutzutage in allen gängigen Spielen eine Selbstverständlichkeit.

Ausgangspunkt für eine Physik Engine ist die Mechanik starrer Körper, d. h. alle Objekte (auch die Spieler) werden in einzelne Elemente zerlegt und darüber angenähert. Für diese gilt es, basierend auf der Newtonschen Mechanik die Bewegungsgleichungen zu lösen und

Crytek

1) Mehr Infos auf www.crytek.com



Vor 15 Jahren noch eine Sensation: Ein Stück Holz ließ sich im Spiel „Trespasser“ aus dem Zaun herausbrechen und als Waffe verwenden.

dabei so viele Kräfte (Schwerkraft, Reibung, ...) zu berücksichtigen wie möglich oder nötig. Wenn beispielsweise eine Holzhütte explodiert, haben es die Programmierer mit rund 100 bis 200 starren Körpern zu tun.

Im nächsten Schritt geht es darum zu erkennen, wenn zwei Objekte sich in die Quere kommen. „Die wichtigsten Bausteine der Physik Engine sind die Kollisionserkennung und -antwort“, erklärt der Programmierer Anton Knyazev, der seit elf Jahren bei Crytek arbeitet. Den Berührungspunkt zweier Objekte zu bestimmen, ist mathematisch sehr aufwändig, aber exakt möglich. Der zweite Teil, nämlich die „Antwort“ des getroffenen Objekts zu bestimmen, erfordert darüber hinaus viel Kreativität und basiert auf einer Sammlung empirischer Formeln: „Dafür gibt es keine Standardlösung, denn jedes Objekt reagiert anders“, führt Knyazev aus. „Am besten funktioniert das für mechanische Monster, die weichen einfach zurück. Von einem menschlichen Gegner erwarten die Spieler eine dramatischere Reaktion.“ Für diesen Zweck behandelt die Engine alle Charaktere als Gliederpuppe („Ragdoll“), für die eine entsprechende Animation abläuft, um den Treffer darzustellen. Zudem verschleiern optische Tricks, wie genau der Gegner getroffen wird.

Schon die eher simple Erkennung einer Kollision erfordert aufwändige Rechnungen, die im Computerspiel in Echtzeit erfolgen

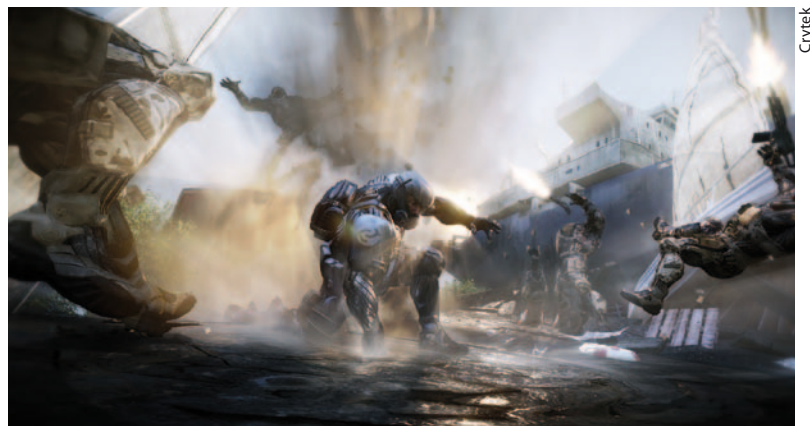
müssen. „Nehmen wir zwei Zylinder, die sich kreuzen. Um den Berührungspunkt zu berechnen, testen wir alle Konstellationen, in denen sie sich berühren können“, verdeutlicht Anton Knyazev. „Für den Test, ob der Rand eines Zylinderkopfes den anderen berührt, müssen wir eine lineare Gleichung vierter Ordnung lösen.“ Bis zu dieser Ordnung lassen sich die Probleme analytisch berechnen, darüber hinaus greifen die Programmierer auf Näherungsverfahren zurück. Die nächstkomplexeren Aufgaben sind die Zerstörung von Objekten und die Simulation von Stoffen und Seilen – ein Stück Stoff beispielsweise ist physikalisch gesehen ein System aus zahlreichen Massepunkten, die über Federn miteinander verbunden sind. Das ist vermutlich ein Grund, warum die Charaktere meist hautenge Kleidung tragen, im Fall von Crysis den Nanosuit, der sich komplett dem Körper anpasst. Haare zu simulieren ist so aufwändig, dass die Spielcharaktere bevorzugt raspelkurze Haare haben, einen Helm tragen oder lange Haare zu einem Pferdeschwanz binden.

Mein Feind der Baum

Fast ebenso komplex ist es zu berechnen, wie ein dünner Baum unter Beschuss zerlöchert wird oder zerbricht. Das ist möglich mit modernen Physik Engines. An dem Punkt, an dem die Kugeln eintreffen, bricht der Baum auseinander, und der obere Teil fällt zu Boden.

Als einzigartiges Feature ermöglicht es die CryENGINE 3, mit den Einzelteilen eines kaputten Gegenstands wieder physikalisch korrekt zu agieren. Schaut man sich im sog. Sandbox Editor – eine Benutzeroberfläche, mit der sich auf Basis der CryENGINE ein Computerspiel „zusammenbauen“ lässt – an, welche physikalischen Annäherungen hinter den Szenen stecken, dürfte man überrascht sein. Nehmen wir den Baum: Der Stamm kann an jedem Punkt zerbrechen, aber natürlich ist es nicht möglich, jedes Blatt und jeden Zweig in der Baumkrone einzeln zu behandeln: Je weiter sich der Baum verästelt, umso größer wird die Annäherung, am Ende besteht ein kleiner Zweig mit zahlreichen Blättern nur noch aus einem Zylinder – das Ergebnis sieht beeindruckend realistisch aus, aber die Berechnung bleibt in einem machbaren Rahmen.

Doch ein Baum ist meist nicht das, was ein Spieler zu Fall bringen möchte. Ganze Gebäude können einstürzen oder in einem riesigen Feuerball explodieren. Hier wiederum sind dem Spieler Grenzen gesetzt: So kann er längst nicht jedes Gebäude zum Einsturz bringen, sondern nur ausgewählte, deren Zerstörung zum Ablauf des Spieles gehört – „alles andere würde die Spieler nur unnötig ablenken“, scherzt Carl Jones. Und da es hier zu viele Freiheitsgrade gibt und tausende von Gleichungen zu lösen wären, erscheint im Spiel eine kurze Filmsequenz, die hollywoodreif den Einsturz eines Wolkenkratzers



Ein Gegner wird getroffen und fällt zu Boden. Noch feuert seine Waffe weiter. Für diese Szene hat die Physik Engine

den Auftreffpunkt des Geschosses und eine entsprechende Reaktion auf den Einschlag berechnet.

zeigt. „Das ist immer der gleiche Film, aber wir interessieren uns mehr für die Optik als für die Vielfalt“, erklärt Carl Jones.

Noch ist es ein weiter Weg, bis Spiele genauso aussehen wie die reale Welt, insbesondere bei Flüssigkeiten, Stoffen oder Haaren stoßen Programmierer an ihre Grenzen, weil die erforderliche Rechenpower fehlt. Was ihnen zu Hilfe kommt, sind die verbesserten Grafikkarten, die heutzutage einen Teil der aufwändigen Rechnungen übernehmen können (Stichwort GPGPU, general purpose computation on graphics processing unit). „Wir stehen kurz vor einer Renaissance in der Spieleprogrammierung, denn plötzlich steht uns all diese Rechenleistung zur Verfügung, die wir beispielsweise für physikalische Berechnungen nutzen können“, meint Carl Jones. Da sich die Grafikkarten mit rasanter Geschwindigkeit weiterentwickeln, erhoffen sich die Spieleentwickler, dass sie schon in wenigen Jahren komplizierte Effekte physikalisch berechnen können.

Licht und Schatten

Wie sieht es eigentlich mit Licht, Schatten oder Reflexionen aus? Wie ist es möglich, dass sämtliche Objekte Schatten werfen und Szenen eindrucksvoll ausgeleuchtet sind? Tatsächlich lassen sich Licht und Schattenwurf bislang nicht in Echtzeit berechnen – zu komplex sind die meisten Situationen: Da bricht Sonnenlicht durch Baumkronen und fällt auf Sträucher, die im Winde wehen. Hinzu kommen häufig künstliche Lichtquellen, die die beweglichen Objekte von verschiedenen Seiten beleuchten. Eine separate Engine rendert solche Beleuchtungsszenarien in Echtzeit. Die Physik Engine liefert dazu die Positionen der Objekte, ansonsten arbeiten beide Engines unabhängig voneinander. Aus der Lage der Objekte erzeugt das Rendering zusammen mit dem Blickwinkel des Spielers, den Beleuchtungsinformationen, Objekttexturen etc. ein Bild. Auch mit sehr viel mehr verfügbarer Rechenleistung wird die Phy-



Crytek

Zerbricht ein Baum, verändert sich das Netz, das die Baumkrone zur Kollisionserkennung umgibt. Knotenpunkte, die diesem Netz angepasst werden, erleichtern die Berechnung der Kollision. Die Äste werden durch Zylinder angenähert.

sik Engine in absehbarer Zeit nicht die Aufgabe übernehmen, Lichtverteilungen zu berechnen. „Davon sind wir noch sehr weit entfernt“, gibt Carl Jones zu.

Eine immer wichtigere Rolle spielt die Intuition der Spieler: Die Physik in Computerspielen ist inzwischen so gut, dass Spieler sie austesten wollen. Stehen Fässer am Wegesrand, gibt es immer Spieler, die nicht achtlos an ihnen vorübergehen, sondern sie werfen, mit Kugeln durchlöchern oder übereinander stapeln, um sie dann effektiv zum Einsturz oder zur Explosion zu bringen. Oder man denke sich einen Quader, der an zwei Seilen aufgehängt ist. Intuitiv ist klar: Kappt man ein Seil, kippt der Quader und schwingt an dem verbleibenden Seil hin und her. In Shootern sind das lediglich Spieleereien am Rande. Doch haben ausgereifte Physik Engines eine ganz neue Kategorie von Spielen ermöglicht – die Physik Puzzles. In diesen geht es darum, mithilfe der Physik Aufgaben zu lösen oder Hindernisse zu überwinden und z. B. mit dem schwingenden Quader andere Gegenstände umzustoßen, um sie aus dem Weg zu räumen oder eine Kettenreaktion auszulösen. „Hier ist der Instinkt der Spieler gefragt, um die Physik zu durchschauen und mit ihrer Hilfe Rätsel zu lösen“, sagt Carl Jones.

Schon in der heutigen Zeit sorgen Physik Engines für eindrucksvolle Spielerlebnisse. Schrittweise werden sie sich immer weiter verbessern, einfach „weil es möglich

ist“. Dabei haben die Entwickler nicht nur Computerspiele im Blick: Architekturbüros benutzen bereits heute die CryENGINE, um Gebäude dreidimensional darzustellen und virtuell zu besichtigen. Das chinesische Fernsehen hat damit das große Frühlingsfestival geprobt, und auch zum Soldatentraining wird sie eingesetzt. Das nächste Einsatzfeld dürften Spezialeffekte in Filmen sein – wenn die Qualität von Rendering und Simulationen sich genügend verbessert hat.

Übrigens: Wer sich selbst als Spieleentwickler betätigen möchte, hat die Chance dazu: In der Crytek-Community²⁾ steht die CryENGINE zum kostenfreien Download bereit. Im Sandbox Editor lässt sich Klick für Klick eine Spielsituation aufbauen, mit Gegnern versehen bzw. mit zahlreichen – natürlich zerbrechlichen – Objekten. „Wer einen Shooter entwerfen möchte, braucht nicht eine Zeile Code anzufassen“, ist sich Programmierer Anton Knyazyev sicher.

Physik Engines haben Computerspiele revolutioniert und so realistisch gemacht, dass Spieler komplett in die virtuelle Welt eintauchen können. Und dort ist nichts mehr sicher. Boten früher eine einfache Holzwand oder ein Baumstamm genügend Schutz vor gegnerischen Spielern, sollte man sich heute genau angucken, wo man sich versteckt. Denn dank korrekter physikalischer Berechnungen könnte der vermeintlich sichere Schutz schneller zerbrechen als einem lieb ist...

2) www.crydev.net