Physics engine

Sebuah mesin fisika adalah perangkat lunak komputer yang menyediakan simulasi perkiraan sistem fisik tertentu, seperti dinamika tubuh yang kaku (termasuk deteksi tabrakan), dinamika tubuh lunak, dan dinamika fluida, yang digunakan dalam domain grafik komputer, permainan video dan film. Penggunaan utama mereka adalah dalam gim video (biasanya sebagai middleware), dalam hal ini simulasi dilakukan secara real-time. Istilah ini kadang-kadang digunakan lebih umum untuk menggambarkan sistem perangkat lunak apa pun untuk mensimulasikan fenomena fisik, seperti simulasi ilmiah berkinerja tinggi

**Contents**

[1Description](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Description)

[1.1Scientific engines](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Scientific_engines)

[1.2Game engines](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Game_engines)

[1.2.1Collision detection](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Collision_detection)

[1.2.2Soft-body dynamics](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Soft-body_dynamics)

[1.2.3Brownian motion](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Brownian_motion)

[1.2.4Paradigms](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Paradigms)

[2 Limitations](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Limitations)

[3 Physics Processing Unit (PPU)](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Physics_Processing_Unit_(PPU))

[4 General Purpose processing on Graphics Processing Unit (GPGPU)](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#General_Purpose_processing_on_Graphics_Processing_Unit_(GPGPU))

[5 Engines](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Engines)

[5.1 Real-time physics engines](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Real-time_physics_engines)

[5.2 High precision physics engines](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#High_precision_physics_engines)

[6 See also](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#See_also)

[7 Further reading](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#Further_reading)

[8 References](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#References)

[9 External links](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_engine#External_links)

Description

Umumnya ada dua kelas mesin fisika: real-time dan presisi tinggi. Mesin fisika presisi tinggi memerlukan lebih banyak kekuatan pemrosesan untuk menghitung fisika yang sangat tepat dan biasanya digunakan oleh para ilmuwan dan film animasi komputer. Mesin fisika real-time — seperti yang digunakan dalam gim video dan bentuk komputasi interaktif lainnya — menggunakan penghitungan yang disederhanakan dan penurunan akurasi untuk menghitung waktu agar gim merespons dengan kecepatan yang sesuai untuk permainan.

Scientific engines

Salah satu komputer tujuan umum pertama, ENIAC, digunakan sebagai jenis mesin fisika yang sangat sederhana. Ini digunakan untuk merancang tabel balistik untuk membantu perkiraan militer Amerika Serikat di mana peluru artileri berbagai massa akan mendarat ketika ditembakkan dengan berbagai sudut dan biaya mesiu, juga menyebabkan hanyutan yang disebabkan oleh angin. Hasilnya dihitung satu kali saja, dan ditabulasikan ke dalam tabel cetak yang diberikan kepada komandan artileri.

Mesin-mesin fisika telah umum digunakan pada superkomputer sejak tahun 1980-an untuk melakukan pemodelan dinamika fluida komputasional, di mana partikel-partikel diberi vektor-vektor gaya yang dikombinasikan untuk menunjukkan sirkulasi. Karena persyaratan kecepatan dan presisi tinggi, prosesor komputer khusus yang dikenal sebagai prosesor vektor dikembangkan untuk mempercepat perhitungan. Teknik-teknik ini dapat digunakan untuk memodelkan pola cuaca dalam ramalan cuaca, data terowongan angin untuk merancang air dan perahu atau kendaraan bermotor termasuk mobil balap, dan pendinginan panas prosesor komputer untuk meningkatkan heat sink. Seperti banyak proses perhitungan dalam komputasi, akurasi simulasi terkait dengan resolusi simulasi dan ketepatan perhitungan; fluktuasi kecil yang tidak dimodelkan dalam simulasi dapat secara drastis mengubah hasil yang diprediksi.

Produsen ban menggunakan simulasi fisika untuk memeriksa bagaimana jenis tapak ban baru akan bekerja di bawah kondisi basah dan kering, menggunakan bahan ban baru dengan berbagai fleksibilitas dan di bawah tingkat beban berat yang berbeda.

Game engines

Main articles: Game engine and Game physics

Dalam kebanyakan permainan komputer, kecepatan prosesor dan permainan lebih penting daripada akurasi simulasi. Hal ini menyebabkan desain untuk mesin fisika yang menghasilkan hasil secara real-time tetapi yang meniru fisika dunia nyata hanya untuk kasus-kasus sederhana dan biasanya dengan beberapa perkiraan. Lebih sering daripada tidak, simulasi diarahkan untuk memberikan pendekatan "perceptual correct" daripada simulasi nyata. Namun beberapa mesin permainan, seperti Sumber, menggunakan fisika dalam teka-teki atau dalam situasi pertempuran. Ini membutuhkan fisika yang lebih akurat sehingga, misalnya, momentum suatu benda dapat melumpuhkan rintangan atau mengangkat objek yang tenggelam.

Animasi karakter berbasis fisika di masa lalu hanya menggunakan dinamika benda yang kaku karena mereka lebih cepat dan lebih mudah dihitung, tetapi permainan dan film modern mulai menggunakan fisika tubuh yang lembut. Fisika tubuh lunak juga digunakan untuk efek partikel, cairan dan kain. Beberapa bentuk simulasi dinamika fluida terbatas kadang-kadang diberikan untuk mensimulasikan air dan cairan lainnya serta aliran api dan ledakan melalui udara.

Pendeteksian tabrakan

Objek dalam game berinteraksi dengan pemain, lingkungan, dan satu sama lain. Biasanya, sebagian besar objek 3D dalam gim diwakili oleh dua jala atau bentuk terpisah. Salah satu jerat ini adalah bentuk yang sangat kompleks dan terperinci yang terlihat oleh pemain dalam gim, seperti vas dengan pegangan melengkung dan melingkar yang elegan. Untuk tujuan kecepatan, yang kedua, mesh tak terlihat yang disederhanakan digunakan untuk merepresentasikan objek ke mesin fisika sehingga mesin fisika memperlakukan contoh vas sebagai silinder sederhana. Dengan demikian tidak mungkin untuk memasukkan batang atau api proyektil melalui pegangan lubang di vas, karena model mesin fisika didasarkan pada silinder dan tidak menyadari pegangan. Jaring yang disederhanakan yang digunakan untuk pemrosesan fisika sering disebut sebagai geometri tabrakan. Ini mungkin kotak loncat, bola, atau lambung cembung. Mesin yang menggunakan kotak pembatas atau bola yang melompat-lompat sebagai bentuk akhir untuk deteksi tabrakan dianggap sangat sederhana. Umumnya kotak pembatas digunakan untuk deteksi tabrakan fase luas untuk mempersempit jumlah kemungkinan tabrakan sebelum jaring biaya pada deteksi tabrakan mesh dilakukan dalam fase sempit deteksi tabrakan.

Aspek lain dari presisi dalam deteksi tabrakan diskrit melibatkan framerate, atau jumlah momen dalam waktu per detik ketika fisika dihitung. Setiap frame diperlakukan sebagai terpisah dari semua frame lain, dan ruang antar frame tidak dihitung. Framerate rendah dan objek bergerak cepat kecil menyebabkan situasi di mana objek tidak bergerak lancar melalui ruang tetapi tampaknya teleport dari satu titik dalam ruang ke ruang berikutnya karena setiap frame dihitung. Proyektil yang bergerak pada kecepatan yang cukup tinggi akan kehilangan target, jika targetnya cukup kecil untuk masuk dalam celah antara frame terhitung dari proyektil yang bergerak cepat. Berbagai teknik digunakan untuk mengatasi kekurangan ini, seperti representasi proyektil dari Second Life sebagai anak panah dengan jejak ekor yang tidak terlihat lebih lama daripada celah dalam bingkai untuk bertabrakan dengan objek apa pun yang mungkin cocok antara frame yang dihitung. Sebaliknya, deteksi tabrakan terus menerus seperti di Bullet atau Havok tidak mengalami masalah ini

Soft-body dynamics

Sebuah alternatif untuk menggunakan sistem fisika tubuh kaku berbasis kotak berbatas adalah dengan menggunakan sistem berbasis elemen hingga. Dalam sistem seperti itu, 3-dimensi, tessellation volumetrik dibuat dari objek 3D. Hasil tessellation dalam sejumlah elemen hingga yang mewakili aspek sifat fisik objek seperti ketangguhan, plastisitas, dan pelestarian volume. Setelah dibangun, elemen hingga digunakan oleh pemecah untuk memodelkan stres dalam objek 3D. Stres dapat digunakan untuk mendorong fraktur, deformasi dan efek fisik lainnya dengan tingkat realisme dan keunikan yang tinggi. Karena jumlah elemen yang dimodelkan meningkat, kemampuan mesin untuk memodelkan perilaku fisik meningkat. Representasi visual objek 3D diubah oleh sistem elemen hingga melalui penggunaan shader deformasi yang berjalan pada CPU atau GPU. Sistem berbasis Elemen Hingga tidak praktis untuk digunakan dalam permainan karena overhead kinerja dan kurangnya alat untuk membuat representasi elemen hingga dari objek seni 3D. Dengan prosesor kinerja tinggi dan alat untuk cepat membuat tessellations volumetrik, sistem elemen hingga waktu nyata mulai digunakan dalam game, dimulai dengan Star Wars: The Force Unleashed yang menggunakan Digital Molecular Matter untuk deformasi dan efek perusakan kayu, baja, daging dan tumbuhan menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh Dr. James O'Brien sebagai bagian dari tesis PhD-nya.

Gerak Brown

Di dunia nyata, fisika selalu aktif. Ada jeli gerak Brownian konstan ke semua partikel di alam semesta kita saat gaya saling mendorong satu sama lain. Untuk mesin permainan fisika, presisi aktif konstan seperti itu tidak perlu membuang daya CPU yang terbatas, yang dapat menyebabkan masalah seperti penurunan framerate. Dengan demikian, permainan dapat menempatkan objek untuk "tidur" dengan menonaktifkan perhitungan fisika pada objek yang tidak memindahkan jarak tertentu dalam waktu tertentu. Sebagai contoh, dalam dunia maya 3D Second Life, jika sebuah objek beristirahat di lantai dan objek tidak bergerak melampaui jarak minimal dalam sekitar dua detik, maka perhitungan fisika dinonaktifkan untuk objek dan menjadi beku di tempat. Objek tetap dibekukan hingga pemrosesan fisik diaktifkan kembali untuk objek setelah tabrakan terjadi dengan beberapa objek fisik aktif lainnya. [2]

Paradigma

Mesin Fisika untuk video game biasanya memiliki dua komponen inti, sistem deteksi tabrakan / tabrakan, dan komponen simulasi dinamika yang bertanggung jawab untuk menyelesaikan gaya yang mempengaruhi objek simulasi. Mesin fisika modern juga dapat berisi simulasi cairan, sistem kontrol animasi, dan alat integrasi aset. Ada tiga paradigma utama untuk simulasi fisik padatan: [3]

Metode hukuman, di mana interaksi umumnya dimodelkan sebagai sistem pegas massa. Jenis mesin ini populer untuk fisika mapan atau badan lunak.

* Metode berbasis kendala, di mana persamaan kendala dipecahkan yang memperkirakan hukum fisik.
* Metode berbasis impuls, di mana impuls diterapkan pada interaksi objek.
* Akhirnya, metode hibrida mungkin yang menggabungkan aspek paradigma di atas.

Keterbatasan

Batas utama realisme mesin fisika adalah ketepatan angka yang mewakili posisi dan gaya yang bekerja pada objek. Ketika presisi terlalu rendah, kesalahan pembulatan mempengaruhi hasil dan fluktuasi kecil yang tidak dimodelkan dalam simulasi dapat secara drastis mengubah hasil yang diprediksi; objek simulasi dapat berperilaku tak terduga atau tiba di lokasi yang salah. Kesalahan diperparah dalam situasi di mana dua objek yang bergerak bebas cocok dengan presisi yang lebih besar dari apa yang dapat dihitung oleh mesin fisika. Hal ini dapat menyebabkan energi penumpukan yang tidak alami di objek karena kesalahan pembulatan yang mulai berguncang dengan keras dan akhirnya meledakkan objek. Setiap jenis objek fisika senyawa bergerak bebas dapat menunjukkan masalah ini, tetapi sangat rentan untuk mempengaruhi rantai rantai di bawah tegangan tinggi dan roda objek dengan permukaan bantalan aktif secara fisik. Presisi yang lebih tinggi mengurangi kesalahan posisi / kekuatan, tetapi pada biaya daya CPU yang lebih besar diperlukan untuk perhitungan.

Unit Pengolahan Fisik (PPU)

Artikel utama: unit pengolahan Fisika

A Physics Processing Unit (PPU) adalah mikroprosesor khusus yang dirancang untuk menangani perhitungan fisika, terutama dalam mesin fisika dari gim video. Contoh perhitungan yang melibatkan PPU mungkin termasuk dinamika benda yang kaku, dinamika tubuh lunak, deteksi tabrakan, dinamika fluida, simulasi rambut dan pakaian, analisis elemen hingga, dan rekahan objek. Idenya adalah bahwa prosesor khusus offload memakan waktu tugas dari CPU komputer, seperti bagaimana GPU melakukan operasi grafis di tempat CPU utama. Istilah ini diciptakan oleh pemasaran Ageia untuk menggambarkan chip PhysX mereka kepada konsumen. Beberapa teknologi lain dalam spektrum CPU-GPU memiliki beberapa fitur yang sama dengannya, meskipun solusi Ageia adalah satu-satunya yang lengkap yang dirancang, dipasarkan, didukung, dan ditempatkan dalam sistem khusus sebagai PPU.

Pemrosesan Tujuan Umum pada Unit Pemrosesan Grafis (GPGPU)

Artikel utama: GPGPU

Akselerasi perangkat keras untuk pemrosesan fisika sekarang biasanya disediakan oleh unit pemrosesan grafis yang mendukung komputasi yang lebih umum, konsep yang dikenal sebagai pemrosesan Tujuan Umum pada Unit Pemrosesan Grafik. AMD dan NVIDIA memberikan dukungan untuk perhitungan dinamika bodi kaku pada kartu grafis terbaru mereka.

NVIDIA's GeForce 8 Series mendukung teknologi akselerasi fisika Newton yang berbasis GPU bernama Quantum Effects Technology. NVIDIA menyediakan SDK Toolkit untuk teknologi CUDA (Compute Unified Device Architecture) yang menawarkan API tingkat rendah dan tinggi ke GPU. [4] Untuk GPU mereka, AMD menawarkan SDK serupa, yang disebut Close to Metal (CTM), yang menyediakan antarmuka perangkat keras yang tipis.

PhysX adalah contoh mesin fisika yang dapat menggunakan akselerasi perangkat keras berbasis GPGPU ketika tersedia.