

Számítógépes grafika

VII. rész: rendering

A 3D grafikák és animációk készítésének legidőigényesebb része az ún. virtuális világ, vagy angolosan „scene” felépítése. Ez magába foglalja az összes modell, animáció, deformáció vagy akár részecskerendszer elkészítését. Cikksorozatunk előző részeiben áttekintettük, hogy alapvetően milyen elemeket használhatunk az efféle „építkezéshez”. Sorozatunk zárásaként a végleges képek elkészítésével, azaz a renderinggel fogunk foglalkozni. Áttekintjük a különböző programokban elérhető gépgeneráló algoritmusokat valamint a megjelenítéshez szükséges anyagi jellemzők elterjedt leírását.

A képgenerálás feladata

A 3D programok alapvető feladata, hogy olyan képeket készítsenek, melyek a megtevesztésig hasonlítanak a valódi fényképekre. Ha ez sikerül, akkor beszélünk *fotorealisztikus* grafikáról. Ahhoz, hogy ezt el tudjuk érni, a való világ fizikai törvényeit kell megvizsgálni és ezeket alkalmazva minél pontosabban és gyorsabban ki kell számítani a virtuális kamera által észlelt képet. Sajnos a fény valódi viselkedése nagyon bonyolult. Gondoljunk csak arra, hogy ha ragaszkodnánk a tökéletes pontossághoz, akkor fotonok milliárdjait kellene szimulálnunk, aki pedig komolyabban foglalkozott a fizikával, az tudja, hogy egyetlen foton viselkedése sem túl egyszerű...

A mai számítógépek fejlettsége mellett mindenképpen egyszerűsítéseket kell al-

kalmaznunk, mégpedig nagyon súlyosakat. A következőkben bemutatásra kerülő képgeneráló algoritmus-családok gyakorlatilag csak abban különböznek, hogy milyen fizikai jelenségeket hanyagolnak el és melyeket igyekeznek modellezni. A képek generálásának, azaz a *rendering*-nek két nehéz feladatot kell megoldania: meg kell határozni a virtuális világ fényviszonyait, valamint a fényviszonyok alapján ki kell számítani, hogy a kamerába mennyi fény jut (azaz a felületek milyen színűek).

Fényviszonyok

A fényviszony meghatározása a legnehezebb feladat. A probléma komplexitását egy egyszerű példa jól illusztrálja: tegyük fel, hogy egy sima, üres szobában egy vilánykörte világít. Kíváncsiak vagyunk arra, hogy a szoba falaira mennyi fény esik. Ez első pillantásra nem tűnik nehéz feladatnak: ismerve az izzó paramétereit, távolságát és irányát a faltól, néhány egyszerű összefüggést felhasználva kiszámíthatjuk, hogy mennyire világítja meg a falat az izzó. De mi van azzal a fény mennyiséggel, ami a többi falról verődik vissza? Hogyan számítjuk ki azokat az ún. fényutakat, amelyek 2, 3 vagy több visszaverődés után érik csak el a vizsgált felületet? Sajnos ez a feladat nagyon nehéz, csak az utóbbi egy-két évben születtek olyan algoritmusok, melyek ésszerű idő alatt (1–2 óra/képkocka) szép eredményeket érnek el.

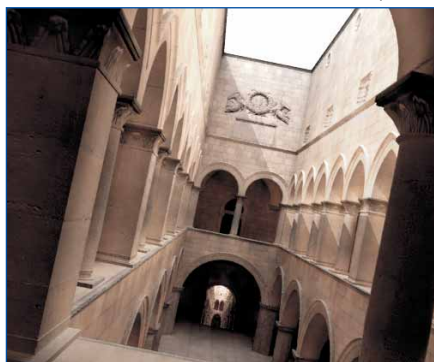
A legegyszerűbb és ugyanakkor legelterjedtebb módszer az ún. *lokális illumináció* alkalmazása. Ez az algoritmus nagyon gyors és az összes elérhető programba kivétel nélkül beépítették. Lényege, hogy csak és kizárólag az általunk meghatározott fényforrásokat vesszük figyelembe, és nem számolunk a felületekről visszaverődő „extra” fényvel. Ez igen jelentős elhanyagolás, ugyanis például egy világos szobában a megvilágítás 60 %-a falak közötti fényvisszaverődésekből származik. Ezt a hibát úgy küszöbölhetjük ki, hogy több fényforrást helyezünk el, melyek a felületekről visszaverődő fényt reprezentálják.

Az általános render programok szinte minden esetben képesek az ún. *sugárkövetés* megvalósítására is. Ezt a módszert alkalmazva a tökéletes tükröződések nagyon gyorsan ki tudjuk számítani. Tökéletesen tükröződőknek nevezünk egy felületet, ha a tükröződés „éles” és nem elmosott. Ilyenek a krómzott tárgyak vagy az üveg felülete, a víztükör, az autó fényezése vagy egy hagyományos szobai tükör. A sugárkövetés mint elvezetés jól reprezentálja az algoritmus „motorját”: a kamera pixeleiből sugarakat bocsát ki a program és a visszaverődések mentén megvizsgálja, hogy mit látunk a tükröződés irányában. Egy sugár többször is visszaverődhet, így a többszörös tükröződések is meg tudjuk jeleníteni.

Ha nem csak a tükörszerű visszaverődéseket akarjuk kiszámítani, hanem a fény sugarak összes lehetséges útját, akkor jóval fejlettebb programot kell használnunk.

Ezek az eljárások az ún. *globális illuminációs algoritmusok*, melyek – a lokális illuminációval ellentétben – nem egyszerűsítik le a lehetséges visszaverődéseket. Több módszer létezik a probléma megoldására, de a számítás időt tekintve ezek egyike sem veheti fel a versenyt a lokális illuminációval. A ma kapható programcsomagokhoz már rendelhető olyan rendermodul, amely képes globális illuminációval számított képeket előállítani, de ezek általában nem tartoznak a programok alapszolgáltatásai közé.

Jól látható a felületekről visszaverődő fény hatása. Ilyen képeket csak globális illuminációval tudunk készíteni. (www.trinisa.com)



Hosszú évekig a lokális illumináció és a sugárkövetés volt az egyedüli lehetőség 3D grafikák készítésére. Ez a technológia a mai napig megtartotta vezető szerepét produkciós környezetben, hiszen senki nem engedheti meg magának, hogy a legapróbb változtatások kivitelezése is napokat vegyen igénybe. Bár a globális illumináció gyakran sokkal szebb és élethűbb képeket generál, nagyon meg kell fontolni, hogy megéri-e a tízszeres vagy húszszoros időigény.

Azt hiszem, érdekes tény, hogy a Pixar animációs stúdió filmjei (*Monsters Inc.*, *Toy Story*) a mai napig lokális illuminációval készülnek.



Sugárkövetéssel készült kép: a többszörös visszaverődések és fénytörések dominálnak a képen. (www.trinisica.com)

Anyagi jellemzők

Egy kép generálásának elemlépése a pixelek színének meghatározása. Ez általában úgy történik, hogy egy sugarat bocsát ki a program a pixelen keresztül és kiszámítja, hogy melyik felületem látható az illető irányban. Ennek a pontnak a kiszínezéséhez – a fent részletezett valamilyik módon – meg kell határozni a felületre érkező fénysugarakat. Ennek függvényében már kiszámítható, hogy a kamera felé mennyi fény verődik visz-

sza. Egy felület fényvisszaverési tulajdonságait az anyagi jellemzők határozzák meg. Léteznek matt, csillogó, rücskös vagy akár átlátszó anyagok, ezeket termé-

szetesen képesek vagyunk reprodukálni. A 3D programokban az anyagok szerkesztésének első lépése az, hogy meghatározzuk az anyag alapvető karakterét. Ez lehet *matt anyag* (ún. Lambert típusú), *műanyagosan csillogó* (Phong anyag) vagy éppen *fémesen csillogó* (Blinn vagy metal típusok). Ha kiválasztottuk a megfelelő anyagmodellt (vagy material-t), akkor az anyagi jellemzőket kell beállítani. Ezek a paraméterek lehetnek meghatározott színek vagy textúrák. A legfontosabb paraméterek:

Szín: a tárgy alapvető színe. Ha textúrát használunk, akkor a modellre ráhúzzhatunk tetszőleges képet vagy éppen a programba beépített mintákat. A szín textúrázásához a legegyszerűbb fotókat készíteni vagy egy lapszkennerrel bevinni a képeket.

Átlátszóság: megadhatjuk, hogy a modell egésze vagy bizonyos területek átlátszóak legyenek. Üvegek készítésekor a felületen látható szennyezéseket utánozhatjuk az átlátszóság textúrázásával.

Ambiens szín: megadhatjuk, hogy milyen színe legyen a testnek ott, ahol nem éri fény. A valóságban persze nincsen

LEONARDO hirdetés

ilyen, de mivel a lokális illumináció során a szórt fényt elhanyagolhatjuk, az ambiens szín alkalmas lehet a szórt fény hatásának reprodukálására.

Spekuláris szín: ez a csillanás színét jelenti. Gyakori alkalmazás fejmodellezésénél, hogy a csillanás színét úgy textúrázzák, hogy a zsíros bőrfelületen (orr, homlok) erős legyen a szín (fehér színű textúra), a matt részeken pedig ne jelenjen meg erősen (sötét textúra).

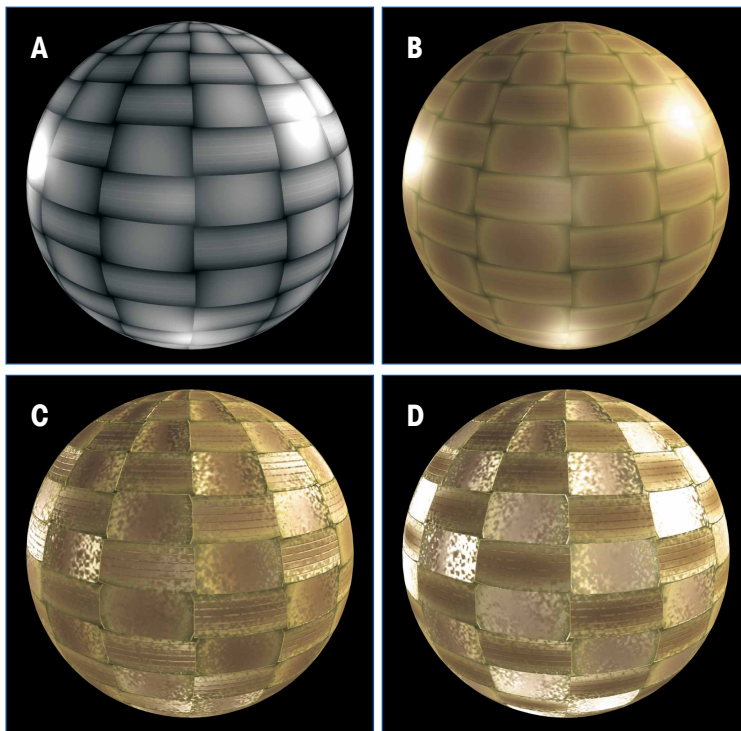
Csillanás nagysága: ez különböző modellek esetében más és más paraméter lehet. A csillanás nagysága alapvetően azzal függ össze, hogy a felület mennyire tükröző vagy éppen matt. A fémes vagy lakkozott sima felületeken apró és erős a csillanás, a diffúz és matt felületeken pedig elmosott és gyenge fényfoltot látunk.

Önfény: ha azt a hatást akarjuk elérni, mintha a test világítana, akkor megadhatunk ún. önfényt. Ez azt fogja eredményezni, hogy a felület sötétben is fog látszani, azt azonban nem szabad elfelejteni, hogy lokális illumináció használata esetén az önfény nem fogja megvilágítani a környező tárgyakat.

Bump map: Lehetőségünk van arra, hogy textúrák segítségével azt a hatást keltsük, mintha apró buckák, egyenetlenségek lennének a felületen. Ezt úgy kell elképzelni, mintha az általunk megadott kép egy magassági térképnek felelne meg, a számítógép pedig létrehozza a neki megfelelő hegyeket, völgyeket a felületen.

Textúrák

A fent leírt és a nem részletezett anyagi jellemzők is vezérelhetők *textúrákkal*. Ezek a textúrák gyakorlatilag képek, melyeket a felületekre feszítünk. Lehetnek a lemezen eltárolt tetszőleges fotók vagy videoszekvenciák, de használhatunk ún. procedurális textúrákat is, melyeket a számítógép állít elő. Képek használata esetén előny, hogy a valódi tárgyak színét rögzí-



A) Fekete fehér textúra vezéri a gömb színét; B) Ugyanaz a textúra, némi színezés után; C) Bump map használatával már sokkal szebb a felület; D) Egyéb textúrákat is használhatunk speciális feladatokra, itt a tükröződést módosítottam. Az összes textúra procedurális, így nagyon jó minőségű képeket generálhatunk (www.highend3d.com)

teni tudjuk, de így a véges felbontás miatt nem mehetünk tetszőlegesen közel a felülethez (akkor ugyanis már akár a pixelek is kirajzolódhatnak). Ha beépített textúrákat alkalmazunk, akkor sokat kell kínlódnunk, amíg valóságghű anyagokat kapunk, de tetszőlegesen nagy felbontásban le tudja a számítógép generálni a felület mintázatát.

Ha már elkészítettük az alkalmazásra kerülő textúrát, a ráfeszítéssel is foglalkoznunk kell. Számos módszer létezik a textúrák felfeszítésére, a leggyakrabban használt eszközök a különböző vetítések (projection). A vetítések során a felület minden pontjához egy *textúra koordinátát*, az UV koordinátát rendeljük hozzá. A renderelés fázisában ezen UV értékek alapján tudja a

program, hogy a textúra melyik pontját feszítse az adott felületi pontra. A textúrázásról reményeink szerint egy későbbi számban bővebben is olvashatnak majd olvasóink.

Hogyan dolgozzunk?

Ha elkészítettük modelljeinket, hozzáláthatunk a renderelés előkészítéséhez. Az első lépés szinte mindig a megfelelő kamerapozíció, azaz képkivágás megtalálása. Ha ez megtörtént, a fényeket kell elhelyeznünk. Ez a folyamat szinte teljesen megegyezik a hagyományos operatőrök és világosítók munkájával, azzal a különbséggel, hogy a derítéseket, reflexiókat „kézzel” kell létrehozunk újabb fények kreálásával. Ha a fényviszonyok elégségit valóságérzetünket – és a művészi koncepciót – a felületek anyagának megszer-

kesztése következhet. Ebben a fázisban különösen sokat segíthet, ha rendelkezésre áll egy valódi fénykép az illető tárgyról. Sajnos elkerülhetetlen, hogy korrekt referencia hiányában a munka előrehaladtával egyre kevésbé tudjuk megmondani képünkéről, hogy mi nem stimmel. Ekkor a legjobb egy „független” szakértőt hívni (anyuka, apuka, nagymama stb.), és ha olyan realisztikus képet sikerült készíteni, mintha fénykép lenne, akkor nem is fogunk lebukni.

Vass Gergely
www.vassg.hu

A képek egy része a www.trinisica.com oldalról (készítette: Johan Thorngren), az anyagminta a www.highend3d.com oldalról származik.

Reméljük, hogy olvasóink sorozatunk segítségével némi betekintést nyertek a 3D grafika világába, és talán a kedvük is megjött hozzá, hogy maguk is próbálkozzanak. A VIDEOPRAKTIKA következő számában egy új sorozat indul, melyben a Maya nevű 3D programcsomag használatával ismerkedhetnek meg az alapoktól indulva. Szerencsére a program beszerzése nem megoldhatatlan, ugyanis ingyenes, tanuló verziója letölthető az Internetről:

<http://www.aliaswavefront.com/freemaya>

Az új sorozat keretein belül minden részben apró feladatokat oldunk majd meg, melyek olvasóink számára is hasznosak lehetnek. Az esetleges témaötleteket és hozzászólásokat várjuk!