

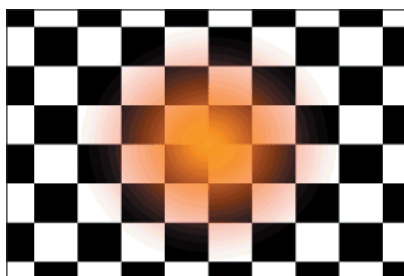


PoV-Ray ismeretek (6. rész)

Folytatjuk az anyagmódosítókkal való ismerkedést, hiszen most értünk el az egyik olyan módosítóhoz, amellyel a leglátványosabb hatásokat hozhatjuk létre.

Részecskerendszerek segítségével modellezhetünk például robbanást, tüzet, füstöt és párákat, továbbá felhőt és porfelhőt is. Az előbbieket természetesen különféle mintázatok felhasználásával is elkészíthetjük, de az igazán valóságos megjelenítéshez inkább a részecskerendszerek felelnek meg. Ismerkedjünk meg hát közelebbről a részecskerendszerek lelkivilágával – már amennyire e cikk keretei megengedik. Első lépésben tűzhez hasonló hatást próbálunk meg létrehozni, ehhez nyújt jó kiindulási alapot egy gömb. Az első fogalom, amivel meg kell ismerkednünk, a következő: tárolóobjektumnak nevezük azt az objektumot, amit a részecskerendszer kiindulási formájaként határozzunk meg. Minden részecskerendszernek szüksége van egy tárolóobjektumra, ami nem jelent nagy újdonságot, hiszen az anyagokat eddig is egy-egy tárgyhoz rendeltük hozzá. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy a részecskerendszerek láthatóvá tételéhez a hordozó tárgynak áttetszőnek kell lennie, és a megfelelő hatás eléréséhez üreges test alkalmazása szükséges. Lássunk egy egyszerű példát, amiben a tűz kezdeti állapotait figyelhetjük meg. Itt részecskerendszereknek azt a típusát használjuk fel, amely egyszerűen csak fényt bocsát ki, ám az egyes részecskék a szomszédjukból sugárzó fényt nem nyelik el. Létrehozunk egy egyszerű jelenetet, amelyben a majdani tüzet megtestesítő gömb a tér középpontjában helyezkedik el, és fényforrással világítjuk meg. Természetesen ehhez a kamerát is meg kell alkotnunk. Láthatjuk tehát, hogy a gömb áttetsző, hiszen az `rgba` kulcsszóval határoztuk meg a színét, amelynek utolsó értéke az adott szín átlátszóságát szabályozza. Ezenkívül a `hollow` kulcsszót is használtuk, amelynek hatására testünk üreges lesz. Felmerülhet a kérdés, hogy miért kellett a padlót alkotó síkot is üregesé tenni. Ennek az az oka, hogy a részecskerendszer nem lehet egy másik tömör testen belül, mert ebben az esetben nem látható. Ha a síkot nem akarjuk tömörré tenni, a másik megoldás, hogy a kame-

ránál a `negative` kulcsszót is megadjuk. Most tekintsük át, milyen ismeretlen szavak maradtak még számunkra a részecskerendszer meghatározásában. A következő ilyen kifejezés az `emitting`, amelynek hatására a részecskék fényforrásként működnek. Célunk eléréséhez ez lesz a megfelelő típus, a további lehetőségek bemutatását a későbbiekben folytatom. A `spherical_mapping` adja a PoV-Ray tudtára, hogy ez esetben gömbszerű leképezés szükséges, ami nyilvánvaló is, hiszen a hordozót is



1. kép Tűzfészek

gömb. Egy részecskerendszernél az egyes részecskék eloszlását egy úgynevezett sűrűségfüggvény határozza meg, amely leírja, hogy mennyi részecskét találhatunk egy adott helyen. A PoV-Rayben pontos matematikai függvény helyett előre meghatározott eloszlásokat alkalmazhatunk. Ezek közül az egyik a `linear` kulcsszó által meghatározott egyenletes eloszlás. A részecskék száma minden esetben a koordináta-rendszer középpontjában a legnagyobb, így előfordulhat, hogy egy tárgyat olyan koordinátákra helyezünk, ahol már nincsenek részecskék. Ilyenkor semmiféle tüzet, ködöt vagy felhőt nem láthatunk, de ennek tudatában a tárgyat szerencsére már a létrehozásnál a koordináta-rendszer középpontjába helyezhetjük és később az egészet (a tárgyat az anyagokkal és a részecskerendszerekkel együtt) a kívánt helyzetbe tolhatjuk el. Az egyenletes eloszlásnak köszönhetően a részecskesűrűség a gömb középpontjában lesz a legnagyobb, a felszínen pedig 0. A fenti példában gömbünk (ahogyan a „szófogadó” tűzhez illik) középen át-

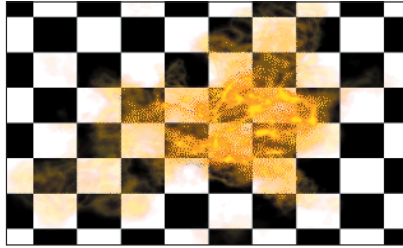
látszóság nélkül sárga színű lesz, a felszínen pedig vörös és szinte alig látható. Az 1. kép ezt az állapotot mutatja meg. Első példánk utolsó ismeretlen szava a `samples` (a minták száma) névre hallgat és egy egész szám követi. Ezzel a számmal határozzuk meg, hogy a számítások során mennyi fénysugár haladjon keresztül a rendszeren, amíg a PoV-Ray kiszámítja a képet. Magasabb értékek esetén szebb eredményhez jutunk, kiszámítása azonban hosszabb időt vesz igénybe. Ha egy-egy részecskerendszer kiszámítása során teljesen szokatlan eredményt kapunk, érdemes ezt az értéket megnövelni – a legtöbb esetben a 10-es mintaszámérték megfelelő. A fenti képen a színek meglehetősen halványak. Túl sok látszik a háttérből, így az első példánk szolgáltatja eredmény nem igazán hasonlít a tűzről, robbanásról alkotott képünkhöz. A színeket élénkebbé tehetjük, ha az objektum nagyobb sűrűségű részeinek átlátszóságát csökkentjük. Az alábbi részletbe a „-1”-es átlátszóság azért került bele, hogy a kapott eredmény jobban hasonlítson a tűzhez.

```
Color_map {
  [ 0 color rgba <1,0,0,1> ]
  [ 1 color rgba <1,1,0,-1> ]
}
```

Ennek az egyszerű változtatásnak fényesebb tűzkezdemény lesz az eredménye. A valóságban azonban ritkán láthatunk ilyen szabályos tűzgömböt, és én sem akadtam össze hasonló jelenséggel. A valódi tűzgömb minden esetben rendezetlenebb formákat alkot, tehát a valóságosság érdekében a modellezés során nekünk is rendezetlenséget kell szimulálnunk. Erre már sorozatunk korábbi részeiben is láthattunk példát, ezért ismerősként köszönhetjük az alkalmazandó `turbulence` kulcsszót. Most nem ismételtem meg a listát, mivel mindössze egyetlen sort kell beszúrunk a `linear` szó után (elé is megtehetjük: a `hollow`-n belül és a `color_map`-on kívül), amivel kissé áttekinthetlenebb kinézetet adhatunk a készülő

tűzgömbnek. Amennyiben a turbulencia 1.5 tartalmú sort a megfelelő helyre szúrjuk be, egy újabb leképezés után máris a világító labda nagymértékű átalakulásának lehetünk szemtanúi. Ennek kiszámításához több idő szükséges, mert minden részecske véletlen, örvényszerű elmozdulást kap. Amikor a részecskerendszert rendezetlenné tesszük, gyakran előfordul, hogy a részecskék a hordozó objektumon kívülre kerülnek. Elkerülésére magát a rendszert kell átméreteznünk, hiszen ha az objektum méretét változtatnánk meg, a részecskék elhelyezkedése nem sokat változna. A részecskerendszert a 2. listán (➔ 24. CD, Magazin/Pov-Ray könyvtár) látható módon méretezhetjük át, tehát úgy, hogy még a részecskerendszer meghatározásakor a PoV-Raynek a méretek megváltoztatására adunk utasítást. A fenti kérdés megoldására más módszert is használhatunk: a gömböt készítsük nagyobb méretűre, és mielőtt még meghatároznánk a részecskerendszert, méretezzük is át. Így a részecskerendszer mérete már nem változik. Ezeket a megoldásokat csak akkor alkalmazhatjuk, ha a rendszert gömbszerű (spherical mapping) vagy kockára történő leképezéssel készítjük el. Amennyiben elsajátítjuk a frequency kulcsszó használatát, a tűzgömböt még élethűbbé varázsolhatjuk. Most sem érdemes a matematikai háttérrel foglalkoznunk, mert nem vinne közelebb a lehetőség gyakorlati használatához, elegendő annyit tudnunk, hogy ez az érték határozza meg, hogy a tárolóobjektumon belül a színek hányszor ismétlődjenek. Vigyáznunk kell azonban, mert ha a részecskerendszer színeit nem ismétlődőként adjuk meg (amikor az első és az utolsó érték megegyezik), a végeredményül kapott képen csúnya ugrásokat láthatunk. Miután ilyen szép tüzet készítettünk (2. kép), megeshet, hogy az általunk alkotott képet valamilyen különleges háttással még tetszetősebbé szeretnénk varázsolni. Tegyük a képet egy kicsit szokatlanra: változtassuk meg a tűzgömb színét! Célunk, hogy a gömbön ne piros-sárga átmenetet lássunk, hanem zöld-pirosat. Ennek legegyszerűbb módja, hogy a részecskerendszer színét módosítjuk. Ekkor azonban azt fogjuk tapasztalni, hogy a gömb közepén nem a várva-várt zöld szín jelenik meg, hanem a zöld és piros keveréke: a sárga. Nem egészen ezt szeretnénk volna, de nem adhatjuk fel ilyen könnyen. Íme a kiváló alkalom a glowing halo megismerésére.

Ez a részecskerendszer-típus abban különbözik az előzőtől, hogy az egyes részecskék fényt bocsátanak ki – elkerülve ezzel a színek keveredését. Csak annyit kell az előző példánkon megváltoztatnunk, hogy az emitting kulcsszó helyett a glowing-ot használjuk, minden másban megegyezik az előbbieken tárgyalt típussal, így korábbi ismereteinkre támaszkodva bátran kalandozhatunk a részecskék és részecskerendszerek világában.



2. kép Túl valóságghűre sikeredett...

A következő egyszerű részecskerendszer a felhők és a páras környezet modellezésére szolgáló attenuating halo. E típus azért alkalmas felhők leképezésére, mert a rajta áthaladó fény egy részét elnyeli, ugyanis a PoV-Ray a leképezés során egy adott képpont értékét nem a pontot körülvevő részecskék alapján számítja ki, hanem az objektumon áthaladó fénysugár mentén minden részecskét figyelembe vesz. Ezeket a színeket a color_map részben határozzuk meg. Most lássunk egy olyan példát, amit felhőink kiindulási alapjaként a későbbiekben is felhasználhatunk (2. lista). A felhők általában nem vörös színűek, de példánkban a jobb láthatóság kedvéért piros-fehér átmenetet használunk, ugyanis fekete-fehér háttér előtt nem lenne célszerű fehér felhőket megjeleníteni. Előbbi példákban csak a részecskerendszer méretét változtattuk, de most lássunk arra is megoldást, hogy a hordozóobjektumot méretezzük át. A tűzgömbnél alkalmazott minőségjavító megoldások (a fényesség növelése, rendezetlenség alkalmazása) az eredményt itt is vonzóbbá teszik, de a felhők általában nem gömbalakúak. Most a hordozóobjektumot kell átméreteznünk. Ha valóban élethű felhőket szeretnénk előállítani, egy hordozóobjektumon belül több részecskerendszert is alkalmazhatunk. Nem kell mást tennünk, csak egymás után úgy meghatározni a rendszereket, hogy csak a helyzetükben különbözzenek egymástól. Természetesen ilyenkor a rendszerek alapjául szolgáló tárgyat is nagyobbra kell készítenünk.

A következő részecskerendszer a fénysugarak poros közegen történő áthaladásának megjelenítésére alkalmas. Gyakran láthatunk ilyen például a délutáni erdőben, amikor a fény átszűrődik a lombok között, vagy a padlásokon, amikor a napsugarak a cserepek közötti résekben szűrődnek be. Ez a részecskerendszer eléggé összetett, nem csupán elnyeli a fény egy részét, de az a benne található részecskéken szét is szóródik. Ennek eredményeképpen a tárgyon áthaladó fénysugarak láthatóvá válnak.

Ezt a részecskerendszert ugyancsak egy példán keresztül világíthatjuk meg a legjobban. Először meghatározunk egy irányított fényforrást és egy tárgyat, utóbbin fogjuk szemlélni a keresztülhaladó fényt.

Ezután létre kell hozni egy olyan tárgyat, ami a részecskerendszert fogja tartalmazni, jelen esetben erre a célra egy másik dobozt alkalmazunk. A részecskerendszer sűrűsége állandó, amit a rendszeren belül a max_value kulcsszóval határozhatunk meg. Ennek alapértéke 1, és amennyiben ezt a sűrűségfüggvényt használjuk, bármelyik leképezési mód (gömbszerű, kockára való



3. kép A kezdeti állapotok...

leképezés stb.) ugyanazt az eredményt adja. Lássuk, hogyan adhatjuk meg a részecskerendszert (7. lista ➔ 24. CD, Magazin/Pov-Ray könyvtár)! Amint a 3. képen is láthatjuk, az eredmény még nem tökéletes, mert a kép túl világos, a háttér alig látható és a por is túl sűrű.

A hordozótárgyként megadott kockában a részecskék sűrűsége állandó, alapértelmezetten pedig 1. Ez azt jelenti, hogy a színek meghatározásánál a részecskerendszer sűrűségét és színét csak az 1-es helyen lévő érték fogja befolyásolni. A következő példában ezt az átlátszóságot 0,7-re állítjuk, így a por ritkább és az eredmény is szebb lesz.

```
...
...
color_map {
```

```
[ 0 <1, 1, 1, 1> ]
[ 1 <1, 1, 1, 0.7> ]
}
samples 10
}
...
...
```

Az eddigi módosítások ellenére még mindig akad egy kis gond az árnyékokkal. Tegyük egy kicsit elmosódottabbá az éles árnyékokat! Többféleképpen is megoldhatjuk: alkalmazhatunk véletlenszerű zajt a részecskerendszerben a jitter kulcsszó megadásával. A másik lehetőségünk a felül-mintavételezés, ekkor a nagyobb fényességváltozásokat finomítjuk (az aa_threshhold és az aa_level kulcsszó segítségével). A harmadik mód, amikor a teljes képre magasabb mintavételezési értéket alkalmazunk. Mivel ez utóbbi a leglassabb eljárás, először a többi módszert próbáljuk ki. A részecskerendszer meghatározásán belül általánosságban a véletlen zajt és a helyi felül-mintavételezést használjuk a következő módon:

```
...
...
}
samples 10
aa_level 3
aa_threshold 0.2
jitter 0.1
}
...
...
```

Most már szinte tökéletes a poron áthaladó fény sugar megjelenítése, de nagyon ritkán találkozunk olyan hellyel, ahol így áll a levegő, és a por ennyire egyenletesen oszlik el a térben. Kavargjunk egy kis szellőt a turbulence utasítás alkalmazásával, és máris elégedettek lehetünk az eredménnyel:

```
...
... box_mapping
... linear
... turbulence 1
... color_map {
...
... }
```

Vegyük észre, hogy nem használtuk az állandó sűrűséget meghatározó constant sűrűségfüggvényt, hanem helyette a linear kulcsszó meghatározta egyenletes eloszlást adtuk meg.

Ennek oka, hogy állandó sűrűségű térben nem lenne értelme a véletlenszerű változtatásoknak, a részeckesűrűség nem változna. Megjegyzendő, hogy a turbulence érték típusa vektor; a felhasználásával látványos hatásokat érhetünk el, ha az egyik irányban nagyobb értéket adunk meg, mint a másik két koordinátatengely mentén. Így készíthetünk például vízesést vagy más áramló rendszert.



4. kép Fény a porban...

Természetesen a por számára nemcsak fehér és szürke színeket adhatunk meg, hanem az alábbi részlet alapján akár a fehértől indulva – a képzelőerőnk szabta határokig – bármilyen színt. Fontos olyan színértékeket megadni, amelyek bizonyos színeket kiszűrnek, ezt a rgbf kulcsszóval tehetjük meg. Mivel azonban a részecskerendszerben a színeknek átlátszóknak is kell lenniük, a színek meghatározása során inkább a rgbft szót használjuk.

```
...
... color_map {
... [ 0 color rgbft <1, 0,
... 0, 0.5, 1.0> ]
... [ 1 color rgbft <1, 0,
... 0, 0.5, 0.7> ]
... }
...
... 
```

Mielőtt a végére érünk a részecskerendszerekkel való ismerkedésnek, fel kell hívnom a figyelmet néhány dologra: a részecskerendszert minden tárgyhöz a következő formában adjuk meg:

```
OBJETKUM {
texture {
pigment {...}
normal {...}
finish {...}
halo {...}
}
hollow
}
```

Nem használhatók a pigment, color_map, pigment_map, texture_map és material_map utasításokon belül. Amennyiben többretegű mintázatot szeretnénk használni, a részecskerendszert mindig a legelső rétegben kell meghatározni, mely rétegnek természetesen átlátszónak kell lennie. Szintén ne feledkezzünk meg róla, hogy egymást átfedő tárolóobjektumok esetében a PoV-Ray az eredményt nem képes megfelelő módon kiszámítani. Ilyenkor minden tárolóobjektumot a többitől függetlenül számol ki, és az eredmény összeadódik. Az ebből származó hibák elkerülhetők, ha megfelelően nagy méretű tárolóobjektumot adunk meg.

További hiányosság, hogy a többféle színtérképpel (color_map) létrehozott attenuating típusú részecskerendszer, amelyet a felhők készítésénél tárgyaltunk, jelenleg nem használható. Amint azt a leírás elején említettem, a kamera látóterében lévő objektumoknak üregesnek kell lenniük, ezt a hollow kulcsszó teszi lehetővé.

Fontos megjegyeznünk, hogy a scale kulcsszót a megfelelő helyen kell alkalmaznunk. Amennyiben a hordozó tárgyat át szeretnénk méretezni, például akkor, amikor a részecskéket rendezetlenné (turbulence kulcsszó) tesszük, az átméretezést még a rendszer meghatározása előtt el kell végezni; míg ha a részecskerendszer méretét szeretnénk megváltoztatni, a scale utasítást a rendszer meghatározásán belül kell használnunk.

Végül az ismétlés kedvéért jegyezzük meg, hogy a rendezetlenség nincs hatással az állandó sűrűségű rendszerre, tehát a turbulence és a constant kulcsszó együttes alkalmazása nincs hatással a részecskék eloszlásváltozására.

Végül nézzük meg a korábban elkezdett tárgyat, amely most poros térben lebeg, és szabadon alkalmazzuk rá új ismereteinket!



Fábian Zoltán

(dzooli@freemail.hu, dzooli@yahoo.com) 23 éves, jelenleg programozóként dolgozik. Szabadidejében szívesen kirándul, túrázik.

Emellett szeret rajzolni, érdekli a 3D grafika és a Linuxszal kapcsolatban minden olyan program és programnyelv, amit még nem ismer vagy nem próbált ki.