

3D 游戏中“影子光环”特效的实现算法^①

张鹏, 安峰

(苏州工业园区服务外包职业学院, 苏州 215123)

摘要: 3D 游戏中, 常常会出现一种紧贴地面的“光环”特效, 这些“光环”类似于人物的影子。分析了“光环”特效与游戏地形的关系, 提出了一种实用的“光环”特效实现算法。借助该算法, 游戏中的“光环”将跟随人物进行移动, 并且贴伏着地面, 随着地表的凹凸而起伏变化。这种算法已成功应用于多款 3D 游戏, 并很好地与各种程序引擎相结合。

关键字: 帖伏; 网格; 平面坐标; 纹理坐标; 一致性

Algorithm of "Light Ring" Effect in 3D Games

ZHANG Peng, AN Feng

(Institute of Services Outsourcing, Suzhou Industrial Park, Suzhou 215123, China)

Abstract: Usually, there are some “light rings” effect which like shadows and close to the ground in 3D games. This paper analyzes the relationship between the “Light Ring” effect and the terrain in 3D game, and hands out an practical algorithm of the effect mentioned above. With this algorithm, the “Light Rings” will follow characters, close to the ground, as the ups and downs of the ground. The algorithm can combine with a variety of game engine, and has been applied successfully in a lot of 3D games.

Key words: close to; grid; plane coordinate; texture coordinates; consistent

制作 3D 游戏时, 为突出人物职业或性格, 并增加画面的绚丽度, 设计者常常会在人物脚下放置五颜六色的光环。这些光环跟随人物进行移动, 并且贴伏着地面, 随着地表的凹凸而起伏变化, 如图 1 所示。



图 1 人物脚下的光环

1 引言

1.1 文章安排

本文第 2 节介绍 3D 游戏中地形的制作方法。第 3 节分析了“光环”特效与地形的关系, 并给出了该特效

的具体实现算法。

1.1.1 基本介绍

在计算机的三维世界中, 所有模型表面都是由若干三角形(或四边形)围成的。让光环贴伏地面, 就必须使光环模型与相应的地表模型保持一致(各三角形的斜率以及顶点位置一致)。并且当光环移动时, 还需要特殊的程序算法来保持这种模型间的“一致性”。

本文介绍一种实用的“地面光环”的程序算法, 该算法能很好地与各种游戏引擎相结合, 并已成功应用于多款 3D 游戏。

2 三维游戏中的地形

大型三维游戏的场景非常广阔, 地形蜿蜒起伏、山峰连绵。尽管各种游戏引擎的原理不同, 但其地形的制作方法大同小异, 具体步骤如下所述。

^① 收稿时间:2011-01-04;收到修改稿时间:2011-02-21

2.1 定义地形网格

首先,在水平面上定义一个网格,该网格由 $N \times N$ 的方格阵列构成,阵列中的每个方格单元都由 2 个等边三角形(或 1 个四边形)构成,且网格中心点的平面坐标(忽略 Y 轴高度)一般为 $(0, 0)$ 如图 2 所示,图中的黑点表示中心点。

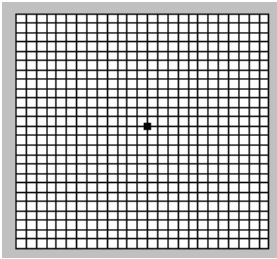


图 2 方格阵列

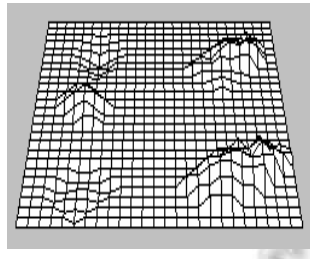


图 3 地形线框

2.2 调整地形高度

然后,根据游戏地形的设计要求,调整网格中各顶点的高度(Y 轴坐标),形成起伏的地形线框,如图 3 所示。

2.3 粘贴纹理

最后,将纹理图粘贴在网格上,就形成了起伏的地形,如图 4 所示。



图 4 起伏的地形

3 “地面光环”的实现方法

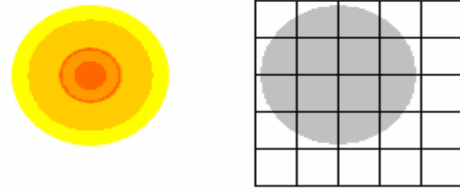
“地面光环”特效的实现方法,是在地形原理的基础上产生的,实现步骤如下所述。

3.1 定义光环网格

首先,需要为光环定义一个小型的网格,这里记为“光环网格”。光环网格与地形网格的单元方格大小相同,当然光环网格中的单元方格数量要比地形网格少得多。

光环网格要比实际的光环图像多出一层(横向多一行,纵向多一行,如图 5)。例如,如果光环图像占据 4×4 个方格,则光环网格应该定义成 5×5 的方格阵

列,如图 5 所示。需要注意的是,光环网格的行数和列数必须为奇数,以保障初始状态下,光环中心能落到某个顶点上,如图 5 所示。



(a)光环图像 (b)光环网格

图 5 光环图像与网格

3.2 调整光环网格的顶点高度

将光环网格与地形网格的某个子区域对齐,根据地形网格中相应顶点的 Y 轴坐标,调整光环网格的顶点高度(Y 轴坐标),使光环与地表的起伏情况相同,如图 6 所示。

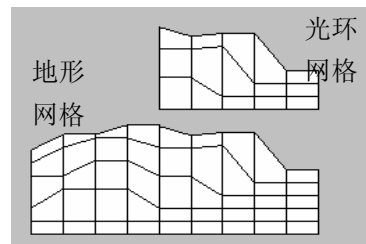


图 6 光环网格与地形网格

设光环网格中某点(P_r)的 Y 轴坐标为 Y_r ,在地形网格中,与 P_r 对应的顶点的 Y 轴坐标为 Y_t 。则有公式:

$$Y_r = Y_t + h \quad (\text{记为公式 M})$$

上式中, h 为用户自定义的高度值。当 $h=0$ 时,光环与对应的地表重合。如果 h 值很小,则光环将略高于地表,并“粘贴”在地面上。

3.3 设置光环网格的纹理

制作一张含有光环的纹理图,并将纹理图的边缘设置成透明模式。将纹理图粘贴在光环网格上,并将公式 M 中的 h 值变小,使光环贴伏在地形表面上,如图 7 所示。

3.4 光环的平滑移动

由前面所介绍的原理可知,让光环贴伏于地表,就必须保障光环与相应地表保持“一致性”,即光环与

相应地表间相应三角形的斜率和顶点位置都保持一致。

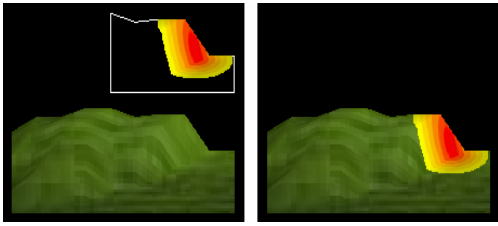


图 7 光环贴伏在地形表面

所以，光环网格只能逐个格子地移动，否则将无法保证光环网格与地形某区域的起伏情况相同。显然，逐个格子地移动只能使光环跳跃式地前进，如何让光环平滑地移动呢？

解决方法是：当光环移动时，如果移动的距离小于单元方格的长度，则只调整光环网格的纹理坐标，而不改变网格顶点的位置。只有当光环移动的距离大于或等于单元方格的长度时，才整体移动网格的位置，并重新调整网格各顶点的纹理坐标。

如图 8 所示，光环沿 Z 轴移动的过程，包含 4 个关键的操作步骤，分别是：

第 1 步：在初始状态下，光环纹理位于网格的左上角，光环中心位于某个顶点上。

第 2 步：当光环向下移动时，如果移动的距离不超过单元方格的边长，则暂时不调整网格的位置，而是通过改变网格顶点的纹理坐标来实现光环的移动。

第 3 步：光环继续移动，使得纹理图移动到网格底部。

第 4 步：调整网格的位置，并改变纹理坐标，使纹理图重新回到网格顶部。再回到第一步的操作方法，继续移动光环，使其连续平滑地移动。

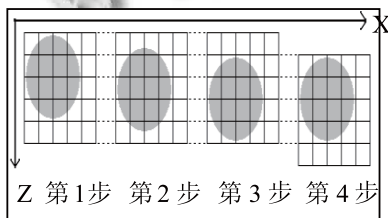


图 8 光环的移动

设：地形网格中心点的平面坐标为 (0, 0)，这里的平面坐标是指忽略 Y 轴高度的坐标，即 X 轴与 Z 轴

的坐标；地形网格的单元方格边长为 L；光环网格的单元方格边长也为 L。则，在初始情况下（光环中心位于地表中心），5 × 5 的光环网格各顶点的位置平面坐标如图 9 所示。

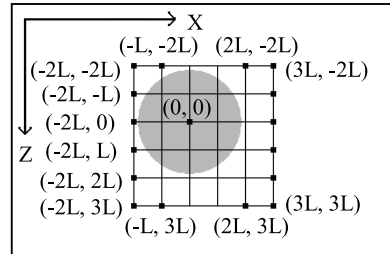


图 9 光环网格顶点位置的初始坐标

在初始情况下，5 × 5 的光环网格各顶点的纹理坐标如图 10 所示。

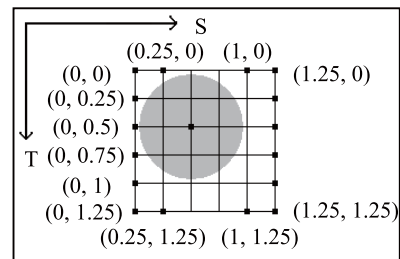


图 10 光环网格顶点纹理的初始坐标

光环随人物进行移动后，设：光环中心的位置平面坐标为变为 (xc, xc)；其他各顶点的位置平面坐标如图 11 所示。

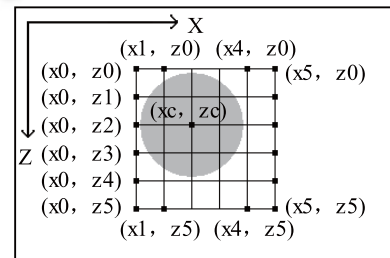


图 11 光环网格顶点的位置平面坐标

光环随人物进行移动后，设：其他各顶点的纹理坐标如图 12 所示。

由图 11 可知各顶点的位置平面坐标公式为：

$$x0 = \lfloor xc / L \rfloor \times L - 2L;$$

$$z0 = \lfloor zc / L \rfloor \times L - 2L$$

$$\begin{aligned}x_1 &= x_0 + L; & z_1 &= z_0 + L; \\x_2 &= x_0 + 2L; & z_2 &= z_0 + 2L; \\x_3 &= x_0 + 3L; & z_3 &= z_0 + 3L; \\x_4 &= x_0 + 4L; & z_4 &= z_0 + 4L; \\x_5 &= x_0 + 5L; & z_5 &= z_0 + 5L;\end{aligned}$$

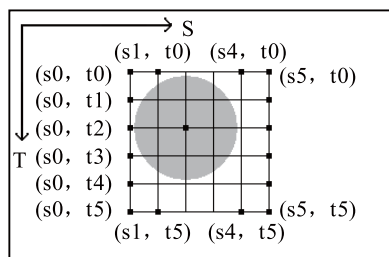


图 12 光环网络顶点的纹理坐标

上面公式中, $\lfloor \cdot \rfloor$ 符号表示向下取整, 例如 $\lfloor 8.9 \rfloor = 8$, $\lfloor -8.1 \rfloor = -9$ 。由纹理坐标原理及图 12 可知光环网络各顶点的纹理坐标公式为:

$$\begin{aligned}s_0 &= - (x_c - x_2) / (4L); \\t_0 &= - (z_c - z_2) / (4L); \\s_1 &= s_0 + 0.25; & t_1 &= t_0 + 0.25; \\s_2 &= s_0 + 0.25 \times 2; & t_2 &= t_0 + 0.25 \times 2; \\s_3 &= s_0 + 0.25 \times 3; & t_3 &= t_0 + 0.25 \times 3; \\s_4 &= s_0 + 0.25 \times 4; & t_4 &= t_0 + 0.25 \times 4; \\s_5 &= s_0 + 0.25 \times 5; & t_5 &= t_0 + 0.25 \times 5;\end{aligned}$$

如果光环网络有由 $n \times n$ 个单元格组成(n 为奇数), 则各顶点的位置平面坐标为:

$$x_0 = \lfloor x_c / L \rfloor \times L - \lfloor n / 2 \rfloor \times L;$$

$$z_0 = \lfloor z_c / L \rfloor \times L - \lfloor n / 2 \rfloor \times L;$$

.....

$$x_k = x_0 + kL; \quad (k > 0 \text{ 且 } k \leq n)$$

$$z_k = z_0 + kL; \quad (k > 0 \text{ 且 } k \leq n)$$

$$s_0 = - (x_c - x_2) / [(n - 1) L];$$

$$t_0 = - (z_c - z_2) / [(n - 1) L];$$

.....

$$s_k = s_0 + [1 / (n - 1)] \times k; \quad (k > 0 \text{ 且 } k \leq n)$$

$$t_k = t_0 + [1 / (n - 1)] \times k; \quad (k > 0 \text{ 且 } k \leq n)$$

上面公式中, $\lfloor \cdot \rfloor$ 符号表示向下取整, 例如 $\lfloor 8.9 \rfloor = 8$, $\lfloor -8.1 \rfloor = -9$ 。

4 结束语

以上便是“地面光环”特效的实现算法, 利用这种算法, 还可以制作人物影子等游戏效果。

参考文献

- 1 Lake A. Game Programming Gems8. America: Course Technology PT, 2010.140-203.
- 2 Jacobs S. Game Programming Gems7. America: Charles River Media, 2008. 255-336.
- 3 Walsh P. Advanced 3D Game Programming with DirectX 9.0.1thed.Texas:Wordware Publishing, 2003. 413-481.
- 4 黄蓝泉. 游戏引擎中特效的实时渲染技术研究[硕士学位论文].成都:电子科技大学,2008.
- 5 赵明. 基于 DirectX 的三维游戏特效技术的研究与实现[硕士学位论文].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2009.
- 3 柴晓荣,刘锦高. 基于纹理分析的精确车牌定位算法. 计算机系统应用,2010,19(2):160-163.
- 4 王文涛,马启新,杜鹏飞. 基于边缘检测和数学形态学的车牌定位. 中南民族大学学报(自然科学版),2008,27(4):84-87.
- 5 熊春荣,黄文明. 基于复合型数学形态学边缘提取的车牌定位算法. 微计算机信息,2010,26(6):188-190.
- 6 姜谊,严京旗. 车牌定位及倾斜校正方法. 微型电脑应用,2010,26(4):45-47.
- 7 李会民,张仁津. 基于改进 BP 网络的车牌字符识别方法研究. 计算机工程与设计,2010,31(3):619-621.
- 8 宋文强,马义德,何胜宗. 脉冲耦合神经网络在车牌定位中的应用. 计算机工程,2010,8(16):174-179.

(上接第 217 页)

6 结语

本文的创新点是利用水平投影和窗口搜索法定位出来的车牌区域面积的变化来判断车牌倾斜的情况和进行相应的校正和定位。算法的实现简单、定位迅速、可以有效地去除干扰的噪声, 对倾斜变形的车牌具有很好的免疫作用, 有较好的实用价值。

参考文献:

- 1 林俊,杨峰,林凯. Hough 变换与先验知识在车牌定位中的新应用. 计算机与数字工程,2009,37(8):138-140.
- 2 贾小军,喻擎苍,谭召均. 纹理谱描述子及其在车牌定位中的应用. 计算机应用研究,2007,24(3):215-217.