

基于 DirectX 的羽毛球三维仿真引擎的设计与实现

陈彦, 陈启安

(厦门大学 计算机科学系 福建 厦门 361005)

【摘要】: 本文基于 Windows 平台下的 DirectX 技术, 将三维仿真应用于羽毛球运动项目。通过对羽毛球运动项目的观察与分析, 概括了羽毛球运动项目的基本要素, 并抽象成计算机模拟所需要的元素。设计并实现了羽毛球仿真引擎 Badminton Emluator Engine, 并基于该引擎实现了羽毛球运动的仿真模型。

【关键词】: DirectX 羽毛球 仿真 引擎

0、引言

在中国, 羽毛球运动是普及率最高的健身运动之一。深入研究羽毛球运动, 对于提高我国的羽毛球运动水平、激发群众对羽毛球运动的喜爱, 有着重要意义。随着 3D 技术的不断发展与成熟, 3D 模拟在医学、建筑设计、城市规划、航空航天、计算机仿真技术等领域应用已经取得了相当可观的进展。将 3D 技术用于羽毛球飞行轨迹的模拟, 是计算机仿真技术的在体育运动上的一个创新应用。本文基于 Direct3D 技术, 实现了羽毛球仿真所需要的引擎, 并基于该引擎实现了羽毛球运动的仿真模型, 为羽毛球运动的科学研究、3D 羽毛球游戏的开发等, 提供重要的依据。

1、羽毛球运动分析

羽毛球运动是一项隔着球网, 使用长柄网状球拍击打平口端扎有一圈羽毛的半球状软木的室内运动。羽毛球运动的计算机模拟所需要素可概括为: 羽毛球场地、羽毛球、羽毛球运动员。这三个要素都可以用 DirectX 所支持的 *.x 文件来描述。

1.1 场地

羽毛球场成长方形, 各条线宽均为 4 厘米, 场地上空 12 米以内和四周 4 米以内不应有障碍物。球场中央网高 1.524 米, 双打边线处网高 1.55 米。

羽毛球场地标准 羽毛球场为一长方形场地, 长度为 13.40 米, 双打场地宽为 6.10 米, 单打场地宽为 5.18 米。球场上各条线宽均为 4 厘米, 丈量时从线的外沿算起。球场界限最好用白色、黄色或其它易于识别的颜色画出。按国际比赛规定, 整个球场上空空间最低为 9 米, 在这个高度以内, 不得有任何横梁或其它障碍物, 球场四周 2 米以内不得有任何障碍物。任何并列的两个球场之间, 最少应有 2 米的距离。球场四周的墙壁最好为深色, 不能有风。

1.2 羽毛球

球重 4.74 克~5.5 克, 由 16 根羽毛插在半球型软木托上, 球高 68-78 毫米, 直径 58-68 毫米, 分为 1-10 号。

1.3 *.x 文件

以 x 为文件扩展名的文件是微软定义的文件格式, 用来存放 3D 模型, 并且可以有动画键。使用 3DS MAX 三维建模软件可以制作羽毛球场地、羽毛球、运动员等 3D 模型, 并导出为 .x 格式文件, 供 DirectX 程序使用。本文使用 3DS MAX 8.0, 按照羽毛球场地、羽毛球的实际尺寸, 以及运动员的平均身高等数据, 以 300 像素/米的比例, 构建羽毛球场地、羽毛球以及运动员的三维模型。

2、羽毛球仿真引擎的设计与实现

引擎是将现实中的物质抽象为多边形或者各种曲线等表现形式, 在计算机中进行相关计算并输出最终图像的算法实现的集合。通常来说, 引擎作为一种底层工具支持着高层的图形软件开发。可以将引擎看成是对 API 的封装, 对一些图形通用算法的封装, 对一些底层工具的封装。

本文基于 Windows 平台下的 DirectX, 实现了羽毛球运动仿真所需要的 3D 引擎, 其主要功能包括: 设备管理、场景管理、时钟管理、文件解析、事件响应、节点、动画等。

2.1 设备管理

设备管理提供了仿真引擎与 Windows 平台以及 DirectX 相联系的功能。设备管理类 BEEDevice 是一个单例, 通过调用该类的静态方法得到 BEEDevice 的一个实例, 可以调用以下方法:

a.createDevice(): 提供宽度、高度、全屏、窗体名称等参数, 创建 Windows 窗体;

b.createD3DDevice(): 初始化 Direct3D 设备;

c.setEventHandler(): 基于回调函数的方法, 自定义消息处理器;

d.run: 主消息循环;

e.beginScene(): 清屏, 清除后备缓冲区、z 缓冲区、模版缓冲区等;

f.endScene(): 按照设备拥有的后台缓冲区的顺序, 在显示器上呈现下一个缓冲区的内容。

2.2 场景管理

场景管理器 BEESceneManager 同样是单例模式,提供了包括场景节点管理、摄像机设置、灯光设置、透视投影设置、雾化效果等。场景管理器保存了一个场景节点的队列,并且在每一帧清屏之后,调用 drawAll()方法来绘制场景节点。

2.3 时钟管理

游戏中的时钟对于游戏而言非常重要。它控制着游戏执行的进度、动画执行的快慢、节点的同步等。本文利用静态全局变量与类静态方法的方式,实现了全局时钟。时钟管理 BEETime 的功能主要包括:

a.tick():每一帧执行一次滴答,滴答计数加一,计算与上一次滴答的间隔时间,计算一秒内滴答次数,即帧率;

b.getFPS():返回帧率;

c.getElapsedTime():返回与上一帧的间隔时间;

d.getCurrentTime():返回当前时间。

2.4 文件解析

本文仅对 DirectX 所支持的 *.x 文件进行解析。在 BEESkinMesh 类的 loadFromXFile()成员函数中,调用 DirectX 提供的 D3DXLoadMeshHierarchyFromX()来读取 *.x 的层次信息。在 D3DXLoadMeshHierarchyFromX()的参数中,提供了 ID3DXALLOCATEHIERARCHY 接口的四个虚函数 CreateFrame()、CreateMeshContainer()、DestroyFrame()、DestroyMeshContainer(),可以实现对 *.x 文件的自定义加载。生成的蒙皮网格数据保存在 BEESkinMesh 类中,并加入到网格的缓存 BEEMeshCache 中。最后,在节点的绘制函数 draw()中绘制网格数据。

2.5 事件响应

本文针对 Windows 系统,定义了鼠标事件 BEEMouseEvent、键盘事件 BEEKeyEvent 以及用户自定义事件 BEEUserEvent,而事件 BEEEvent 则是包含了事件类型 BEE_EVENT_TYPE,以及由鼠标事件 BEEMouseEvent、键盘事件 BEEKeyEvent 以及用户自定义事件 BEEUserEvent 组成的联合体的结构体。在主消息循环处理窗口过程回调函数 WndProc()时,将参数 WPARAM 和 LPARAM 解析成为引擎所识别的事件结构体 BEEEvent,并调用 BEEDevice 类的 handleEvent()方法处理消息。而在 handleEvent()方法中,调用用户重载的 BEEEventHandler 类的 OnEvent()方法,实现对消息的自定义处理。

2.6 节点

节点类 BEENode 继承于 BEEObject 类,使用引用计数机制管理内存。BEENode 类提供各个游戏节点的公共方法,以虚函数方式实现,子类可根据需要进行重载。主要方法有:

a.draw():绘图函数,纯虚函数,由各个子类重载实现,并由场景管理器 BEESceneManager 调用;

b.setPosition():设置节点的空间坐标,初始坐标为(0,0,0);

c.move():平移函数,将节点平移(x,y,z)距离;

d.rotate():旋转,将节点绕设置的轴旋转一定角度;

e.addAnimation():添加动画,保存于节点的动画列表,可同时设置多个动画;

f.onAnimate():执行动画,在每一帧 draw()之前更新节点的状态。

2.7 动画

动画是和节点相关联的,实际上就是对节点状态,包括位置、旋转角度、缩放尺度、颜色等的有规律的更新过程。动画类 BEEAnimation 是所有动画的基类,提供了动画控制所必须的元素,包括:

a.setInterval():设置动画每一帧的时间间隔,即帧率的倒数;

b.start():开始动画;

c.pause():暂停动画,调用 start()后继续执行;

d.stop():停止动画,恢复到动画开始状态,调用 start()后重新开始执行;

e.update():在每一帧节点的 onAnimate()中调用,更新节点状态。

3、羽毛球运动仿真模型的建立

3D Studio Max,常简称为 3DS MAX 或 MAX,是 Autodesk 公司开发的基于 PC 系统的三维动画渲染和制作软件。其前身是基于 DOS 操作系统的 3D Studio 系列软件。3DS MAX 广泛应用于广告、影视、工业设计、建筑设计、多媒体制作、游戏、辅助教学以及工程可视化等领域。

本文使用 3DS MAX 制作羽毛球场地、羽毛球等三维场景模型,并使用 Panda 插件导出为 *.x 文件,供仿真引擎 Badminton Emluator Engine 使用。

基于 Badminton Emluator Engine,设计了羽毛球运动仿真界面,如图 1 所示:

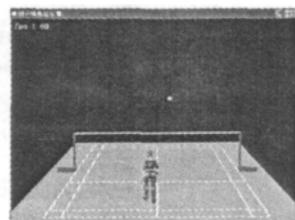


图 1 羽毛球运动仿真界面

参考文献:

- [1] YeZhijun. Visual C++/DirectX9 3D game programming tutorials. Post and Telecom Press. 2006.
- [2] Chen Yan, Chen Qi'an. "The Research of Badminton Tree-Dimensional Trajectory Model and Its Simulation". FCC 2010.