

doi: 10.7690/bgzdh.2016.08.014

一种设备接口连接行为的三维仿真方法

陈克斌, 车 嵘, 孔 磊, 曹 敏

(西安通信学院信息服务系声像传输与显控教研室, 西安 710106)

摘要: 针对多媒体设备接口种类繁多、连接复杂、实际操作训练少的问题, 提出一种基于 Unity3D 设备接口连接行为的仿真实现方法。利用 Unity3D 中碰撞检测系统, 实现接头与接口之间的交互; 通过在接口处设置特有的线性探测碰撞体, 将用户对接头的操作限制在二维平面内; 利用脚本控制接头的第三维运动, 提高用户使用效率, 增加接头接口对接精度; 采用 C#语言 MonoBehaviour 类中的协程, 精确控制接头运动, 增加系统真实度。仿真结果表明: 该方法仿真效果好, 易于实现, 用户体验真实, 可移植性强。

关键词: 三维仿真; 连接行为; 碰撞检测

中图分类号: TP391.41 **文献标志码:** A

A Three-dimensional Simulation Method of Device Connector Behavior

Chen Kebin, Che Rong, Kong Lei, Cao Min

(Staff Room of Image Transmission & Display, Information Services Department, Xi'an Communications Institute, Xi'an 710106, China)

Abstract: Since the multimedia device plugs are complex and variety, a three-dimensional simulation method of connector behavior is proposed in this paper. Based on the collision detection system in Unity3D, the interaction between the connector and the interface is realized. The users' operation is limited in two-dimensional plane by a trick of special collision detector setting. The efficiency and accuracy is boosted when third dimension motion of connector is controlled. The Coroutine in MonoBehaviour is used for improving the reality of the system. Simulation results show that this method has merits of verisimilitude, easy to implement, good user experience and strong portability.

Keywords: three-dimensional simulation; connection behavior; collision detect

0 引言

当今社会, 多媒体设备在公司、政府、军队等部门视频监控、视频会议以及视频指挥等业务中发挥着越来越关键的作用, 设备维护方面面临新的问题。部分设备接口种类繁多, 连接复杂, 价格昂贵, 如多接口编解码器、音/视频矩阵等, 这对设备操作维护人员提出了极大的挑战。尤其在某些特殊的应用场合, 如军队值班部门, 某些设备价格非常高昂, 数量却很有限, 设备一旦使用, 基本长期保持在线值守, 设备勤务保障人员缺少训练条件, 对设备的连接操作较少, 导致熟练程度不高, 在出现事故时不能快速反应; 因此, 亟需针对多媒体设备接口连接训练开发仿真训练程序, 为维护保障人员提供虚拟训练环境。

虚拟现实技术在作战部队模拟训练中得到广泛应用^[1]。使用三维游戏引擎进行开发是建立模拟训练系统的有效途径之一^[2-3]; 然而, 多数基于 Unity3D 的仿真训练系统仅局限于实现虚拟场景的

简单控制^[4-5], 对设备进行深度操作的训练少之又少。基于此, 笔者提出一种基于 Unity3D 引擎的多媒体设备接口连接仿真训练环境开发方法, 并以视频会议终端中兴 T502 为例, 详细介绍设备接口连接仿真训练程序的实现。

1 研究思路

基于 Unity3D 引擎开发多媒体设备接口连接行为的仿真训练环境主要依据以下 5 个步骤完成: 第 1 步, 策划。根据训练需要, 撰写训练剧本, 主要明确开发对象、开发内容及训练结果评定 3 部分内容, 即: 对什么设备连线, 连什么线, 怎么连正确, 如何评分等; 第 2 步, 建模。主要完成场景、终端设备(包括设备接头)和用户界面(UI)的模型建立; 第 3 步, 碰撞体设置。为了完成设备连线的插拔, Unity3D 中的碰撞系统是实现该功能的关键, 合适的碰撞体设置极为重要; 第 4 步, 交互。利用代码, 赋予模型动画效果, 使受训者与模拟训练系统进行交互; 第 5 步, 完善。使用系统进行训练, 根据用户体验, 完善软件。研究思路如图 1 所示。

收稿日期: 2016-03-21; 修回日期: 2016-05-29

作者简介: 陈克斌(1987—), 男, 甘肃人, 硕士, 讲师, 从事图像通信、模拟训练器材建模仿真研究。

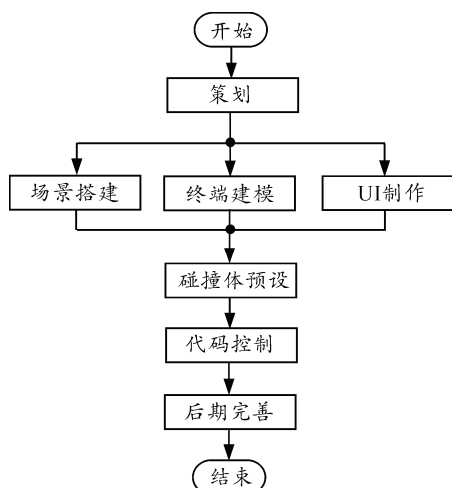


图 1 仿真思路

2 Unity3D 碰撞检测

碰撞检测是在 2 个物体接触后，对 2 个物体的碰撞行为进行检测。设计者能够通过代码等方式对物体后续动作进行设定，在物体接触行为结束后，2 个发生接触的物体能够依据既定程序实现各自下一个动作。以此类推，实现各个物体一连串的动作行为；因此，碰撞检测系统是 2 个物体相互作用的基础，是实现接口连接操作等物体深度交互的基础。

Unity3D 中，最基本的单元称之为 Gameobject(以下简称物体)。每个物体根据自己的特性在系统中扮演不同角色，可以扮演主人公、动物、设备、地图、树木、房屋，甚至是与操作者交互的一个 UI 界面。本次开发中，最关键的两类物体分别是设备的接口和设备的接头，两者根据需要进行交互。而什么情况可界定为“需要交互”，什么情况又可界定为“不需要交互”，这需要开发人员根据实际情况，通过编写代码实现“设备接口”与“设备接头”两类物体对各种情况产生合理的动作反应；因此，碰撞检测功能的运用与实现是设备接口连接行为仿真训练程序开发的重难点。

Unity3D 中碰撞体有两类运用方法：

第 1 种，仅赋予碰撞体。2 个物体为了实现碰撞，必须给物体赋予碰撞体。因为当 2 个物体不含碰撞体时，一个物体如果阻挡了另一个物体的运动，就会出现常说的“穿透现象”，即运动的物体会穿透阻挡物。当 2 个含有碰撞体的物体相撞时，默认情况下，2 个物体会像现实情况中一样，无法相互穿透。在模拟现实情况时，例如刚体和墙面的碰撞一般使用这种情况。

第 2 种，运用探测碰撞体。在给物体增加碰撞

体后，勾选“Is Trigger”选项。勾选完毕后，2 个含有碰撞体的物体相撞时，会返回碰撞信息。开发者可以根据碰撞信息，对 2 个相碰的物体甚至是其他物体的行为进行影。此时的碰撞体可以称之为探测碰撞体。需注意，为了能够返回碰撞信息，其中的一个碰撞体必须是刚体，即还需增加“Rigidbody”组件。

3 技术实现

基于 Unity3D 引擎开发多媒体设备接口连接行为的仿真训练程序，其主要技术环节包括模型构建、碰撞体预设、代码控制 3 个部分。

3.1 模型构建

为了使用户得到真实的临场感，最大程度地提高训练的真实程度，要建立高质量的模型。Unity3D 在严格意义上来讲不具备模型建立功能，该工作可以由其他 3D 建模软件完成^[6]。例如，3DS MAX 建立的模型，输出为 FBX 格式后，可直接导入 Unity3D 中。模型建立不是笔者的研究重点，下面仅讨论 Unity3D 中的模型重构工作。

1) 遇到的问题。

3D 模型导入 Unity3D 的过程中存在 2 个最主要问题：一是材质贴图的丢失；二是模型比例的不匹配。对于前者，Unity3D 具有强大的材质贴图系统，可以在 Unity3D 中进行修复。第 2 个问题可以在 Unity3D 中通过比例调整进行解决。

2) 构建内容。

Unity3D 中的模型构建主要分为 3 个部分，包括场景搭建，终端设备(包括设备接头)模型重构和用户界面搭建。

场景搭建可以分为 2 类情况：第 1 类是野外场景，此类场景可以利用 Unity3D 地形系统快速搭建；第 2 类是室内场景，包括场景中的各类物品，需要首先在其他软件中建模，然后再导入。为了保证训练系统的运行速度，该部分的模型精度不宜过高。

终端和终端接头的模型初构在其他专业建模软件中完成。本次开发中，模拟训练的主体部分需要建立高精度的模型。

Unity3D 本身具有强大的 UI 制作系统，外部插件如 NGUI 使 UI 制作更为方便。本系统中的 UI 主要有以下几个作用：第 1，对本次训练的内容进行讲解；第 2，用户操作过程中，进行必要提示，如计时、判分等；第 3，系统界面。

3.2 碰撞体预设

终端接头连线操作过程的动作分解见图 2。其中，选择、拿起、移动和拔起接头，利用鼠标进行控制。在 Unity3D 中，鼠标对某一物体的控制具有成熟的处理方法，具体原理是鼠标发出射线，当射线与某一物体的碰撞体发生碰撞时，返回该物体信息，执行对该物体的操作；因此，所有接头必须赋予碰撞体。

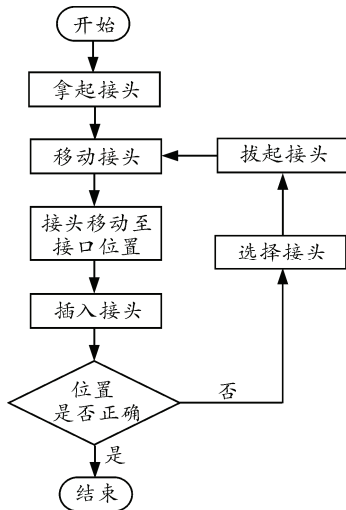


图 2 系统设计流程

图 2 中“接头移动至接口位置”这一动作是本系统的关键。通常是利用 Unity3D 中常用的鼠标控制方法，用鼠标点击接头后进行拾起，然后对其进行三维方向的移动，直到接头插入接口。该方法的优点是实现简单、方法成熟，但有明显的缺点：虽然在 Unity3D 三维场景中用鼠标很容易对某个平面上的点定位，但是当对物体进行第三维方向上移动，在观察摄像机位置一定时，很难判断在第三维方向上移动的距离，此时，为了完成接头插入接口，操作人员将耗费大量时间来调整。

针对上述问题，可利用以下方法实现接头插入接口的动作仿真。限制接头在某一个平面内移动，在接口位置处合理设置碰撞体，当接头碰到碰撞体时，通过界面提示，接头自动完成第三维方向的移动。为此，碰撞体必须与插头移动的二维平面相交，交点位置即为接口位置。以中兴 T502 视讯会议终端为例，如图 3 所示，对其音/视频接口进行碰撞体设置，其中各接口中凸起的细条长方形，即是碰撞体。此处的探测碰撞体，仅用于探测接头是否移动到接口位置，并不能真正对接头运动产生碰撞的效果，因为在训练系统发布时，这些碰撞体是不可见的。为了使碰撞体只起到探测作用而没有碰撞效果，

需要将其勾选为“Is Trigger”。



图 3 中兴 T502 音/视频接口碰撞体预设

3.3 代码控制

鼠标拾取物体，物体随鼠标移动的代码较为成熟，重点讨论接头与接口相互作用的代码编写。上文中，为了检测接头是否移动到接口位置，已经在接口处设置了条形的探测碰撞体。当接头移动到接口位置时，接头会与碰撞体相撞，此时需要给操作人员加以提示，提示界面使用的是 Unity3D 的 UI 系统。

设备连线操作，一共有 2 种应用场景：第 1 种是设备没有连接任何接头，要求操作员完成线缆连接；第 2 种是设备上已经连接部分或全部接头，但连接有错误，要求操作人员进行纠正。2 种应用场景的主要区别是初始状态不同，但主体程序基本一致，下面仅针对第 2 种情况进行讨论。当操作人员开始训练时，部分接口上已插有接头，若接口上已存在接头，此时探测碰撞体应处于无效状态。否则，当其他接头经过已连接接头的碰撞体时，会再次出现提醒。当该接头被拉起来时，探测碰撞体会从无效变为有效状态，此时，为了防止被拉起的接头与探测体再次碰撞，在碰撞体变为有效之前，接头会向上移动一小段距离，待移动完毕后，探测碰撞体才变为有效状态。用户可以再次移动该接头进行操作，探测碰撞体状态变化情况见表 1。

表 1 探测碰撞体状态变化情况

接头运动情况	探测碰撞体状态
接头已插入	无效
接头被拔起中	先无效，待接头离开后有效
接头未插入	有效
接头插入中	对用户提示，用户确定插入后，无效

通过编写代码控制实现表中的功能。图 4 中，需要操作的接口共有 14 个(图中所有莲花母口)，需要操作的接头共有 6 个。从图 3 可以看出，这些接头均为莲花头公头，接口均为莲花头母头。在实际

情况中,任意一个接头均可以插入任意一个接口中,也就是说,只需对其中一个接头和接口的行为编写代码,其他接头和接口进行代码复用即可。



图 4 T502 音视频接头及接口

对于每一个接口,针对接口中的探测碰撞体,编写 1 个脚本赋在碰撞体上,主要用于检测碰撞体是否与接头进行碰撞。对于每一个接头,根据表 1 中接头的 4 类状态,可书写 4 个脚本在不同时期赋给接头。第 1 个脚本用于接头已插入时,此脚本主要解决当用户点击该接头时,提示用户是否进行接头拔起;当用户点击确定后,将接头赋予第 2 个脚本,该脚本主要作用是使接头自动离开接口,向上移动一段距离,在移动完毕后,该接头原先所连接接头的探测碰撞体从无效转为有效;将接头赋予第 3 个脚本,此时该接头可以跟随鼠标平面移动。移动过程中,当接头碰到某一个接口的探测碰撞体时,提示用户是否进行接头插入;当用户点击确定插入后,将接头赋予第 4 个脚本,该脚本主要用于使接头自动获得所碰探测碰撞体所对应接口的 x 、 y 坐标,进行对准,并向 z 轴(图 4 中垂直纸面方向)移动一小段距离,使接头与接口完美吻合,当接头完全插入后,将接头赋予第 1 个脚本。值得注意的是,这 4 个脚本中同一时间有且只有一个脚本能赋在接头上,新的脚本赋予接头后,旧的脚本立刻被移除。

接头的 4 个关键脚本使用的是 C# 中 MonoBehaviour 类中的各类函数进行编写,在实现过程中主要有 2 点值得注意。第 1,本例中一共有 6 个接头,每个接头都会使用到上述接头的 4 个脚本,也就是说将会有 6 组接头脚本。每组脚本中,都有特定的参数标记该脚本是应用于哪个接头,插入了哪个接口,并且在 4 个脚本轮换过程中,这个参数需要不断地传递。为了完成这个传递过程,需要再

增加一个脚本,用于存储参数;否则,由于 4 个接头脚本不能同时存在的特性,将导致参数还没传递到下一个脚本,参数就会丢失的现象。第 2,在接头处于插入中和拔起中的过程时,自动运动需要用到 MonoBehaviour 类中的协程(Coroutine),协程能够对运动进行准确把握。通过使用 WaitForSeconds 语句,能够控制接头在 0.2、0.5、0.1 s 做不同的运动,代码如下:

```
IEnumerator PlugMoving()
{
    yield return new WaitForSeconds(0.2f); k=2;
    yield return new WaitForSeconds(0.5f); k=3;
    CollidedDetector.collider.enabled=true;
    yield return new WaitForSeconds(0.1f); k=4;
}
```

4 结论

笔者针对中兴 T502 视讯会议终端的音/视频莲花接口,基于 Unity3D 实现了接口连接行为的仿真实现。通过鼠标点击,用户可以控制任意接头在二维平面中的运动,并根据意愿将接头与接口连接。训练系统画面逼真,操作简便,训练效果好。合理利用线性碰撞体碰撞检测信息,该仿真方法可以加入分数评判、操作指导和实时纠错的模块,使训练内容更加充实。此外,该方法还可以快速移植到其他设备的接口连接仿真实现中。

参考文献:

- [1] 刘伯宁,杨萍,李冰,等. 基于 VR 的作战模拟仿真系统[J]. 兵工自动化, 2010, 29(12): 91-92.
- [2] 路朝龙. Unity3D 游戏开发从入门到精通[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013: 7-22.
- [3] 宣雨松. Unity3D 游戏开发[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012: 5-20.
- [4] 洪茜. 基于 Unity3D 的虚拟船舶电站模拟器研究[J]. 船电技术, 2014, 34(3): 53-56.
- [5] 欧阳攀,李强,卢秀慧. 基于 Unity3D 的虚拟校园开发研究与实现[J]. 现代电子技术, 2013, 36(4): 19-23.
- [6] 陈扬. 在三维形状测量中运用条纹投影解决相位-高度关系的混合方法[J]. 四川兵工学报, 2015, 36(9): 136.