基于 Unity 技术 3D 试衣间的设计与实现

计科142班 王家峰（10141353）

摘要：随着互联网的迅速发展，基于网络的商业项目的数量也越来越多，用户体验作为帮助企业赢得市场的重要手段，地位日趋重要。网络试衣间，顾名思义就 是用户在互联网上，可以为自己的虚拟网络分身进行造型塑造、换装搭配的试衣 系统。作为一种三维虚拟技术，其拥有实时交互、视觉展现、满足用户心理需求 等方面的优点，因其构建用户体验时体现出的独特魅力，在网络商业项目中带来 了巨大的商机。本项目的工作是基于三维虚拟应用技术的发展和电子商务应 用的需求，开发一个使用三维虚拟技术实现的3D试衣间系统。

本项目研发的虚拟现实3D试衣间系统使用跨平台的游戏开发引擎 Unity3D，结合C#程序开发工具， iClone模型动作开发工具， 实现了3D实时试衣换装。本项目包括系统总体方案设计、3D试衣间需求 分析、概要设计、详细设计、系统实现与测试等工作。系统设计与开发包括分别建立人 物模型、服装模型、骨骼绑定、蒙皮、动画制作、导入Unity3D引擎、渲染、换 装等主要步骤。系统具有场景渲染、人物模特渲染、不同服 装发型的渲染、人物模特在场景中的行走以及换装动画、服装发型的更换等功能， 通过GUI界面的控制，使用户可以通过选择，设置出自己想要选择的模特着装 方案，并通过引擎渲染，通过Shader镜面反射渲染，得到模特背后的合理场景， 从而实现360度三维效果的呈现。

关键词：三维虚拟技术，3D试衣间，Unity3D

1. 研究背景

3D试衣间可以在网购服装或者游戏角色选装时，为用户提供服装、装备效 果预览，为其设计网络分身、选择服饰装备提供服务，具有很强的互动性和实用 性。在传统网络游戏以及页游、手游竞争越来越激烈的今天，用户体验决定了项目成败，谁能提供更优质的画面效果，给用户更全面、体贴的服务功能，谁就更具吸引力，占据竞争的优势，因此开发功能强大的3D试衣间，具有很强的实用 性和广泛的前景。选题背景及意义

网络试衣间是一种可供用户对自己的虚拟分身进行选择、设计，对服饰、装备进行自由搭配的展示系统。这种供用户自由换装的理念，最早出现于十几年前 网络刚开始流行的时候，当用户己不满足于仅靠文字ID或上传图片头像来代表自己的方式时，提供虚拟分身，自由挑选、任意更换造型的创意初现，并为大型多人在线角色扮演游戏提供了商机，网络使用者为了使自己在造型、穿着上与大 多数人不同，并为游戏的“2D纸娃娃”系统付费，购买服饰配件以使自己区别于其他玩家。

如今的网络游戏分为收费游戏和免费游戏，所谓的免费游戏是指游戏时间免费，但其装备、皮肤等增值服务会直接收费的运营模式。皮肤或服装销售所获利润在免费游戏盈利中占很大比例，这些游戏里为合成一件“拉风”装备投资上万甚至数 十万人民币的玩家屡见不鲜，3D试衣间可以让用户直观的看到服装与装备的外 观效果，通过换装功能比较发现“高档”皮肤与普通免费装备的区别，以触发其消费欲望。而在收费游戏，即点卡游戏中，游戏运营商往往也会提供给用户大量装备、皮肤，造型美观的高档装备会激起玩家投入游戏，增加游戏时间，消耗更多点卡，3D试衣间的换装功能，可以支持玩家试穿高档装备，自由设计搭配，激发其拥有高档装备的欲望，从而推动点卡的消费。在这种市场背景下，研究3D试衣间技术是很有现实意义，具有巨大商业前景的。

* 1. 国内外的研究现状
     1. 游戏领域的发展历史及现状

网络试衣间在游戏领域最具商业价值的部分，在于为游戏角色换装的功能。网络游戏游戏中出现的试衣间换装系统分为2D和3D两种。鉴于我们的项目，本报告中只讨论3D试衣间系统。

近年来随着大型3D网络游戏的盛行，3D试衣间功能也出现在众多火爆的网络游戏中，例如《QQ飞车》中，都出现了试衣间插件，这种插件链接了游戏内部的数据库，当用户点击装饰时，即可在弹出窗口中看到自己的虚拟角色更换装饰的形象，华丽的装备可以刺激玩家的购买欲望，使其花费更多的点券来获得该皮肤。这种3D试衣间需要有网游内部数据库作支持，每套换装部件都需要重新建模，用户做出不同选择时 插件可以调用并可渲染各部件，整合到游戏角色身上。

* + 1. 服装领域试衣间系统现状

2007年年底，网络试衣间的雏形在中国出现并逐渐流行起来。但由于技术和资金上的瓶颈，还没有比较完美的作品形成，大多是Flash制作的半成品，使用平面的服装照片在平面的模特照片身上进行替换，没有立体感，制作较为粗糙， 有的试衣间甚至让人感觉模特的头发像没有用PS处理好就硬贴上去一样。这一片领域上的空白与中国服装网购市场的巨大需求形成强烈对比，很多用 户都期待功能完善、用户体验优秀的网络试衣间问世，这使得对网络试衣间的研究在服装展示方向具有很大的市场价值。

* 1. 本项目与以往试衣间系统的不同之处

本项目与《魔兽世界》、《剑网3》等3D游戏的试衣插件不同点在于：

(1) 以往的3D试衣系统是用没有骨骼动画的3D模特进行展示，而本项目研究 的网络3D试衣间的模特是带有骨骼动画的

(2) 建模更加精细：以往的3D试衣系统中，模特头、身体、四肢的网格是一个整体，只有换 装的装备、道具进行细分建模。而本项目研究的3D试衣间系统中，模特自身也进行了网 格细分，头发、脸、身体、四肢分别建模。

3、 本选题研究的3D试衣间与现实服装展示网络试衣间的区别在于：服装展示 网络试衣间是2D平面的，无 法进行三维展示，换装只是生硬的服装套用，用户体验较差。而本项目所研究的3D试衣间提供了制作三维服装展示的换装方法，使用这套方法只需在模型制作和贴图制作上多投入工作时间对服装展示类网络试衣间在三维领域的发展提供了技术支持。

* 1. 主要研究内容

论文研究工作旨在研究开发一个使用三维虚拟技术实现的3D试衣间系统。 具体研究工作包括：

1、 通过对现有虚拟现实技术的研究分析，提出虚拟现实3D试衣间的总体设 计方案，包括Unity3D引擎的选择、建立人物模型的方法、骨骼动画的制作方法、 模型和动画导入Unity3D引擎的方法等；

2、 3D试衣间系统需求分析。通过对试衣间需要解决的问题的分析，提出 3D试衣间系统的功能，并给出用例模型、系统流程等需求模型进行描述；

3、 3D试衣间系统概要设计。包括系统体系结构描述，提出3D试衣间系统 的功能模块划分，给出系统功能结构图、系统分层结构图，给出系统文件管理器 设计描述，包括主要库表的定义、数据字典的描述等；

4、 3D试衣间系统详细设计。给出系统主要模块的算法描述，包括程序流 程图等。描述使用获取和使用人物模型、场景模型、模型骨骼绑定的流程；使 用iClone3 DXchange技术和iClone技术结合为模型套用并且调整骨骼动画的方 法；使用iClone 3DXchange插件将模型和动画转成FBX格式文件的技巧；以及将所需素材导入到Unity3D引擎中的方法。描述场景渲染、人物模特渲染、不同 服装发型渲染的实现方法以及人物模特在场景中的动画播放、服装发型更换、360 度三维预览等功能的实现方法。

1. 文献综述
2. 技术路线
   1. 3D试衣间需求分析
      1. 模型基本要素需求分析

本项目研究的3D试衣间设有男、女模特各一名，这两名3D模特的模型、动 画FBX文件，提供了 3D试衣间换装所需的所有基本要素。这些基本要素由以 下几部分内容组成：

1、 3D模特需具有可供用户选择替换的部件，其模型应被细分为若干个部 件并分别建模。如将模特细分为头发、上衣、裤子、鞋子等等部件。这些部件的模型网格组合在一起时可形成完整的3D模特，不同的部件又可建立外形不同的模型网格，形成多种换装方案供用户选择。例如：不同外形 的上衣1、上衣2。为了在模型FBX文件导入引擎时，其包含的部件信息可以被 读取并存储，所有方案包含的部件必须全部置入模型文件FBX中。

2、 部件替换结束时，为使换装过程更自然，需要播放一段动画以示换装完成，因此3D模特文件需包含与部件分类相对应的骨骼动画。

3、 替换部件后，新的部件必须可以跟随整个身体进行动画位移，因此需要将不同方案的全部部件与整体模型绑定于同一套骨骼上。

4、 不同方案的模型网格，分别可具有多套贴图，并按分类存储于工程文件夹中，以便组合出更多可供用户选择的方案。例如：不同外形的上衣1、上衣2 可以与不同花样的贴图1、贴图2，组成上衣1\_贴图1、上衣1\_贴图2、上衣2\_ 贴图1、上衣2\_贴图2，四种方案供用户选择。

* + 1. 3D试衣间所需的基本数据分析

将FBX格式的模型文件导入Unity3D引擎后，为了可以调用其包含的模型 网格、动画、骨骼、贴图等信息，需要将其处理、存储为可被换装程序识别使 用的基本数据资源，为换装功能奠定基础。换装功能的实现需要收集和存储以 下几种类型的基本数据资源：

(1) 材质资源：保存由模型网格和贴图来体现的换装方案的FBX文件(2) 骨骼信息资源：需要创建用以维系材质与骨骼之间的联系的数据字典(3)动画数据资源：提取存储动画信息的动画文件并存储于资源包中。

* + 1. 3D试衣间开发平台需求分析

实现3D试衣间需要有一个可以渲染3D模型、动画，可以塑造较好的空间 感、光感，并且支持换装功能文件管理器数据集合开发的游戏引擎。由于Unity3D 引擎具有性价比的绝对优势、先进易用性、兼容开放的跨平台性、高质量的3D 画面效果等多方面优势，本课题选择了 Unity3D作为项目开发平台。希望可以利 用到它强大的虚拟现实功能，使试衣间的画面质量得以优质的呈现，并利用其方 便、功能强大的开发平台，使整个开发项目顺利进行。

Unity是由Unity Technologies开发的一个让用户轻松创建诸如三维视频游 戏、建筑可视化、实时三维动画等类型互动内容的多平台的综合型游戏开发工具， 是一个全面整合的专业游戏引擎。【1】Unity类似于Director、Blender game engine、 Virtools或Torque Game Builder等利用交互的图型化开发环境为首要方式的软 件其编辑器运行在Windows和Mac OS X下，可发布游戏至Windows、Mac、 Wii、iPhone、Windows phone 8 和 Android 平台。【2】也可以利用 Unity web player插件发布网页游戏，支持Mac和Windows的网页浏览，它的网页播放器也被Mac widgets所支持。【3】

Unity3D引擎在画面质量、开发环境的平易性、跨平台性、性能、编辑能力及易用性等方面具有非常显著的优势，为系统开发提供了优良 的环境，非常适合本选题所需。

* + 1. 3D试衣间模型制作环境分析

本课题研究的3D试衣间系统的场景、细分角色、细分服装都需要模型制作 软件进行制作，由于骨骼动画需要在iClone中套用，而iClone只能使用己绑定好骨骼的模型，因此在建模工具中必须完成角色模型和服装模型分别与骨骼的绑定工作，这就都需要具有模型制作能力和骨骼绑定能力的模型制作工具进行支持。Maya是世界上最为优秀的三维动画的制作软件之一，其应用主要是动 画片制作、电影制作、电视栏目包装、电视广告、游戏动画制作等【11】。MAYA 在制作模型和骨骼绑定方面功能完善，因此本课题选用MAYA作为模型制作工 具。与Maya相比，3DSMAX软件应用主要是动画片制作、游戏动画制作、建 筑效果图、建筑动画等。MAYA和3DSMax都是高端3D软件，两者之间都有很 多相同的功能，像创建模型，渲染材质，动画制作等等.但就运用实际情况而 言,3DMax更加适合于建筑学，室内设计等等，而MAYA在如角色动画、运动 学模拟、完美的材质等方面更为突出【12】。本课题模型需要使用骨骼动画，因此 选择了动画方面更为突出的MAYA作为模型开发软件。

* + 1. 2.1.5 3D试衣间动画制作环境分析

本选题研究的3D试衣间模特是具有骨骼动画的，而且骨骼动画是可以进行 更新的，因此选择一种简便的制作骨骼动画方式，可以减少工作量，提高工作效 率。因此选择了 lClone作为制作骨骼动画的主要技术，它制作动画的效率非常 高，且对于3D动画新手来说又比较容易上手，使用它可以立竿见影的解决各 种3D动画实现难题。iClone具有功能强大和门槛较低的特点。

iCLone制作骨骼动画效率高的原因在于：

1、 适用范围广、门槛低：无论是3DSMAX还是Maya建立的带骨骼模型，都可 以使用iClone 3DXchange插件转换为iClone可用的模型，直接套用骨骼动画， 然后使用iClone 3DXchange转成FBX格式文件。虽然这种直接导出的FBX格式 文件想要应用于Uinity3D引擎建立的项目中，还需要导入MAYA进行模型大小、 骨骼动画的烘焙处理，但用其制作动画可以省去了在Maya里制作IK、FK、线 控、控制器等复杂的步骤，使制作骨骼动画的门槛大大降低。

2、 简单的骨骼动画制作：iClone可以使用庞大的模型库资源，包括Poser软件 所提供的所有高质量模型，都可应用于iClone，对于不会建模的动画新手来说， 这无疑是福音，即使需要对动作进行调整或者原创动作，其操作界面都非常直观，很好理解。对于传统的模型骨骼动画制作来说，资源库是相当难以得到的资源。 若要自己进行动画录制，需要购买价格不菲的动态捕捉器设备，这对于一般的业 余爱好者或者小型工作室，都是一笔难以接受的花费；但是若要依靠自己DIY 骨骼动画的话，无论是在3DSMAX中还是MAYA里操作，都非常复杂，不仅要 先建立并设定好模型的各部分骨骼物件，同时还必须拥有具备骨骼动画制作经验 的动作师，花费大量时间才能调试出自然的骨骼动画，稍有不慎就会让模型动作 出现各类问题。与之相比，在lClone中只要轻松地拖曳资源库中的骨骼动画到 准备好的模型上，在时间轴里加以组合排列，就可以让人物模特完成各种复杂动 作。若想要自定义骨骼动画，也可以逐帧进行动作调试，与3DSMAX和MAYA 中调试的不同之处在于其调控更为简单直观，只需点选骨骼操作面板的节点，在 视图界面中就可对骨骼进行旋转、移动、缩放以更改模型动画，如图2-1所示

3、模型面部定制：lClone可以简单实现3D模型面部定制功能，只需传入2D面 部照片，进行简单的调试后，就可以将模型的面部改为照片所示，该功能不仅仅 是将2D面部照片形成贴图蒙在模型上，还可以对模型面部特征进行调整，如模 型鼻子的高度，眼睛的大小，以适应照片所示人物的真实特征。这就使得iClone 对模型制作的准入门槛真正的得以降低，从模型库下载的模型，通过这步面部定 制的简单修改就可以巧妙的化为己用。虽然这样出来的模型面数较多，且有可能 比较粗糙，但直接提供出的人物脸型网格，可以拿到MAYA中进行修改，比在 MAYA中直接建模制作要方便很多。

* + 1. 3D试衣间开发工作流程分析

3D模型是试衣间系统所需的基本要素，需要使用Maya软件对模型进行制作，并且进行骨骼绑定、蒙皮，以得到最原始的模型素材。使用iClone3DXchange 插件对原始模型素材进行处理，以取得iClone可以直接使用的骨骼模型，并且 在iClone中为模型添加骨骼动画，调整好后再次导入iClone3DXchange插件，将 带有骨骼动画的模型转换为FBX格式，以供Unity3D引擎使用。通过C#语言编 写程序，在Unity3D中进行GUI菜单界面制作，以实现用户点击选择换装功能， 模型通过Unity3D进行渲染生成，通过C#语言编写人物模型生成模块、文件管 理器模块、数据字典、程序配置模块完成系统的整体制作。试衣间开发工作流程 图如图2-2所示：

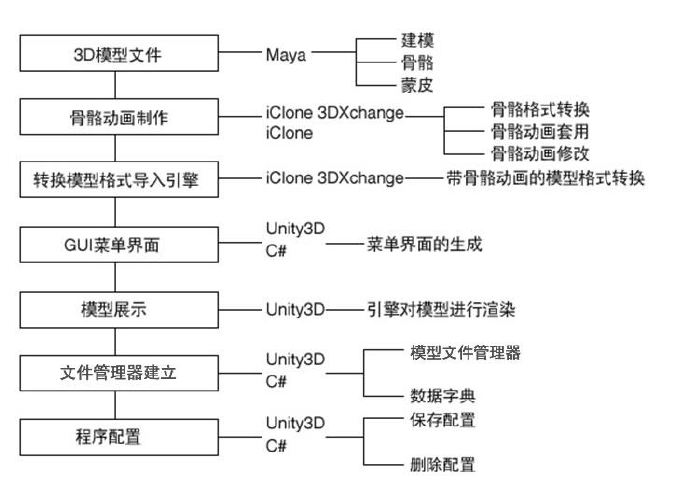


图2-2 3D试衣间开发工作流程图

* + 1. 3D试衣间换装流程分析

程序开始运行后，进行程序配置设定，访问文件管理器读取程序必要的模特 基本数据集合，用于Unity游戏引擎渲染。如果访问文件管理器失败，则程序进 入等待数据就绪状态；如果数据成功读取，则检查上一次配置数据是否存在，若 存在就读取配置，下载配置所需的数据资源包；若是第一次打开程序，无法找到模特配置，就随机生成一套模特部件方案，并且下载相应的数据资源包。当被请 求的资源加载完毕，根据配置生成模特，播放模特走入试衣间的动画，使用淡入 淡出的方式使动画播放更加自然。当用户点击换装按钮进行换装操作时，按钮对应的部件下载资源包并替换原部件，下载完毕后播放相应的换装动画并将动画属 性设置为非循环。完成换装后可选择保存现有配置。人物换装结束后，用户即可 退出系统。换装的流程图如图2-3所示：

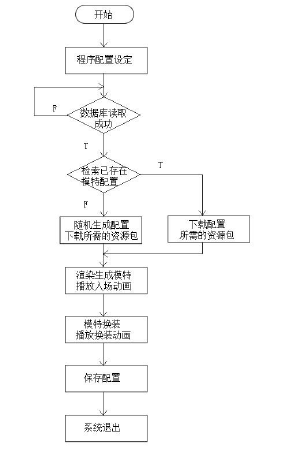


图2-3换装流程图

* 1. 3D试衣间功能需求分析

3D网络试衣间具有场景渲染、人物模特渲染、不同服装发型的渲染、换装 渲染、模特行走以及换装动画的播放、试衣镜、读取存储配置等功能，本节将对 其功能需求进行分析。

* + 1. 3D试衣间换装功能分析

换装功能是3D试衣间的核心功能，用户需要运用该功能进行换装体验。换 装功能需求主要包括下面几部分：

(1) 用户菜单界面：用户可以通过点选菜单界面、按钮控制换装功能的实 现。

(2) 数据字典：存储换装部件模型网格、骨骼、贴图、动画的名字与彼此 之间的相关联系，组成一本逻辑上的数据字典，用于数据资源的分类和管理， 供角色生成模块调用。

(3) 数据文件管理器：存储承载数据集合的资源包。将模特按试衣间换装 功能分为多个部分，每个部分的模型以及服装需要按一定规律建立文件名，存储 在模型数据集合资源包中，以供用户选择菜单界面时调取。

(4) FBX文件分类处理器：FBX文件作为3D试衣间的基础提供者，需要 被区分为模型文件和动画文件两种。虽然同为FBX文件，但模型文件需要向程 序提供的是其包含的模型网格、骨骼、贴图信息，而动画文件需要提供的仅仅是 其包含的动画信息。因此需要制作FBX文件分类处理器，在命名的时候区分模 型文件和动画文件，以便程序在存储信息时，可以分类存储模型、动画数据，并 且删除不必要的重复信息。

(5) 角色生成器：将数据字典以及数据文件管理器中存储的逻辑关系列表、 模型数据集合资源包进行组合、调用，渲染生成模特。

* + 1. 3D试衣间菜单界面功能分析

3D试衣间的换装功能需要使用菜单界面来进行整体操控，菜单界面应具有 以下分类，供用户选择和操作：

(1) 模特性别选择：可选择男、女模特作为用户虚拟化身，展示供不同性别角 色使用的服饰、装备。

(2) 模特可换装部件分类：提供面部、眼睛、头发、上衣、裤子、鞋子6个可

-15- 更换的部件分类，供用户选择自由搭配。

(3) 换装配置:保存配置功能与删除配置功能，用于存储和读取己生成的性别、

换装配置，使用户可以基于上一次的配置对模特衣服进行改进，也可以删除整套 配置从头开始。

* + 1. 场景、模特、动画功能分析

3D试衣间需制作场景、模特模型，为系统提供模型基本要素，具体需要制 作：

(1) 试衣间场景模型：包括房间、地板、试衣镜、地毯、试衣架等设施

(2) 模特模型：一男一女两个模特

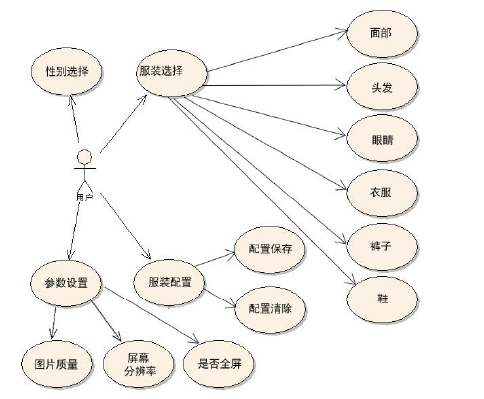
(3) 模特要求：模特模型需细分建模，由面部、眼睛、头发、上衣、裤子、鞋 子6个部分组成。每个部分制作两个及以上的网格或贴图，供换装选择。

(4) 动画功能：在模特入场、站立、更换上衣、裤子、鞋子，这五种情况下， 模特需要播放相应的动画，因此需要准备五个动画FBX文件，每个动画文件， 都需要将细分的模特所有部件与骨骼相绑定并赋予动画。

* + 1. 3D试衣间的试衣镜功能分析

3D试衣间要实现360度观看模特的功能，需要在模特背后放置一个试衣镜， 用以反射模特背向用户的一面。这需要使用Umty3D Pro所提供的镜面反射 Shader渲染方法，在试衣镜模型上调用此方法，使得试衣镜模型具有镜面反射功能。

* 1. 3D试衣间数据模型



2.3.1 3D试衣间系统用例图

本系统共包含性别选择、服装选择、面部、头发、眼睛、衣服、裤子、鞋、 服装配置、配置保存、配置清除、参数设置、图片质量、屏幕分辨率、是否全屏， 共十五个用例。

* 1. 第3章3D试衣间的软件与模型设计
     1. 试衣间概要设计

从3D试衣间所需的主要功能上，对系统的功能框架设计。如下图4-1所示:

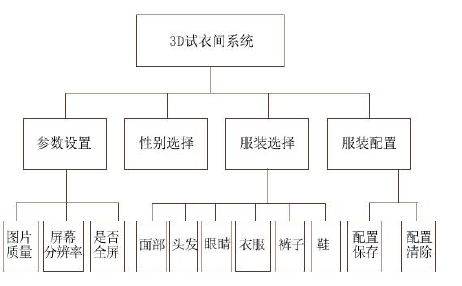


图3-1 3D试衣间的系统功能图

系统由四大功能模块组成，分别为参数设置、性别选择、服装选择和服装配置。

(1) 参数设置：用户可以在此界面对3D试衣间系统的图像进行配置。这个模 块提供三种功能：

a) 对图片质量进行选择，分别有六种画面质量可供用户选择。

b) 屏幕分辨率选择，为用户提供多种分辨率，以适应其操作平台。

c) 全屏模式选择，用户可选择是否全屏，不勾选窗口模式为全屏，勾选则 为窗口

(2) 性别选择：用户可以根据实际情况选择模特的性别。

(3) 服装选择：包括六种选择类型，用户可以通过对这六部分的点选，进行服 装搭配，其分类为:面部、头发、眼睛、衣服、裤子、鞋。

(4) 服装配置：用户可以选择配置保存来存储己选好的整套服装方案，保存后 当再次进入该试衣间系统时，模特的初始服装搭配将更换为保存好的这套方案。 当选择配置清除选项时，则回归模特初始设置的默认服装方案。

* + 1. 系统层次结构图

本试衣间系统实例主要借助鼠标与用户进行交互。用户通过鼠标点击为模特 选择不同的衣、裤、鞋子，从而产生各种颜色、各种款式之搭配，为用户提供直 观上的参考。为了达到以上的目的，试衣间程序实例中必须使用大量预设的模型 基本组成元素，如不同款式的上衣与鞋裤。因此，程序实例需要与一个模型基本 元素的文件管理器进行交互。根据实际情况的需要，这个文件管理器可能是存在 于本地的文件系统中，也可能存在于互联网的远程数据库中。整个系统的交互关 系，

如下图3-2所示:

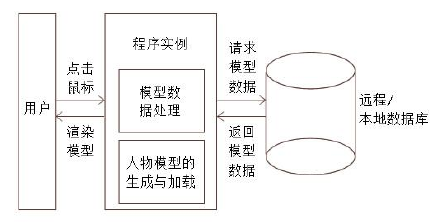


图3-2系统层次结构图 Figure3-2 System hierarchy diagram

模型基本元素包括男女模特以及与之配套的各种衣裤模型，因此程序实例需 要对从文件管理器中取得的原始数据进行加工处理，这种处理主要包括对原始模 型数据的分类与索引，从而使得程序能够更高效地使用。通过将模型各部分数据 进行组合从而生成最终的服装搭配方案，组合后的完整人物模型的加载与渲染工作由程序实例调用Unity3D引擎完成。明确了系统的各项功能以及它与各外部实体间的交互关系，我们就可以对系 统进行更加详细的规划和设计，进一步将系统划分为具体的功能模块，并设计模 块间的交互关系。

1. 进度安排

2017．12-2018．2 通过查阅文献资料学习理论知识，完成文献翻译和开题告。

2018．2-2018．3 熟悉开发工具和环境，学习U3D引擎以及虚拟试衣间系统相关技术。

2018．3-2018．4 完成系统的规划和设计。

2018．4-2018．5 系统实现，并分析其性能。

2018．5-2018．6 撰写论文，答辩

1. 参考文献