

【本文献信息】曾云,陈盈盈,张岳.基于人体识别的在线虚拟试衣系统[J].电视技术,2014,38(11).

# 基于人体识别的在线虚拟试衣系统

曾云,陈盈盈,张岳

(中国传媒大学 信息工程学院,北京 100024)

【摘要】虚拟试衣正在国内外逐渐流行,目前较逼真的试衣系统由于设备与开发平台的限制,仅见于大型服装城。而现有的在线试衣系统大都只能显示平面着装效果,真实感不强。Kinect体感设备具有出色的人体识别与人机交互功能,极大地推动了虚拟试衣系统的研发。Silverlight平台具有丰富的Web多媒体呈现及界面元素交互特性。但目前Silverlight还不能支持完善的Kinect功能。将Silverlight与XNA相结合,利用XNA获取Kinect数据并构建3D场景,可搭建一个3D在线虚拟试衣系统,实现生动丰富的交互式用户界面以及服装数据管理,以及便捷、实时的三维试衣效果展示。

【关键词】虚拟试衣;Kinect;XNA;Silverlight;3D试衣

【中图分类号】TP391.9

【文献标志码】A

## Online Virtual Fitting System Based on Humanbody Recognition

ZENG Yun, CHEN Yingying, ZHANG Yue

(School of Information Engineering, Communication University of China, Beijing 100024, China)

【Abstract】Virtual fitting is becoming popular at home and abroad. However, the fitting systems which show more realistic effects only appeal in large costume city, the online fitting systems can only display plane effect at present. Kinect, a body equipment, performs excellent Human body recognition and Human-computer interaction features. Moreover, it promotes the research and development of virtual fitting system. Silverlight platform has abundant Web multimedia presentations and interaction properties of interface elements. Unfortunately, Kinect functions cannot be supported by Silverlight perfectly up to now. On combination of Silverlight and XNA, which can not only directly access the data from Kinect but also has wonderful 3D features, an online virtual fitting system can be built which implements lively alternating user interface and clothes data management by Silverlight as well as convenient and real-time 3D dressing effects by Kinect and XNA.

【Key words】virtual dressing; Kinect; XNA; Silverlight; 3D fitting

近年来,网上购物飞速发展,它不仅方便快捷,而且价格便宜,使得越来越多的人选择在网上购物。但在网购服装领域与传统购买方式相比,其不足之处是消费者无法试穿,无法判断是否合身以及花色款式等是否适合自己,于是“虚拟试衣”应运而生。虚拟试衣系统按照使用地点的不同可分为在线虚拟试衣系统和本地虚拟试衣系统。目前较逼真的虚拟试衣系统由于设备与开发平台的限制,大都为本地虚拟试衣系统,仅见于大型实体服装城或专卖店;而现有的在线试衣系统大都只能显示平面着装效果,真实感不强<sup>[1-3]</sup>。

本文采用Silverlight平台结合XNA以及Kinect构建了一套3D在线虚拟试衣系统。利用Silverlight的强大多媒体功能和交互能力,实现了友好便捷的用户界面,并将服装选择等操作采用了动画化的呈现方式<sup>[6-7]</sup>。而通过结合XNA灵活强大的3D功能,以及Kinect出色的人体识别与人机交互功能,在页面端实现了真正3D的AR试穿渲

染效果,并提供了多种便捷的动态控制方式。

## 1 系统设计

在线虚拟试衣系统主要由3个模块构成(见图1):基于Silverlight的页面模块,基于XNA的3D渲染及呈现模块,基于Kinect的人体识别模块。模块之间相互配合,完成虚拟试衣功能。

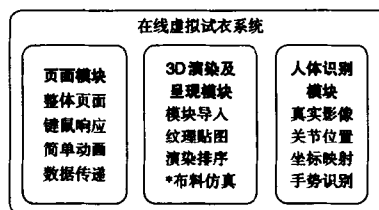


图1 系统模块图

### 1.1 基于Silverlight的页面模块

页面模块包括整体页面、键鼠响应、简单动画、登陆系统以及数据传递等部分。整体页面也即系统的外部框

基金项目:中国传媒大学大学生创新创业训练计划资助项目(2012101007)

架,为实现系统的“在线”功能,使程序在浏览器中运行,系统框架使用 Silverlight 搭建。运用 Silverlight 丰富的多媒体呈现及界面元素交互特性,包括完善的 xml 操作,可构建系统的基本页面并实现简单的交互功能。关键技术点如图 2 所示。

页面模块				
用 storyboard 实现虚拟衣架	对控件事件响应实现同用户交互完成服装的选择过程	用 XML 作为数据库,实现服装数据和用户信息的保存	MediaElement 实现背景音乐的控制	通过 LINQ 来实现信息查找及页面间数据传递

图 2 页面模块关键技术点

通过使用动态控件并为其添加需要的消息响应,实现了界面的整体布局以及与鼠标的交互性操作。而进行服装选择时的滚动展示效果则主要基于故事板(Storyboard)实现。这里用伪 3D 和故事板模拟了衣架的效果。

通过对控件进入、单击等响应,实现服装的选择、展示、信息察看以及删除等功能。并对 MediaElement 实现的背景音乐进行控制。另外通过鼠标和键盘的相应配合 XML 的实时存储,完成登陆系统功能。

本程序中主要有两大类数据:服装信息和客户信息。服装的信息包括服装价格、品牌等属性,以及服装对应的图片和 3D 模型的路径。客户信息则包括登录名,密码和购买信息等。数据的读写以及检索主要通过 .net LINQ 进行。从而实现了用户检索数据以及管理员对数据的即时修改更新。

## 1.2 基于 XNA 的 3D 渲染及呈现模块

Silverlight 5 正式版已能够直接支持 3D 渲染,但由于在 Silverlight 所属的 .net 平台中与不能直接调用 Kinect(属 win32)函数,通过 P/Invoke 功能进行平台调用,目前也只能获取 skeleton 数据,无法获得 color 数据,故而系统中的 3D 渲染与呈现由 XNA 完成。运用 XNA 的 3D 特性可构建 3D 试衣场景,包括服装模型的导入,纹理贴图等;同时运用 XNA 的渲染排序与完善的 Kinect 支持,可实现虚拟服装模型叠加在真实人体影像上的效果。

XNA 程序显示 3D 模型的一般步骤如图 3 所示。XNA 支持 .X 和 .FBX 两种格式的三维模型,使用 3DS MAX 软件制作好模型后,导出为 .X 或 .FBX 格式,添加到 Content 目录下,随后可通过相应语句加载到程序中<sup>[6]</sup>。

由于 XNA 自带的三维模型类 Model 不包含渲染顺序属性,为了更好地管理程序中的三维模型,使模型与真实影像的层次关系可控,需要建立新的模型类 CModel。CModel 类继承自 DrawableGameComponent 类。CModel 类

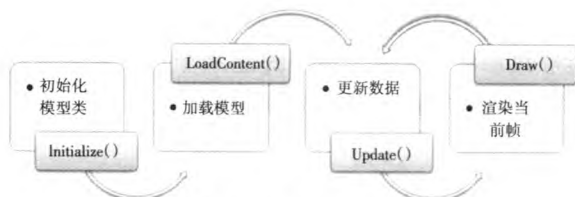


图 3 3D 显示流程图

包含一个 Model 类成员 model,三维向量类的 translate, rotation, scale 成员,以及矩阵类的 transform 成员。在 CMdoel 类中,重写 Game 类的 5 个成员函数,在 LoadContent() 函数中加入 Game.Content.Load<Model>(modelName) 语句加载模型。在 Draw() 函数中使用 translate, rotation, scale 和 transform 属性对场景进行世界变换、投影变换和视区变换,遍历 ModelMesh 和 ModelMeshPart 两层循环,调用 ModelMesh 类的 Draw() 函数渲染该 ModelMesh 对象,直至所有 ModelMesh 对象都渲染完毕<sup>[6]</sup>。在主程序类中添加 CModel 类成员变量,并将其作为组件添加到组件组中,运行程序,屏幕中即会显示 3D 模型。

## 1.3 基于 Kinect 的人体识别模块

虚拟试衣系统的核心技术是虚拟服装模型与真实人体影像的实时贴合,其中真实影像和人体关节位置的获取,以及节点位置到屏幕坐标的映射,均在人体识别模块中通过 Kinect 设备和 Kinect SDK 中相应的函数实现。Kinect 出色的人体识别和人机交互功能,为虚拟着装系统的开发提供了极大的便利。

要实现真人影像与虚拟模型的结合,还需要显示实时真人影像,真人影像的显示流程如图 4 所示。其核心内容是从 ColorStream 中获取彩色影像数据。

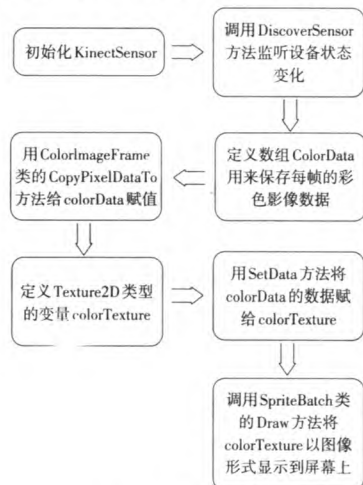


图 4 真人影像显示流程

骨骼数据从 SkeletonStream 获取,SkeletonStream 产生的每一帧数据都是一个骨骼对象集合,每一个骨骼对象

包含有描述骨骼位置以及骨骼关节的数据。骨骼追踪引擎能够跟踪和获取每个用户的近20个点或者关节点信息。图5描述了可追踪的所有关节点<sup>[9]</sup>。

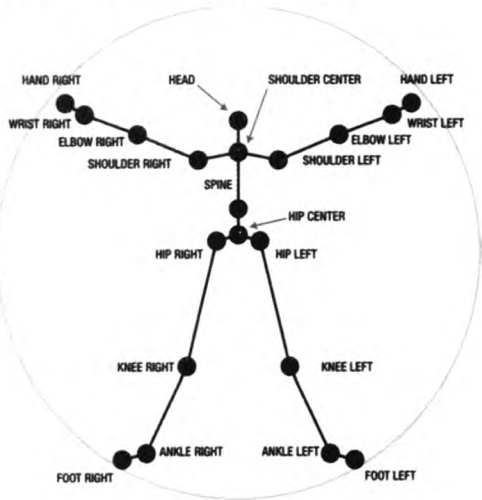


图5 Kinect可追踪的关键点<sup>[9]</sup>(截图)

获取骨骼数据的流程如图6所示。获取到各关节点的位置后,即可计算出相应的模型参数。

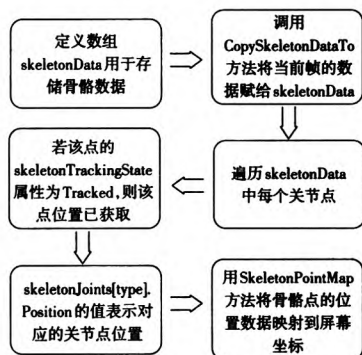


图6 获取骨骼数据流程

## 2 核心功能实现

### 2.1 模型动态控制

虚拟试衣系统的核心技术运用获取到的人体关节点的位置,计算出虚拟服装模型对应的位置、旋转角度、缩放比例等参数,保证真实人体影像与虚拟服装模型的实时贴合,实现逼真的3D试衣效果。

#### 2.1.1 渲染排序

在实现虚拟服装模型与真实人体影像叠加时,模型应显示在人体影像的上层。但如果直接在主程序类中定义 Model 类型的成员,在主程序的 Draw() 中渲染模型,模型会被人体影像遮挡而不可见。所以,这里需要自定义一个模型类 CModel,继承自 DrawableGameComponent 类。

DrawableGameComponent 类提供了一个 int 型的属性

DrawOrder, 届时 base.Draw() 将根据 DrawOrder 值由小到大渲染各个成员<sup>[9]</sup>。所以在将 DrawableGameComponent 的子类对象作为可渲染成员添加到主程序之前,应先设置各个对象的 DrawOrder 属性,确保渲染无误。程序中设置 CModel 类对象的 DrawOrder 值大于 ColorStream 类对象的值,可使后渲染的模型显示在人体影像的上层,也即人“穿”上衣服的效果。

#### 2.1.2 模型参数计算

在渲染3D场景的过程中,多个参数共同决定了模型的在屏幕上的位置及大小,这些参数包括:构成世界变换的平移 translate、旋转 rotation、缩放 scale;构成取景变换的摄像机位置 cameraPosition、观察点位置 cameraTarget、摄像机上向量 cameraUpVector;构成投影变换的成像角度 fieldOfView、截头体纵横比 aspectRatio、近平面距离 nearPlaneDistance、远平面距离 farPlaneDistance。

为了简化算法,预先将部分参数的值设定,令 scale 为 0.2, cameraPosition 为 (0, 0, 500), cameraTarget 为原点, cameraUpVector 为 Y 轴正向, fieldOfView 为 43° (等于 Kinect 的 RGB camera 成像角度), aspectRatio 为 4: 3 (等于 Kinect 的 RGB camera 成像纵横比), nearPlaneDistance 为 1, farPlaneDistance 为 1 000。只将 translate 和 rotation 作为动态调整参数。

translate(X, Y, Z) 是 Vector3 类型的变量,表示世界变换中物体沿 X, Y, Z 轴的平移量,程序用 translate 对模型位置进行粗调。由于屏幕坐标是二维,translate 的 Z 值已能够大致决定模型显示在屏幕上的大小。用虚拟3D场景中的摄像机模拟 Kinect 摄像机,但由于两者单位不同,且 Z 轴互为反向,故用 cameraPosition.Z 加上负的单位换算比例乘以两肩深度均值,如式(1)

$$\text{translate.Z} = 500 - 300 \times (\text{posShoulderR.Z} + \text{posShoulderL.Z}) \quad (1)$$

式中: posShoulderR 为右肩坐标, posShoulderL 为左肩坐标, 300 为多次试验后获得的较为准确的比例系数。

translate.X 和 translate.Y 可直接对应屏幕坐标,为了避免试验所得的比例系数带来的误差,使用 SkeletonPointMap 方法可直接将骨骼点坐标映射到屏幕坐标系,如式(2)和式(3)

$$\text{translate.X} = \text{SkeletonPointMap}(\text{skeleton.Position}).X - 310 \quad (2)$$

$$\text{translate.Y} = \text{SkeletonPointMap}(\text{skeleton.Position}).Y - 270 \quad (3)$$

式中: skeleton.Position 一个 SkeletonPoint 类型的字段,代

表所有骨骼的中间点。身体的中间点和脊柱关节的位置相当。该字段提供了一个最快且最简单的所有视野范围内的游戏者位置的信息。在本应用中,该字段对于粗调模型的位置已经足够。310和270是相对偏移量,多次试验所得。

$rotation(X, Y, Z)$ 也是Vector3类型的变量,表示物体沿X,Y,Z轴的旋转角度,由于试衣时只沿Y轴转动,故只有 $rotation.Y$ 需要动态调整。 $rotation.Y$ 的可通过两肩的位置计算,如式(4)所示

$$rotation.Y = \tan((posShoulderR.Z - posShoulderL.Z) / (posShoulderR.X - posShoulderL.X)) \quad (4)$$

式中: $rotation.Y$ 的单位为弧度; $posShoulderR$ 为右肩坐标; $posShoulderL$ 为左肩坐标。

以上试验参数均为将Kinect水平放置在1.2 m高的平台上测得的,仅能保证此位置下的效果。Kinect设备的放置位置的变化,会使效果产生一定偏差。故还需利用语音识别对模型做微调。旋转角度示意图如图7所示。

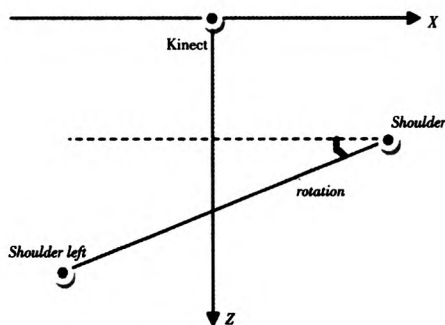


图7 旋转角度示意图

## 2.2 语音识别

Kinect的语音识别可分为两类:对特定命令识别(recognition of command)和对自由形式的语音的识别(recognition of free-form dictation)<sup>[10-11]</sup>。在虚拟着装系统中用到的是特定命令识别,通过识别“change”,“up”,“down”,“left”,“right”,“zoom out”,“zoom in”等特定命令,进行换装操作以及对模型做相应的微调。

语音识别的实现如图8所示。

在SpeechRecognized实例中,设定了识别到指定命令后,程序需要进行的操作。其中“change”命令表示换装操作。其他的命令,将会对模型的大小及位置进行微调以弥补粗调的不足:

- 1) “up”命令,将使模型向上平移,每次上移20个坐标单位;
- 2) “down”命令,将使模型向下平移,每次下移20个坐标单位;

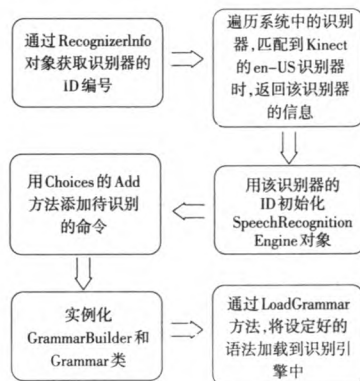


图8 语音识别实现流程

3) “left”命令,将使模型向左平移,每次左移20个坐标单位;

4) “right”命令,将使模型向右平移,每次右移20个坐标单位;

5) “zoom in”命令,将使模型放大,每次放大10%;

6) “zoom out”命令,将使模型缩小,每次缩小10%。

## 3 系统效果展示

整个试衣系统主要由3个界面构成:服装展示页面,3D试穿页面,购物清单页面。

### 3.1 服装展示页面

如图9所示,在服装展示界面,供挑选的服装的图片在右侧依次排列,服装在默认状态呈斜侧展示,当鼠标移动到一件服装上时,该服装会旋转到正面,以此来模拟真实服装货架的效果。每幅图单击即可在另一侧放大。选中后,点击“加入衣橱”,即可将所选服装加入试衣间,点击“进入试衣间”就转到了试衣间界面。

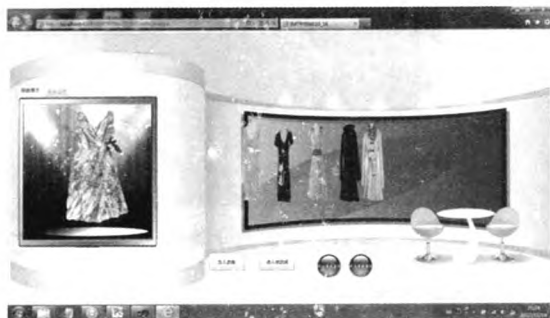


图9 服装展示页面(截图)

### 3.2 试衣间页面

如图10所示,在试衣间页面,呈现实时的真实影像与服装模型叠加的效果。右侧呈现在服装展示界面挑中的服装的缩略图。在检测到人体后,服装模型会出现在合适的位置,并随着人体的移动、转身做相应的移动和选择。





图10 试衣效果图

通过语音指令可进行更换服装以及模型的微调。如图11所示,对设备说出“change”指令,就更换了一件衣服(上图到中图);说出“zoom out”指令,衣服就缩小了10%(中图到下图)。

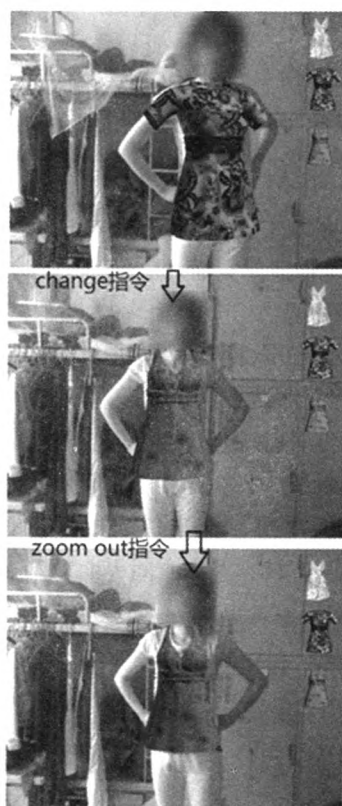


图11 语音指令效果

### 3.3 购物清单页面

如图12所示。试穿结束后,可选择试穿效果满意的服装,加入到清单页面,生成购物清单。清单上显示所选服装的缩略图、名称以及价格等信息。

## 4 结论

本系统使用XNA引擎扩展了Silverlight的3D功能,并结合Kinect设备的体感功能及语音功能,实现了Web虚拟试衣效果,为网上购衣提供了更好的用户体验。

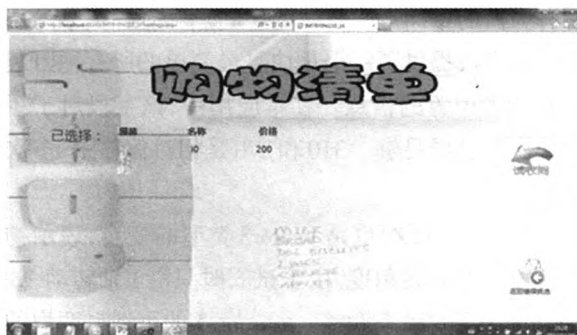


图12 购物清单界面(截图)

虽然由于硬件的限制没能实现布料仿真,但随着平台的不断开放与硬件设备的不断完善,相信在不久的将来,能够在系统中运用布料仿真,使虚拟试衣效果更加逼真。

### 参考文献:

- [1] 金虹声. 服装网络营销3D试衣系统研究[J]. 山东纺织经济, 2012(8): 48-51.
- [2] 黄灿艺. 网络化三维虚拟试衣技术构架分析[J]. 广西纺织科技, 2010, 39(3): 46.
- [3] 李红勤, 王建萍. 虚拟试衣系统原理与相关技术的探析[J]. 纺织科技进展, 2012(1): 93-96.
- [4] 张育芳, 王晓鸣. 亦幻亦真——谈基于增强现实的虚拟试衣[J]. 美术大观, 2012(4): 145.
- [5] 冯茂岩, 沈春林. 立体显示技术及其研究现状[J]. 电视技术, 2008, 32(11): 42-43.
- [6] 崔欣. Silverlight技术的发展与应用[J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(22): 6194-6195.
- [7] 黄有群, 申丽芳, 任斌. 基于银光的三维平台的实现[J]. 电子科技, 2009, 22(12): 73-77.
- [8] 杨关胜, 栗俊霞. 精通XNA图形与游戏程序设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.
- [9] 博客园. Kinect for Windows SDK开发入门(六): 骨骼追踪基础上[EB/OL]. [2013-05-10]. [http://www.cnblogs.com/yangecnu/archive/2012/04/06/KinectSDK\\_Skeleton\\_Tracking\\_Part1.html](http://www.cnblogs.com/yangecnu/archive/2012/04/06/KinectSDK_Skeleton_Tracking_Part1.html).
- [10] 博客园. Kinect for Windows SDK开发入门(十二): 语音识别上[EB/OL]. [2013-05-10]. [http://www.cnblogs.com/yangecnu/archive/2012/05/03/KinectSDK\\_SpeechRecognition\\_part1.html](http://www.cnblogs.com/yangecnu/archive/2012/05/03/KinectSDK_SpeechRecognition_part1.html).
- [11] 万书婷, 曾向阳, 王强. 混响环境中的视-听语音识别[J]. 电声技术, 2012, 36(12): 42-45.

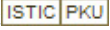
### 作者简介:

曾云(1991—),女,本科生,专业为数字媒体技术;  
陈盈盈(1991—),女,本科生,专业为广播电视工程;  
张岳(1978—),讲师,主研模式识别和教育游戏。

责任编辑:任健男

收稿日期:2013-05-29

## 基于人体识别的在线虚拟试衣系统

作者: [曾云](#), [陈盈盈](#), [张岳](#), [ZENG Yun](#), [CHEN Yingying](#), [ZHANG Yue](#)  
作者单位: [中国传媒大学信息工程学院, 北京, 100024](#)  
刊名: [电视技术](#)   
英文刊名: [Video Engineering](#)  
年, 卷(期): 2014, 38 (11)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_dsjs201411053.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dsjs201411053.aspx)