

基于 Kinect 的唐卡图像交互设计与实现

马玉娟, 刘晓静*

(青海大学 计算机技术与应用系, 青海 西宁 810016)

摘要:唐卡文化作为中华优秀传统文化的艺术瑰宝,其弘扬和传承一直备受关注。传统唐卡文化展示方式存在着很多的局限性,高昂的制作成本、珍贵的原材料以及地域差异等各方面原因的约束,一定程度上制约了唐卡文化的弘扬。将现代科技与传统文化相结合,通过体感交互的新型交互方式传播唐卡文化,能够有效地避免传统展示方式中的不足,更好地弘扬唐卡文化。文中利用微软的 Kinect 体感设备,实时采集用户骨骼信息,并将采集到的数据通过中间插件传输到 Unity3D 交互场景中,展示手势控制的交互界面,以手势控制的方式实现堆绣唐卡的堆绣操作,并将堆绣成果通过扫描二维码的方式保存在个人移动设备中。新型体感交互方式不仅能够激发用户对唐卡文化的兴趣,而且能够很好地带动用户去认知、弘扬唐卡文化。

关键词:Kinect; Unity3D; 体感交互; 唐卡; 手势控制; 骨骼信息采集

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2022)01-0192-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2022.01.033

Design and Implementation of Thangka Image Interaction Based on Kinect

MA Yu-juan, LIU Xiao-jing*

(Department of Computer Technology and Application, Qinghai University, Xining 810016, China)

Abstract: As the art treasure of Chinese excellent traditional culture, the promotion and inheritance of Thangka culture has always been concerned. There are many limitations in the traditional way of Thangka culture display. The high production cost, precious raw materials and regional differences restrict the development of Thangka culture to a certain extent. The combination of modern science and technology with traditional culture and the dissemination of Thangka culture through the new interactive way of somatosensory interaction can effectively avoid the shortcomings of traditional display methods and promote Thangka culture better. The Kinect somatosensory device of Microsoft is used to collect the user's bone information in real time, and the collected data is transmitted to the Unity3D interactive scene through the intermediate plug-in in this system. The interactive interface controlled by gesture is displayed, and the barbola operation of barbola Thangka is realized by gesture control, and the barbola results are saved in the personal mobile device by scanning the QR code. The new style of somatosensory interaction can not only stimulate users' interest in Thangka culture, but also motivate users to recognize and promote Thangka culture.

Key words: Kinect; Unity3D; somatosensory interaction; Thangka; gesture control; bone information collection

0 引言

唐卡历史悠久,是中国藏族优秀传统文化的一种绘画艺术形式,其内容包罗万象,包括西藏的文学艺术、藏医藏药等,展示了西藏地区的政治经济和人文环境,是人们了解西藏的有效途径,被誉为“西藏的百科全书”^[1]。近年来,体感技术得到迅速发展。微软的 Kinect 体感设备能够实时捕捉人体动作、声音等一系列信息,因其价格低廉、实用性强等特性深受研究者们

的青睐,很多国内外研究人员都选择在此平台上进行开发和研究^[2]。2012年,Zhang^[3]详细介绍了 Kinect 传感器及其应用效果;2015年,Péter Fankhauser 等^[4]评估了 Kinect v2 深度传感器在移动机器人导航中的应用。目前,林玲等^[5]建立了轨迹特征融合双流模型对动态手势进行识别;Feyziolu 等^[6]将基于 Xbox 360 Kinect 的虚拟现实训练应用到乳腺癌手术患者中,起到了比标准物理疗法更好的治疗效果;Assad-Uz-

收稿日期:2021-01-27

修回日期:2021-05-28

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61862053);青海省科技厅应用基础研究项目(2021-ZJ-717)

作者简介:马玉娟(1996-),女,硕士,研究方向为信息可视化与媒体计算;通讯作者:刘晓静(1978-),女,硕士,副教授,CCF 会员(33794M),研究方向为信息可视化与媒体计算。

Zaman 等^[7]开发了基于 Kinect 控制的 NAO 远程康复机器人,成功进行遥控操作,指导和演示患者实时执行不同的手臂运动锻炼。

经过多年的研究与开发,课题组已将 Kinect 体感技术应用于计算机、医疗、教育等各大领域,但在弘扬唐卡文化方面还未普及,如何以创新的思维方式将现代科技与传统文化相结合,让更多非藏族群众了解这门艺术,并把唐卡文化发展为当代受欢迎的艺术形式,让更多人感受到藏族人民的时代精神,是一个重大的研究课题^[8]。相较于体感技术在其他领域的应用发展,文中结合 Kinect 传感器讨论了体感交互在唐卡文化中的应用,通过手势控制的体感交互方式实现堆绣唐卡的堆绣操作,利用 Kinect 采集用户深度数据、彩色数据等,根据 Kinect SDK 等中间插件进行人体识别、手势识别,利用手势交互的方式完成堆绣操作,以扫描动态二维码的方式保存堆绣成品到个人移动设备中。

1 需求分析与总体设计

1.1 需求分析

随着时代的发展,热爱唐卡的人不再局限于藏传佛教僧侣和信徒,它成为了一件艺术品,甚至工艺品,被大众推广,出现在了众多博物馆、展厅、商店以及艺术爱好者的手中^[9]。随着唐卡爱好者不断增多,其传承方式也应随之创新。单纯的传承和复制传统唐卡技艺,只会让唐卡艺术发展停滞不前。结合现代科技,繁荣唐卡文化,才能使其可持续发展。通过手势体感交互、二维码交互的方式了解、传播唐卡文化,其代入感更加明确,体验度大大增加,能够让用户以放松的心态、娱乐的方式认识唐卡文化,体验唐卡文化的博大精深,具有较好的现实意义与推广性。

1.2 总体设计

本研究以 Kinect 体感设备为数据输入源,以 Unity3D 为开发工具,通过 Kinect v2 Examples with MS-SDK 中间插件来完成 Kinect 与 Unity3D 两者间的连接。依据 ZXing^[10]包生成并解析二维码,利用 UI 界面截图方式将手势实现的堆绣作品上传到服务器,并对返回的 Json 字符串^[11]进行处理,得到的图片链接后赋予二维码,通过扫描二维码的方式保存在个人移动设备中。系统框图如图 1 所示。

系统架构主要分为四部分:手势堆绣、UI 界面、二维码实现以及判断是否完成堆绣。

(1) UI 界面。

UI 界面主要分为三部分,选择界面、堆绣界面和二维码面板。本项目涉及到四幅堆绣唐卡图,可以在选择界面选择自己喜欢的唐卡图进行堆绣。堆绣界面

是实现堆绣功能的主界面,由四个堆绣界面组成,这四个界面除了堆绣图以及元素不同,其他都保持一致。

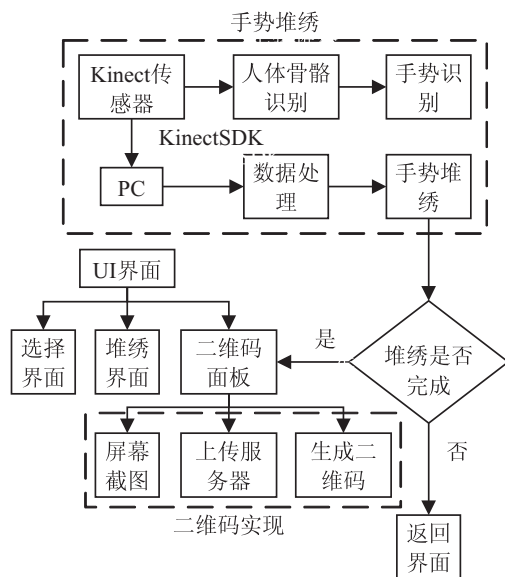


图1 系统架构

(2) 手势堆绣。

手势堆绣需要通过 Kinect SDK 将 Kinect 传感器与 PC 相连接,采集用户数据,利用 Kinect SDK 平台进行人体骨骼识别^[12]。在识别人体骨骼框架的基础上进行手势识别,识别到的手势数据在 PC 端匹配,根据所匹配手势动作的不同,分别实现手势堆绣的不同操作。为了让用户的体验不受设备影响,本项目在实现手势堆绣的同时,也实现了鼠标堆绣。该文将重点介绍手势堆绣的实现。

(3) 二维码实现。

二维码实现分为三个步骤,待堆绣完成,首先将堆绣好的唐卡图进行屏幕的区域性截图,并保存在本地,然后将保存到本地的截图上传到服务器,再根据返回的 Json 字符串将图片信息赋值给生成的二维码,完成扫码存图的功能。

(4) 判断是否完成堆绣。

堆绣面板中灰色元素代表待放置元素的线框,在堆绣元素拖动过程中,通过位置判定的方式判断是否放置正确。如果所拖动的堆绣元素放置到对应元素线框中,则该线框 Bool 值为 True,否则为 False。通过对元素框 Bool 值的判定以及完成按钮是否被点击的判定,判断是否完成堆绣操作。判定为完成则弹出二维码面板,否则返回界面,进行后续操作。

2 系统架构实现

2.1 UI 界面

UI 的设计与实现通过 Unity3D 软件完成,利用 C# 脚本进行控制^[13]。堆绣 UI 界面中的背景、堆绣主面

板、堆绣元素面板均通过添加 Image 或 Raw Image 组件并为其 Texture 属性赋值实现。将堆绣元素经 Photoshop 黑白图层处理,得到灰色元素线框。用 Image 组件将各个元素线框放置于对应原图像所在位置,遮盖原位的彩色图像,实现元素线框的展示。堆绣元素面板中的每一个元素实际都是一个按钮,在 UI 界面中添加十个 Button 物体,并在其 Source Image 组件中分别赋值元素图片,即可完成元素的显示。堆绣界面如图 2 所示。



图 2 堆绣界面

选择 UI 的实现方式类同于上述堆绣 UI 的实现方式,不同之处在于四个选择按钮的 Image 是动态的,选中状态和未选中状态展现不同的图片,未选中的图片没有边框,选中后的图片用金色边框修饰,同时用代码控制放大选中图片,放大倍数为 1.1 倍,起到突出选项的作用。选择界面如图 3 所示。



图 3 选择界面

2.2 手势堆绣

2.2.1 Kinect 连接

本研究所使用的 Kinect 设备是新一代 Kinect v2 传感器,与上一代 Kinect v1 相比,其视野更广阔、视频更高清、骨骼追踪更精确,具有传输速度快、精确识别以及方便使用等特点,能够满足设计者的多种需求^[14]。传统的彩色摄像头对背景、光线等因素的要求较高,而 Kinect v2 传感器对环境的适应能力相对较强,为开发者们研究体感互动提供了极大的便利^[15]。实现 Kinect 与 Unity3D 的连接,需要确保 Kinect 传感器与电源集线器相连接,并且电源集线器要接电,之后将 Kinect 设备通过 USB3.0 连接到 PC 机上^[16]。在本机 PC 上安装 Kinect for Windows SDK v2.0,安装好

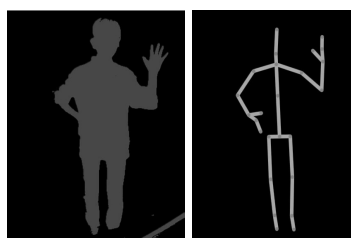
后,本机 PC 上会出现 SDK Browser 应用,打开该应用,启动 Kinect Configure Verifier 项,检测设备是否连接成功。将 Kinect For Windows Wrapper 中间插件导入项目,并且添加 Kinect Manager 以及 Kinect Gestures 脚本于项目中的任意一个物体,实现 Kinect 与 Unity3D 的连接以及对 Kinect 的控制。

2.2.2 人体数据采集

Kinect 能够采集人体的多种数据,对人体进行骨骼追踪。其主要利用三个不同功能的摄像头,分别进行拍摄范围内深度数据、彩色数据的采集以及红外检测,采集到的人体数据如图 4 所示。基于采集到的深度数据进行骨骼数据计算,追踪到人体的 25 个关节,识别人体动作。对这些数据建立编程模型,在人体识别的基础上实现手势识别。



(a) 彩色数据 (b) 红外数据 (c) 深度数据



(d) Body Index 数据 (e) Body 数据

图 4 人体数据

2.2.3 手势识别

手势识别的主要依据就是提取特征参数,根据不同的特征参数对手势进行分类。手势识别过程如图 5 所示,需要在 Kinect 采集用户骨骼数据的基础上,添加 Kinect Manager 等组件,Kinect Manager 功能多样,它可以实现 Kinect 的初始化,完成数据采集工作还可以分析处理数据,并且定位到人体骨骼位置,将骨骼数据进行输出。由于 Kinect Manager 脚本已经对 Kinect 采集到的数据进行了处理,并将各个功能封装成函数,在实现一些功能的时候,只需要访问 Kinect Manager 组件,获取需要的方法或属性即可^[17]。通过对其组件的控制,提取到手部骨骼参数,生成交互数据流,识别特定手势,实现对应操作。

编写脚本,实现手势控制功能,需要在脚本的 Update 函数里运用 IsInitialized 语句判断设备是否准备好,如果准备好,即返回结果为 True,再运用 IsUserDetected 函数判断是否检测到用户。如果检测

到用户,再运用 IsJointTracked 函数判断是否追踪到用户右手骨骼。顺利追踪到用户右手骨骼后,运用 GetJointKinectPosition 函数获取用户右手的世界坐标,将获取的世界坐标通过 Camera.main.WorldToScreenPoint() 方法转换为屏幕坐标,然后再将转换好的三维屏幕坐标转换为二维坐标。之后,将此二维坐标的位置赋予场景中设定好的手形图标,让手形图标随着用户右手的移动而移动。因此,场景中手形图标的运动状态即为用户手势的运动状态。

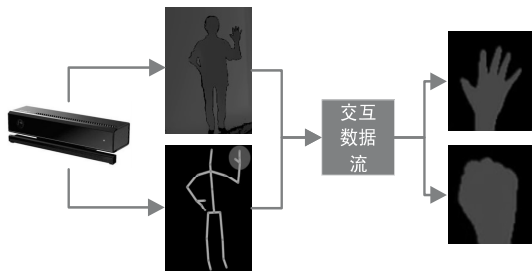


图5 手势识别

activeInHierarchy 函数判断元素按钮的激活状态、RectangleContainsScreenPoint 函数判断手形图标位置是否在元素按钮图标范围内。以上两个条件都满足时,可实现手势拖动后续操作。当手势状态为 Close (握拳) 状态,并且元素按钮名称为当前拖动元素名称时,元素的父物体转换为主面板,元素的位置时刻置为手势图标的位置,完成手势获取元素功能。手势状态为 Open (张开) 状态时,判断手势图标及拖动元素是否在当前拖动元素的线框范围内,如果在线框范围内,则将当前元素位置转换为线框位置,完成放置正确元素吸附功能;如果不在线框范围内,元素父物体转换为本身设定好的父物体,元素位置设置为本身父物体位置,将元素归位。元素拖动期间,倘若用户丢失或者手势丢失,同样将元素归位。手势堆绣过程如图6所示。



图6 堆绣过程

通过访问 Kinect Manager 脚本组件,实现 Kinect 与 Unity3D 的连接,通过脚本的编写,得到用户的手势信息,从而实现手势交互的功能。手势识别过程关键代码如下:

```
//第1步:判断设备是否准备就绪。
bool IsInit=KinectManager.Instance.Is-Initialized();
//第2步:判断是否检测到用户。
```

```
bool IsUser=KinectManager.Instance.IsUserDetected();
//第3步:获取用户ID。
Long UserID=KinectManager.Instance.GetPrimaryUserID();
//第4步:检测用户右手骨骼。
bool HandRightSkel=KinectManager.Instance.IsJointTracked(UserID,(int)KinectInterop.JointType.HandRight);
//第5步:获取右手位置坐标。
Vector3 RightHandPos=KinectManager.Instance.GetJointKinectPosition(UserID,(int)KinectInterop.JointType.HandRight);
//第6步:检测右手手势,执行对应操作。
KinectInterop.HandState RightHandState=KinectManager.Instance.GetRightHandState(UserID);
if(RightHandState==KinectInterop.HandState.Closed)
{
    print("右手握拳");
    .....
}
```

2.3 二维码实现

2.3.1 屏幕截图

场景中设置三个空物体,第一个物体位于主面板左下角,第二个物体位于主面板右下角,第三个物体位于主面板左上角。主面板的宽等于第二个物体的 X 坐标减去第一个物体的 X 坐标,主面板的高等于第三个物体的 Y 坐标减去第一个物体的 Y 坐标。创建一个 RGB24 位格、大小等于主面板宽高的 Texture2D 纹理,运用 ReadPixels 函数读取屏幕指定范围内的内容到自定义的纹理当中。执行 Apply 函数保存纹理,运用 EncodeToPNG 函数将纹理编码为 PNG 格式,通过 File.WriteAllBytes() 函数将截图以指定名称保存到指定位置。

2.3.2 图片上传

用 String 字符串获取截图保存路径,UnityWebRequest.Get() 方法可获取该路径图片的字节数组。开辟一个 WWWForm 类,运用 AddBinaryData 函数在实例化的 WWWForm 中添加图片的字节数据。通过网络请求 UnityWebRequest 的 Post 方法,将图片上传到服务器。上传成功后,服务器将返回 Json 字符串,返回的 Json 字符串中包含三个键值对,分别为 code 代码、msg 提示信息和 data 数据。data 数据对应的值为图片上传后的链接,通过 Split 字符串分割方法截取 Json 字符串中的图片地址链接,保存到一个新的字符串中,以便后续二维码展示过程中使用。

2.3.3 生成二维码

ZXing 由 Java 语言所实现,可以生成和解析二维

码,内容开源,能够为其他语言提供接口,可以对各类条形码进行图像处理。生成二维码需要下载 ZXing 中的 ZXing.unity.dll 插件,导入 Unity3D 项目中,提供生成二维码的类库,然后添加与二维码相关的头文件,引用 ZXing 和 ZXing.QrCode 命名空间。之后添加 Color32 类型的函数,实例化一个 BarcodeWriter 二维码读写控件,设置二维码格式和区域大小。生成二维码后的效果如图 7 所示。



图 7 二维码面板

本研究的二维码格式为 QR_CODE,QR code 格式的二维码应用比较广泛,有着极其广泛的编码范围和非常大的信息存储量^[18]。调用 Encode 方法对图片进行二维码生成,返回 Color32 数组,通过 SetPixels32 函数将返回的 Color32 数组设置到创建好的 Texture2D 纹理中。通过 UI 界面中添加一个 Raw Image 物体,并将生成的二维码图片纹理赋值给此物体,实现二维码在 UI 界面中的展示。

3 实验结果

为验证本研究的可行性与有效性,文中进行了指定距离范围内有效的拖动堆绣元素的实验。指定距离指用户与 Kinect 传感器之间的距离,Kinect 在 1.5 m~2 m 自身识别效果相对较好,因此实验距离范围设定为 1.5 m~2 m。选取 5 名测试者,平均身高为 160.6 cm。每位测试者需要在这段距离内分别完成 20 次测试,并记录对应堆绣成功次数,共测试 100 次,完成本次实验,之后计算出不同距离段的平均有效率。指定距离段手势拖动元素的有效率如表 1 所示。

表 1 有效率

被试者	成功次数	总次数	有效率/%
User1	20	20	100
User2	18	20	90
User3	20	20	100
User4	18	20	90
User5	17	20	85

实验测试结果显示,文中在 Unity3D 中所实现的基于 Kinect 的唐卡图像交互设计应用是可行的,识别率较高,平均有效率高达 93%,能够有效地实现堆绣

唐卡的堆绣操作。

4 结束语

本研究利用微软公司的 Kinect 传感器采集人体数据,以 Unity3D 软件为开发平台搭建人机交互界面,通过 Kinect SDK 等中间插件实现对人体的骨骼追踪和识别。在人体骨骼识别的基础上进行手势识别,再根据识别出的不同手势进行对应的堆绣操作,并以扫描二维码的方式保存堆绣作品,具有很好的交互性。实验结果表明,本研究能够有效地实现堆绣唐卡的堆绣操作,相对于传统的唐卡文化传播方式,本研究能够将现代科技与传统文化相结合,借助体感交互的趣味性,激发用户对唐卡艺术的学习和探究欲,让唐卡文化与时俱进,推陈出新。

该文只涉及到了唐卡文化中的堆绣文化,而且只用到了体感交互中的手势交互。因此,不论是唐卡文化的拓展,还是体感技术的推进,都有很大的发展空间。

参考文献:

- [1] 解雅欣,庄一兵.艺术与信仰的融合——以西藏唐卡艺术为例[J].才智,2018(36):184.
- [2] 李鑫,陈建新,陈克坚,等.基于 Kinect 的体育运动自训练系统[J].计算机技术与发展,2019,29(4):122-127.
- [3] ZHANG Z. Microsoft Kinect sensor and its effect[J]. IEEE Multimedia,2012,19(2):4-10.
- [4] FANKHAUSER P, BLOESCH M, RODRIGUEZ D, et al. Kinect v2 for mobile robot navigation; evaluation and modeling[C]//International conference on advanced robotics (ICAR). Istanbul, Turkey: IEEE, 2015.
- [5] 林玲,陈姚节,徐新,等.轨迹特征融合双流模型的动态手势识别[J].计算机技术与发展,2020,30(12):34-39.
- [6] FEYZIOGLU Ö, DINÇER S, AKAN A, et al. Is Xbox 360 Kinect-based virtual reality training as effective as standard physiotherapy in patients undergoing breast cancer surgery? [J]. Support Care Cancer, 2020, 28(9): 4295-4303.
- [7] ASSAD-UZ-ZAMAN M, ISLAM M R, RAHMAN M H, et al. Kinect controlled NAO robot for telerehabilitation [J]. Journal of Intelligent Systems, 2020, 30(1): 224-239.
- [8] 辛琳琳.藏族唐卡艺术的创新与嬗变研究[J].贵州民族研究,2018,39(11):99-102.
- [9] BEI Li. Ceramic Thang-Ga from the perspective of cultural industry[C]//Proceedings of 2019 9th international conference on education and social science (ICESS 2019). Shenyang, China: Computer Science and Electronic Technology International Society, 2019:4.

(下转第 203 页)