

体感展示系统中的交互映射动作分析与研究

黄凯, 吕健, 潘伟杰
(贵州大学, 贵阳 550025)

摘要: **目的** 对体感交互模式中映射动作进行分析以解决交互过程中出现的误操作问题, 以获得一种避免确认模糊的解决方案, 从而提高用户体感操作体验。**方法** 分析体感交互中误操作产生的原因, 以设计心理学、人机工程学相关知识为依据, 通过体感传感器 Kinect 2.0 进行实验, 比较分析解决方案。**结果** 得到了一套解决体感交互中所涉及的触发模糊问题的解决方案, 并在实际应用中验证方法的可行性。**结论** 在现有 Kinect 传感器的硬件条件下, 根据其识别精度确定标准触发手势, 通过既定算法实现手势动作对系统指令的映射关系, 并在苗侗木制民居个性化定制系统中得到检验与应用。

关键词: 体感交互; 映射关系; 动作; 误操作; Kinect

中图分类号: J524.2; TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)14-0140-04

Analysis and Research on Mapping Actions of Somatosensory Interaction Display System

HUANG Kai, LYU Jian, PAN Wei-jie
(Guizhou University, Guiyang 550025, China)

ABSTRACT: The mapping actions in somatosensory interaction patterns are analyzed in order to solve misoperation problems in the interactive process, and get the solutions of avoiding fuzzy recognition, and thus to further enhance the sense of user experience in the operation of somatosensory interaction. The paper analyzed the causes of misoperation of somatosensory interaction in the process and did experiments with Kinect2.0 based on the knowledge related on design psychology and ergonomics in order to compare and analyze different solutions. Finally a solution to solve the fuzzy recognition problems in the process of somatosensory interaction was worked out and its feasibility in applications was also verified. Under current conditions, the standard trigger gestures can be defined according to the accuracy of the device, and the mapping relationship from hand gestures to instruction system can be realized through the existing algorithm and be applied to Miao and Dong wooden residential personalized customization system.

KEY WORDS: somatosensory interaction; mapping relationship; action; misoperation; Kinect

人机交互方式从传统的以鼠标键盘为主要手段的图形化交互界面 (GUI) 到多点触摸交互的自然用户界面 (NUI)^[1], 再到体感交互的三维操作界面, 逐步在减少操作者的认知负担, 并且越来越符合人类认知习

收稿日期: 2016-03-10

基金项目: 国家科技支撑计划 (2014BAH05F01); 贵州省科技计划 (黔科合计 Z 字[2013]4005、黔科合 J 字 [2013]2108、黔科合 LH 字[2014]7644); 黔发改投资 ([2012] 2484); 贵州大学基金项目 (贵大人基合字 [2012]009); 贵州大学研究生创新基金 (研理工 2015027)

作者简介: 黄凯 (1991—), 男, 江苏人, 贵州大学硕士生, 主攻工业设计工程。

通讯作者: 潘伟杰 (1983—), 男, 河南人, 贵州大学副教授, 主要研究方向为文化遗产数字化、CAD/CG 技术、数字化艺术与设计、制造业信息化、云计算与安全等。

惯和操作习惯,提高了用户的交互自然性。但是体感交互也存在一些阻碍此类交互模式发展的问题,如现有体感交互动作缺少一般化的设计和定义,无法进行复杂操作,有时仍需借助鼠标、键盘和游戏手柄这类传统但相对成熟的交互手段来辅助;另外,相当一部分三维体感操作,仅是拷贝平面多点触控操作方式。这虽然通过利用传统交互模式达到了减少用户认知负担和降低学习操作门槛的目的,但是事实上在交互的自然性和满足人类操作习惯方面并未得到进步;除此,体感交互并没有完全抛弃原有网格界面,体感交互应当有自己独立的交互界面:根据人体结构特性、操作行为习惯和人机工程数据,设计自然交互界面。除上述提到的“简单操作”、“伪体感操作”以及“不合适的体感界面”外,体感交互操作中存在因确认模糊而导致的误操作问题,极大地降低了用户体验。

日本任天堂公司通过设备自带触控屏手柄来解决体感游戏过程中因命令确认模糊所带来的误操作问题;美国微软在为其 Xbox 产品上添加的体感外接设备 Kinect 中,则是通过定义标准动作库以与用户动作指令进行匹配来实现命令的确认;俄罗斯一家科技公司利用体感技术研发的虚拟试衣镜,根据用户到体感传感器之间的距离来实现服装大小与位置的匹配,并通过手掌悬浮时间实现命令的确认,在一定程度上也降低了误操作的可能性。

在国内,体感交互技术主要在应用方面,济南大学的冯志全等人提出了分段模型概念。对手势交互的每个阶段建立了相应的状态预测模型,该模型在一定程度上解决了预测的不确定性和模糊性问题,有效地预测了手势状态的转移,从而间接避免了误操作的情况^[2];华南理工大学的梁卓锐等人提出了一种基于用户操作特点的映射关系自适应调整方法,能有效降低用户大幅度手部移动的几率,避免误操作,提高用户体验,同时保持了用户的操作表现^[3]。国防科学技术大学的张国华提出了基于多点触摸的交互手势分析与设计方法,引入触摸手势元动作,采用接触面类型和状态及运动方式描述触摸手势,给出了简单触摸手势的统一描述框架。这对于在三维环境研究体感交互映射动作的误操作问题具有很高的参考价值。这里将重点分析产生误操作的原因并进行讨论,在实验的基础上寻求最佳解决方案。

1 体感交互误操作因素分析

以一个普通体感操作方式为例:放大某个对象。

在日常生活中,人通常通过双手的分开来表达“放大”,而双手的合拢则表达“缩小”,因此在设计具体的“缩放”操作时采用这种“公认的”手势,有助于降低用户的认知难度,也有助于简化操作^[4]。而当命令执行时,以操作者两手间距离为依据,随着传感器捕捉到操作者两手间距离增大,操作对象显示比例相应增大。当对象显示比例增大到某一满足用户希望值时,用户将双手复原,随着这一操作,用户两手间距离也在缩小,而这仍能被传感器捕捉到,从而使得对象显示比例被缩小,这便使得用户产生了误操作(最后那部分缩小是用户不希望的)。原因是在平面的多点触控交互操作方式中,触控点的属性包含了序号、状态、坐标以及时间。其中,“状态”表示触摸点相对与屏幕的状态,分为触发(State=1)和非触发(State=0)两种,手指按下即为触发,离开屏幕即为非触发。在平面交互操作中很容易区分这两种状态,但在三维体感交互操作方式中却很难界定。当执行完用户命令后,需要将状态从 State=1 转变成 State=0,来避免误操作。

2 体感交互触发模糊引发的误操作解决办法

随着新兴技术设备的面世、发展与普及,使用者面临了从无规则(无一般化定义)到建立规则(得到通用的设计框架),再到最终的打破秩序(趋向个性化、私人定制)的过程。体感交互方式正在经历“建立规则”这一阶段。交互任务的产生与具体的交互平台无关,而与应用系统的背景密切相关。动作行为是反映人需求和情感的直接体现^[5],因此建立统一的交互动作描述和定义,并完善交互动作与系统命令的映射规则,以获得一种标准化和系统化的方法非常必要,从而可以快捷方便地设计出交互动作,以应用于不同体感交互平台。

三维体感的交互体验有别于二维平面的操作,体感操作除了有 x, y 坐标外,还存在 z 坐标,即传感器能感知用户到传感器的纵深距离,因此,类似触屏方式,利用 z 轴的值从 0~1 来实现触发,就变得不可行。若以 z 轴的某个值为临界点区分触发与非触发,以 Kinect 传感器为例:每台 Kinect 设备由红外摄像装置、RGB 彩色摄像头、麦克风阵列以及一些逻辑电路、电机等部分组成。Kinect 正面有 3 个摄像头,左右两边分别是红外线 CMOS 摄像头和红外线发射器所组成的深度数据感应器,而中间为 RGB 彩色摄像装置。在 3 个摄像头的组合下,该传感器能够同步得到深度数据流和彩色图数

据^[6]。Kinect 传感器的核心技术在于能够获取对象的深度数据,从而实现骨骼追踪。骨骼追踪技术主要是通过红外传感装置获取黑白光谱的办法来识别环境中的内容:白色与黑色分别对应无穷近和无穷远,而中间的灰色区域则用来代表距离^[7]。景深镜头感应距离:1.2~3.5 m。为解决触发状态转换问题,暂定义操作者距离传感器2 m处为触发状态切换的临界点,当执行操作任务时,交互动作在距离传感器2 m以内,则定义状态为触发,超出2 m时,状态转为非触发,深度图见图1。这种方式得到的解决方案不免掉入“伪体感”的陷阱,相当于将触摸屏移动至距离传感器2 m处,且用户必须时刻位于临界点附近,造成操作不便捷。

这里借鉴对二维平面触控手势的研究,根据手指在触摸屏表面的触摸状态、触点位置以及触点相对位移特征,加以区分含有特定含义的触摸动作^[8]。定义三维环境下动作的实现由触发状态、坐标、时间共同组成,并事先定义某个手势的变化为触发与否的标准手势^[9]。鉴于传感器捕捉精度及对上述讨论结果的优化,这里将通过实验验证部分手势作为切换标准的可行性。

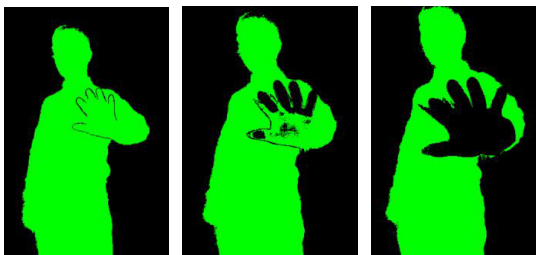


图1 深度图
Fig.1 Depth map

触发方案见表1,以握拳为例,若传感器识别操作者为握拳状态,则不对其余动作进一步识别,即非触发状态,否则为触发状态。若为非触发状态,则动作无效。若为触发状态,则开始计时。映射算法见图2,若在预定时间内坐标无变化,则触发动作命令1。若在预定时间内坐标有变化,则触发其余动作命令,而动作库的设计则需建立在符合用户认知的符号、符号具和符号义三者之间的联系上,即符号化的过程,以达到增强交互手势的理据性,减少使用者的记忆负担^[10]。

3 应用验证

为了验证上述讨论方案的可行性,将这套解决

表1 触发方案
Tab.1 Trigger solutions

状态切换方案	图示	分析
手部节点到头部节点相对某一距离为临界点		相对距离因人而异,且易与其余命令动作重义
与某一特定标准动作匹配		能设定动作幅度以匹配指定动作标准,但仅能作出选择状态切换,不可用于一般情况
以手握拳与否区分		目前 Kinect 的捕捉精度能识别手是否握拳,但是操作时仅对单个可行,双手重叠会出现错误(设备硬件限制)

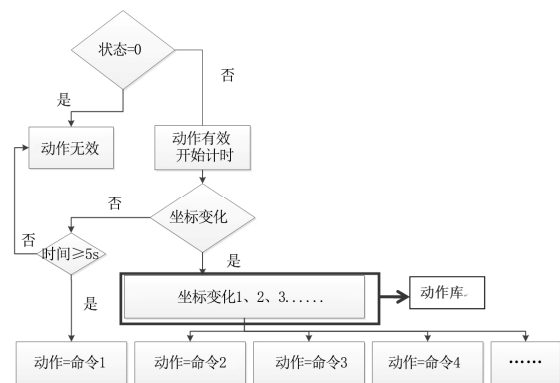


图2 映射算法
Fig.2 Algorithm of mapping relationship

办法应用于苗侗木制民居个性化定制系统中,此套系统将体感交互技术融入产品定制系统,使用户获得更好的沉浸式操作体验。在系统案例展示模块,操作者将对对象进行缩放旋转以更好地使建筑模型得到展示,系统将握拳动作定为标准命令触发手势,综合利用手部节点与头部节点的相对距离为缩放比例依据,从而对模型进行缩放展示,应用实例见图3。

经验证得出：通过定义标准触发手势，能便捷地切换确认状态，而缩放大小由手部节点与头部节点的相对距离为依据，验证发现能顺利地对模型进行缩放而不产生误操作。

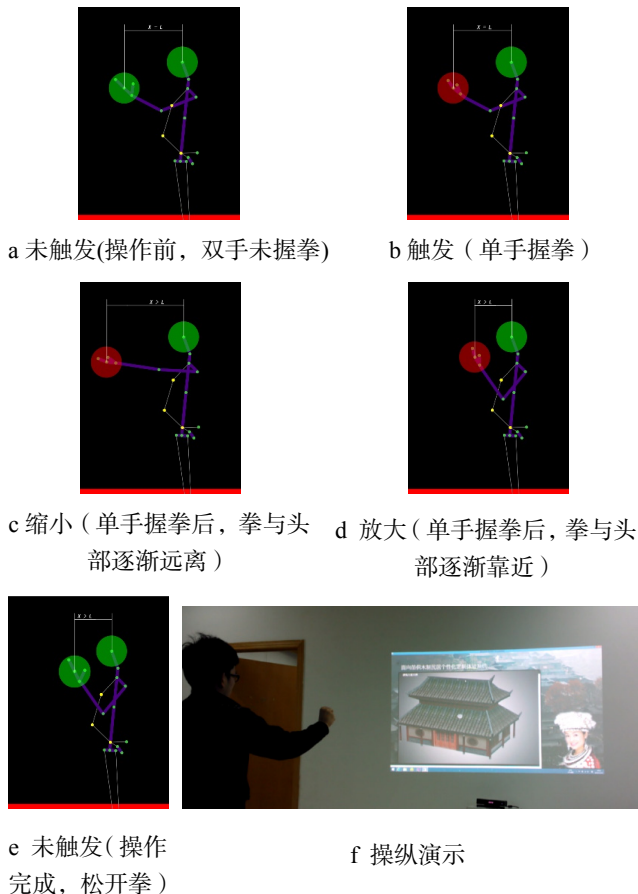


图 3 应用实例
Fig.3 Application

4 结语

随着技术的提高，体感传感器的捕捉精度以及体感的智能化将得到更好的发展。这里针对体感交互操作动作设计不合理所导致的误操作问题，分析研究其解决方案，探究二维平面多点触控与三维体感交互操作的异同，并将对平面操作手势的研究方法应用于体感交互动作的研究中。通过实验，比较分析不同方案解决体感交互动作触发模糊问题的可行性，最终提供某一可行且简便的事件触发动作作为标准，在满足映射动作设计简约性及独立性（避免二义性）原则的基础上，确保整个系统中命令“确认”触发事件得到统一。以上对于体感映射动作的设计研究，在当前硬件条件下对于体感交互模式发展具有重要意义。

参考文献：

- [1] 张国华, 衡祥安, 凌云翔, 等. 基于多点触摸的交互手势分析与设计[J]. 计算机应用研究, 2010(5): 1737—1739.
ZHANG Guo-hua, HENG Xiang-an, LING Yun-xiang, et al. Analysis and Design of Interactive Gesture Based on Multi Touch[J]. Application Research of Computers, 2010(5): 1737—1739.
- [2] 冯志全, 杨波, 李毅, 许婷, 等. 基于交互行为分析的手势跟踪方法[J]. 计算机集成制造系统, 2012(1): 31—39.
FENG Zhi-quan, YANG Bo, LI Yi, et al. Hand Gesture Tracking Method Based on the Analysis of Interactive Behavior[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2012(1): 31—39.
- [3] 梁卓锐, 徐向民. 面向视觉手势交互的映射关系自适应调整[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2014(8): 52—57.
LIANG Zhuo-rui, XU Xiang-min. Adaptive Adjustment of Mapping Relations for Visual Gesture Interaction[J]. Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition), 2014(8): 52—57.
- [4] 凌云翔, 叶挺, 陆锡高, 等. 基于触摸自然手势的指挥所业务映射与验证方法研究[J]. 系统仿真学报, 2011(7): 1398—1403.
LING Yun-xiang, YE Ting, LU Xi-gao, et al. Research on Mapping and Verification Method of Command Post Based on Touch Natural Gesture[J]. Journal of System Simulation, 2011(7): 1398—1403.
- [5] 孙欣欣, 李世国, 靳文奎. 基于用户无意识行为的交互设计研究[J]. 包装工程, 2011, 32(20): 69—72.
SUN Xin-xin, LI Shi-guo, JIN Wen-kui. Research on Interaction Design Based on User's Unconscious Behavior[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(20): 69—72.
- [6] 黄诚, 刘华平, 左小五, 等. 基于 Kinect 的人机协作[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2013(S1): 386—393.
HUANG Cheng, LIU Hua-ping, ZUO Xiao-wu, et al. Human Computer Cooperation Based on Kinect[J]. Journal of Central South University(Science and Technology Edition), 2013(S1): 386—393.
- [7] 何贝, 王贵锦, 林行刚. 结合 Kinect 深度图的快速视频抠图算法[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2012(4): 561—565.
HE Bei, WANG Gui-jin, LIN Xing-gang. Fast Video Matting Algorithm Based on Depth Map[J]. Journal of Tsinghua University(Science and Technology), 2012(4): 561—565.
- [8] 薛娇, 孙鹏, 邓峰, 等. 基于触摸屏的手势遥控系统[J]. 计算机工程, 2014(6): 285—290.
XUN Jiao, SUN Peng, DENG Feng, et al. Gesture Remote Control System Based on Touch Screen[J]. Computer Engineering, 2014(6): 285—290.
- [9] 付倩, 沈俊辰, 张茜颖, 等. 面向手语自动翻译的基于 Kinect 的手势识别[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2013(6): 586—592.
FU Qian, SHEN Jun-chen, ZHANG Qian-ying, et al. Gesture Recognition Based on Kinect for Automatic Translation of Sign Language[J]. Journal of Beijing Normal University(Natural Science), 2013(6): 586—592.
- [10] 尹超, 何人可. 符号学在 VR 手势交互设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2013, 34(22): 13—15.
YIN Chao, HE Ren-ke. Research on the Application of Semiotics in VR Gesture Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(22): 13—15.