**附件2：**

江西省研究生创新专项资金项目

申 请 表

项 目 名 称：基于VR的火灾发生时个体

应急行为规律的探索性研究

申 请 人： 丁浩强

指 导 教 师： 廖列法

培养单位(签 章): 江西理工大学

填 报 时 间: 2022年6月17日

江西省教育厅制

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一、项目申报人基本情况 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 姓名 | | | 丁浩强 | | | | | 性别 | | | 男 | | | | | （相片） |
| 出生年月 | | | 1998年2月 | | | | | 籍贯 | | | 江西 | | | | |
| 在读学历层次 | | | 硕士研究生 | | | | | 入学日期 | | | 2021年9月 | | | | |
| 在读专业 | | | 电子信息 | | | | | | | | | | | | |
| 身份证号码 | | | 362202199802157615 | | | | | | | | | | | | | |
| 指导师姓名 | | | 廖列法 | | | | 研究方向 | | | 虚拟现实 | | | | | | |
| 本科(硕士)毕业学校 | | | 江西理工大学 | | | | | | | 专业 | | | 电子信息 | | | |
| 所在院系 | | | 软件工程 | | | | | | | | | E-mail | | | 782894335@qq.com | |
| 联系电话 | | | 15797658122 | | | | | | | | | 手机 | | | 15797658122 | |
| 二、项目基本情况 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目主要研究内容（2000字以内。文科包括：研究的主要问题、目的、意义、研究方法、对策建议、创新点等；理工科包括：主要问题、关键技术、解决方案、研究方法、创新点等）：   1. **研究背景**   火灾一直是建筑中最常见且危害大的灾害之一。美国消防局（United States Fire Administration）的统计数据显示，2017 年美国建筑火灾造成 3400人死亡，14670 人受伤。许多火灾事件一再提醒人们建筑火灾的危险，比如美国芝加哥伊洛魁剧院火灾、椰子林火灾和贝弗利山庄晚餐俱乐部火灾以及最近发生的伦敦格林威尔大厦火灾和布朗克斯公寓火灾等事件。近年来，全世界每年平均发生火灾600-700万起，死亡人数为65000-70000余人。在2009—2018年期间，我国年均发生火灾25万起、火灾死亡1478人、火灾受伤952人，火灾直接财产损失32.72亿元。如今，火灾发生的环境因素明显增多，建筑火灾已经成为一种多发性的灾害。随着社会经济发展，建筑物数量和人口密度不断增长，往往随之而来的是火灾风险不断增大，给人民生命和财产造成一定威胁。高校宿舍楼作为高校不可或缺的建筑，建立时间普遍较早，存在电气线路老化、部分消防设施缺失和消防通道狭窄等火灾安全隐患。同时学生宿舍是人员密集场所，一旦发生火灾事故，很容易造成人员伤亡。近年来，校园宿舍火灾事故时有发生，依据中国校园安全协会的数据，从2014年至2019年全国范围内学生宿舍发生消防事故共计5326起，造成496名学生死亡[1]。火灾造成人员伤亡的主要人为原因是人员缺乏消防常识造成疏散效率低下，虽然应急疏散演习能够有效减少火灾发生后的人员伤亡，但公共演习耗费人力物力、且难以还原实际的火灾场景[2]。  在另一方面，随着科技的发展，虚拟现实(Virtual Reality，VR)渐渐地走入了大众的视野，虚拟现实技术是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统，它利用计算机生成一种模拟环境，是一种多源信息融合的、交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真使用户沉浸到该环境中。  VR技术包括沉浸性、交互性、感知性、想象性、自主性等特征。沉浸性是虚拟现实技术最主要的特征，当用户利用穿戴设备，完全进入了另一个虚拟的空间，可以感觉到正常世界中所能感受的一切，包括触觉、动力感、空间感等，完全同虚拟世界产生共鸣，沉浸其中[3]。交互性是指用户对模拟环境内物体的可操作程度和从环境得到反馈的自然程度，用户进入虚拟场景中，通过设备和技术同环境产生相互作用，与场景中物体产生交互，从而使场景内物体发生变化。感知性通过计算机技术模拟听觉、触觉等，虚拟现实技术应该具备同真实环境中所有的感知功能，目前的技术层面主要包括视觉、听觉、触觉、运动等几种。想象性，当用户在虚拟空间里与场景内人或物进行互动，利用所处环境创造新的事物和场景，在虚拟空间世界中体验创造的快乐，学习知识和技能，拓展思维，激发创造力。自主性是指虚拟场景中的物体按照现实生活中物理定律动作程序[4]。如当放在桌上的球体受到碰撞后自然滚动、下落等情况，都属于自主性范围。  市场上已经有多款虚拟现实的游戏和设备供人娱乐学习。因此，本文利用VR技术所带来的真实感和临场感，将虚拟现实和火灾逃生结合起来，制作一个模拟火灾突发事件的VR系统，可以作为应急逃生演练和紧急逃生行为数据收集的工具。本方法不仅节省了大量的人力物力，而且保障了实验人员的安全，还能为应急管理提供一种有效且有趣的新视角。同样为了增加技能培训过程中的有趣性和普及性，本项目考虑到加入严肃游戏的因素。引起更多学生对宿舍火灾技能培训的热爱。Luca Chittaro and Fabio Buttussi [5]的研究将沉浸式严肃游戏的教育方法与传统的教育方法进行比较，证明了沉浸式严肃游戏的教育方法在知识保留方面优于传统的培训方法。   1. **关键技术**   FDS（火灾动力学模拟工具）  FDS是由美国 Thunderhead Engineering（NIST）开发的功能强大的火灾模拟器。基于FDS建立火灾蔓延与烟气流动模型，确定火灾现场环境与火灾蔓延、烟气流动之间的关系，为现场动态过程模拟提供算法支撑。由于FDS的开放特性，其准确性得到了大量试验的验证，在火灾科学研究领域得到了广泛应用，以此为基础来模拟火灾现场动态过程，在科学性、准确性、合理性上都具有较强的说服力。  3Dmax  3DMAX是一款由 Discreeet 公司为 PC 平台开发的对三维动画进行渲染与制作的软件。专业的 3Dmax 是目前最广泛应用的三维建模软件之一，可以最大程度上提高三维建模效率以及建模质量。3Dmax 软件提供的丰富的模型绘制工具和贴图编辑器，使得设计人员无论从三维结构或是纹理图案，都能对模拟对象进行更精细的描绘。另外，3Dmax 提供了多边形、Bezier和 NURBS 三种建模方式，设计人员可以从容应对各种设计需求。面对一形状些较复杂，面数较多的模拟对象时，3Dmax 建模速度快，并且能以较少的面表现出较高的模型质量的特点。  Unity  Unity 引擎是目前主流的三维交互软件开发引擎，在游戏制作，虚拟现实、增强现实等方面应用广泛[6]。Unity 引擎具备卓越的跨平台能力，快速高效的开发特点，提供了真实的物理引擎及粒子特效，可以很方便构建真实的仿真场景。它并不仅仅是一款游戏引擎, 它还被广泛地应用在陆海空军事训练、房地产开发、虚拟展馆、家具设计展示、石油加工管理系统、化工厂管理系统、水电站管理系统、煤炭生产安全监控系统、培训系统、城市社区监控管理系统、污水处理系统、数理化教学系统、家庭自动化系统、安全监控系统等各行各业中。  人体姿态识别技术  随着人工智能技术的快速发展,计算机视觉技术在智能检测方面应用也越来越多。针对人体的姿态、行为识别等研究方向逐渐成为计算机视觉领域内的研究重点,吸引大量学者与工程人员的广泛关注。  行为识别主要是对视频或图像中人的行为进行分析与识别,判断检测后的行为是否出现设定的行为。比如击打、使用工具伤人等危险行为,当算法在视频与数据的分析中检测到相对应的动作时,则会发出相应的信息。传统的行为识别方法主要包括模板匹配法、状态空间法等方法。但是这些方法普遍存在的问题是准确率低,识别可靠性差等问题,难以在巨大数据量的情况下进行快速检测。深度学习方法依赖数据中的特征信息,会影响模型的检测精度。  人体姿势估计是计算机视觉研究领域备受关注的重要问题,是了解图像和视频中人物行为的关键步骤。人体姿势估计分为单人姿态估计与多人姿态估计,它被定义为图像或视频中人体关节的定位问题。在多人姿态估计中,由于无法预先得知图像中每个人的位置和总人数,因此多人姿态估计比单人姿态估计更困难。在多人姿态估计中,分为自顶向下(top-dowm)与(bottom-up)自底向上的检测方法。自顶向下的方法是首先检测出图像中的多个人,再对每个人分别进行姿态估计,这类方法的计算准确率较高,但整体模型的运行速度慢,其中代表性的算法有CPN、RMPE、G-RMI等。自底向上的方法是先检测出图像中的所有关节点,再分析关节点的归属,最后将所有关节点按照顺序拼接成人体的骨架。这类方法的优势在于运行速度较快,模型几乎可以做到实时处理,其中代表性的算法有DeeperCut、OpenPose、Multi PoseNet。  表 1 动作的归类   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 行为名称 | 所含动作 | 含义 | | 感觉刺激 | 低头/抬头、察觉、转头、耸肩 | 感觉到有变化 | | 与知识经验比较 | 呆愣、踱步、张望 | 感觉信息后的思考过程 | | 识别情景 | 观望/凝视 | 获取信息的过程 | | 缓冲行为 | 站稳/抓、弯腰/蹲/爬/跪/趴 | 为了之后的行为做出的准备动作 | |  |  | （续表） | | 从众行为 | 跟随 | 跟随众人的行为 | | 恢复日常行为 | — | 感觉到安全后的日常行为 |   评估系统  本项目的评估系统应用到了李良等人[7]搭建的地震发生瞬间个体的应急行为贝叶斯网络模型。分析不同行为之间的因果关系和相互影响。    图1 应急行为贝叶斯网络模型  时效性  应急行为所消耗的时间是评估应急行为技能培训效果的一个非常重要的因素。应急行为技能培训过程是由不同阶段目标所对应的应急行动模型组成。每个模块完成的越快，应急培训整体进程就越短，对真实场景中逃生就越有效。  利用 Sigmoid 函数刻画整个应急行为流程的时效性与完成时间关系的可行性。当应急行为的时间窗为时，二者之间满足下式关系:  ，  式中:u为时效性;t为应急处置的最终完成时间。当 时,u =ε(ε是一个接近于0的足够小的数) ;当时，u取值逼近1。可见:时效性函数随时间t单调递减，取值区间为［0，1］，值越大说明时效性越强。超出时间窗范围的,要么时效性达到顶峰，要么归0。  虚拟环境开发流程：  首先用建筑软件搭建模型的建筑结构，并将其导入3ds Max中添加材质、纹理、光影等效果进行优化渲染，使其达到高真实感要求；其次利用专业的火灾模拟软件 FDS，在软件中搭建出真实参数的模型，模拟火、烟以及热的扩散过程；然后将3ds Max中高真实感的模型导入游戏开发引擎Unity3D，在Unity3D 中进一步进行精细化修改，生成高真实感的VR疏散场景；结合FDS软件的模拟结果，利用Unity3D软件自带的粒子系统，在场景中搭建火以及烟雾扩散模型，从而完成建筑火灾场景的搭建；在场景交互方面，利用Unity 3D自带的人物控制器实现，最终完成VR应急疏散情境的软件模块构建。硬件部分主要包括：HTC VIVE头戴显示设备、Microsoft Kinect体感设备、Xbox手柄、以及Virtuix Omni万向跑步机等，通过与Unity3D的开发接口进行对接完成硬件模块的搭建[8]。    图2 VR 应急疏散情境软硬件模块   1. **研究方法**   3.1 实验条件  1）使用Unity3D构建数据面板，从数据面板中观看实验场景。使用MySQL和PHP搭建后台，记录数据。  2）使用3Dmax搭建游戏场景，使用Unity3D对游戏场景进行渲染、修改等。具体的游戏系统流程设计如图3.    图3 游戏系统流程图  2.设计实验  实验采用被试内实验设计，自变量为培训方式，包括两种：一种是传统的培训方式，一种是基于VR严肃游戏的培训方式，因变量是游戏得分、反应时间、用户体验、可用性评估。将参与者分为两组，分为实验组于传统组。场景前情设置：大功率电器起火，起火点在三楼中间靠近楼梯的宿舍门口发生火灾，宿舍楼共六层，火灾发生时间在晚上，学生已熟睡，每个宿舍住4名学生。  3.2 实验过程设计  1）邀请学生参加培训，告知学生是一个宿舍火灾技能培训。（问卷调查人口的基本信息，和之前是否经历过关于火灾的培训，是否有过虚拟游戏的经历）  2）通过寻物熟悉VR场景，了解逃生通道位于什么地方，和熟悉怎么使用VR设备。（临场感问卷（PQ）、模拟器不适感量表（SSQ）、①完成任务的时间/在给定时间内完成任务数目。②成功交互与失败交互的比率。③用户对交互的正面评价与负面评价的比率。  3）了解后，所有学生在未接受任何训练的情况下玩这款严肃游戏  4）然后两组均进行训练，实验组按照VR-SG-BST模型进行训练，对照组按照传统训练进行训练。（记录得分，反应时间、模拟器不适感量表（SSQ））另一半学生同学传统的培训方法进行培训（包括看视频和PPT）。  5）培训后，两组再次玩这款严肃游戏。（游戏得分，反应时间，临场感问卷（PQ）、有效性、满意度和易用性问卷、软件可用性测试问卷）  3.3 实验流程  具体的实验流程图如下图所示：    图4 实验流程图  3.4 数据统计  通过摄像机记录的图像和后台记录的数据进行分析，判断这款游戏是否有效，并且由于传统的培训方法，并且判断实验时效性对技能培训的影响。   1. **创新点** 2. 在VR火灾逃生系统中引入了人体姿态识别框架，结合已有文献中对疏散行为的研究，提出了一个更为科学的火灾逃生评估框架。   2）融合时效性的行为技能评估方法。行为的时效性有利于评估在宿舍火灾场景中是否能够正常逃生，也有及评估培训者是否已经接收了培训内容，并将之熟练的应用。   1. **参考文献**   [1]邹馨捷,萨木哈尔·波拉提,郝明,庞奇志.基于 Pyrosim 和 Pathfinder 的高校学生宿舍火灾人员疏散安全性模拟分析[J].安全与环境工程,2020,27(04):195-200.  [2]何高奇,郁明强,蒋正清,卢兴见.基于VR火灾逃生游戏的应急行为评估系统[J].系统仿真学报,2017,29(11):2796-2803+2810.DOI:10.16182/j.issn1004731x.joss.201711028.  [3]石鹏明.VR虚拟现实技术在我国的现状及发展趋势[J].电子技术与软件工程,2019(13):132.  [4]张珺珩.VR技术在节目制作中的探索及5G时代迎来的发展[J].数字通信世界,2020(05):23-24.[5]  [5]Chittaro L, Buttussi F. Assessing knowledge retention of an immersive serious game vs. a traditional education method in aviation safety[J]. IEEE transactions on visualization and computer graphics, 2015, 21(4): 529-538.  [6]张凯群,张西西.基于Unity3D的地铁安全教育软件的设计与开发[J].中国安全生产科学技术,2019,15(S1):156-162.  [7]李良,李路云.地震发生时个体应急行为规律的探索性研究[J].管理工程学报,2022,36(02):148-158.  [8]曹黎军. 虚拟现实火灾情景下空间认知对个体疏散行为影响研究[D].清华大学,2019.DOI:10.27266/d.cnki.gqhau.2019.000188.  [9]Petersen Gustav Bøg,Petkakis Giorgos,Makransky Guido. A study of how immersion and interactivity drive VR learning[J]. Computers & Education,2022(prepublish).  [10]Lyu Pan,Ma Quanwei. Research on the New Development Direction of Visual Communication Based on VR Virtual Reality[J]. Journal of Physics: Conference Series,2021,1992(2).  [11]于洪霞,张英华,秦挺鑫,王晶晶,张益,高玉坤.考虑人员伤亡的高校宿舍火灾风险评估方法研究[J].中国安全生产科学技术,2022,18(01):81-86.  [12]曲蕴慧,白新国.基于3DMax及Unity3D的博物虚拟展示系统设计与实现[J].微型电脑应用,2022,38(04):1-3.  [13]刘箴.人群应急疏散可视仿真研究进展和问题[J].中国图象图形学报,2019,24(10):1619-1626.  [14]冯云晓,李健,江田汉,吴军.基于“情景—任务—能力”的危险化学品事故应急准备能力评估——以S市某港口为例[J].中国安全生产科学技术,2018,14(05):5-11.  [15]Zhang SongHai,Chen ChiaHao,Zollmann Stefanie. One-step out-of-place resetting for redirected walking in VR.[J]. IEEE transactions on visualization and computer graphics,2022,PP. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目预期成果（发表本项目有关的学术论文）及考核指标（技术、经济指标和社会效益要具有明确的可考核性，1000字以内）：  （1）在相关领域学术期刊上发表 2 篇以上文章；  （2）设计出该方案下面宿舍火灾应急技能培训系统，并申请一份软件著作权。  （3）向消防部门推广该系统，提高人们的火灾应对能力。 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目时间进度安排和阶段目标 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | 考核时间节点（年/月） | | | | | 阶段目标（阶段考核指标） | | | | | | | | | | |
| 1 | 2022年7月-2022年9月 | | | | | 收集相关资料、了解目前的研究现 | | | | | | | | | | |
| 2 | 2022年10月-2023年1月 | | | | | 对于目前研究现状的不足提出自己的项目方案 | | | | | | | | | | |
| 3 | 2023年2月-2023年4月 | | | | | 根据自己的创新点完善项目方案 | | | | | | | | | | |
| 4 | 2023年5月-2023年7月 | | | | | 进行VR严肃游戏宿舍火灾场景进行搭建和实验以及论文撰写 | | | | | | | | | | |
| 预期主要  成果形式 | | | | **1、论文论著√**  **2、研究报告√** 3、新产品（或农业新品种）  4、新装置 5、新材料 6、新技术（新方法、新工艺）  **7、计算机软件√** 8、其他 | | | | | | | | | | | | |
| 三、项目人员情况 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目负责人主要科研成果：  项目负责人：丁浩强  本人于2021年硕士入读江西理工大学，研究领域是虚拟现实方向。本科学习的是软件开发相关的知识，硕士期间一直在学习虚拟现实相关知识。 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目采取何种方式组织和管理以确保项目完成（200字以内）：  （1）制定详细的项目研究进展计划，并严格执行；  （2）根据项目内成员相关情况做到明确分工，确保每位成员切身参与到该项目中；  （3）定期向相应的指导老师作项目进展汇报，并共同商讨研究过程中遇到的难以解决的问题，以此激励每位项目成员积极主动做好自己的模块工作；  （4）定期开展集体活动，增强项目凝聚力；  （5）确立以负责人为核心的团队模式，由负责人严格监管项目研究进度；  （6）勤于向导师咨询，并根据导师建议作相关调整；  （7）在学院的统一管理下，定期作进展汇报。 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 指导教师情况（研究方向、学术地位、代表性成果）（200字以内）：  指导教师：廖列法,男，1975年生，中共党员，博士，教授，MBA、计算机技术方向硕士生导师，毕业于西安交通大学，研究方向为创新管理、电子商务、互联网+、企业信息化。现任江西理工大学软件工程学院党委书记、江西省中青年骨干教师。先后主持完成了国家自然科学基金《基于合作演化的组织学习动态绩效研究》(71061008)、《创新网络异质性与企业创新绩效关系研究-以承接产业转移示范区为例》（71462018），参与国家自然科学基金项目《产业升级视角下的我国稀土产业整合策略研究》，主持省级项目《产业集群网络结构与趋势研究-以赣南钨业为例》，赣州市“互联网+工业”战略发展研究，赣州市创新驱动机制研究；获江西省第十四次社会科学优秀成果二等奖，江西省第十五次社会科学优秀成果三等奖；出版专著1本，教材1本，以第一作者在《管理科学》、《科学学研究》、《中国管理科学》等国家自然科学基金委管理学部重要期刊、《计算机应用》等计算机专业核心期刊上公开发表学术论文50余篇。 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目主要人员情况 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | 姓名 | | | 院系 | | | | 专业 | | | | | 在项目中具体分工 | | |
| 负责人 | | 丁浩强 | | | 软件工程学院 | | | | 计算机技术 | | | | | 理论研究 | | |
| 项  目  组  成  员 | | 唐娥 | | | 软件工程学院 | | | | 计算机技术 | | | | | 程序设计 | | |
|  | | |  | | | |  | | | | |  | | |
|  | | |  | | | |  | | | | |  | | |
|  | | |  | | | |  | | | | |  | | |
|  | | |  | | | |  | | | | |  | | |
| 四、项目经费情况 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 支出科目 | | | | | 金额（元） | | | | 计划根据及理由 | | | | | | | |
| 资料费 | | | | | 2000 | | | | 打印机、办公用品等消耗品 | | | | | | | |
| 企业交流经费 | | | | | 1000 | | | | 用于与相关企业交流探讨活动的支出 | | | | | | | |
| 出版物/文献/信息传 播费 | | | | | 4000 | | | | 论文版面费等 | | | | | | | |
| 合计 | | | | | 7000 | | | |  | | | | | | | |

|  |  |
| --- | --- |
| 五、审查意见 | |
| 指导  教师意见 | 后面要进一步细化，聚焦，确定研究点和研究内容  指导教师签名： 年 月 日 |
| 培养  单位  意见 | 负责人签章： 年 月 日 |
| 专家组评审意见 | 专家组长签名： 年 月 日 |
| 省级主管部门审核意见 | 签章： 年 月 日 |
| 备注 |  |

**附件3：**

**2022年度研究生创新专项资金项目汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **学院** | **申请人**  **学号** | **申请人**  **姓名** | **项目名称** | **学历**  **层次** | **学位**  **类型** | **专业名称** | **申请人**  **联系电话** | **导师** | **学院（学部）内排序** | **推荐级别（省级/校级）** |
| **1** | 软件工程 | 6720210713 | 丁浩强 | 基于VR的火灾发生时个体应急行为规律的探索性研究 | 硕士 | 专业型 | 电子信息 | 15797658122 | 廖列法 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**注: 1.**“学历层次”栏填写“博士”或“硕士”；“学位类型”栏填写“学术型”或“专业型”，并进行分类排序。2.交回请用excel版本。