

# 基于VR全景的消防安全教育系统设计与实践

王琬 雷泽 尹国华 王伟

重庆大学党委保卫部(保卫处),重庆400044

**摘要:**近年来,虚拟现实(VR)技术的快速发展推动了教育模式的创新,为消防安全教育提供了全新的解决方案。本文以VR全景为核心,设计并实践了一套消防安全教育系统。该系统构建了一个沉浸式场景,增强了学习者的体验感和安全教育的实操性,提升了学习者的消防安全知识水平和应急防范能力。本文将从技术架构、交互设计、教育场景搭建、系统实践效果等方面深入探讨该系统的设计与应用效果。

**关键词:**虚拟现实;消防安全教育;VR全景;沉浸式体验;应急能力

## Design and Practice of Fire Safety Education System Based on VR Panorama

Wang,Wan Lei,Ze Yin,Guohua Wang,Wei

Security Department of Chongqing University, Chongqing, 400044, China

**Abstract:** In recent years, the rapid development of virtual reality (VR) technology has promoted the innovation of education mode and provided a brand new solution for fire safety education. In this paper, a fire safety education system is designed and practiced with VR panorama as the core. The system builds an immersive scene, enhances the learner's experience and the practicality of safety education, and improves the learner's fire safety knowledge level and emergency preparedness ability. In this paper, we will discuss the design and application effect of the system in depth from the aspects of technical architecture, interaction design, education scene construction, and system practice effect.

**Keywords:** Virtual Reality; Fire safety education; VR panorama; Immersive experience; Emergency response capability

DOI: 10.62639/sspsstr49.20240106

## 引言

在全球信息化浪潮推动下,虚拟现实(VR)技术日益成熟。在教育和安全领域下,VR技术因其独特的沉浸性和交互性,成为一项重要的创新应用<sup>[1]</sup>。传统的消防安全教育形式多以课堂讲解和图像展示为主,缺乏实操和真实情境,难以有效提升受教育者的应急防范和自救互救能力。基于此,本文提出一套基于VR全景的消防安全教育系统,该系统可真实模拟火灾发生场景,并进行交互式操作,满足了学习者的体验需求,使消防安全教育更具有实效性。

## 一、系统设计

### (一)技术架构

1. 数据管理模块:该模块负责管理系统中的所有数据,包括消防安全知识库、事故模拟素材和用户体验数据,系统内的学习内容会准时更新,用户数据部分可基于云存储实现,便于随时记录用户学习进度与成绩。

2. 场景生成模块:场景生成模块通过VR全景技术构建高仿真、动态的火灾现场。系统使用Unity 3D引擎与UE4引擎结合,利用BIM数据

模型完成建筑结构、人员分布、应急物资等关键细节的高精度还原,支持火灾蔓延、烟雾扩散等多种事故情境的构建<sup>[2]</sup>。

3. 交互控制模块:交互控制模块利用VR设备(如Oculus Quest 2、HTC Vive等)实现用户与场景的实时交互,支持用户在火灾现场模拟灭火器、消火栓等器材的操作。该模块支持位置追踪和手势识别,使用户能够使用体感与手柄进行自然交互,增强学习的真实感。

4. 评估反馈模块:评估反馈模块提供即时反馈和多维度学习评价,用户完成某个场景模拟后,系统自动评估其操作效果,并提供成绩记录与总结分析,帮助用户强化学习效果<sup>[3]</sup>。

### (二)系统流程设计

系统流程设计的核心出发点是用户体验,采用精细化的流程逐步引导学习者内化知识,通过循序渐进的方式引导用户身临其境完成消防安全的各项学习任务。

#### 1. 用户情境选择

在系统入口阶段,用户首先可以选择不同的火灾情境。这些情境基于典型火灾案例设计,模拟了实验室火灾、教学楼火灾、宿舍火灾等多种常见的火灾场景,利用3D建模和场景渲染技术

(稿件编号: SSTR-24-6-Y001)

**作者简介:**王琬(1996-02),女,汉族,硕士学历,副科长,研究方向:高校安全教育。

雷泽(1988-06),男,汉族,硕士学历,科长,研究方向:高校安全教育。

尹国华(1972-12),女,汉族,硕士学历,处长,研究方向:高校安全管理。

王伟(1980-10),男,汉族,硕士学历,副处长,研究方向:高校学生思想政治工作。

**基金项目:**教育部产学合作协同育人项目:“基于虚拟现实技术的学生安全教育体验基地建设与实践探析”(220607020232121)。

精确复刻火源位置、逃生通道、器材放置点等关键细节,帮助用户在不同环境下理解各类火灾的特点与应对方式。用户在选择情境后能够迅速进入仿真的火灾场景,准备展开操作练习<sup>[4]</sup>。

### 2. 场景载入与环境引导

完成情境选择后,系统将快速载入VR场景,并提供简要的环境引导,包括环境介绍,即火源位置、出口分布、灭火器等消防设备的摆放位置等。引导过程以简洁文字说明与箭头等视觉标识帮助用户熟悉周围环境,使他们在火灾情境中快速找到应急工具和安全出口。

该阶段的设计充分考虑了用户的心理与感官负荷,利用清晰明了的场景布局和适度的视觉提示,帮助用户在短时间内理解虚拟环境,为接下来的操作练习做好准备。

### 3. 消防器材的操作练习

操作练习是系统流程中的核心环节,是用户完成消防安全教育学习的关键所在。在此阶段,系统将会提供包括灭火器、消火栓、灭火毯在内的多种器材的操作指导与操作模拟,并以分步指引的形式让用户了解、掌握正确的操作流程。

为帮助用户更快地掌握真实场景中的应急操作,系统在操作环节中引入了多种技术参数和操作标准。例如,灭火器的使用模拟过程中,系统会分解步骤,并逐一引导用户拉出插销、握住喷管、按下手柄、瞄准火源根部喷射等关键动作,用户可以利用设备的手势追踪和体感控制功能,真实体验器材的重量和操作手感,进一步提升操作的真实性与沉浸感。

为了增强用户在虚拟火灾中的应急应变能力,系统还设计了火势蔓延的动态变化。当用户操作的消防器材进行灭火操作时,火势会依据用户操作的准确性和及时性进行变化,让用户感受到实际操作对火情发展的影响<sup>[5]</sup>。这种实时反馈机制强化了用户对火灾环境的掌控力和对消防技能的实际运用能力。

### 4. 操作效果反馈与成绩评估

此环节中,系统从操作的准确性、完成时间、反应速度以及器材使用的有效性等多个维度分析学习者的操作情况,并给予综合评分。这种反馈机制帮助学习者更深刻地了解自身在实操中的不足。

成绩评估以数据可视化方式呈现,并形成详细的图表与指标发送给教师账户。此外,系统还提供成绩历史记录和表现趋势图,教师账户可以查询学习者在多次模拟中的成绩,分析变化趋势,从而了解学习者的学习进步情况,也为后续学习提供了改进建议。

具体的细节反馈方面,系统设计了多项参数,如灭火器瞄准的精确度、灭火器材的选择是否得当、逃生路线的决策等,这些参数可准确反映学习者在操作过程中的细节表现,也可以作为消防安全教育资料使用,为消防安全教育工作者如何对消防安全教育进行优化提供指导。

### 5. 数据记录与个性化学习建议

为进一步优化学习效果,系统在流程的末尾

将用户的表现数据存入学习档案,并提供个性化学习建议。对于在灭火器使用环节表现不佳的用户,系统会优先推荐相关的情境练习,加强这些用户在特定操作中的熟练度。与此同时,系统还将分析用户的整体表现,自动推荐符合用户需求的课程资源,形成适应性学习路径。

系统基于数据存档与个性化建议实现了自适应的学习机制,有效帮助用户不断优化应急技能,提升消防安全知识。这一系统设计方案既提高了用户的自主学习积极性,又达到了整个流程的闭环效果,实现了安全教育的入脑入心入行。

系统流程的设计基于多步骤、多维度的学习引导与即时反馈,有效提升了用户的学习兴趣,使用户获得更熟练的操作技能。除此之外,在数据反馈与个性化建议的帮助下,用户的消防安全能力得以不断提高,为应急教育提供了一种灵活且高效的技术解决方案。

## 二、核心功能模块

### (一) 情境学习模块

情境学习模块的设计基于情境学习理论,强调在真实环境中以实际操作获取技能的有效性。该模块利用虚拟现实技术,重现了火灾发生的紧张氛围,从火焰的动态蔓延、烟雾的流动,到报警声和指导语音的设置,提供了高度仿真的火灾场景。用户只需穿戴VR设备,即可置身于逼真的火灾环境中,感受到火灾情境的高温、低能见度以及慌乱的逃生情绪,这种沉浸式体验直接激发了用户的情绪反应,帮助他们形成应急意识<sup>[6]</sup>。情境学习模块基于沉浸理论强化了用户与虚拟场景的互动,在训练中,用户可以充分了解火灾情境下的基本应对措施,并借助高压情境培养自救的心理准备和知识储备,促进消防安全技能内化。

### (二) 多分支剧情模块

为了更好地模拟真实环境中的不确定性,增强用户的互动体验和情境代入感,系统在情境学习模块基础上开发了多分支剧情模块,用户可以在多种分支剧情选择中体验火灾事故的不同处理方式。灭火器种类、使用方式和应对火灾的适配性将决定其应对火势的效果,这一功能可帮助用户理解不同灭火器的适用场景和操作规范。多分支剧情设计让用户参与到灭火决策过程中,直观地感受到不同灭火器所带来的效果。系统将会记录用户的每个选择和操作,根据操作准确性、使用时间等参数即时反馈结果,帮助用户在反复操作中找到最佳应急处理方法,形成一种非线性、分支化的交互方式。这将有利于激发学习者探索、学习消防安全的主动性,并培养他们灵活应对火灾多种情境的能力。

### (三) 应急处理模块

应急处理模块专注于模拟火灾应急处理的实际步骤,帮助用户熟悉和掌握火灾发生后的逃生流程。系统在此模块中预设了烟雾逃生、选择安全出口、利用消防楼梯、关门防烟等多种逃生策

略, 用户需根据动态提示和实时引导逐步完成各项操作, 例如, 若用户选择正确的姿势来避开火灾时, 烟雾系统会给予提示反馈, 帮助用户意识到烟雾规避的重要性。用户在逃生过程中, 还可根据实际需求做出选择, 如关闭防火门阻挡烟雾, 或使用湿毛巾捂住口鼻等。系统提供的实时反馈将能够帮助用户了解正确的应急逃生方法, 让他们在沉浸式学习中掌握关键逃生技能。

#### (四) 多维度评估模块

多维度评估模块可以对用户的操作时间、准确性、反应速度、学习时长等数据进行记录与分析, 量化评估整体表现。除此之外, 该模块还可以为用户生成个性化的学习报告, 涵盖成绩分析、进步曲线和操作习惯建议多个维度。若用户在灭火器操作中表现较慢且操作顺序不当, 系统将标记下此项, 随后建议用户加强灭火器使用环节的练习, 并提供进一步的指导资源。用户可以根据可视化数据直观地看到自己的进步情况, 有针对性地改进薄弱环节。评估模块同时也设置了历史记录查询功能, 帮助用户跟踪自己的学习过程和成长曲线, 为进一步的操作训练提供数据支持。

### 三、实践与应用效果

#### (一) 实践场景

主要面向高校、社区和企业等场所, 结合了VR设备及便携式PC的轻便、易携带性, 可打破消防安全教育的设备、场景限制。用户可以在虚拟的火灾场景中练习操作, 比如模拟宿舍火灾中的灭火操作、从办公楼的烟雾火场中逃生等。

#### (二) 反馈数据分析

在某高校开展的为期一周的消防安全VR教育实验中, 共有150名学生参与了此项培训。系统设计了三种典型的火灾场景, 涵盖实验室火灾、教学楼火灾、宿舍火灾, 学生在VR全景环境中依次完成这些模拟训练任务。训练后收集了反馈数据, 结合系统自动记录的操作数据, 得出了以下分析结果:

##### 1. 学习效果

基于问卷调查与系统记录的学习表现数据, 最终结果显示约82%的学生(即123人)认为VR情境帮助他们牢固掌握了灭火器的使用方法和逃生路径的选择。第一场训练中, 学生平均灭火器操作准确率为62%, 第二场提升至74%, 到第三场准确率达到88%, 显现出显著的进步。系统记录的逃生路径选择正确率也有逐步提高, 从第一场的68%提升至第三场的92%, 说明VR情境模拟帮助学生有效掌握了灭火和逃生技能。

##### 2. 沉浸体验感

问卷反馈显示, 90%的学生(135人)认为VR模拟提供了高度沉浸的身临其境体验, 在火灾场景中的烟雾扩散、报警声等细节强化了紧张感。问卷具体评分数据显示, 参与学生的“沉

浸感”平均评分为4.8分(满分5分), 其中, 感受到“极高紧张感”的学生比例为78%, 认为VR训练能够提升应急反应能力和自救意识的学生比例为85%。这些反馈表明, VR情境的沉浸感对提升用户应急反应能力具有积极效果。

#### 3. 应急表现提升

系统自动记录的数据分析揭示了学生在训练中的应急表现水平。以灭火器的使用时间为例, 在三次模拟训练中, 学生的平均操作时间分别为13.4秒、10.2秒和7.8秒, 第三次训练较第一次缩短了42%, 表明训练中学生的操作熟练度大幅提升。与此同时, 第三场模拟中学生的灭火器操作准确率从第一场的62%上升至88%, 逃生路径选择正确率也从68%提高到92%, 反映出学生对灭火器使用及逃生路径选择的理解和熟练程度显著提升。

#### (三) 实际应用评价

用户反馈表明, VR全景消防安全教育系统的沉浸式学习体验显著优于传统的理论教学, 在安全意识增强、应急能力培养和学习兴趣激发方面的表现较为突出。系统还可基于实时数据反馈为用户提供改进建议, 帮助用户在多次模拟中不断提升能力。

### 四、结论与展望

基于VR全景的消防安全教育系统有效地填补了传统消防教育形式中的实践缺失。这是一种不受时间、空间限制, 且低成本的安全教育方式。安全教育内容可随时在系统上更新, 师生也可随时随地打开程序进行在线学习、漫游体验。高度真实的虚拟场景, 交互式操作和即时评估反馈能够有效提高学生安全教育的质量, 增强他们的消防安全意识及应急自救能力。该系统在高校应用中的实践效果表明, VR消防安全教育具备良好的应用前景和教育价值。需进一步优化VR消防安全教育系统的场景生成技术, 增强场景的分辨率和交互性, 建议与相关政策和教育部门合作, 在更多学校和企业中推广应用, 为全民消防安全教育贡献科技力量。

#### 参考文献:

- [1] 李宁. 基于福格行为模型的儿童消防教育游戏化学习体验设计研究[D]. 浙江理工大学, 2022.
- [2] 陈荟凤. 基于学习支架的增强现实儿童消防教育游戏设计研究[D]. 浙江理工大学, 2023.
- [3] 杨童雨. 趣味化消防教育软件的开发与设计[J]. 消防界(电子版), 2020, 6(04): 60+62.
- [4] 索金涛. 基于虚拟现实技术的高校消防安全教育系统设计与实现[D]. 华中师范大学, 2017.
- [5] 宋文琦, 马建琴. 基于沉浸理论的消防教育游戏设计策略研究[A]. 2018中国消防协会科学技术年会论文集[C]. 中国消防协会, 中国消防协会, 2018: 5.
- [6] 王子奇. 探索游戏化消防教育软件的设计开发及其应用[J]. 今日消防, 2019, 4(12): 44+46.