

基于交互式体验的汽车安全仿真游戏设计

周婷, 马丽娜

摘要:【目的】为提升青年群体对汽车安全的认知, 解决当前汽车安全科普形式单一、无法通过视听触多通道提供情境感强的学习体验, 且难以激发青年群体学习兴趣的问题。【方法】基于交互式体验设计原理, 从本能层、行为层、反思层出发, 以激发用户感官兴趣、构建易用交互体系、促进知识的内化与传播为目标进行汽车安全仿真游戏设计。【结果】设计出的汽车安全仿真游戏能有效吸引青年群体参与, 增强其学习汽车安全知识的自主性、兴趣感和体验感, 且多数受试者愿意继续体验并推荐给他人。【结论】这种基于交互式体验的汽车安全仿真游戏, 为传播汽车安全知识开辟了新路径, 能有效提升用户对汽车安全问题的关注程度, 深化对汽车安全事故的反思, 有效提升科普效果。

关键词: 交互式体验; 汽车安全; 仿真游戏; 科普; 青年群体

引用本文格式 周婷, 马丽娜. 基于交互式体验的汽车安全仿真游戏设计 [J]. 创意设计源, 2025(4):41-46.

An Automotive Safety Simulation Game Based on Interactive Experience

ZHOU Ping, MA Lina

Abstract: [Purpose] To enhance young people's awareness of automotive safety, this study addresses the current issues of limited forms of automotive safety education, the inability to provide an immersive learning experience through audio-visual and tactile channels, and the difficulty in stimulating young people's interest in learning. [Method] Based on the principles of interactive experience design, this study approaches automotive safety simulation game design from three layers—instinctive, behavioral, and reflective—with the objectives of stimulating users' sensory interest, establishing an intuitive interactive system, and promoting the internalization and dissemination of knowledge. [Result] The designed car safety simulation game can effectively attract young people to participate, enhance their autonomy, interest, and experience in learning car safety knowledge. Most of the test subjects are willing to continue the experience and recommend it to others. [Conclusion] This interactive automotive safety simulation game has opened up new avenues for disseminating automotive safety knowledge. It effectively raises users' awareness of automotive safety issues, deepens their reflection on automotive safety accidents, and enhances the effectiveness of science popularization.

Key words: interactive experience; automotive safety; simulation game design; science popularization; youth group

[基金项目] 本文系 2021 年度湖南省社会科学成果评审委员会重点课题“湖南省传统村落红色文化遗产保护与乡村振兴研究——以沙洲瑶族村虚拟体验式保护研究为例”(项目编号: XSP21ZDI020) 阶段性研究成果。

引言

随着汽车保有量持续增加, 交通事故对人们的生命安全构成了严重威胁。其中, 青年群体的交通事故问题尤为突出, 他们对汽车安全知识掌握匮乏, 对汽车安全问题不够重视, 存在较大的安全隐患。目前, 汽车安全知识的普及大多采用讲座、图文、视频等传统形式。这些形式在内容表现力和安全知识传播方面虽然起到一定的效果, 但在新媒体时代已无法有效激发青年群体的学

习兴趣。因此, 本研究从用户体验出发, 以提升用户体验感为目标, 通过仿真游戏强化青年群体对汽车安全知识的学习体验, 从而提高其学习汽车安全知识的兴趣。

一、汽车安全科普现状及普及对象、方式的研究现状

(一) 汽车安全科普现状

世界卫生组织发布的《2023 年全球道路安全现状报告》显示, 全球范围

内, 每分钟超过两人在交通事故中丧生, 每天死亡人数高达 3 200 人以上, 这一严峻的现象在 5 至 29 岁的儿童和青年群体中尤为显著^[1]。Thomas^[2] 以及 Treat^[3] 等学者在对碰撞事故调查的研究成果中指出, 在汽车安全事故中, 人为因素的影响超过了环境与车辆因素。汽车安全教育普及已被公认为是减少汽车安全事故的关键方法。因此, 向公众普及汽车安全知识至关重要, 提升公众的汽车安全意识是降低交通事故伤亡率

的关键途径。目前,汽车安全知识的普及多采用讲座、宣传册、宣传视频等传统方式。其中,讲座是一种单向的知识传递方式,知识传递效率较低,无法有效吸引受众主动学习,知识传递效果欠佳。宣传册作为一种常见的科普载体,通过文字和图片传递汽车安全知识,但面对汽车制动系统原理、安全气囊工作机制等复杂内容时,仅靠简单文字描述和静态图片,读者难以深入理解其中的奥秘,导致科普难以发挥应有作用。视频科普在一定程度上弥补了讲座和宣传册的静态展示缺陷,能通过动态画面呈现实际事故案例和驾驶场景,让观众有更直观的感受。然而,现有视频科普的主要受众依然是汽车爱好者,不主动关注汽车安全领域的受众很少有机会接触到这类内容,难以产生观看与体验的兴趣,这无疑限制了科普效果的发挥。因此,如何在传统汽车安全知识普及方式的基础上提升趣味性,加强汽车安全科普效果,是当代设计师亟需思考与探索的问题。

（二）汽车安全科普对象分析

聚焦当下交通安全领域,青年群体交通事故的发生率与死亡率始终居高不下。2024年,世卫组织指出,道路交通伤害是导致青年死亡的主要原因之一,2021年超10万青年因此丧生^[4]。深入剖析后不难发现,关键原因是青年司机的安全知识较为匮乏,且对安全问题重视程度不足。他们驾驶经验欠缺,存在知识短板,安全意识较为淡薄。日常驾驶操作中,部分青年司机为追求车内美观或因个人习惯,存在私自拆卸头枕、在车内随意摆放装饰品、选用不当车辆座椅套等不良习惯,这极大地危及车内人员的安全。例如,在遭遇追尾碰撞时,驾乘人员头部后仰,颈椎会瞬间承受巨大冲击力。若私自拆卸头枕或长期不调整头枕高度,头枕将无法贴合头部后仰轨迹,一旦发生事故,难以避免

颈椎损伤,形成危险局面。

因此,针对青年群体开展汽车安全知识普及非常必要,尤其是要加强对“被动安全”知识的科普。汽车的被动安全系统涵盖安全带、安全气囊、车身结构设计等关键部分,其核心作用在于事故发生瞬间,最大程度地降低人员伤亡与车辆损坏程度,青年司机对这部分知识的掌握更为薄弱。通过汽车安全仿真游戏,将仿真游戏与科普结合,契合青年群体追求新鲜、互动的特性,吸引他们主动学习。这可以促使青年司机认识到被动安全装置的关键作用,进而激发他们主动学习包括被动安全在内的更全面的汽车安全知识,为降低交通事故发生率奠定坚实基础。

（三）汽车安全科普方式探索

近年来,随着交通事故问题愈发严峻,汽车安全科普领域备受关注。在汽车安全知识普及方式的探索方面,国外更倾向于采用游戏化方式,以解决学习过程中积极性与参与性不高的问题。Riaz等学者^[5]开发了游戏化电子学习平台,通过强化参与者获得的成就与奖励来提升用户参与度。Le等学者^[6]认为,游戏化电子学习平台不仅可以提高参与者的交通安全知识,还可以帮助他们将这些知识至少保留六个月。Vuorio^[7]探讨了如何使用网络的虚拟学习环境和虚拟现实环境进行交通安全教育。Alyamani^[8]的实验表明,游戏化仿真是一种有效的方法,可以调整所需的驾驶性能和行为,帮助驾驶者安全驾驶。国内在这方面的研究相比国外起步较晚,但近年来随着科技的不断进步,在汽车安全普及方式上也有了进一步的探索。如黄晓玲^[9]、李浩^[10]等学者将VR技术应用于汽车安全教育中,达到了寓教于乐的目的。

从这些研究可以看出,仿真游戏是目前汽车安全科普的主要手段。对于青年司机而言,他们对新鲜事物接受度高、

渴望互动式学习,仿真游戏恰好能填补传统科普的不足,使玩家在仿真游戏中学习各类汽车安全知识,实时掌握应对方法,真正将安全知识内化为驾驶习惯。

二、交互式体验汽车安全仿真游戏设计策略

（一）交互式体验概念及相关理论

交互式体验由“交互”与“体验”两个核心概念构成。所谓“交互”,指的是人与人、人与物以及物与物之间的互动,一旦发生交互,必然涉及不同程度的体验。目前,学术界普遍认为交互设计是一种以目标为导向的设计方法,旨在构建满足用户需求且具备良好操作性的交互系统,其最终目标是提供卓越的用户体验。“体验”一词最早出现于黑格尔的著作,由“经历”一词演变而来。唐纳德·A·诺曼在心理学领域提出了“用户体验”这个概念,希望用这个词指代个人使用系统时的体验,指出良好的用户体验要满足用户的需求,带给用户愉悦和惊喜;他认为,用户喜爱的产品一定能增强其内心愉悦的感受^[11]。

交互式体验将交互与体验结合,强调以用户需求为导向,精准契合用户需求,为用户提供最便捷、最贴心的使用体验。如今,交互式体验在各领域得到了广泛应用。例如,王琳等学者将其运用于城市公共艺术设计中,融合技术与艺术,满足公共空间中使用者的需求,为使用者带来更好的服务体验^[12]。王否探讨了交互式体验在动画中的应用方式,认为将交互式体验与动画结合可以丰富用户视觉、听觉体验,让用户产生身临其境的感觉^[13]。王天雪从生理、行为、心理三方面分析女军人的交互式体验需求,构建了女军人可穿戴用品的交互式体验设计策略^[14]。这类研究在满足受众艺术审美的基本需求后,进一步丰富体验内容,增强用户参与度,以用户需求为导向创新发展路径。

唐纳德·A·诺曼在其著作《设计心理学3》中提出,情感化设计理论可映射为设计的本能层、行为层与反思层^[15]。本能层指的是人的先天反应,注重感官上的视觉冲击,强调设计应满足人脑对美的原始追求,这是最直接、最强烈的感官体验。良好的本能层体验往往能激发用户进一步探索行为层的欲望,因此强化感官吸引力至关重要。行为层涉及日常操作的执行。在这一层级中,外观设计的重要性相对下降,易用性成为核心。例如,市场上存在一些备受欢迎的交互动画,用户通过简单的触碰指令来控制动画角色发出声音或做出动作,从而提升用户体验。因此,简洁的交互方式、清晰的交互流程和创新的交互内容是这一层次的重要关注点。反思层则关乎思考和反思。在这一层级,设计需要考虑如何促使用户进行深入的思考。这一层次的设计要求我们超越即时的感官满足,追求更持久、更深远的心理影响。

汽车安全仿真游戏设计应当综合考虑用户的需求层次,增强用户对汽车安全知识的理解与重视程度,激发学习兴趣,为用户提供一种与传统截然不同的交互仿真游戏体验。

(二) 交互式体验汽车安全仿真游戏的设计策略

基于前期对科普问题、对象及理论的研究构建设计策略,旨在从三个维度优化汽车安全仿真游戏设计,确保更好的用户体验及知识普及成效。

1. 激发用户感官兴趣

在感官层面,传统枯燥的科普形式难以引起青年群体的关注,他们更青睐新鲜刺激的事物。因此,设计应充分融入趣味元素,从视觉、听觉、触觉等多感官入手,让科普内容在第一时间吸引受众的注意力,激发其观看和体验的欲望。

首先要增强视觉效果,需密切关注青年文化潮流,全面调研并了解青年的偏好。例如,可以通过广受青年群体欢

迎的三维动画,演示安全气囊弹出后的保护机制,再配合爆炸、闪烁等特效,让强烈的感官刺激调动受众的体验情绪,加深他们对知识的理解。在色彩运用方面,要考虑色彩在提升受众感知方面的作用^[16],在通过色彩传递不同信息的同时,更好地激发受众的情绪反馈。使用亮色突出重要信息或危险警示,用暗色或中性色调营造严肃专业的氛围,使画面层次更丰富,激发受众的情绪。角色形象与角色音效需相互搭配。角色作为动画中传递知识的主体,不同的外在形象可以反映出不同的角色性格。

其次,角色也与动画的听觉元素相关,不同角色需要搭配不同的音色与音调,以强化角色性格。特定的形象、性格与音色、音调,能使受众在观看时想起曾经的经历,进而引发情感共鸣。除此之外,音效设计还包括游戏开始时的汽车启动音,行驶过程中随行驶状态变化的发动机声、刹车声、鸣笛声、警示提示声等,在用户操作汽车行驶的过程中给予互动反馈。音效的合理使用可以起到良好的辅助作用,协助受众产生更加真实的感官体验,营造贴近现实的交通环境。

最后,触觉反馈可以强化整体的感官体验效果。材质的选择能让用户直观地感觉到产品的质量,高品质触感会留下更好的体验^[17],从而增强作品的丰富度与真实感。还可以结合一些触觉反馈,如利用震动模式传递即将开启刺激体验的信号,激发玩家对后续未知体验的好奇与渴望,促使其积极投入游戏,为后续深度体验奠定基础。

2. 构建易用交互体系

在行为层面的易用交互体系构建中,首先应明确基础操控的交互逻辑,使仿真游戏的交互方式呈现出明显的逻辑关系,让用户能够直观、明确地操控仿真游戏。例如,玩家可通过转动方向盘、踩踏板(油门、刹车)等方式操

控游戏中的汽车转弯、躲避障碍物等。车辆安全到达或发生碰撞都将触发不同的效果。在此过程中,可以巧妙地融入科普动画,使科普内容与仿真游戏相关联,比如,当车辆发生碰撞时,弹出对应的科普动画,以达到科普效果。其次,需加入交互引导,界面设计要有清晰、统一的标识,按钮形状、颜色要与功能紧密关联,且配有简洁易懂的文字说明;同时,要根据玩家的操作行为适时提供引导,例如,当玩家偏离车道时,及时弹出正确的操作方法提示。最后,要注意交互的实时反馈,这部分涉及仿真游戏的技术选择。在通过动画演示汽车安全知识时,要清晰呈现汽车关键部件与运行流程,确保动画流畅自然,且与交互无缝衔接。例如,当用户操控的小汽车发生正面碰撞时,科普动画中车身变形、安全气囊弹出等讲解需要清晰自然,其时机、方向都要与用户操控的小汽车精准对应,让用户能够直观理解装置的工作机制,增强学习效果。

3. 促进知识的内化与传播

在反思层的设计中,需要促使用户产生从深层思考汽车安全知识到主动传播这些知识的心理过程。为此,设计应引导用户在参与仿真游戏后主动思考与复盘。可以在游戏中建立反馈机制,例如在任务结束后,展示详细的操作报告,包括碰撞次数以及知识掌握情况等,引导玩家回顾总结,反思自身的驾驶行为。此外,可以通过打造引发共鸣的故事线,驱动用户持续学习。例如,为动画主角设定一条故事线,从初次考取驾照时的兴奋,到上路初期的紧张与懵懂,再到历经各种复杂路况挑战,逐渐成长为自信、熟练的驾驶者。每个阶段的设计可以对应不同的台词与剧情关卡,使玩家在完成任务的过程中与动画主角产生共鸣、建立情感连接,深刻体会到安全驾驶的重要性,进而持续学习汽车安全知识。最后,为促使用户主动传播,设计

应通过线上线下相结合的宣传手段，扩大作品的影响力，鼓励大众参与。同时，创造一个富有参与感的互动环境，使用户在体验过后可以及时与身边人探讨，通过这种及时的社会互动来构建更深层次的情感体验，以达到用户对汽车安全知识的主动传播。

综上所述，本文构建了设计策略图，为后续的设计实践提供方法指导（见图1）。本能层是吸引用户的前提，重点在于激发用户的感官兴趣，融合视、听、触多感官，满足青年群体对知识呈现的需求，激发其体验欲望。行为层是体验的核心支撑，需要构建易用的交互体系，打造便捷流畅的操作体验，这是用户获取知识的关键所在。反思层是效果的深化与延伸，要促进知识的内化与转播，使用户形成从深层思考到主动转播的链条，以达到最优的科普效果。

三、交互式体验汽车安全仿真游戏设计实践

（一）硬件方案选型

在动画制作方面，选择 C4D 与 AE 相结合的方式，以 C4D 作为主要制作软件。通过高精度纹理贴图来还原现实场景，利用光影渲染模拟自然光线在不同时段、不同天气条件下的反射与折射，从而创建逼真的光影效果，全方位构建丰富多样的游戏场景。同时，搭配高像素密度和广色域的显示屏，确保游戏画面色彩鲜艳、细节丰富。此外，为营造 3D 音效空间，设置了环绕立体扬声器

器，调动玩家的听觉神经。

仿真游戏的技术实现采用 Python 编程结合单片机的方案，由处理器、电源、时钟和复位电路构成最小系统。处理器选择 STC89C52 作为主控芯片，其具有可编程、低功耗的优点。电源电路由 AMS1117 线性稳压器给系统供电，选择 12MHz 晶振作为系统时钟，并新增复位开关保证系统的正常运行。该方案成本较低、开发便捷，可轻松连接各类传感器，并迅速将数据传输给电脑端进行后续处理。最后，搭配高保真游戏方向盘，它不仅可以通过重力感应模拟车辆转向，还能传递路面颠簸引发的震动，让玩家的双手真切“感受”驾驶路况。再结合带有震动反馈的踏板，踏板会根据刹车、油门的力度实时震动，进一步强化操作沉浸感。

（二）设计实施

以被动安全为例，将汽车安全内容划分为正面碰撞、侧面碰撞和追尾碰撞这三个模块，不仅具有较强的科普价值，还可以加强仿真游戏的协调统一性。游戏流程如下：当用户操作仿真游戏中的汽车正常行驶时，若与周围障碍物发生碰撞，单片机就会分析传感器检测到的碰撞信号，并且发送给电脑端处理，电脑播放对应的科普动画，分别介绍发生此类碰撞时哪些汽车安全技术在发挥保护作用，以确保用户在安全的前提下，加深对汽车安全知识的理解，提高对汽车安全知识的接受度。

1. 科普动画制作

根据正面碰撞、侧面碰撞和追尾碰撞这三个模块的划分来编写脚本并绘制分镜。之后，根据此脚本和分镜制作动画。在场景搭建方面，参考现实城市景观，以暖色为基调，再根据不同的内容差异调整色彩冷暖搭配。常规播放时，采用橙

色、绿色等轻松欢快的颜色营造学习氛围，以激发受众的正向情绪。当播放科普内容时，动画背景颜色全部变为灰色，给受众传递一种严肃专业的感受，提醒受众提高重视程度，同时也利于受众吸收知识。讲解员的形象塑造为 20 岁左右的青年人，框架眼镜与卫衣长裤的搭配展现出稳重的性格，可以在一定程度上增强观看者对讲解员的信任感。其形象色彩选择既考虑到增强信息传达的效果，使用高饱和度色彩引导注意力，又参考了交通警示牌的黄色，以强化视觉直观性表现。在听觉表达上，讲解员的配音与其形象同步，采用 20 岁左右男性的配音，语言风格幽默风趣，严肃中不失亲和感。此外，该动画的制作重点在于展现汽车在三个维度上的碰撞与变形。通过 EDIT-OPTIMIZE 插件计算，将多个复杂的面简化为一个几何体，同时保留原有材质和选集，以达到模拟汽车碰撞形变的效果（见图 2）。

2. 仿真游戏制作

仿真游戏的视觉风格与动画设计保持一致，采用了蓝色小汽车与绿色草坪的搭配。材料选择了密度较高的塑料，确保在抓握时有一定的重量感，但又不会过于沉重。方向盘采用真皮材料包裹，以提供更舒适的触感，让观众获得真实

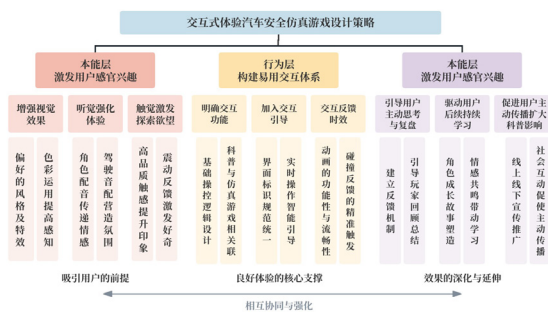


图1 交互式体验汽车安全仿真游戏设计策略图



图2 汽车安全科普动画效果

细腻感官体验。此外，由于本设计中只需要检测碰撞方向，无需测量碰撞的具体数值，因此决定采用最简单的接触式测障传感器（碰撞开关）。它的工作原理便捷易懂，碰撞开关外部有一个探测臂，当探测臂受到碰撞时会受力下压，从而带动碰撞开关内部的机械结构改变导通状态。软件设计包括单片机程序和Python脚本两方面，核心目标是接收和传递碰撞信息。根据接收到的碰撞信息，系统将打开相应的MP4文件并播放（见图3）。

首先，将开发板与电脑连接，接着将碰撞传感器与开发板相连。共使用三个碰撞传感器，分别安装在汽车模型的前、侧、后方，分别对应科普动画中的正面碰撞、侧面碰撞和追尾碰撞。每个碰撞传感器检测到碰撞信号后，程序会接收到对应的“A”“B”“C”三种碰撞信号，碰撞信息以txt的格式输入到Python脚本中，Python脚本通过分析处理，播放对应的科普动画，即“正面碰撞动画”“侧面碰撞动画”和“追尾碰撞动画”。为实现信号与动画之间的同步，txt的信息需要在每次碰撞后重复使用。因此，需要通过脚本设置每次播放动画后都对程序进行一次刷新，从而实现碰撞与科普动画的精准联动，整体交互流畅、视觉效果逼真。

（三）测试与评价

通过上述实验，研发团队邀请青年群体参与体验测试。根据反馈数据可知，多数受试者最初对汽车领域关注度较低，缺乏兴趣，但因游戏化体验形式产

生了较强的参与意愿。他们在反馈中提到，这次体验不仅充满娱乐性，还让他们意外获取了相关知识。部分已具备基础汽车安全认知的受试者表示，他们虽然已经对汽车安全知识有所了解，但并未主动搜索学习相关知识。他们抱着试一试的态度参与了这个互动游戏，结果在参与过程中接触到了许多之前不了解的汽车安全知识，感到收获颇丰。同时，亦有受试者提出了宝贵的优化建议，如扩大场地以容纳更多人参与，提升多人参与时的体验质量等。

综合分析可知，吸引参与者体验的主要因素在于本能层的造型设计，而颜色、声音和材质则起到了辅助作用。在行为层体验中，游戏不仅增强了趣味性，还有效地传递了知识，两者相得益彰。在反思层，研究收集到的反馈整体较为积极，多数受试者表示通过体验掌握了此前未知的知识，且愿意继续参与后续活动，并存在向他人推荐的意愿。

四、结语

汽车安全问题与社会中的每一位成员都息息相关，增强公众的汽车安全意识是降低交通事故死伤率的有效手段。如今，随着软件技术的发展与成熟，汽车安全科普的途径趋于多样化，提高了相关设计的可行性。在传统汽车安全科普视频中适当地融入仿真游戏，能为枯燥的知识赋予新的表达。以交互式用户体验为指导，不仅能够显著增强用户的体验感，还能大幅提升科普效果，帮助大众更深入地了解汽车安全知识，为汽车安全科普提供了更加丰富的传播形式。

未来，大众对汽车安全问题的重视程度和认知水平仍是需要我们持续关注的热点。我们需不断探索新思路、尝试新方法，将理论转化为实践，加强技术应用。例如，在科普游戏中加入更多创新交互设计要素，促使交互式体验、

仿真游戏与科普知识结合得更加完善多元，技术、艺术与文化知识深度融合，进而助力科普教育的进一步发展。

参考文献

- [1] 新华社. 世卫组织：道路交通事故仍是5至29岁人群第一大死因 [EB/OL]. (2023-12-13)[2024-8-17]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1785174113304391885&cwfi=spider&for=pc>.
- [2] THOMAS P, MORRIS A, Talbot R, et al. Identifying the causes of road crashes in Europe[J]. *Annals of Advances in Automotive medicine*, 2013(57):13-22.
- [3] TREAT J R, TUMBAS N S, McDonald S T, et al. Tri-level study of the causes of traffic accidents: final report. Executive summary[R]. Indiana University, Bloomington, Institute for Research in Public Safety, 1979.
- [4] 世界卫生组织. 青少年和青年健康重要事实 [EB/OL]. (2024-11-26)[2025-1-11]. <https://www.who.int/zh/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions>.
- [5] RIAZ M S, CUENEN A, JANSSENS D, et al. Evaluation of a gamified e-learning platform to improve traffic safety among elementary school pupils in Belgium[J]. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2019(23):931-941.
- [6] Le H N, CUENEN A, TRINH T A, et al. Investigating the immediate and mid-term effect of a gamified e-learning platform for the enhancement of traffic knowledge and skills among Vietnamese adolescents operating powered two-wheelers[J]. *Journal of Safety Research*, 2024(90):62-72.
- [7] VUORIO J. Studying the use of virtual reality learning environments to engage school children in safe cycling education[J]. *Simulation & Gaming*, 2024, 55(3):418-441.
- [8] ALYAMANI H, ALHARBI N, ROBOEY A, et al. The Impact of gamifications and

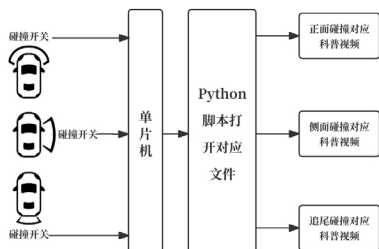


图3 技术路径

- serious games on driving under unfamiliar traffic regulations[J]. Applied Sciences, 2023, 13(5):1-14.
- [9] 黄晓玲. 基于虚拟现实技术的儿童交通安全教育系统的研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.
- [10] 李浩, 李宁宁, 侯钰莹. 基于虚拟现实的交互式交通安全教育模拟系统设计[J]. 汽车与安全, 2024(4):58-65.
- [11] 唐纳德·A·诺曼. 设计心理学 3[M]. 何笑梅, 译. 北京: 中信出版集团, 2015:123-135.
- [12] 王琳, 李正军. 基于交互式体验的城市公共艺术设计创新研究[J]. 设计, 2019, 32(17):146-148.
- [13] 王否. 动画影像中的交互式体验设计探析[J]. 大观, 2020(1):108-109.
- [14] 王天雪. 交互式体验在女军人可穿戴用品中的研究与应用[D]. 北京: 北京服装学院, 2020.
- [15] 唐纳德·A·诺曼. 情感化设计[M]. 付秋芳, 程进三, 译. 北京: 电子工业出版社, 2005:54-85.
- [16] 胡诗仪. 视觉吸引力与用户体验: 色彩在交互式数据可视化中的角色[J]. 色彩, 2023(11):40-42.
- [17] 马伟伟. 基于情感体验的交互式农产品包装设计探析[J]. 食品安全导刊, 2023(29):160-162.
- [18] 刘倩博. 汽车三维碰撞模型仿真与碰撞事故预防措施研究[J]. 汽车测试报告, 2023(24):97-99.
- [19] 唐玉, 祁娜. 新媒体视域下当代儿童音乐 APP 交互体验研究[J]. 创意设计源, 2023(3):50-54.
- [20] 甘畅. 基于传统文化传播的交互设计与实践: 以楚式漆器 H5 网页设计为例[J]. 创意设计源, 2021(2):77-80.
- [21] 贺孝梅, 武瑶佳, 高元. 以用户需求为导向的移动图书馆界面设计研究[J]. 创意设计源, 2017(3):46-50.
- [22] 王梓. 基于用户体验的交互式叙事儿童数字绘本设计策略研究[J]. 艺术与设计(理论), 2022, 2(5):87-89.
- [23] 杨东伶, 马月飞. 科普短视频的传播特色与价值分析[J]. 视听, 2020(5):172-173.
- [24] 沙瑞, 王梓贝, 牛蕊. 动画在视频科普教育中的应用探索[J]. 天津科技, 2021, 48(6):70-72.
- [25] 李蒋. 基于 51 单片机的汽车用 LED 流水灯仿真设计[J]. 汽车电器, 2023(1):28-31;35.

周娉, 马丽娜
中南大学

(上接第 31 页)

参考文献

- [1] 岳冉冉. 基于叙事理论的动态海报设计研究[D]. 景德镇: 景德镇陶瓷大学, 2023:40.
- [2] 徐永明. 中国石窟艺术: 克孜尔[M]. 南京: 江苏凤凰美术出版社, 2019:13-14.
- [3] 新疆石窟研究所. 西域壁画全集②克孜尔石窟壁画(二)[M]. 乌鲁木齐: 新疆文化出版社, 2017:10-28.
- [4] 苗利辉. 不可错过的克孜尔[M]. 南京: 江苏凤凰美术出版社, 2023:28-29.
- [5] 新疆石窟研究所. 西域壁画全集①克孜尔石窟壁画(一)[M]. 乌鲁木齐: 新疆文化出版社, 2017:6-29.
- [6] 朱冀州. 论克孜尔石窟本生故事壁画的艺术风格[D]. 西安: 陕西师范大学, 2010:20.
- [7] 徐鸣, 谭以纯. 基于文化生态理论的瑶族非遗文创设计研究: 以《渡海传说》生成式海报设计为例[J]. 创意设计源, 2024(4):1-7.
- [8] 邢锐, 王利支. 动态插画设计中的叙事性探究: 从叙事结构、修辞到语境[J]. 创意设计源, 2021(4):59-63.
- [9] 刘芊. 古龟兹国石窟壁画树木图像地域艺术特色的形成与发展[J]. 艺术探索, 2020, 34(2):61-78.
- [10] 李延寿. 北史·西域传·龟兹国[M]. 北京: 中华书局点校本, 1974, 97:3217.
- [11] 欧阳询. 艺文类聚·鸟部·孔雀[M] // 艺文类聚: 卷九十一. 汪绍楹, 点校. 上海: 上海古籍出版社, 1982:1583.
- [12] 王子今. 龟兹“孔雀”考[J]. 南开学报(哲学社会科学版), 2013(4):81-88.
- [13] 肖尧轩, 刘文. 克孜尔石窟壁画中的弹拨类乐器及其组合研究[J]. 新疆大学学报(哲学·人文社会科学版), 2013, 41(2):73-77.
- [14] 尹泓. 飞天意象研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2013:140-141.
- [15] 沈爱凤. 多元文化因素影响下的龟兹飞天造型[J]. 西域研究, 2012(4):117-125;141;145.

冯光, 田伟, 金强山, 刘钰茜
新疆理工学院