

# 虚拟现实在地铁驾驶培训中的应用

纪 翔<sup>1</sup> 杨腾飞<sup>2</sup> 王 凯<sup>3</sup>

1.青岛市李沧区黑龙江中路 512 号 山东 青岛 266000

2.青岛市平度市李园街道办事处西杨家庄村 山东 青岛 266000

3.青岛市城阳区河套街道上疃社区 山东 青岛 266000

**【摘要】**随着虚拟现实技术的成熟，传统行业正逐步引入这一技术以提升用户体验，地铁司机培训也不例外。面对传统列车驾驶培训操控台的高成本、占地面积大和维护难度等问题，虚拟现实（VR）仿真平台提供了一种创新解决方案。通过 VR 硬件建立的地铁虚拟现实仿真平台，能够全面模拟地铁司机的第一人称视角，展示列车驾驶操作及各种故障情况，这种方法不仅降低了培训成本，还提供了更为灵活和高效的培训方式，帮助司机在无实际风险的环境下熟练掌握操作技能，提升应对突发事件的能力。本文结合虚拟现实在地铁驾驶培训中的应用策略进行分析，以供参考。

**【关键词】** 虚拟现实；地铁驾驶培训；应用

DOI:10.12417/2705-0998.24.20.005

## 1 虚拟现实在地铁驾驶培训中的应用价值

VR 技术能够创建逼真的虚拟环境，模拟地铁驾驶舱、轨道、车站等场景，使培训人员能够体验到真实的驾驶感受。提供沉浸式学习体验，使培训人员能够身临其境地感受不同的驾驶情境，提高学习的效果和记忆深度。虚拟环境中进行驾驶训练，可以模拟各种危险情况和紧急事件，帮助培训人员学习如何在无风险的情况下应对这些情况，减少实际操作中的安全风险。培训人员可以在虚拟环境中练习紧急应对措施，如故障处理、乘客疏散等，提高在真实紧急情况下的应对能力。减少对实际设备和轨道的依赖，降低培训过程中的设备损耗和维护成本，虚拟训练不需要停运真实的列车，避免了实际操作带来的运营中断和资源浪费。VR 系统可以根据培训人员的需求和进度调整训练内容，提供个性化的学习体验。实时监测和记录培训过程中的表现，提供详细的反馈和评估，帮助培训人员针对性地改进和提升。培训人员可以在任何时间和地点进行 VR 训练，避免了物理训练设施的时间和空间限制，允许培训人员频繁进行训练和复习，有助于快速掌握技能并巩固学习成果，确保所有培训人员接受相同的训练内容和标准化的培训过程，减少因培训质量差异带来的操作不一致性。能够模拟各种不同的驾驶环境和情况，确保培训人员能够应对多种可能的实际情况。通过反复练习和模拟操作，提升驾驶员对地铁系统操作的熟练度和技术能力。培训人员可以在虚拟环境中了解和操作新技术或系统，提前适应和掌握新设备。

## 2 地铁驾驶培训系统虚拟现实的应用策略

### 2.1 驾驶模拟系统功能综述

#### 2.1.1 自动发车控制功能

模拟地铁列车的自动发车过程，包括启动、加速和行驶过程。驾驶员可以练习如何在虚拟环境中设定发车参数和操作按钮。帮助培训人员掌握发车程序，确保他们能够在实际操作中

正确启动列车，并应对各种发车过程中的突发情况。

#### 2.1.2 自动速度控制功能

模拟列车的自动速度调整过程，包括加速、减速和保持恒速。系统会根据不同的轨道情况和车站要求自动调整速度。使驾驶员能够熟练掌握速度控制，优化行驶效率，并在不同的运营条件下调整速度以确保乘客安全和舒适。

#### 2.1.3 精确停车控制功能

模拟列车在车站的精确停车过程，包括对齐车站标志线、调整停车位置等。系统能够展示各种停车误差的影响，并提供修正建议。提高驾驶员在实际运营中对停车精度的把握，确保列车安全停靠，并减少因停车误差导致的乘客不便和安全隐患。

### 2.2 自动驾驶模拟系统需求概述

系统需要具备模拟列车自动驾驶的能力，包括自动发车、速度控制、停车等各个环节的全自动化操作，确保模拟的完整性和真实感。要求高精度的虚拟环境和实时数据处理能力，以准确模拟列车的自动驾驶过程，并能适应不同的操作场景和条件。驾驶员需要能够在虚拟环境中体验到与实际操作相似的控制感，并能通过系统的反馈进行学习和调整，提升自动驾驶技能。

### 2.3 虚拟现实在地铁驾驶培训中的应用分析

#### 2.3.1 虚拟现实在地铁驾驶培训中的应用工作原理分析

虚拟现实（VR）在地铁驾驶培训中的应用通过测量和建模获取实际地铁系统的几何和物理特性，包括轨道布局、车站结构、列车内部等。将采集的数据转化为详细的三维模型，创建虚拟的地铁环境。这些模型包括地铁驾驶舱、轨道、信号灯、车站等各个方面。使用高性能的图形引擎实时渲染虚拟环境，以生成逼真的视觉效果，包括动态的场景变化（如列车加速、

减速等）。通过头戴式显示器（HMD）、投影仪或其他显示设备呈现虚拟环境，提供沉浸式视觉体验。通过虚拟现实控制器、触摸屏或模拟驾驶台来捕捉用户的操作输入（如加速、制动、转向等）。系统实时处理用户输入并反馈相应的虚拟操作效果，包括列车的动作、环境变化等。模拟列车的运行、故障和各种操作条件，提供多种培训场景，如正常运营、紧急情况、设备故障等。根据培训需求动态切换不同的场景和情况，帮助用户熟悉各种操作环境和应对措施。记录用户的操作数据、响应时间、错误率等，提供详细的培训过程记录，分析用户在虚拟环境中的表现，生成培训报告，并提供改进建议。

### 2.3.2 虚拟现实地铁驾驶培训中的应用功能模块分析

(1) 发车与行驶控制：模拟列车的启动、加速、巡航、减速等操作，帮助培训人员掌握列车的基本驾驶技能。(2) 精确停车控制：训练驾驶员如何在车站精确停车，包括对齐车站标志线和处理停车误差。(3) 故障模拟：模拟各种列车系统故障（如制动系统失效、信号故障等），让培训人员练习故障诊断和处理。模拟各种紧急情况（如突发事故、设备故障等），培训人员学习如何快速有效地应对突发事件。(4) 场景切换：提供不同的操作环境和条件（如不同天气、光照、车站繁忙程度等），帮助培训人员适应多种实际情况。根据用户的操作实时调整虚拟环境和反馈信息，增强训练的真实感和有效性。(5) 技能训练：通过重复训练和任务设置，帮助培训人员掌握列车操作技能，并逐步提高操作熟练度。记录和分析用户在培训过程中的表现，提供详细的反馈和改进建议，帮助用户识别和改正操作中的不足。(6) 多人训练：支持多个用户同时参与培训，模拟团队协作和沟通的场景，提高团队协作能力。提供平台供培训人员分享和讨论培训经验，促进知识交流和学习。(7) 数据记录：记录用户的操作数据、训练时间、错误率等，为培训提供量化数据。生成详细的培训报告，包括操作记录、表现分析和改进建议，用于评估培训效果和制定进一步的培训计划。

## 2.4 驾驶模拟系统功能模块描述

### 2.4.1 视景模块

视景模块负责生成和显示虚拟驾驶环境的视觉效果，提供沉浸式的驾驶体验。创建和渲染地铁车站、轨道、列车内部及外部景观的三维模型。包括车站布局、轨道细节、信号系统、天气条件等。实现高质量的实时图像渲染，包括动态光照、阴影效果、物体运动等，以模拟真实的驾驶环境。允许用户调整视角，包括第一人称视角（驾驶员视角）、外部视角和全景视角等，以满足不同培训需求。支持场景的实时变化，如列车运动、环境变化（昼夜变化、天气变化）等，提高训练的真实感和多样性。提供高分辨率图像、清晰的界面元素和视觉特效，确保用户获得清晰、真实的视觉体验。



图 1 视景模块界面

### 2.4.2 列车运行模块

列车运行模块负责模拟列车的各种运行状态，包括启动、加速、巡航、减速和停车等操作。模拟列车的动力学特性，包括加速度、制动性能、转弯响应等，确保列车运行的真实性。提供列车速度的实时控制和反馈，包括自动速度调节和手动控制模式。显示列车当前速度、预设速度、制动状态等信息，帮助驾驶员监控和调节列车的运行状态。模拟列车运行过程中可能出现的故障（如制动失效、动力系统问题等），训练驾驶员如何处理这些故障。支持列车的自动驾驶功能，模拟列车在正常和异常情况下的自动操作和控制。

### 2.4.3 ATS 仿真模块

ATS（Automatic Train Supervision，自动列车监控系统）仿真模块模拟列车自动监控和调度系统的功能，确保列车在轨道上的安全运行。模拟列车信号系统，包括前方信号、车站信号、速度限制标志等，确保列车遵循信号指示。模拟列车控制中心发出的指令和调度信息，包括发车、停车、速度调整等操作。提供列车运行状态的实时监控，包括位置跟踪、运行时间、与其他列车的距离等。模拟 ATS 系统中的故障和异常情况，例如信号丢失、系统错误等，训练驾驶员如何应对这些问题。模拟列车与控制中心之间的数据传输和通信，确保虚拟环境中的数据流畅和准确。

### 2.4.4 人机界面模块

人机界面（HMI）模块负责提供用户操作和交互界面，包括控制面板、显示信息和操作反馈。模拟实际列车驾驶舱的控制面板，包括加速器、制动器、显示仪表、按钮和开关等。

信息显示：展示列车运行状态、系统警报、故障信息和其他重要数据，以帮助驾驶员做出决策。提供用户操作的实时反馈，包括视觉和听觉反馈，例如按钮按下的声音、警报音等。设计直观的用户交互界面，确保培训人员能够轻松上手并高效完成训练任务。允许用户根据需求调整界面布局、显示内容和操作选项，适应不同的培训目标。

#### 2.4.5 下位机操作模块

下位机操作模块负责控制和协调虚拟现实系统中的硬件组件，包括输入设备、传感器和执行机构。与各种硬件设备（如模拟控制台、触摸屏、控制器等）进行连接和数据交换，确保设备的正常运行。实时采集用户的操作输入，如控制杆的移动、按钮的按压等，传输到系统中进行处理。控制模拟硬件的运动反馈，如驾驶台的振动、转向反馈等，提高虚拟现实体验的沉浸感。监控硬件设备的状态，及时检测和报告故障，确保系统的稳定性和可靠性。协调各个硬件组件的操作，确保虚拟环境和实际控制的一致性，避免操作冲突和不一致。

#### 2.5 VR 教学辅助模块分析

VR 教学辅助模块旨在增强学习体验，通过虚拟现实技术提供互动、反馈和指导，提升培训效果。提供虚拟角色或讲解员，实时解说操作步骤、注意事项和理论知识。设置互动式练习和任务，例如模拟操作、虚拟场景中的问题解决等，帮助用户巩固知识。对用户的操作提供即时反馈，包括正确性评分、错误提示和改进建议，帮助用户自我评估和调整。提供结构化的学习模块和任务，分阶段引导用户完成培训内容，逐步提高技能水平。进行知识测试和技能评估，通过虚拟测试环境和情境模拟检验学习成果。

#### 2.6 网络通信模块分析

网络通信模块确保模拟系统内各组件之间的数据传输和信息共享，支持远程操作和协作。

负责处理系统内部和外部的数据传输，包括用户操作数据、环境数据和控制指令等。实现各个系统模块和用户之间的实时同步，确保数据的一致性和及时性。支持远程访问和操作，包括远程监控、故障诊断和系统维护，提升系统的灵活性和可

管理性。保护数据传输的安全性，防止未经授权的访问和数据泄露，采用加密技术和安全协议，协调不同模块和系统的网络交互，确保整体系统的稳定性和高效性。

#### 2.7 业务流程分析

业务流程分析描述了模拟系统的操作和管理流程，确保系统功能的有效实施和优化。识别和分析系统用户的需求，包括培训目标、操作环境和功能要求，制定相应的解决方案。根据需求进行系统设计，包括模块功能、接口设计和操作流程的规划，将设计方案实施到实际系统中，包括硬件和软件的配置、系统集成和部署。系统的日常操作和维护，包括用户培训、系统监控、故障处理和性能优化。对系统的运行效果进行评估，根据反馈进行优化和改进，提升系统的功能和用户体验。

### 3 结语

综上所述，VR 技术可以根据培训需求和驾驶员的技能水平调整虚拟训练的内容，提供个性化的培训方案。系统可以实时监控和记录操作情况，提供详细的反馈和建议，帮助培训人员针对性地改进操作技能。通过不断的模拟练习，帮助驾驶员熟练掌握地铁驾驶操作和系统功能。在虚拟环境中练习应急处理技能，提升在真实紧急情况下的反应速度和决策能力。系统可以记录每次训练的详细数据，包括操作准确性、反应时间等，提供量化的评估结果。基于数据分析结果，提出针对性的改进建议，优化培训方案和提升驾驶员的综合素质。在 VR 环境中提前适应和操作新技术和设备，减少实际操作中的学习曲线，模拟新技术的使用方法和操作流程，帮助驾驶员快速上手。通过科学的应用，虚拟现实技术不仅提升了地铁驾驶培训的安全性和效率，还为培训过程带来了更高的灵活性和个性化。VR 仿真平台的引入，标志着地铁司机培训进入了一个新的阶段，为提高地铁系统的安全性和操作水平提供了有力支持。

### 参考文献：

- [1] 基于虚拟现实平台下的高铁线路安防管控研究.王海文.科技资讯,2017(18).
- [2] 基于地铁轨道交通环控系统的虚拟现实与仿真关键技术研究.陈小飞;陈晓君.数字技术与应用,2020(03).
- [3] 用户参与视角下虚拟现实媒介叙事与出版新质生产力重塑.刘锦宏;王一雪;陈姜同.中国数字出版,2024(04).
- [4] 虚拟现实动画视听语言及叙事研究.张国龙.黄山学院学报,2024(02).
- [5] 虚拟现实在骨科中的应用.张成;李延涛;李超;孙茂庚;孙军.实用骨科杂志,2024(07).