

文章编号: 1005-8451 (2019) 5-0006-05

# 基于虚拟仿真技术的便携式动车组ATP 模拟演练系统研究

张彦飞<sup>1</sup>, 苗 铮<sup>1</sup>, 李阳阳<sup>2</sup>

(1. 中国铁路北京局集团有限公司, 北京 100860; 2. 河南思维信息技术有限公司, 郑州 450000)

**摘 要:** 为了解决现有动车组驾驶人员培训设备功能上的单一性问题, 提出了一种结合虚拟仿真和触摸屏技术的动车组ATP模拟演练系统, 有效解决了上述问题, 真正实现了一个系统包含200C、200H、300S、300H和300T的5种ATP, 且适配多种车型的模拟软件系统, 有效降低了设备配置成本, 提高了设备通用性。

**关键词:** Unity3D; 虚拟仿真; 触摸屏技术; 动车组ATP; 模拟演练

**中图分类号:** U266.2 : U284.482 : TP39 **文献标识码:** A

## ATP simulation training system of portable EMU based on virtual simulation technology

ZHANG Yanfei<sup>1</sup>, MIAO Zheng<sup>1</sup>, LI Yangyang<sup>2</sup>

(1. China Railway Beijing Group Co. Ltd., Beijing 100860, China;

2. Henan Thinking Information Technology Co. Ltd., Zhengzhou 450000, China )

**Abstract:** In order to solve the single function problem of existing EMU driver training equipment, this article proposed an ATP simulation drilling system for EMU, which combined with virtual simulation and touch screen technology, effectively solved the above problem. It was truly implemented a system consisting of five ATPs of 200C, 200H, 300S, 300H and 300T. The system adapts to the simulation software system of various types of vehicles, effectively reduces the cost of equipment configuration and improves the versatility of equipment.

**Keywords:** Unity3D; virtual simulation; touch screen technology; ATP for EMU; simulation drilling

近年来, 我国高速铁路建设里程不断扩大, 截止 2015 年底, 高速铁路运营里程达到 1.9 万 km, 规划目标到 2020 年, 达到 3 万 km, 2025 年达到 3.8 万 km 左右<sup>[1]</sup>。随着高速铁路里程的快速增长, 也对动车组驾驶人员的数量和技术水平提出了更高的要求。

我国现有模拟培训装备大都采用半物理仿真技术开发, 即人机界面采用实物方式, 底层机械设备通过计算机仿真技术实现模拟。使得现有演练装置只能适用于特定车型, 不同车型需要配置不同驾驶室设备装置, 极大地增加了设备购置成本。随着虚拟现实技术成功运用到各个行业, 给培训带来了新的发展契机<sup>[2-4]</sup>。虚拟培训系统以计算机技术为依托,

结合人机交互技术, 实现了与实物培训装置具有相近操作体验的虚拟培训装置, 且具有单一装置模拟不同型号设备的功能, 降低了培训设备的配置成本。

基于此, 本文综合运用虚拟仿真技术结合触摸屏技术, 在便携式平台上开发了一种适配多种车型的动车组 ATP 模拟演练系统, 实现了在一台设备上模拟演练 5 种 ATP 的操作。

### 1 系统总体设计

本系统的设计目的是为了解决现有动车组 ATP 模拟演练装置在硬件上只能适用于一种 ATP 类型和车型的现象, 实现兼容我国现有常用动车组车型和 ATP 类型的软件系统。因此, 系统在界面设计上需要具有 ATP 类型(车型)练习选择界面、车辆模拟显示界面、线路信息显示设置界面和 ATP 虚拟操控台界面 4 个部分, 如图 1 所示。

收稿日期: 2018-08-03

基金项目: 北京铁路局科技研究开发计划课题 (2017BJ11)

作者简介: 张彦飞, 工程师; 苗 铮, 工程师。

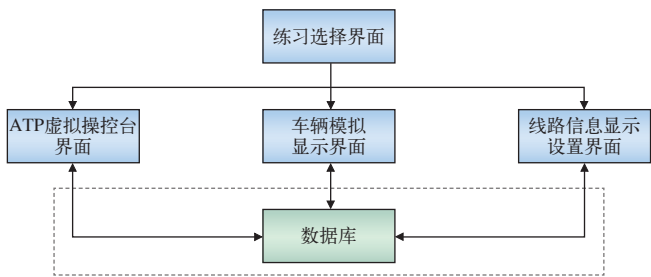


图1 系统组成

1.1 练习选择界面

系统的初始运行界面,提供了 ATP 类型（车型）、行车类型和练习模式的选择功能。从与用户接口友好的角度考虑，采用图形用户接口（GUI, Graphical User Interface）将显示与内部逻辑分离开来，通过消息机制，依照用户的选定来初始化相应的程序部分，降低程序运行的代码量，提高程序运行效率。整个界面显示如图 2 所示。

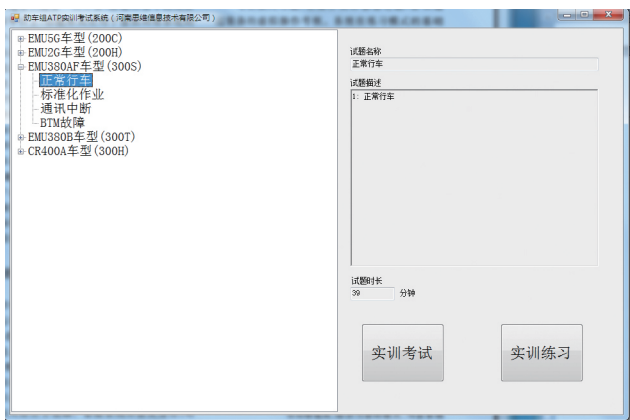


图2 练习选择界面

ATP 类型（车型）选择部分是用户练习相应 ATP 类型的首次选择项，提供了结合相应车型的现有 5 种 ATP 类型（200C, 200H, 300S, 300H 和 300T），每种 ATP 类型配置该型 ATP 数量最多的车型。在每种 ATP 类型（车型）的选择项下又设置正常行车、标准化作业、故障类型操作实例和具体的行车情形设置实例等行车操作类型，以满足不同行车类型和突发状况的模拟学习。同时设置考试和练习两种模式，以实现学习和考核双重功能。

1.2 车辆模拟显示界面

模拟显示 ATP 系统的车载人机交互(DMI)界面，且界面显示符合相应型号的 ATP 车载 DMI 实际界面

显示逻辑，实时显示当前的运行信息，界面显示如图 3 所示。



图3 ATP车载DMI界面

1.3 线路信息显示设置界面

界面中以图像形式展现当前线路的信息，包括：地面信号机位置和状态、车辆位置、车站位置和当前机车信号类型等，同时具备地面信号机状态设置、线路临时限速设置等功能。线路信息显示设置界面如图 4 所示。

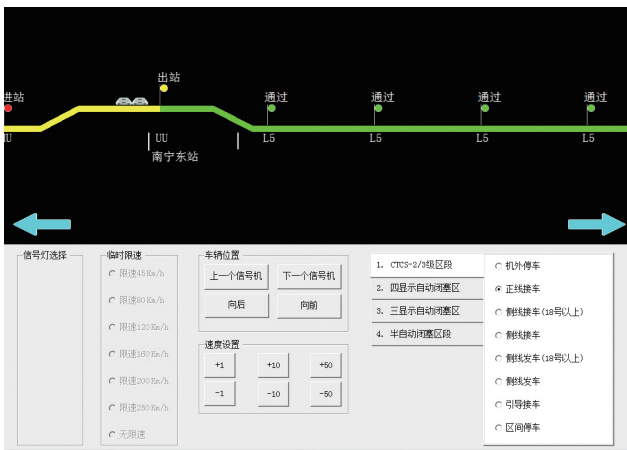


图4 线路信息显示设置界面

1.4 虚拟操控台界面

由于车型的不同，相应司机室内的各种手柄、开关的种类和位置设置也不尽相同，系统中建立各类车型司机室布置的虚拟界面，在运行相关车型时，系统自动调取相应的虚拟操纵台界面，以解决以硬件实物方式布置司机室设备的单一性。虚拟操控台界面的组成可以分为 3 个模块子系统。

(1) 虚拟司控器界面：依据车型的不同显示司机驾驶台界面，整个界面以虚拟 3D 形式展示司机驾驶台上的开关、按钮、手柄和状态指示灯，且配合触摸屏技术实现人机交互功能。

(2) 主机柜界面：依据车型的不同显示不同主机柜界面，界面中以 3D 图像的形式展示司机室内的仪表和转换开关等部件，且结合触摸屏技术实现相应开关状态的操作，如图 5 所示。

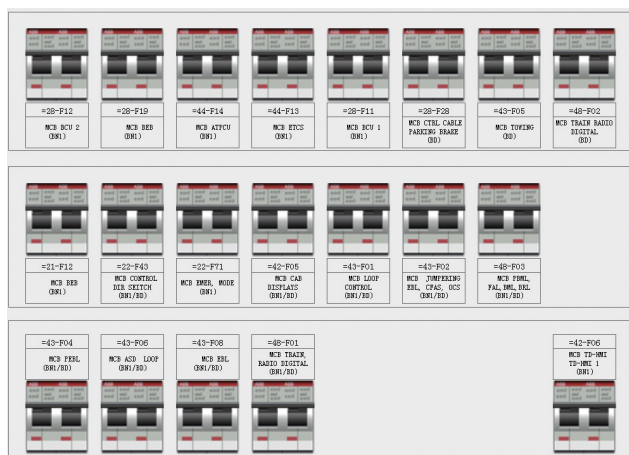


图5 主机柜界面

(3) 控制面板：依据车型的不同显示不同车型控制面板界面，界面中以 3D 图像的形式展现开关柜内的各个电源开关，并结合触摸屏功能实现开关状态的转换，如图 6 所示。

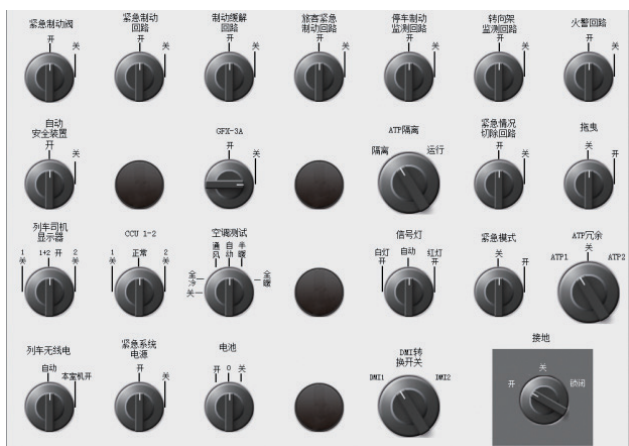


图6 控制面板界面

## 2 关键技术

## 2.1 软件系统架构组建

由于系统涵盖了多种车型和 ATP 类型, 所以系统的通用性非常重要。按照面向对象的高内聚, 低

耦合的标准, 整个系统采用 3 层架构设计, 即数据层、逻辑层和 UI 层, 3 层之间相互独立, 只有数据之间的传递, 没有逻辑上的耦合交叉, 如图 7 所示。



图7 ATP车载DMI界面

(1) 数据层：存储真实的线路信息和车辆运行时的参数信息，并设有线路信息的导入导出功能，同时具有车辆运行信息的记录和导出功能。

(2) 逻辑层：用于车辆运行过程中的车辆运行状态和 ATP 运行状态的数据计算。

(3) UI 层：用于在程序运行过程中显示界面信息的实时显示，包括 ATP 显示界面和车辆司机室显示界面。

## 2.2 虚拟司机操控台的实现

### 2.2.1 操控台元件的模型构建

目前,可供编程软件使用的建模方式有:实体建模、线框建模和表面建模。表面建模中又分为多边形网格、细分曲面、样条曲面等<sup>[6]</sup>。3种建模方式中:

(1) 实体建模构造的模型是一个实体, 适用于构建有实际重量的机械模型等。

(2) 线框建模是指利用线框搭建的三维形体, 模型表面没有面的存在, 不能够进行着色或者绘制真实感的图形。

(3) 表面建模的多边形网格建模主要指利用平面多边形, 尤其是三角形建立模型的表面, 构造的模型是物体的表面, 适合机器处理, 渲染效率比较高, 简单易操纵。

考虑到本系统的 3D 模型只需要在视觉上具有较真实的表现, 同时兼顾硬件配置较为一般的特点, 故采用 MAYA 软件以多边形网格的造型方式构建司机操控台元件 3D 模型, 并进行图形渲染。

在操控台上除了具有各种实物元器件以外,还具有各种各样的文字,文字在纹理和光影上比元器件更具简便性,因此不需要构造复杂的 3D 模型。本文中利用 PhotoShop 对操控台上的文字进行贴图操作,贴图的优势是不用建立复杂的模型就能表现出对象的细节,减少了模型的面数,降低了计算机内存消耗,增强现实效果的同时也降低了程序运算量。



将文字贴图后的 3D 模型在 MAYA 中通过对各关键帧的记录来实现相应转换开关和手柄位置的转换效果。

2.2.2 操控台的虚拟仿真设计

目前，三维交互软件很多，应用比较广泛的有 Unity3D、Virtools、Java3D、Quest3D、VRML 和 Direct3D 等，其中，Unity3D 作为时下热度高的一款专业游戏引擎，具有很强的交互性、跨平台性和强通用性，且支持 C#、JavaScript 和 Boo 脚本语言 [7-8]，该软件系统的编程语言使用 C#，综合各方面考虑，选用了 Unity3D 软件。

将 MAYA 处理后的司机驾驶台模型导入 Unity3D 中，将模型添加到虚拟场景中，同时添加摄像机和灯光等其他元素，并进行相关属性和主从关系的调整，以实现虚拟操控台的场景动画效果。搭建好的 3D 司控器模型如图 8 所示。



图 8 虚拟司控器模型

2.2.3 操作功能的实现

本系统在硬件设计上采取了触摸屏方案，这样可以摆脱鼠标键盘的冗余配置。触摸屏在工作过程中，手指或者其他物体接触触摸屏，触摸屏控制器检测位置（以坐标形式），通过计算机接口送到 CPU，以确定用户输入的信息，所以在 Unity3D 的程序文件中进行鼠标点击和拖动事件的程序设计，以实现触摸屏鼠标点击和虚拟操控台上元件的按压和推动操作。

3 系统实现

在设计方案的 5 个界面中（车载人机界面、司

控器界面、主机柜界面、控制台界面和线路设置界面），依据显示的时机和主次性，大致可以分为两类：（1）运行中需要显示不能被遮盖的主界面；（2）运行中可以间断性依据需要展示的辅助界面。

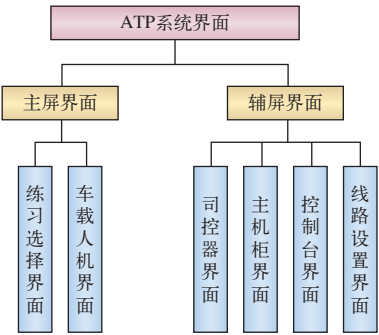


图9 系统界面划分图

因此，该系统在设计上采用双界面显示，即主屏界面和辅屏界面，界面组成如图 9 所示。

当程序启动时，系统主屏显示练习选择界面，以向学员提供练 ATP 类型(车型)和练习模式的选择，辅屏不显示，待学员选定练习形式后，系统进入初始化阶段，包括运行线路的自动加载，相应 ATP 类型的自动加载，ATP 的 DMI 界面覆盖练习选择界面在主屏上显示，此时，辅屏部分显示一个 TablePage 控件，司控器界面、主机柜界面、控制台界面和线路设置界面作为页面显示于 TablePage 控件中，且司控器页面作为默认显示页。

4 结束语

本文采用 Unity3D 技术与触摸屏技术相结合，设计了一套便携式动车组 ATP 模拟演练系统。该系统利用 Unity3D 技术，结合触摸屏技术，实现了设备的人机交互功能，满足了一台设备提供多种车型和多种类型 ATP 的模拟演练要求。与传统的实物布置驾驶室的培训装置相比，该系统具有硬件配置简单、耗费成本低、通用性强、更新方便和推广普及性好等优点。对培训装置的便携性和多种型号设备的集成性具有一定的参考价值。

参考文献：

[1] 中国铁路总公司. 中长期铁路规划网 [Z]. 北京：中国铁路总公司，2016.

- [2] 李金达. 虚拟仿真技术在企业培训中的应用[J]. 黑龙江科技信息, 2011 (31): 91.
- [3] 相茂英, 马纯永, 韩勇, 等. 基于 Unity3D 的化工设备虚拟培训系统研究[J]. 计算机技术与发展, 2014, 24 (7): 196-200.
- [4] 林德江, 秦国伟, 王国德, 等. 基于 Unity3D 技术的某装备便携式虚拟训练系统研究[J]. 火炮发射与控制学报, 2014, 35 (4): 91-95.
- [5] 马驰. 高速动车组故障仿真训练系统的设计与实现[D]. 北京: 北京交通大学, 2009.
- [6] 马仲依. 基于虚拟现实技术的车床迷你培训系统的研究及开发[D]. 济南: 山东建筑大学, 2016.
- [7] 马思群, 王开顺, 李健, 等. 基于 Unity3D 的动车转向架虚拟拆装培训系统研究[J]. 铁路计算机应用, 2017, 26 (8): 33-37.
- [8] 陈彦, 李樊, 王治, 等. 基于增强现实技术的动车组检修作业指导解决方案研究[J]. 铁路计算机应用, 2018, 27 (2): 5-7.
- [9] 李旭东, 许雅兰. 基于 ATP 的有轨电车模拟驾驶仿真设计[J]. 铁路计算机应用, 2018, 27 (4): 68-73.

责任编辑 陈蓉

(上接 P5)

业。本文针对城市轨道交通测试系统中存在的大量图像数据和人工重复性操作问题, 提出了分层压缩卷积神经网络算法和卷积核优化技术, 并构建了相应的列车智能测试平台, 对具体的测试场景进行了实验模拟, 把图像识别技术应用到城市轨道交通系统测试领域, 为未来实现城市轨道交通测试平台的自动化运行提供了技术支撑。而随着各个子系统的交互性增强, 存在同时进行多个场景的图形匹配情况<sup>[10]</sup>, 要求算法具有非常高的并行性和实时性, 这也是将进一步研究的方向。

#### 参考文献:

- [1] Guoxiong Hu, Zhong Yang, Jiaming Han. Aircraft detection in remote sensing images based on saliency and convolution neural network[J]. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2018 (1): 26.
- [2] Siyuan Zhao, Zhiwei Xu, Limin Liu. Towards Accurate Deceptive Opinions Detection Based on Word Order-Preserving CNN[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2018(1): 1-8.
- [3] 李鹏, 吴宁, 宋明, 等. 基于级联滤波器深度学习的铁路安检人脸识别与验证研究[J]. 铁路计算机应用, 2018, 27 (6): 17-20.
- [4] 朱杰, 张俊三, 吴树芳, 等. 基于多中心卷积特征加权的图像检索方法[J]. 计算机应用, 2018, 38 (10): 2778-2781.
- [5] 刘雨桐, 李志清, 杨晓玲. 改进卷积神经网络在遥感图像分类中的应用[J]. 计算机应用, 2018, 38 (4): 949-954.
- [6] 杨钊. 面向图像分类和识别的视觉特征表达与学习的研究

[D]. 广州: 华南理工大学, 2014.

- [7] 张毅. 深度学习在接触网定位器缺陷检测中的应用[J]. 铁路计算机应用, 2018, 27 (3): 15-19.
- [8] 李彦冬, 郝宗波, 雷航. 卷积神经网络研究综述[J]. 计算机学报, 2017, 40 (6): 1229-1251.
- [9] 黄一天, 陈芝彤. Pytorch 框架下基于卷积神经网络实现手写数字识别[J]. 电子技术与软件工程, 2018 (19): 163.
- [10] 张任其, 李建华, 范磊. 分布式环境下卷积神经网络并行策略研究[J]. 计算机工程与应用, 2017 (8): 1-7.

责任编辑 陈蓉

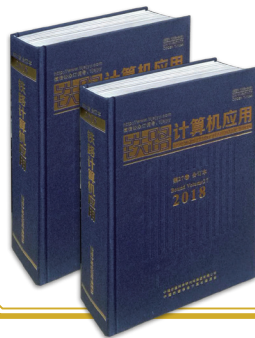
### 《铁路计算机应用》

#### 2018年合订本(限量版)出版发行



合订本为大16开精装本, 全彩印刷, 每册定价 **160** 元。

限量发行 **100 套**  
从速订阅



订购热线: 010-51849236  
<http://www.tljsjyy.com>

微信公众订阅号: tljsjyy