

文章编号：1005-8451 (2018) 02-0005-04

基于增强现实技术的动车组检修作业指导 解决方案研究

陈彦，李樊，王治，王辉

(中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所，北京 100081)

摘要：针对现有动车组检修作业指导存在的问题，提出基于增强现实技术的动车组检修作业指导解决方案。对增强现实技术在动车组检修作业指导中的应用需求进行分析，在此基础上，设计基于增强现实技术的动车组检修作业指导系统。对于利用文字图片展示复杂检修工序不够直观的问题，提出利用增强现实技术进行展示的方案。该解决方案可以提高动车组检修作业指导的便捷性、直观性和智能化水平，同时为未来系统研发奠定基础。

关键词：动车组；作业指导；增强现实；解决方案

中图分类号：U266.2 : TP39 **文献标识码：**A

Solution of EMU overhaul operation guidance based on augmented reality technology

CHEN Yan, LI Fan, WANG Zhi, WANG Hui

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Aimed at the problems of existing EMU overhaul operation guidance, this paper proposed the solution of EMU overhaul operation guidance based on augmented reality technology. The requirements of applying augmented reality in EMU overhaul operation guidance was analyzed, on this basis, EMU overhaul operation guidance system based on augmented reality was designed. The augmented reality technology was used to display the words and pictures and solve the problem that the complex maintenance process displayed by words and pictures was not intuitive enough. The solution could make EMU overhaul operation guidance more convenient, visual and intelligent, and lay the foundation for future research and development of the system.

Keywords: EMU; operation guidance; augmented reality; solution

在动车组检修作业过程中，检修人员需要掌握众多的信息才能进行作业，如被维修部件内部结构、维修方法及标准等。由于动车组结构复杂，部件设备精密，单纯依靠维修培训不能解决员工“学时不能用，用时不能学”和“遗忘曲线”的困境。检修人员也无法记住每个操作细节或认识每个零部件，即使记忆超强，也不能保证持续规范操作，因此需要借助检修作业指导加以引导。

目前，动车组管理信息系统实现了动车组检修作业指导电子化管理，检修人员可以通过工位机、智能手持终端查询作业指导书等相关信息，但这种方

式不能解放检修人员双手，无法边作业边查看指导信息。同时，现有的检修作业指导主要依靠文字和图片作为展示手段，不够直观生动。为此，需要研究新方法和新技术来解决现有作业指导方式存在的问题。

增强现实技术(AR, Augmented Reality Technique)，是在虚拟现实基础上发展起来的新技术，这种技术是在屏幕上把虚拟信息叠加在现实世界并进行互动。它能够将计算机生成的虚拟物体、场景或提示等信息叠加到真实场景中，从而实现对现实世界的“增强”。同时，由于其与真实世界的联系并未被切断，因此交互方式也就显得更加真实、自然^[1]。增强现实用户可以佩戴智能眼镜，透过它能够看到整个真实的世界，由计算机生成的虚拟信息投射到智

收稿日期：2017-07-06

基金项目：中国铁路总公司科技研究开发计划课题（2016X004-B）；

中国铁道科学研究院科技研究开发计划项目（2016YJ102）。

作者简介：陈彦，高级工程师；李樊，副研究员。

能眼镜上，给人造成一种真实世界与虚拟世界相结合的增强现实环境。这种增强的信息可以是在真实环境中与之共存的虚拟物体，也可以是实际存在物体的相关信息（文字、图片等）。

增强现实技术已在多个领域得到了应用，文献[2]对虚拟现实技术在数字营销、数字出版、移动导览、设计与仿真、物联网等领域的应用进行了综述；文献[3]对增强现实技术在智慧城市导览的应用进行了研究；文献[4]将增强现实技术应用于军事装备维修和模拟训练中，对增强现实技术在军事装备和模拟训练中的军事需求、应用前景、实现方法和关键环节进行了分析。

本文对动车组检修作业指导需求进行分析，提炼需要展示的信息；设计基于增强现实技术的动车组检修作业系统。对于利用文字图片展示复杂检修工序不够直观的问题，提出利用增强现实技术进行展示的方案。

1 需求分析

1.1 功能需求分析

(1) 部件信息

部件信息包括基本信息、结构信息和三维模型。基本信息包括部件的序列号、类型、生产厂家、生产日期和走行里程等，结构信息包括子部件位置名称、各位置对应子部件序列号、走行时间和走行里程信息。

通过部件基本信息，检修人员可以识别部件的身份，并根据每日的检修作业安排进行作业，生产日期和走行里程可以帮助检修人员确认部件需要执行哪些维修项目。结构信息帮助检修人员了解部件的子部件信息，并通过子部件的运用情况判断是否需要更换子部件。部件三维模型帮助检修人员更为直观地了解部件的内部结构，便于检修人员进行部件的拆卸和组裝作业。

目前动车组管理信息系统实现了部件信息的管理，因此可以通过与动车组管理信息系统的接口获取部件信息并进行展示。

(2) 作业任务

车间调度制定当日的作业计划后，检修人员需

要查看今天的作业任务，以便于按照计划进行作业。

(3) 工艺卡片

工艺卡片是检修工序的作业标准，用于指导检修人员进行规范作业，也称之为作业指导书。每道检修工序均有对应的工艺卡片，主要包括各作业步骤的作业标准、注意事项和相应的图示。动车组交互式电子技术手册管理系统已实现了工艺卡片的标准化管理，系统应将动车组管理信息系统与动车组交互式电子技术手册管理系统的相关信息进行结合，根据检修进度显示当前检修工序的工艺卡片，提高作业指导的便捷性。

1.2 设备需求分析

目前，检修作业指导工作使用的笔记本电脑、工位终端、智能手机、平板电脑等传统硬件平台，检修人员需要查询相关信息时，必须停下检修工作，无法做到边检修边看指导信息的目的，为此需要采用新的硬件平台。

智能眼镜像智能手机一样，具有独立的操作系统，可以安装软件，通过语音和手势识别进行交互。与传统的工位机、智能手持终端相比，检修人员可以佩戴智能眼镜，在进行检修作业的同时查看作业指导信息，提高作业指导的效率和便捷性。

2 系统设计

2.1 系统架构

基于增强现实技术的动车组检修作业指导系统架构如图1所示。

(1) 基础设施层。基础设施层主要是系统运行所需的各类基础软硬件，硬件包括服务器、存储设备、前端设备等；软件包括操作系统、存储管理软件等。

(2) 数据层。数据层主要功能是数据的存储，与动车组管理信息系统、动车组交互式电子技术手册的数据接口获取需要展示的信息。

(3) 应用中间件层。应用中间件层包括支撑系统应用功能而开发的或者第三方的组件，主要有3D引擎，计算机视觉组件，基础类库。3D引擎实现部件3D模型以及虚拟3D动画的展示，计算机视觉组件实现图片识别，基础类库包括系统开发所需的一些常用组件。

(4) 系统应用层。根据需求分析,系统应用层主要由部件信息、作业任务和作业指导3个功能组成,用于指导检修人员进行作业。

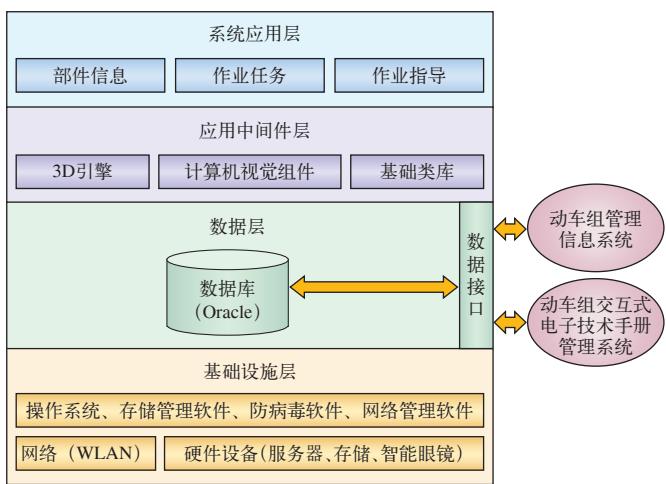


图1 系统架构

2.2 功能架构

基于检修作业指导需求分析,围绕检修作业指导所需要的部件信息、作业任务和工艺卡片信息,设计以下应用功能:

(1) 部件信息。系统通过扫描二维码来识别部件的身份信息,利用部件身份信息(部产品标识码和序列号),通过与动车组管理信息系统的接口获取部件的基本信息和结构信息,并进行展示。根据部件类型,调取相应三维模型进行展示。

(2) 作业任务。通过与动车组管理信息系统的接口,根据工位ID获取工位当日的作业任务信息,并进行展示。工位ID可通过智能眼镜MAC地址与工位的对应关系获得。

(3) 作业指导。系统通过扫描部件二维码,获取部件身份信息后,根据部件身份信息利用与动车组管理信息系统(EMIS)的接口,获取部件正在执行的检修工序ID,通过检修工序ID可从动车组交互式电子技术手册管理系统(IETM)获取对应的工艺卡片,将工艺卡片按作业步骤顺序,显示各作业步骤的作业标准、注意事项和相关图示信息。其实现流程如图2所示。

2.3 接口设计

2.3.1 与动车组管理信息系统的接口

通过部件序列号和产品标识码,从动车组管理

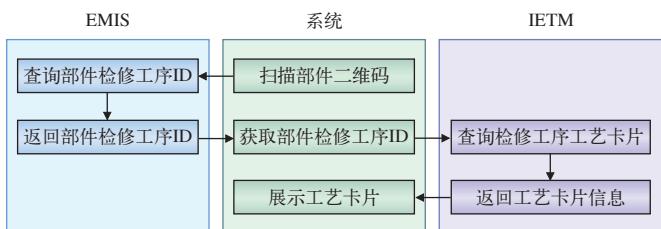


图2 工艺卡片展示实现流程

信息系统获取部件的类型、生产日期、生产厂家、子部件名称及对应的部件序列号、正在执行的检修工序信息。根据需求,分为获取部件基本信息、结构信息、检修工序3个方法,并通过WebService方式实现。

2.3.2 与动车组交互式电子技术手册管理系统的接口

动车组交互式电子技术手册管理系统按S1000D标准以XML形式管理工艺卡片。通过检修工序ID从动车组交互式电子技术手册管理系统中获取工艺卡片,有两种实现方式:

(1) 同步方式。通过检修工序ID从动车组交互式电子技术手册管理系统中查找相关的工艺卡片XML文件,解析XML文件提取、作业步骤、作业标准、注意事项和相关图示信息,然后传输给系统进行展示。这种方式需要进行XML文件检索、解析、信息传输,效率不高,响应速度不快,影响用户体验。

(2) 异步方式。在系统数据库中建立工艺卡片相关数据表,当工艺卡片有新版本时,由动车组交互式电子技术手册管理系统按照约定的规则,从工艺卡片XML文件中提取相关信息后,推送到系统相关数据表中。展示时系统直接从数据库中提取数据,这种方式相较于同步方式,避免了重复的XML文件检索、解析、信息传输等,效率更高,响应速度更快。

3 工艺卡片增强现实展示方案

对于复杂的检修工序,提出基于图片标识的工艺卡片增强现实展示方案。将检修工序图片作为图片标识(称为marker),通过实时获取摄像头的图像并与检修工序图片进行特征对比进行图像识别,在完成图像识别后,通过计算摄像头的位置和朝向,确定在摄像头图像上绘制检修作业三维虚拟动画的空间坐标,利用3D引擎将检修作业三维虚拟动画叠加到真实的维修部件上,并配以相关文字说明,实现

(下转P16)

并网启动，避免了列车停车、重启上电等一系列不必要的操作，有效地保障了辅助变流器并网启动循环的流畅性。

4 结束语

通过分析列车并网供电的原理和常规并网启动的TCMS时序，发现常规启动中存在因逻辑误判而出现的启动失效、正常设备被隔离的问题，在可进行复位逻辑处理的3个时间点有针对性地设计和确定了合适的复位条件。该方法能及时对因逻辑误判而被TCMS从启动序列中切除和隔离的正常辅助变流器进行复位，杜绝不必要的中压减载情况，显著提高列车中压供电系统平稳运行的安全可靠性及旅客乘车舒适度。该方法经动车组列车地面联调平台仿真验证和车辆试验现场验证，效果良好。

参考文献：

[1] 张立常, 康鹏. 城市轨道交通车辆电路分析与电气故障处

理 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.

- [2] 王艳荣. 城市轨道交通车辆电气检修 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2010.
- [3] 肖彦君, 吴茂彬. 城轨列车辅助供电系统的技术要求和电路选型 [J]. 现代城市轨道交通, 2004 (4).
- [4] 程永谊. 城轨车辆辅助电源系统供电方式与电路拓扑结构分析 [J]. 机车电传动, 2013 (2): 49-52.
- [5] 李耘菴. 上海轨道交通 11 号线北段工程车辆辅助电源系统 [J]. 机车电传动, 2010 (5): 57-61.
- [6] 李海新, 胡禹峰. 深圳地铁 11 号线车辆辅助交流供电系统控制研究与设计 [J]. 电力机车与城轨车辆, 2015 (5).
- [7] 朱恺. 地铁辅助系统关键技术研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2012.
- [8] 唐小飞. 机车辅助供电系统状态在线检测系统设计与实现 [J]. 铁路计算机应用, 2011, 20 (1).
- [9] 常振臣, 沙森. 高速列车网络控制系统原理与应用 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2016: 30-67.
- [10] 江伟, 张薇琳, 王伟陈. 地铁车辆辅助逆变器并联供电模式分析 [J]. 机车电传动, 2015 (6).

责任编辑 陈蓉

(上接 P7)

基于增强现实的检修作业指导。通过该功能，用户可以从智能眼镜中看到检修工序各作业步骤的三维动画以及相关文字说明，较传统方式更为直观。

具体实现流程如图3所示。

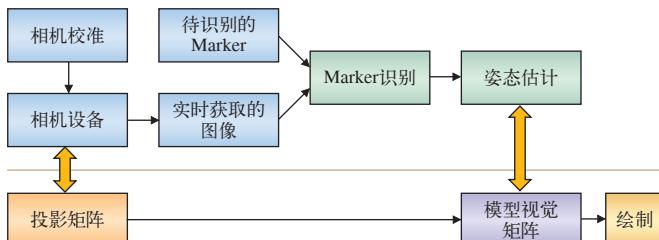


图3 工艺卡片增强现实展示实现流程

4 结束语

本文对增强现实技术在动车组检修作业指导中的应用进行研究，对动车组检修过程中的作业指导需求进行分析，归纳总结出部件信息、作业任务、工艺卡片三类需求，在此基础上，设计系统架构、功能架构和系统接口，设计了基于图片标识的复杂检修工序工艺卡片 AR 展示方案。该方案可解决现有检修作业指导中存在的检修人员无法边作业边查看指

导信息以及信息显示不直观的问题。

参考文献：

- [1] 朱森良, 姚远, 蒋云良. 增强现实综述 [J]. 中国图形图像学报, 2004, 9 (7): 767-774.
- [2] 罗斌, 王涌天, 沈浩, 等. 增强现实混合跟踪技术综述 [J]. 自动化学报, 2013, 39 (8): 1185-1201.
- [3] 吴帆, 张亮. 增强现实技术发展及应用综述 [J]. 电脑知识与技术, 2012 (12): 8319-8325.
- [4] 张运超, 陈靖, 王涌天, 等. 基于移动增强现实的智慧城市导览 [J]. 计算机研究与发展, 2014, 51 (2): 302-310.
- [5] 陈玉文. 增强现实技术及其在军事装备和模拟训练中的应用研究 [J]. 系统仿真学报, 2013, 25 (S1), 258-262.
- [6] 张惟皎, 贾志凯. 动车组运用检修信息化管理探讨 [J]. 铁路计算机应用, 2013, 22 (1): 5-9.
- [7] 王辉, 张惟皎, 王治. 动车段动车组管理信息系统架构设计与关键技术分析 [J]. 铁路计算机应用, 2013, 22 (1): 13-16.
- [8] 王辉, 张惟皎, 李樊, 等. 基于 S1000D 的动车组技术信息结构化方法 [J]. 中国铁路, 2016 (2): 27-31.

责任编辑 陈蓉