



基于AR智能眼镜的免打扰列车验票应用研究

吕占民, 李士达, 戴琳琳, 宋春晓, 董兴芝

Application of disturbance-free train ticket inspection based on AR intelligent glasses

LV Zhanmin, LI Shida, DAI Linlin, SONG Chunxiao, and DONG Xingzhi

引用本文:

吕占民, 李士达, 戴琳琳, 等. 基于AR智能眼镜的免打扰列车验票应用研究[J]. 铁路计算机应用, 2023, 32(5): 64–67.

LV Zhanmin, LI Shida, DAI Linlin, et al. Application of disturbance-free train ticket inspection based on AR intelligent glasses[J]. *Railway Computer Application*, 2023, 32(5): 64–67.

在线阅读 View online: <http://tljsjyy.xml-journal.net/2023/I5/64>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于Faster R-CNN的人脸识别算法研究

Face recognition algorithm based on Faster R-CNN

铁路计算机应用. 2019, 28(10): 8–11

基于区块链的铁路客运旅游团体客户信用管理应用研究

Application of credit management of railway passenger tourism group customers based on blockchain

铁路计算机应用. 2019, 28(12): 5–9

线性需求下铁路客运差别定价模型研究

Differential pricing model of railway passenger transport based on linear demand

铁路计算机应用. 2020, 29(1): 25–28

新一代中铁银通卡在城际铁路的应用研究

Application of new generation of China Railway & Banking Expresspay Card in intercity railway

铁路计算机应用. 2020, 29(2): 44–48

基于分布式云架构的铁路客运站智能应急指挥系统设计

Intelligent emergency command system for railway passenger station based on distributed cloud architecture

铁路计算机应用. 2018, 27(11): 27–31

基于增强现实技术的动车组检修作业指导解决方案研究

Solution of EMU overhaul operation guidance based on augmented reality technology

铁路计算机应用. 2018, 27(2): 5–8



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

文章编号: 1005-8451 (2023) 05-0064-04



基于 AR 智能眼镜的免打扰列车验票应用研究

吕占民¹, 李士达², 戴琳琳², 宋春晓¹, 董兴芝²

(1. 中铁程科技有限责任公司, 北京 100081;

2. 中国铁道科学研究院集团有限公司 电子计算技术研究所, 北京 100081)

摘要: 为进一步提升铁路列车验票效率, 提高铁路旅客运输服务质量, 优化旅客出行体验, 以增强现实 (AR, Augmented Reality) 智能眼镜设备为载体, 进行免打扰列车验票服务应用研究。设计了基于 AR 智能眼镜的免打扰列车验票应用流程, 阐述了 AR 技术、人脸检测技术和人脸桶检索技术在免打扰列车验票中的应用, 并在搭建的测试环境中进行了功能测试, 验证了方法的有效性。该研究可为铁路客运服务向更智能化、数字化、人性化方向发展提供技术支持。

关键词: 列车验票; 铁路客运; 增强现实 (AR); 人脸检测; 免打扰

中图分类号: U293.22 : TP39 **文献标识码:** A

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8451.2023.05.13

Application of disturbance-free train ticket inspection based on AR intelligent glasses

LV Zhanmin¹, LI Shida², DAI Linlin², SONG Chunxiao¹, DONG Xingzhi²

(1. China Rails Travel Technology Co. Ltd., Beijing 100081, China; 2. Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to further improve the efficiency of railway train ticket inspection, improve the quality of railway passenger transportation services, and optimize the passenger travel experience, this paper used Augmented Reality (AR) intelligent glasses equipment as the carrier to conduct research on the application of disturbance-free train ticket inspection services. The paper designed an application process for disturbance-free train ticket inspection based on AR intelligent glasses, elaborated on the application of AR technology, face detection technology, and face bucket retrieval technology in disturbance-free train ticket inspection, and conducted functional tests in the built testing environment to verify the effectiveness of the method. This study can provide technical support for the development of railway passenger transportation services towards a more intelligent, digital, and user-friendly direction.

Keywords: train ticket inspection; railway passenger transport; Augmented Reality(AR); face detection; disturbance-free

随着铁路信息化和智能化的快速发展, 铁路12306互联网售票系统(简称: 12306)围绕“让旅客出行更美好”的服务目标, 逐步实现了旅客出行网络订票、行程规划、网络订餐、预先约车等延伸服务。同时, 铁路客运服务及作业不断向更加人性化、多样化的方向发展^[1]。验票是铁路客运作业的主要任务之一, 为旅客提供进站、通过闸机、乘车、出站等4个环节验票服务, 其目的是通过对人、票、证核验, 筛出违规人员, 以避免车票盗用、越席乘车等情况发生。当前, 铁路旅客运输已进入无纸化

收稿日期: 2022-07-14

基金项目: 中国铁道科学研究院集团有限公司电子计算技术研究所科研项目(DZYF21-74)

作者简介: 吕占民, 助理研究员; 李士达, 副研究员。

“电子客票”时代^[2], 验票已由传统的人工手动检票转变为刷证验票。

以列车上的验票作业(简称: 列车验票)为例, 在纸质车票时代, 列车验票需要旅客出示车票和购票证件进行核验; 电子客票时代, 乘务人员利用识读设备读取乘客证件信息, 并与设备中的电子票记录、旅客座位信息进行人证票一致核验, 该验票方式一定程度上节约了乘务人员的作业时间, 提升了客运作业的智能化水平, 但验票过程中, 乘务人员需要与旅客逐个交互, 且需要旅客主动配合才能完成验票作业, 打扰了旅客, 占用了乘务人员大量时间, 且会影响其他客运作业服务的进行, 因此, 列车验票需要向更简洁、更智能的方向优化。此外,

列车上移动手持作业设备集中化程度较低, 乘务员在验票作业时需要携带多种终端设备, 负担较重。

综上, 当前亟需研究轻量化智能验票设备, 实现免打扰列车验票^[3]。本文基于增强现实 (AR, Augmented Reality) 技术^[4], 研发基于 AR 智能眼镜的列车验票应用, 实现列车的无打扰验票服务, 提升验票效率, 减轻乘务人员列车验票负担, 改善旅客乘车体验。

1 铁路站车客运信息无线交互系统

本文在铁路站车客运信息无线交互系统中实现基于 AR 智能眼镜的验票服务应用。该系统由车载子系统、车地回传网络和地面子系统 3 部分组成, 系统架构如图 1 所示。

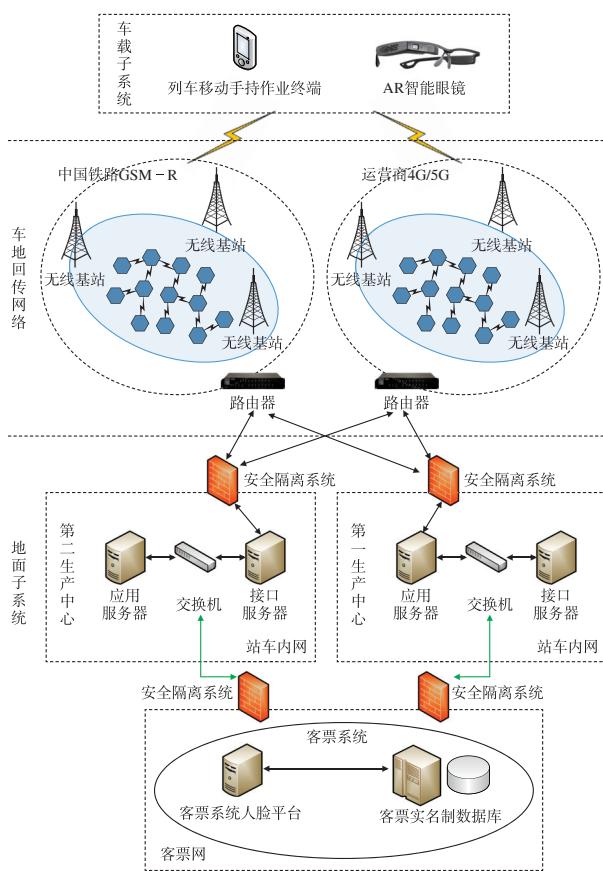


图1 铁路站车客运信息无线交互系统架构

1.1 车载子系统

包含 AR 智能眼镜、列车移动手持作业终端。AR 智能眼镜作为列车乘务人员的穿戴设备, 是输入人脸特征、进行验票和显示结果的终端设备; 列车移动终端是人脸特征的存储设备。

1.2 车地回传网络

是车载子系统和地面子系统进行数据交互的通道, 以运营商移动通信网或铁路综合移动通信系统 (GSM-R, Global System for Mobile Communications-Railway) 为承载, 通过无线专网集中接入到地面子系统的站车网内, 并进行统一的安全认证^[5]。

1.3 地面子系统

部署在包括第一生产中心和第二生产中心的站车网内及提供客票相关数据的客票专网中。站车网通过安全的访问通道实现与客票专网数据的联动。应用数据请求由通用无线分组业务 (GPRS, General Packet Radio Services) 接口服务器统一管理并转发到应用服务器, 再通过安全隔离系统访问中国铁路客票发售预订系统 (简称: 客票系统) 的人脸平台服务, 实现车载子系统与地面子系统间数据的鉴权与校验。

2 列车验票应用流程

基于 AR 智能眼镜的免打扰列车验票应用流程, 如图 2 所示。乘务人员通过佩戴 AR 智能眼镜对车厢内旅客进行图像采集, 将采集的实时图像发送至列车移动手持作业终端, 地面子系统预先将生成的人脸桶信息下发至列车移动手持作业终端, 进行存储, 并提供 1:N 的图像检索服务。人脸桶是指根据一定的组合逻辑, 用特定的人脸算法对人脸照片进行特征值抽取, 形成的具有相同业务描述的集合。这些集合保存了指定日期车次的旅客人脸特征值与实名制信息, 以及与购票信息的对应关系。

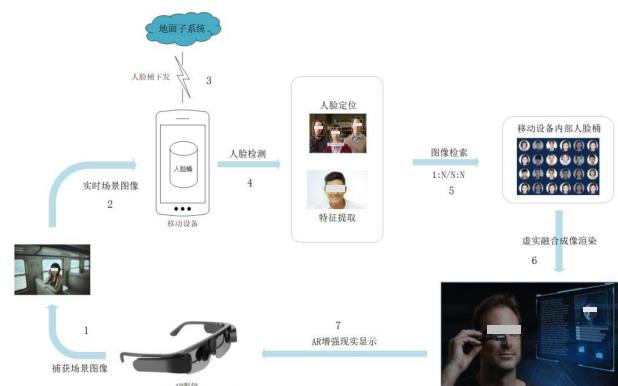


图2 AR 智能眼镜免打扰列车验票流程

地面子系统在 AR 智能眼镜捕获的场景图

像中识别到人脸信息后，对识别画面进行渲染，标记出人脸框，采集人脸特征数据，并在列车移动手持作业终端的人脸桶中完成检索，查询出相应的车票信息，实现验票功能。列车移动手持作业终端将人脸检测结果和验票结果进行叠加渲染，实时成像，发送至 AR 智能眼镜，由 AR 智能眼镜的微型显示器实现信息显示。

基于 AR 智能眼镜的免打扰列车验票应用过程的核心环节包括人脸桶生成和下发、旅客人脸检测、特征提取、图像检索及验票结果 AR 展示。

2.1 人脸桶生成和下发

列车工作人员使用列车移动手持作业终端上的站车交互应用，根据始发日期、车次和停靠站信息向地面子系统请求下发人脸桶。地面子系统通过人脸管控定义推送、实名制数据生成、实名制数据消费、人脸图像关联及特征值抽取、创建人脸桶及加速表 5 个阶段^[6] 构建该列车的人脸桶，并进行下发。最终该人脸桶信息在列车移动手持作业终端上以 SQLite 数据库的形式进行存储与管理。

2.2 旅客人脸检测、特征提取、图像检索

列车乘务人员通过佩戴 AR 智能眼镜，可远距离采集旅客人脸信息，并通过 USB 数据线与列车移动手持作业终端连接，进行实时数据通信^[7-8]，将采集到的旅客人脸图像发送到列车移动手持作业终端，进行人脸检测。若成功检测到人脸信息，则提取人脸特征值，并在该列车移动手持作业终端人脸桶中进行 1:N 检索，获取证件号，然后通过证件号检索相应的旅客车票信息。

2.3 验票结果 AR 展示

列车移动手持作业终端通过检索旅客车票信息完成验票作业，并将验票结果与人脸检测结果进行叠加融合，显示到 AR 智能眼镜的微型投影显示屏上，完成验票结果的 AR 显示。列车乘务人员可通过智能眼镜直接查看旅客姓名、车次、日期、发到站、车厢席位等信息。

3 关键技术

3.1 AR 技术

AR 技术应用广泛，起源于虚拟现实技术（VR，

Virtual Reality）。AR 技术通过听、看、触摸虚拟信息，来增强对现实世界的感知^[9]。将 AR 智能眼镜的 AR 和图像采集功能与人脸识别技术相结合，应用在列车验票场景中，可在不打扰旅客的情况下采集旅客人脸信息，并将旅客车票信息通过 AR 的方式在 AR 智能眼镜中展示给列车乘务人员，为列车乘务人员快速、免打扰查验车票提供了良好的解决方案。

3.2 人脸检测技术

人脸检测属于物体检测任务的一部分，主要目的是确定图像中是否有人脸。本文研究了基于 Harr 特征提取和 Adaboost 分类器的人脸检测方法^[10] 和基于 MTCNN 算法的人脸检测算法^[11]，最终选择 RetinaFace 算法应用于列车验票任务中。

RetinaFace 算法是一种单阶段目标检测算法，采用特征金字塔网络（FPN，Feature Pyramid Networks）提取多尺度特征，再基于多任务学习、人脸关键点分支和损失函数，显著提高人脸检测速度和精度^[12-13]，对不同尺寸的人脸进行像素级定位，提供不同尺度下的精准的人脸位置信息，基本实现一个目标一个框，弥补了 YOLO（ You Only Look Once） 算法对小物体检测效果不佳的缺点。

RetinaFace 算法的主干网络是 MobileNet，适应小型化移动设备，能解决算力和存储不足的问题，更轻量、灵活、高效。MobileNetV2 是 MobileNet 的改进版，作为一个轻量级卷积神经网络，其通过深度可分离卷积，显著减少模型参数与运算量，在不同尺度的特征图上，针对不同清晰度的检测难度，定义了 5 个等级的人脸质量和不同尺度的人脸检测框，实现了多尺度信息的融合，显著提升模型速度和精度，并且在大角度下，其对人脸关键点检测的鲁棒性更优，对小物体的检测也具备更高的准确性。

本文采用基于 MobileNetV2 主干网络的 RetinaFace 算法。利用 C/C++ 将 RetinaFace 算法编译成动态库（.so 文件），并通过 Android JNI 完成调用，构建基于列车移动手持作业终端的人脸检测技术体系，实现基于 AR 智能眼镜的免打扰列车验票应用。

3.3 人脸桶图像检索技术

人脸桶是指根据一定的组合逻辑，用特定的人脸算法对人脸照片进行特征值抽取，形成的具有相

同业务描述的集合。这些集合保存了指定日期车次的旅客人脸特征值与实名制信息, 以及与购票信息的对应关系。

人脸桶的数据存储格式, 在数据库中为哈希结构。在列车验票过程中, 进行人像检索时, 先进行人脸识别, 提取人脸特征值, 再到人脸桶中进行 1:N 检索, 当并发量较小或数据较少时, 可快速完成人脸 1:N 的检索业务。但当并发量增大或桶内数据较多时, 频繁的数据读取, 会导致检索性能下降。为解决该问题, 引入向量检索库技术, 此库是在人脸桶之上的一层加速区, 目的是进行 1:N 检索业务时, 可快速通过向量检索库计算出特征值, 完成对人像检索业务的加速。

4 免打扰列车验票应用功能验证

为进一步验证基于 AR 智能眼镜的免打扰列车验票应用功能, 本文基于铁路站车客运信息无线交互系统搭建测试环境, 模拟 2022 年 3 月 1 日 G2419 次列车的免打扰列车验票环节, 试验人员佩戴 AR 智能眼镜, 在 AR 智能眼镜视野中锁定 1 名旅客, AR 智能眼镜检测到该旅客人脸信息, 并进行信息比对, 查询到其购票信息。测试人员以第一视角在 AR 智能眼镜上察看到该名旅客的姓名、车次 (G2419)、日期 (20220301)、发到站 (北京北—清河)、车厢席位 (06 车 005D) 等信息, 如图 3 所示, 图 3 (a) 为 AR 智能眼镜中看到的画面, 图 3 (b) 为列车移动手持作业终端应用中的显示结果, 整个试验过程控制在百毫秒级。验证了功能的可行性。



图3 AR 眼镜免打扰列车验票应用验证

5 结束语

基于 AR 智能眼镜的免打扰列车验票应用实现了无干扰的列车验票功能, 将客运现实场景与数字信息进行了融合显示, 对新型铁路客运智能装备的运用进行了探索, 试用效果良好, 可提升铁路客运服务的科技感和验票效率, 改善乘客旅行体验。

但 AR 智能眼镜存在成本过高、应用功能单一等问题, 其应用方式仍有较大探索空间, 应结合铁路客运实际工作场景及特点, 进行更多维度的探索。

参考文献

- [1] 王雪峰, 董兴芝, 原非凡. 京张高铁旅客全行程智慧信息服务技术研究与应用 [J]. 铁路计算机应用, 2021, 30 (7): 50-55.
- [2] 李士达. 铁路电子客票载体选型及应用研究 [J]. 铁道运输与经济, 2020, 42 (11): 92-96, 103.
- [3] 李政, 化小刚, 王永峰. 基于人脸识别的刷脸检(验)票技术研究与实现 [J]. 铁路计算机应用, 2018, 27 (3): 28-31.
- [4] 黄国, 林球英, 李雄均. 基于 AR 智能眼镜的变电站可视化巡检平台设计 [J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5 (1): 77-78.
- [5] 周亮瑾, 朱建军, 阎志远, 等. 铁路站车客运信息无线交互系统的研究 [J]. 铁路计算机应用, 2010, 19 (7): 21-23.
- [6] 李贝贝, 朱建生, 阎志远, 等. 铁路人像检索平台流量智能调度研究 [J]. 铁路计算机应用, 2021, 30 (8): 6-10.
- [7] 张晓多, 马轶红. AR 警用智能眼镜的性能及应用分析 [J]. 警察技术, 2016 (3): 66-72.
- [8] 耿怡, 安晖, 李扬, 等. 可穿戴设备发展现状和前景探析 [J]. 电子科学技术, 2014 (2): 238-245.
- [9] 张振, 赵焕利. AR 智能眼镜在移动警务实战中的应用 [J]. 警察技术, 2019 (5): 44-47.
- [10] 刘浩然. 深度学习方法在有遮挡人脸识别问题的应用研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古工业大学, 2021.
- [11] 戴琳琳, 阎志远, 景辉. Insightface结合Faiss的高并发人脸识别技术研究 [J]. 铁路计算机应用, 2020, 29 (10): 16-20.
- [12] 景辉, 阎志远, 戴琳琳, 等. 基于Faster R-CNN的人脸识别算法研究 [J]. 铁路计算机应用, 2019, 28 (10): 8-11.
- [13] 徐小雪. 基于改进Retinaface网络的多目标人检测算法研究 [D]. 合肥: 安徽建筑大学, 2021.

责任编辑 李依诺