

文章编号: 1005-8451 (2021) 07-0050-06

京张高铁旅客全行程智慧信息服务技术研究与应用

王雪峰, 董兴芝, 原非凡

(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: 着眼于为北京 2022 年冬奥会和冬残奥会(简称: 冬奥会)京张高铁旅客提供便捷、舒适、安全的全行程智慧信息服务, 提出以人脸识别、出行服务推荐、服务信息推送、站内导航为主要内容的京张高铁全行程智慧出行服务构想; 重点围绕进出站闸机人脸识别检票、全方位站内导航服务、基于旅客行程智能化消息推送服务 3 个典型应用场景, 对基于 MTCNN 模型的人脸识别、行程服务信息采集与融合、出行服务信息推送、站内导航底图绘制、车内蓝牙 iBeacon 定位装置部署、指纹定位、基于 A* 算法的站内导航等相关技术进行深入研究。这些技术的研究和应用, 可更好地满足旅客个性化出行服务需求, 有助于改善旅客出行体验, 进一步推动京张高铁向智能化方向发展。

关键词: 京张高铁; 冬奥会; 智慧出行; 全行程信息服务; 人脸识别; 智能信息推送; 站内导航; 个性化服务

中图分类号: U293.2 : TP39 **文献标识码:** A

Research and application of intelligent passenger full trip information service technologies for Beijing-Zhangjiakou high-speed railway

WANG Xuefeng, DONG Xingzhi, YUAN Feifan

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

Abstract: Aiming at providing convenient, comfortable and safe full-trip intelligent information services for the passengers in Beijing-Zhangjiakou high-speed railway during the Beijing Olympic Winter Games, the concept of full-trip intelligent travel services is put forward with face recognition, travel service recommendation, service information push and station navigation as the main contents. Focusing on the three typical application scenarios of face recognition and ticket checking at entry and exit gate, all-around station navigation service, and intelligent information push service based on passenger trip, face recognition based on MTCNN model, collection and integration of trip service information, trip service information push, in-station navigation base map drawing, in-station Bluetooth iBeacon positioning device deployment, fingerprint positioning, in-station navigation based on A* algorithm and other related technologies are studied in depth. The research and application of these technologies can better meet the personalized travel service needs of passengers, help to improve their travel experiences, and further promote the development of the Beijing-Zhangjiakou high-speed railway to the direction of intelligent railway.

Keywords: Beijing-Zhangjiakou high-speed railway; Olympic Winter Games; intelligent travel; full trip information service; face recognition; intelligent information push; in-station navigation; personalized service

随着新一代信息技术、网络通信等先进技术的涌现与发展, 世界高速铁路正在向数字化网络化智能化方向转变。北京 2022 年冬奥会和冬残奥会(简称: 冬奥会)是全球首次三赛区联动、以高速铁路

为主要运送方式的奥运盛会, 北京—张家口高速铁路(简称: 京张高铁)承担着冬奥会交通保障功能。京张高铁具有客流构成复杂、运营服务标准高、运营安全要求高等赛期运营特征, 传统的铁路运输服务已无法满足冬奥会赛事期间旅客出行服务需求, 研究京张高铁全行程智慧出行服务势在必行^[1]。

着眼于为冬奥会京张高铁旅客提供便捷、舒适、

收稿日期: 2021-03-31

基金项目: 国家重点研发计划项目(2020YFF030410204)

作者简介: 王雪峰, 助理研究员; 董兴芝, 在读博士研究生。

安全的全行程智慧信息服务，研究面向冬奥会的京张高铁全行程智慧信息服务技术，以提升冬奥会赛事期间旅客出行服务水平，为北京冬奥会提供科技支撑。

1 京张高铁全行程智慧出行服务构想

1.1 铁路旅客全行程智慧信息服务内容

铁路以完成旅客出行位移为主要运输目的，在旅客全链路出行过程中，以“点—线—点”出行方式完成从出发地至目的地的链条式出行。

通常，大部分旅客对列车晚点都心存焦虑，为了准时乘坐列车，往往提前数小时抵达车站候车，特别是对于发车时间较早、且处于公共交通运营时间之外的车次^[2]。铁路客运站作为铁路运输的主要服务节点，出行旅客往往会在铁路客运站长时间停留，办理上车前的票检、安检、身份验证等业务。铁路大型车站站房面积大，站房内部结构复杂，服务旅客规模较大，旅客因不熟悉车站环境，常常在问询、探路过程中消耗很多时间。

如何快速、便捷、简单地引导旅客抵达目的地，以及到站后快速离站是铁路智能化服务亟需解决的问题^[3]。为此，基于人脸识别、消息推送、站内导航等技术，为旅客提供智能化、个性化的出行服务推荐，实现旅客全行程智慧信息服务是十分必要的，其主要服务内容如图1所示。

(1) 人脸识别：对于已购车票的旅客，当旅客到达火车站进站时，检票口的人脸识别设备会对旅客

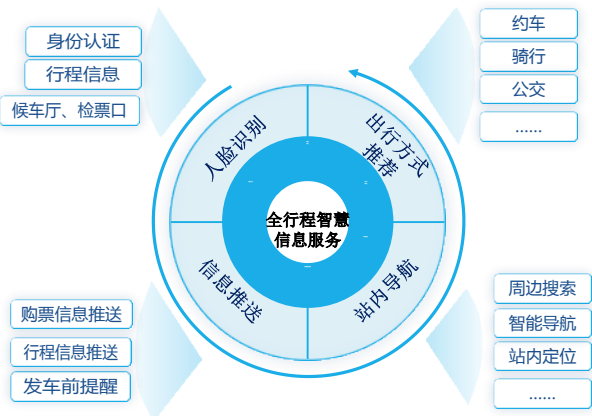


图1 全行程智慧信息服务

进行身份认证，并通过旅客的人脸信息关联到旅客的身份证号，进而获取到旅客的订票信息和行程信息。

(2) 出行服务推荐：根据旅客当前位置和目的地位置，通过融合多种交通方式，为旅客动态规划最优的到站路线，为旅客节约更多的时间。

(3) 服务信息推送：当旅客成功购票后，系统会为旅客推送购票信息和行程信息。当快要到达旅客列车发车时间时，系统也会为旅客提供发车提醒，以及建议出发时间的信息推送服务。

(4) 站内导航：当旅客进入站内后，通过对站内位置点设置定位标签，为旅客提供站内定位和目的点个性化导航服务，同时提供站内服务场所的智能化推荐服务。

1.2 铁路旅客全行程智慧出行服务流程

针对铁路旅客出行过程中的痛点问题，以铁路旅客全行程出行引导为目的，设计如图2所示的铁

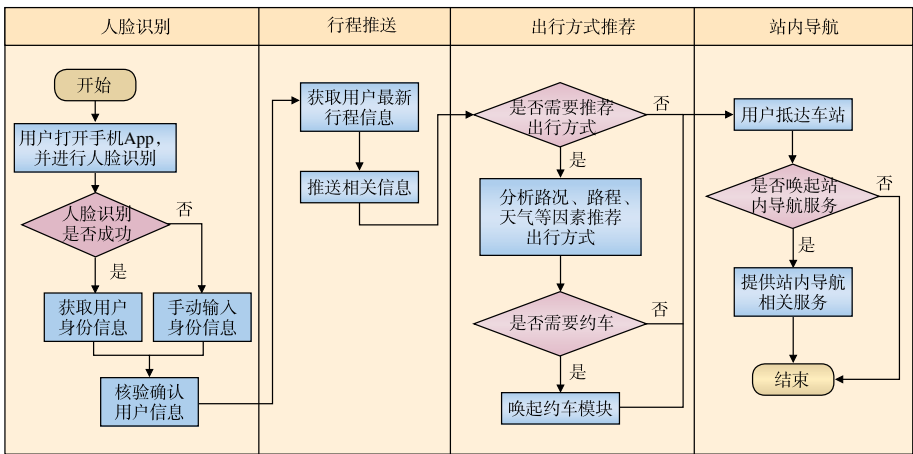


图2 铁路旅客全行程智慧出行服务流程

路旅客全行程智慧出行服务流程:

(1) 当旅客打开铁路 12306 互联网售票系统 App (简称: 12306 App) 后, 可通过人脸识别功能获取用户实名认证信息, 若自动识别失败, 也可由旅客采用手动输入方式录入身份信息;

(2) 在用户完成核验和确认身份信息后, 通过与票务系统进行数据交换, 可获取用户车票信息和行程信息, 在发车前系统会通过 12306 App 或微信公众号, 为旅客推送出发提醒信息;

(3) 根据旅客行程及其当前定位信息, 利用行程路线规划算法, 分析当前点位和线路信息, 为旅客推荐多种出行方式, 并规划出每种出行方式对应的出行路线, 再根据旅客所选择的出行方式及路线, 为旅客提供智能引导服务;

(4) 旅客到站后, 系统会自动获取旅客当前位置, 以及所乘车次对应的检票口信息, 通过站内导航服务, 为旅客规划快速进站路线; 在时间允许的情况下, 还可为旅客推荐进站途中的候车、购物等站内服务场所, 让旅客在候车期间, 能够便捷地体验车站提供的各类服务, 丰富旅客出行体验。

2 主要应用场景

2.1 进出站闸机人脸识别检票

铁路车站人员密度较大, 室内环境相对复杂, 为了方便旅客快速进出车站, 铁路部门采用了人脸识别智能检票技术。目前, 人脸识别闸机检票已在我国各大车站广泛使用, 为旅客实现快速进出站提供了便利通道^[4]。

在旅客进出铁路车站时, 通过人脸识别进行身份验证, 不仅简化了旅客进出站业务办理流程, 也减少了排队取票时间和候车时间, 避免旅客因进站耗时过多而晚点, 有助于改善旅客出行体验, 也是实现全行程智慧出行服务的技术基础。同时, 进出站采用闸机人脸识别检票的方式, 也极大地减轻了车站工作人员的工作压力, 显著提高了客运车站运营效率。

2.2 全方位站内导航服务

铁路客运站站内环境复杂, 站内导航服务主要满足旅客预览站房布局和站内各类服务设备/设施配

备, 以及智能化站内导航等需求, 方便旅客在车站内快速办理业务, 高效获取所需服务。

目前, 12306 App、中国铁路 App 等应用均已集成站内导航功能, 如图 3 所示中, 站内导航系统已在京沪铁路全线、京张铁路部分高铁车站投入应用。



图3 站内导航效果

站内导航系统可为旅客提供室内三维地图展示功能, 利用蓝牙定位为主的定位方式, 实现地图浏览、缩放、平移等操作; 提供车站公共服务和周边设施查询服务, 通过检索目录或关键字搜索, 可查询特定目标位置, 在站内地图上查看该目标所在楼层及精确位置; 为旅客提供站内点到点路径规划指引, 还可提供不同楼层平面图的换层方案供旅客选择。

2.3 基于旅客行程智能化消息推送服务

信息推送是全行程旅客信息服务不可或缺的重要组成部分, 为满足旅客多元化、个性化、一站式的综合信息服务需求, 需要基于客运站导航应用, 实现向旅客精准地推送客运服务和营销信息。

(1) 适时向旅客推送所乘坐列车的安检时间、到站时间、检票时间、检票口等出行服务信息, 推荐旅客从哪个进站口进站, 在什么地方取票购票等, 以及站内餐饮、购物等服务信息。

(2) 依据旅客当前位置信息以及旅客行程信息, 结合客运服务相关数据, 智能化地推荐旅客出行方案、出发时间、以及出行方案的路书, 并按不同优先层级动态显示。

（3）对采集的旅客出行数据进行抽取、转换和融合处理，以智能化方式，向出行旅客精准地推送列车正晚点、周边景点、交通指引等服务信息。

3 关键技术

3.1 基于 MTCNN 模型的人脸识别

铁路车站人员密度较大，室内环境相对复杂，为了实现旅客快速进出站，减少旅客取票、候车时间，铁路部门采用了人脸识别智能检票技术，该技术采用 MTCNN 模型。

MTCNN 是一种多任务级联 CNN，是用于人脸检测的深度学习模型。该模型综合考虑人脸边框回归和面部关键点检测，采用候选框加分类器的思路，实现快速、高效的人脸检测。如图 4 所示，MTCNN 包含 3 个级联网络：快速生成候选窗口的 P-Net、进行高精度候选窗口过滤选择的 R-Net，生成最终边界框与人脸关键点的 O-Net。

MTCNN 算法以从粗略到精细的方式，预测人脸及人脸关键点的位置，进行人脸检测与对齐；其处理过程如图 5 所示。

确定脸部 5 个基准点后，采用改进的特征提取网络 Insightface，结合损失函数优化方法进行人脸特征提取；利用 Faiss 检索提取的人脸特征，以完成人脸识别^[5]。具体过程如下：

- （1）不断地调整人脸图片尺寸大小，以生成图像金字塔；
- （2）将图像金字塔输入 P-Net，生成大量候选（candidate）图片，通过分类和 NMS 筛选，剔除掉大部分假的候选图片；
- （3）将剩余的候选图片输入 R-Net 进行精调，再次通过 NMS 筛选，剔除掉过多的候选图片；
- （4）将其余的候选图片输入到 O-Net，由 O-Net 对这些候选图片进行处理，输出准确的边框回归坐标和地标坐标。

3.2 旅客行程服务信息采集与融合

旅客行程服务信息采集与融合过程，如图 6 所示：

- （1）旅客手机上 12306 App 的人脸识别功能获取旅客的实名身份信息后，从购票系统读取旅客行程数据信息，包括车票的出发到达时间、车次、席

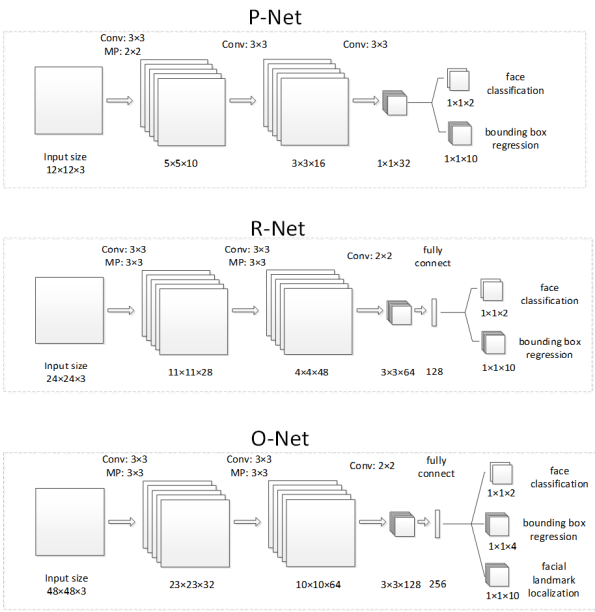


图4 MTCNN 级联网络结构

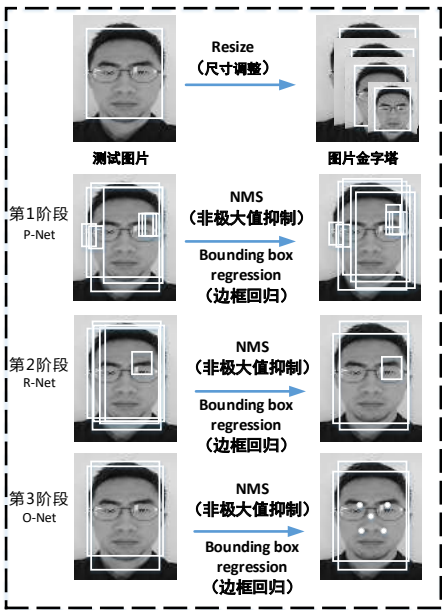


图5 基于 MTCNN 算法的人脸识别过程

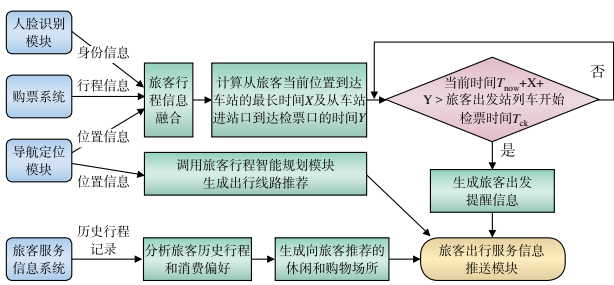


图6 旅客行程服务信息采集与融合过程

- 别、票种，以及乘车人信息等；
- （2）读取由站内外导航定位模块采集的旅客当

前动态位置信息,结合旅客选择的出行方式,如出租车、自驾、公交、步行、骑行等,由旅客行程智能规划模块计算生成出行线路推荐方案;

(3)在旅客所乘坐列车发车前6 h,12306 App会自动计算出从当前旅客的位置,采用不同出行方式,到达车站的最长时间 X ,以及从车站进站口到达检票口的时间 Y ;若当前时间 $T_{now}+X+Y>$ 旅客出发站列车开始检票时间 T_{ck} ,12306 App会主动向旅客推送出发提醒信息,并计算出不同出行方式下预估的出行时长及费用;

(4)当旅客进站后,12306 App会自动读取旅客历史行程记录,分析出旅客的消费偏好,智能地向旅客推荐车站内的休闲和购物场所。

3.3 旅客出行服务信息推送

旅客出行服务信息推送是服务端主动将信息送达客户端(主要考虑移动端,如旅客手机),旅客出行服务信息推送模块采用HTTP/HTTPS接口方式,可将不同客户端本地APIs接口差异最小化。该模块以定时任务方式,自动获取旅客服务系统的列车正晚点信息,并采用变更数据实时推送的方式,达到与数据源的强一致性。

该模块采用Java语言开发,JMS(Java Message Service)消息域采用发布/订阅模式的广播模式,消息确认支持本地事务和非本地事务提交,回滚时将重发消息,采用消息队列和缓存配合NIO模型的方式,实现大流量的消息推送。

3.4 站内导航相关技术

根据总体规划要求及车站实际情况,铁路客运站站内导航应用主要分为铁路导航应用公用基础应用、车站导航基础设施和移动端应用。其中,铁路导航应用公用基础应用统一管理全路地图数据,存储用户定位数据和导航数据。车站导航基础设施主要包括4个部分:(1)站内定位硬件;(2)站内地图数据;(3)站内导航服务;(4)站内导航应用接口^[6]。移动端应用是安装在铁路工作人员移动终端、铁路客服设备、旅客移动终端等设备上的导航应用模块,采用统一技术架构与个性化需求相结合的模式进行开发。

3.4.1 站内导航底图绘制

现场数据采集结合站内引导需求、室内公共设施数据、室内路网数据等数据,结合三维GIS技术绘制CAD矢量图。对铁路客运站站内的建筑设施、商家、服务站点等场所进行现场测量,完成铁路站内导航公用基础数据采集和加工处理,使用CAD完成现场导航底图的绘制,具体制作步骤为:

- (1)绘制轴线,横纵向以3 m为单位;
- (2)绘制好轴线后,根据现场实况用测距仪进行现场图纸绘制;
- (3)对初步绘制的CAD平面图进行图像矫正和图像矢量化^[7]。

3.4.2 站内蓝牙iBeacon定位装置部署

基于不同定位载体的站内导航实验分析结果如表1所示,综合考虑定位精度、成本、受环境干扰度,以及系统兼容性,铁路客运站站内定位载体选择蓝牙更合理。

表1 定位载体数据比较

信号载体	定位方式	定位精度	成本	其它不足
Wi-Fi	场强	5~10 m	高	稳定性差,仅用于安卓系统
ZigBee	场强	5~10 m	高	室内覆盖能力有限
RFID	门禁方式	10~13 m	高	室内覆盖能力有限
蓝牙	场强	1~3 m	低	需要2~3年更换电池
UWB	时延多到达角	dm级	极高	室内覆盖能力有限
惯性定位	行人航迹	50 m以上	低	室内覆盖能力有限,不能单独使用,只能作为辅助

在车站底图区域,按水平方向间隔3~5 m、垂直方向离地面3 m的距离,部署用于站内定位的蓝牙iBeacon定位装置。

车站内移动客户端的定位与导航程序定时扫描蓝牙设备信号,并数据库中蓝牙指纹信息进行匹配,通过定位算法计算出当前位置^[7];此外,还可以将蓝牙iBeacon定位信息与移动客户端上的惯导、地磁以及移动网络定位数据进行融合,实现站内无缝的、高精度定位和智能导航功能。

3.4.3 指纹定位

站内定位采用的是基于蓝牙的多源融合高精度定位技术,即以蓝牙定位技术为主,融合4G/5G、Wi-Fi、地磁、手机惯导等技术,实现站内高精度定位,将多种传感器采集的定位数据进行共享、关

联和融合,以便获得覆盖范围更广、定位更为精确的位置信息。因受到站内现场环境的约束,蓝牙定位设备和 Wi-Fi 设备的部署位置与密度会受到一定限制,导致站内局部区域的定位效果较差,需要利用其它定位技术进行弥补,如在站外区域利用 4G/5G、GPS 等技术,以达到无盲区、连续顺畅的定位效果。

定位模块采用指纹定位算法,在定位区域收集很多的指纹数据(即无线信号的 RSSI 值数据,定义一个个网格点来采集无线强度值)蓝牙模块作为已知节点发送广播,手机或者其它节点接收广播信息,从广播信息中提取已知节点的位置信息;当需要定位时,将手机采集到的无线信号与预先收集的指纹数据库进行对比,找出最相似指纹的位置,将其标注在室内地图上。

3.4.4 基于 A*算法的站内导航

导航模块采用 A*算法,通过不断匹配目的地址,当前地址与目的地址重合时结束算法,否则根据 A*算法计算出引导路径并进行导航。A*算法的核心是估价函数:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

其中, $g(n)$ 是已经走过的代价,表示在状态空间从起始节点到当前节点 n 的深度; $h(n)$ 是当前节点 n 到目标的估计代价,表示节点所在地图的位置到目标位置的直线距离。

4 结束语

京张高铁全行程智慧出行服务的相关研究与应用,有助于提升铁路旅客服务质量,降低铁路工作人员的服务成本,可在一定程度上减少旅客在车站候车等待时间,降低旅客误车率,提升旅客出行效率和便捷性,方便旅客自主地选择最佳出行方案,为冬奥会赛事期间京张高铁带来较好的社会和经济效益。

参考文献

- [1] 单杏花,王富章,李 锋,等.铁路“互联网+”旅客服务的研究与设计[J].铁路计算机应用,2015,24(11):5-8.
- [2] 单杏花,朱建军,朱颖婷,等.综合交通下的旅客多式联运智能出行研究[J].铁路计算机应用,2019,28(12):1-4,9.
- [3] 朱志娟,阎志远,朱建军.铁路旅客全行程智慧出行方案研究[C]//第十一届中国智能交通年会大会论文集.北京:中国智能交通协会,2016:527-532.
- [4] 黄博丽,陈贵生,杨刚强.“互联网+”高铁车站智慧出行平台方案研究[J].铁路计算机应用,2020,29(9):57-61.
- [5] 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.
- [6] 孙国福.基于智能手机 WIFI 的医院室内定位系统研究[J].科学技术创新,2020(33):75-76.
- [7] 汪 清,胡晓娟,张湘星.基于院内三维地图及蓝牙定位技术的诊间导航设计与实现[J].现代信息科技,2019,3(9):181-183,186.

责任编辑 桑苑秋