

利用图像智能分析提升高铁旅客服务质量的探讨

陶然¹ 杜泓睿¹ 吴显² 段旺旺² 陈盛² 程茂庆²

(1. 中车长春轨道客车股份有限公司 吉林长春 130062; 2. 中车青岛四方车辆研究所有限公司 山东青岛 266031)

【摘要】 近年来,中国高铁所创造的成就吸引了全世界的目光,本文针对当前高铁的运营情况,阐述了如何利用图像智能分析技术为旅客提供及时有效的服务信息,以及如何将智能分析技术运用在列车安保监控中,维护列车稳定的运营环境。基于“以人为本、个性化服务”的理念,打造高效、智能的新一代高铁,提升高铁旅客的服务质量。

【关键词】 高铁;视频监控;图像分析;旅客服务

DOI: 10.18686/jfyzy.v2i11.31614

近年来,我国高速铁路发展迅速,已经建成了运营速度最快、里程最长的高速铁路网。中国高铁所创造的成就让世界为之瞩目,为了使我国高铁持续保持竞争力,不仅需要在列车技术上不断创新进步,也需要不断提升旅客服务质量,为旅客提供舒适、高效、安全、智能的高铁旅程。

随着信息网络、图像处理、传输技术的快速发展,利用视频监控进行监控、监督管理已经成为一种重要手段,越来越受到重视。本文依托于列车视频监控,通过车载服务器或者数据中心对监控数据进行智能分析,使乘务工作人员,以及乘客及时了解列车的运行状态,为列车安全运行和旅客服务提供智能化的服务。

1、视频监控系统发展

随着信息技术的进步和市场需求的发展,视频监控技术的发展可以分为3个阶段^[1]:

1.1 模拟视频监控系统阶段

20世纪70年代,第一代模拟视频监控系统诞生,该系统利用同轴电缆将模拟摄像机的视频信号传输到模拟显示器进行显示,系统规模较小。

1.2 数字视频监控系统阶段

20世纪90年代,数字视频监控系统开始进入市场,该系统引入网络摄像机,利用网络通信技术,系统具备良好的扩展性能,可实现大规模布控。

1.3 智能视频监控系统阶段

面对第二代数字视频监控系统带来的海量数据,如何在这些数据中获取有效信息成为新的需求,近年来,智能视频监控系统应运而生,通过对原始视频图像背景建模、目标检测与识别、目标跟踪等一系列算法分析,分析其中的目标行为以及异常事件。

2、视频监控智能化系统架构

视频监控的智能化是指在既有的视频监控系统上,通过车载智能分析主机,或者地面数据中心,对车载监控视频画面进行实时分析,维护列车的安全运行以及优化乘客服务质量。

车载智能分析主机对监控视频进行智能分析,必要时将重点数据通过卫星无线传输到地面数据中心进行二次分析确认,分析结果通过显示终端反馈给车厢乘务员,或直接将有利于优化乘客乘坐体验的信息通过车载内部显示器、车载电视、车载广播等反馈给乘客。

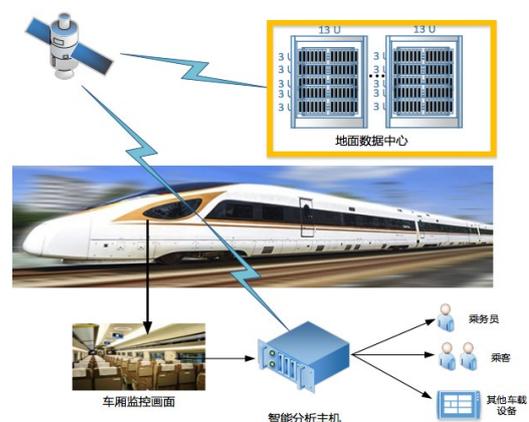


图 2-1 智能视频监控系统

3、视频监控智能化内容

结合目前的列车运营情况及实际需求,本文整理了以下智能化服务:

- (1) 车厢敏感人员人脸识别;
- (2) 车厢乘客人数统计;
- (3) 车厢拥挤度检测;
- (4) 车厢遗留行李检测;
- (5) 车厢重点位置监控;
- (6) 乘客出入检测;
- (7) 司机行为识别。

3.1 车厢敏感人员人脸识别

高铁作为我国重要的公共交通工具,做好其安保工作是确保列车安全运行的重要前提,列车车厢人脸识别可及时锁定敏感人员,提醒列车工作人员做好相应工作。

视频智能分析主机提前导入由公安系统备案获取到的人脸黑名单库,或其他敏感人员人脸库,智能主机对车厢监控画面进行实时分析,将提取到的人脸与名单库进行对比,将相似度超过一定阈值的人脸,弹出监控截图报警,列车乘务工作人员对其重点检查。

人脸检测技术利用深度神经网络和多阶段回归的思想,通过从千万级别的图像中学习先验知识,可快速准确地对人脸进行检测并定位,克服光照情况不理想、人脸姿态变化复杂等因素的影响^{[2][3][4]}。针对视频图像的特点,检测算法在检测的基础上加入跟踪算法,能够对连续帧中的静止或者移动变化较小

的人脸减少重复的检测操作,进一步地节省资源提高效率,下图为人脸检测的效果。



图 3-1 人脸检测效果图

3.2 车厢乘客人数统计

实时掌握车厢乘客的上座率,对于合理安排列车运营计划,以及引导无座乘客进行临时就座具有重要意义。

车厢内人数统计是通过检测乘客个数实现的^[5],同时结合车厢内多个摄像机的监控画面统计分析整个车厢内的人员数量,该算法需要融合多个摄像机的检索结果,尽可能的避免座椅对人员的遮挡。

3.3 车厢拥挤度检测

车厢拥挤度检测类似于车厢人员统计,该检测对于疏导乘客,以及乘务员实时掌握车厢乘客状态具有重要意义,对于聚集情况比较严重的情况,也会加入异常声音检测分析,对打架等异常拥挤进行报警。

进行车厢拥挤度检测首先将多个摄像机画面进行融合并在车厢水平面上绘制网格,将识别到的人数量化到每个网格中。然后采用热力分布的网格量化显示,可以直观地观测到每节车厢的拥挤情况及拥挤位置。该信息可实时显示在车外显示器上,对于上车乘客具有引导作用。



图 3-2 车厢拥挤度检测效果图

3.4 车厢遗留行李检测

为保障乘客的财产安全,有必要对车厢内旅客的行李进行实时监测,并对遗留行李进行报警。对于遗留行李检测,目标是实现乘客与行李物品一一对应,当乘客中途下车,若将行李物品遗落,智能监控将向工作人员发出报警,同时若乘客行李丢失,也可以根据行李位置及行李特征快速定位到行李被取

走时的监控画面。

该部分算法实现,首先确保摄像头拍摄视角可以将行李物品进行无遮挡的拍摄,根据背景差分法得到行李架上的行李目标^[6],然后根据行李物品的形状颜色等特征进行单个确认,并分别进行跟踪监控,记录单个行李的放置和取走时间及对应时刻的监控视频截图。算法自动放弃跟踪被取走的行李物品,对于仍在行李架上的物品保持跟踪,若在终点站乘客下车后仍有遗留行李,将该行李的放置时间信息等反馈给乘务工作人员,便于寻找失主。

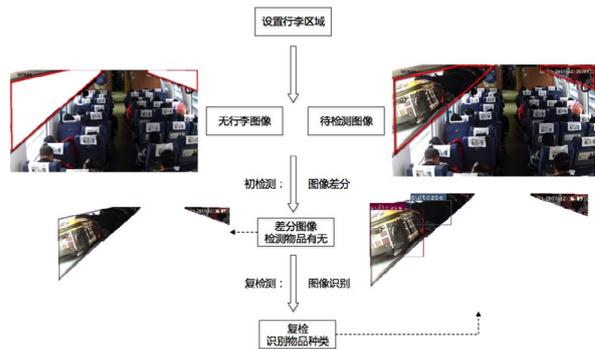


图 3-3 行李检测逻辑

算法中通过定义行李容器的方式实现多行李目标的跟踪^[7],定义一个行李特征参数结构的容器对象,通过顺序存储的方式记录代表每一个行李目标的特征参数,场景中每出现一个新的行李目标,则把该行李特征参数的集合作为一个新元素插入该容器中,当某个行李被移走时,移除对应目标特征集,其余行李目标保持在容器中,如图 3-4 所示。

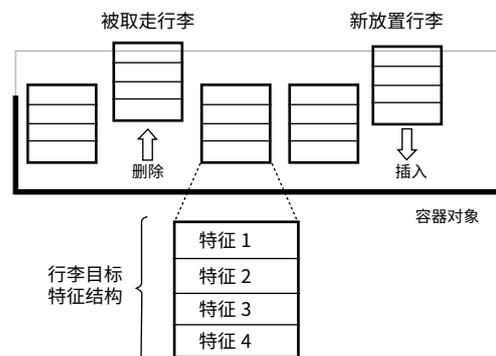


图 3-4 多行李目标处理逻辑

3.5 车厢重点位置监控

车厢重点位置监控有利于确保列车重要区域的安全,从而维护列车安全运行。

该功能是在监控画面中确定局部区域为重点监控区域,实时检测入侵该区域的物体,若为人体,再进一步分析其有无异常动作,若满足上述两个条件便将监控画面进行保存和提示报警。

如对车厢内紧急制动拉杆位置进行重点实时监控,如图 3-5,若有人进入该区域,并且有抬手触摸情况,便进行截图存储,若出现故意拉动导致紧急停车现象,可首先调取入侵该区域的

可疑图像，便于快速定位嫌疑人。

该部分主要是采用背景差分法实现区域入侵检测，采用基于特征的人体目标姿态检测和基于 Mean Shift 的人体目标跟踪检测^{[8][9]}。



图 3-5 紧急制动闸区域重点监控

3.6 乘客出入检测

乘客出入检测包括车厢联通处乘客检测和乘客上下车检测，该功能有利于发现异常的人员流动现象，提醒乘务人员进行关注。

乘客出入识别检测的算法都是通过检测出现在场景中上下车乘客，并对其锁定跟踪，判断其运动行为。在锁定目标的方法上主要通过先验知识，检测乘客的轮廓、人头形状等。由于单目摄像机获取的二维图像有很大的局限性，车厢门口区域拥挤环境增加了乘客之间的分割的难度，并且不具有尺度不变性，所以往往通过双目摄像机获取场景的深度信息，进一步获取三维立体信息，来弥补二维图像信息的不足。

本部分基于检测技术实现的多目标检测跟踪^[7]，算法实时对每帧特征进行提取，依靠相关匹配技术实现点迹与轨迹的关联，从而实现多目标跟踪。该类算法主要包含多目标检测与标记、多目标状态判断矩阵、特殊状态处理和轨迹链路关联四个部分，流程如下图 3-6 所示。

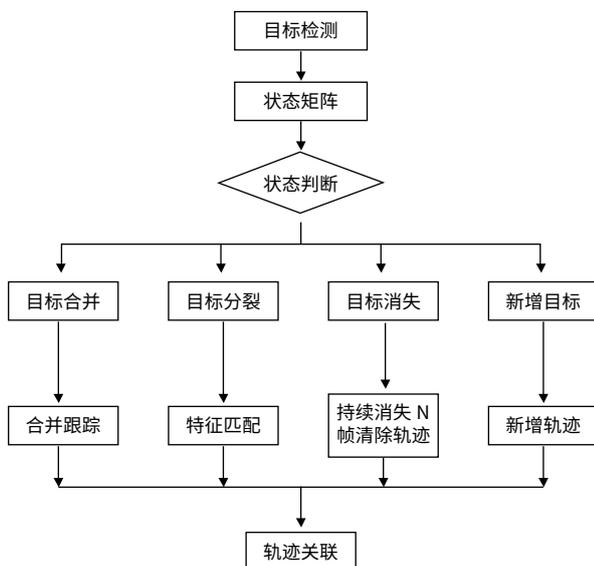


图 3-6 基于检测的多目标跟踪算法流程图

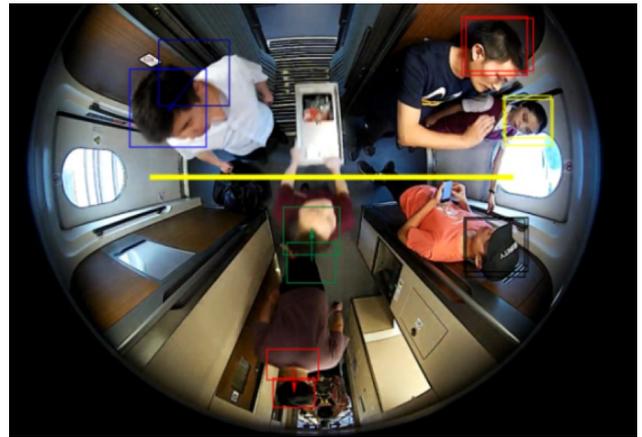


图 3-7 乘客车厢流动检测

3.7 司机行为识别

司机驾驶行为识别分析系统能够对特定识别范围内司机的疲劳状态、动作手势以及信号灯的状态进行有效的识别分析和判断，筛选出非正常状态图像，并对多种非正常状态图像进行归类处理、实时发送，方便地面运营维护人员及时了解司机状态，实现对乘务员驾驶行为的实时监控，确保行车安全。

司机驾驶行为识别分析系统主要由车载数据采集识别系统和地面分析系统两部分组成。

车载数据采集识别系统主要由车载系统主机、监控摄像头和司机佩戴的智能手环组成，负责乘务员值乘状态的实时监测预警及乘务员音视频数据的采集存储及发送。

地面分析系统的硬件设备主要由服务器组成，通过汇总前端车辆传输的报警等相关信息，综合分析，实时监控每一辆车司机行为，发现异常后通过司机佩戴的智能手环进行提醒。

司机行为识别分析系统功能框图如图 3-8 所示：



图 3-8 司机行为识别分析系统功能框图

4、视频监控智能化展望

当前,已经有一系列的项目在推进轨道交通装备的智能化,比如智能检修、智能运维等,随着信息技术、图像技术的发展,以及云计算、物联网的逐步成熟,必将推动更多的智能化项目在轨道交通领域落地。

同时随着 5G 技术和卫星天线技术的发展,车载大数据量

的视频监控数据回传地面数据中心也具备了可行性,大量的视频监控数据对于统计分析铁路运行情况,以及其他社会学科等具备重要的科研价值,如何利用这些数据推动我国轨道交通行业的发展已经是重要的一个研究方向。

基金项目: 国家重点研发计划资助 -2016YFB1200506-20

参考文献

- [1] 黄凯奇,陈晓棠.智能视频监控技术综述.计算机学报.2015,38(6):1093-1118.
- [2] 何春.人脸识别技术综述.智能计算机与应用,2016,6(5):112-114.
- [3] 张翠平,苏光大.人脸识别技术综述.中国图象图形学报,2000,11(5):885-984.
- [4] 邹国锋,傅桂霞,李海涛.多姿态人脸识别综述.模式识别与人工智能,2015,28(7):613-625.
- [5] 贾慧星,章毓晋.智能视频监控中基于机器学习的自动人数统计.视频应用与工程.2009,33(04):78-81.
- [6] 李曦,曹广益,付晓薇,朱新坚.基于实时图像序列的行人跟踪计数方法.计算机仿真.2005,22(02):79-85.
- [7] 张琨,单海婧.全天候复杂光线条件下的遗留物检测方法.计算机工程与设计.2015,36(7):1971-1975.
- [8] 尹宏鹏,陈波.基于视觉的目标检测与跟踪综述.自动化学报.2016,42(10):1466-1489.
- [9] 夏利民,时晓婷.基于关键帧的复杂人体行为识别.模式识别与人工智能.2016,29(2):154-162.
- [10] 樊恒,徐俊.基于深度学习的人体行为识别.武汉大学学报.2016,41(4):492-497.