

基于图像AI技术的机车视频自动分析系统的设计与研究

——以朔黄铁路为例

李琳

(国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司, 河北 沧州 062350)

摘要 针对机车乘务员在列车值乘中一次作业标准执行不到位、间断瞭望、盹睡等违章行为, 对列车运行中存在安全隐患。为有效规范乘务员值乘标准, 通过对机车乘务员违章行为海量数据对比, 朔黄铁路经过几年来不断的研究探索, 引进了基于图像AI技术的机车视频自动分析系统, 系统分为地面高速转储智能分析系统和乘务员视频实时分析系统两部分, 分别对机车地面转储离线视频智能分析和机车在线视频实时智能分析。该系统的设计开发将有效降低人工视频分析作业量, 并对列车运行中乘务员操作标准实时在线监测, 提醒其违章行为, 为提升乘务员标准化作业, 保证列车安全开行奠定了基础。

关键词 乘务员 违章行为 智能分析 安全隐患

中图分类号: TP317.4; U26

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)12-0109-03

随着朔黄铁路运量的大幅提升, 列车安全开行成为运输管理中的关键环节。机车乘务员作为铁路列车运输中的重要参与者, 其执行标准是否到位直接对列车的安全开行造成影响。公司每年在乘务员投入大量精力持续不断地进行业务培训、安全教育, 让其掌握更多的行车知识, 树立更加牢固的安全思想来保证行车安全。但在实际行车中, 由于乘务员人员较多, 学历教育、业务水平、思想素质等方面能力参差不齐, 导致很多乘务员并未按照标准规范行车, 从而造成安全隐患。目前采取卡控乘务员作业标准的方式为管理人员添乘和抽转视频硬盘人为分析两种方式, 以此判断乘务员是否有行车违规行为, 鉴于以上两种方式的局限性, 不可能全面覆盖所有机车, 达不到对乘务员全覆盖有效盯控的目的, 因此, 需借助现代化技术手段来对乘务员违章行为进行监测分析, 设计研究了基于图像AI技术的机车视频自动分析系统^[1]。

1 系统流程设计

基于图像AI技术的机车视频自动分析系统包含地面视频智能分析, 实现从机车转储下来的视频文件进行AI快速分析, 结合乘务员行车操作规范和LKJ监控文件数据信息, 实现离线视频中对于违规行为的快速检索, 自动生成报告, 基于图像AI技术的机车视频自动分析系统配备有自我学习的智能算法, 在分析的过

程中不断根据自我更新算法进行迭代优化, 增加分析速度和准确率^[2]。在离线视频分析的基础上, 利用已经研究的行为分析算法, 研究设计了车载视频智能分析主机, 将地面算法进行优化并移植到车载智能视频分析主机, 结合机车运行实时数据, 实现乘务员行为的实时分析, 分析结果实时报警, 并将分析结果、实时数据信息及视频片段上传至地面服务器, 同时系统可实时通知地面管理人员; 车载分析系统可以和地面进行算法联动, 当地面分析算法自我学习并完善后, 车载分析系统可以复用既有无线传输数据通道自动更新完善算法, 增加算法的分析速度以及准确率。

2 地面视频智能分析系统

2.1 主要组成

由视频存储服务器、视频分析服务器、高速转储装置、定制转储柜、转储交互终端及NVIDIA深度学习显卡等部分组成。

2.2 系统分析流程

通过地面视频智能分析服务器自动分析离线视频, 分析目标是针对机车视频监控转储下来的所有类型视频文件, 同时结合LKJ文件解析后的机车运行数据以及乘务员操纵规范, 以视频智能分析服务器作为硬件基础, 视频AI算法为核心, 将业务数据与机车运行数据进行综合分析, 实现对乘务员行为的快速分析, 同

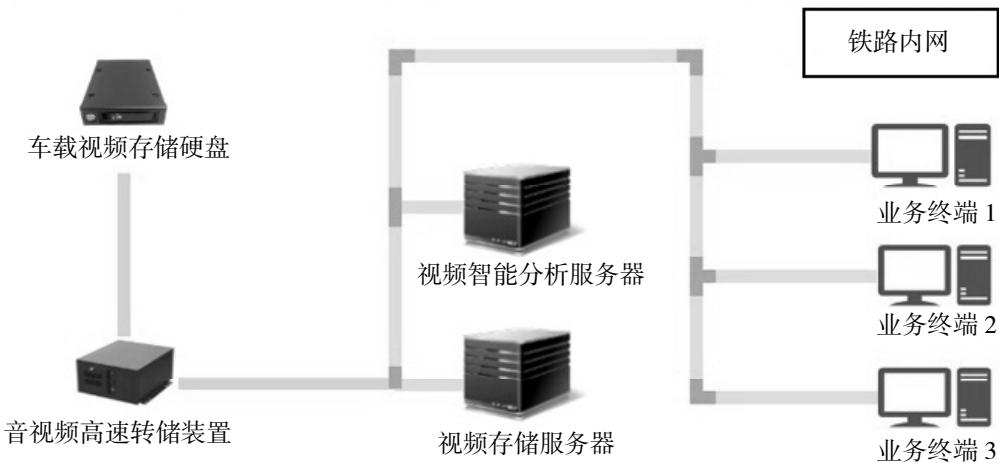


图 1 地面视频智能分析系统流转图

时系统可以自动生成行为分析报告，系统流转分析如图 1 所示。

2.3 主要功能

本系统功能设计结合了视频格式统一转换、视频分析作业需求，通过对系统软件、硬件持续优化完善，实现了 LKJ 文件自动分析、多路视频同步播放、LKJ 文件与视频同步显示、违规异常分析处置、违规视频片段及分析报告的生成与导出、数据快速检索等功能。

(1) LKJ 文件自动分析。系统对 LKJ 文件进行结构化解析，实现 LKJ 全程记录列表显示，全程记录曲线显示，关键点快速定位等功能；(2) 多路视频同步播放。系统支持多路视频的同步播放，支持长时间跨度的录像秒级回放功能，支持最大 16 倍速快速播放，同时支持单个视频放大播放，可根据时间点自定义跳转，解析转码与结构化存储功能相结合，可通过一个系统实现各厂家视频的统一播放；(3) LKJ 文件与视频同步显示。系统采用统一时间轴方式控制视频与 LKJ 数据的播放进度，支持 LKJ 数据关键点筛选（进出站、开停车、过分相等）和快捷跳转，LKJ 数据跳转后视频同步跟进定位至关键点，为分析人员提供综合数据参照；(4) 违规异常分析处置。通过对 LKJ 文件的分析，自动生成 LKJ 文件相关项点，同时可在分析过程中随时手动添加违规异常项点，关联监控视频，并提供分析结果与签注结果的填写，违规异常记录会长期保存，便于回溯查看和分析；(5) 违规视频片段及分析报告的生成与导出。根据分析结果生成报告，同时生成异常违规项点对应的音视频切片文件；异常记录与异常音视频切片服务器自动保存，并支持一键导出；(6) 数据快速检索。基于结构化数据库存储技术，可从多个维度对历史转储数据、违规异常项点和关键作业点

进行检索，通过综合检索查询，能够做到快速定位，同步分析。

2.4 识别项点设计

系统根据操规、LKJ 数据以及乘务员行为分析智能算法给出的识别结果进行综合分析，归纳实现以下七大项点：(1) 疲劳识别。列车值乘中出现长时间闭眼、打哈欠、打盹睡觉行为，视为疲劳报警识别出来；(2) 分心识别。列车值乘中出现使用电子设备、扭头聊天、长时间低头等行为，系统报警项点为分心驾驶 / 间断瞭望，对其行为判断识别；(3) 手比识别。列车值乘中系统根据设定的手比项点来判断乘务员值乘中有无进行手比，主要为线路上主体信号、机车信号发生变化、调车信号等；(4) 其他行为识别。乘务员升弓未开窗确认，列车运行中打开车门，进出站、临时限速、过分相等特殊地段时学习司机未立岗等行为时进行判断识别；(5) 异常监测识别。乘务员存在长时间遮挡摄像头或未按规定双岗值乘、离岗时系统进行判断识别；(6) 语音识别。列车值乘中出现各种信号、仪表确认、禁止鸣笛标、特殊地段等需呼应应答时，系统判断为无声手比；(7) 视频质量识别。除对乘务员行为识别外，对视频设备质量部分项点也可判断识别，包括视频画面黑屏、模糊，视频无声音、噪声大。

3 乘务员在线实时分析系统

3.1 主要组成及工作原理

由车载视频分析主机、数字高清摄像头、车载显示终端车载无线传输装置、烟感报警器等组成。

(1) 车载智能视频分析主机。在完成传统视频监控及防火烟感报警功能的同时，核心是结合 LKJ 实时数据以及乘务员操作规范完成乘务员行为实时分析、

提醒并上传结果，同时在存储策略、自我学习方面进行研究；（2）车载显示终端。安装于司机室，实现传统视频监控中显示屏功能，本系统新增视频分析报警提醒功能，具备视频监控实时显示智能切换、视频回放、预警报警；（3）视频数据采集摄像头。主要针对机车状况进行视频数据采集，对各种乘务员行为采集参数有不同要求，分为高清黑光全彩数字摄像头、行为视频采集摄像头、人脸视频采集摄像头、司机室360度摄像头。

3.2 系统分析流程

乘务员视频实时分析是利用车载智能视频分析主机，结合机车运行实时数据，实现乘务员在行车过程中行为实时分析，对违规行为通过车载显示终端实时报警，并通过既有车载无线传输通道上传至地面存储服务器^[3]。

3.3 主要功能

主要功能包括车载视频数据实时采集分析、智能识别违规行为实时报警、违规片段上传至云端服务器、实时将语音转成文本、装置与现有生产系统的接口打通、地面管理系统实现高效管理等功能。

3.4 识别项点设计

乘务员在线实时分析系统项点设计与上文所述地面视频智能分析系统项点相同。

4 主要技术

4.1 视频深度学习技术

本项目研究工作的核心是行为分析算法实现。

首先的技术核心是利用卷积神经网络，卷积神经网络通常由卷积层、池化层、全连接层堆叠而成。卷积层利用多个不同的卷积核，提取目标的特征，生成特征图；池化层用来进行下采样，将相邻特征图的特征进行合并，减小维度；全连接层起到将学到的分布式特征映射到样本标记空间的作用。然而深度神经网络在训练时，各层网络的输入分布会受到上一层的影响，随着网络的不断加深，网络层的微小变动产生的影响会被放大，从而导致梯度消失、梯度爆炸、网络收敛到一个局部最优值等问题。为此，系统将批量归一化思想从图像分类领域引入了行为识别领域，对网络输入的样本进行小批量归一化处理。

另一个核心技术是将传统的2D卷积扩展为包含时间的3D卷积，并对整体模型进行调优。在训练调优的过程中，探讨如优化数据的采集和标注流程，以及如何通过数据增强的方式增强模型的通用性^[4]。

一般来讲，任何算法都有各自的优缺点，评价一

个算法的性能指标有很多，只要算法能满足一定的评价指标，我们就认为算法是可靠的，比如在动作识别算法中，拒识率和误识率只要控制在5%~10%之间，算法性能就很优越，拒识率和误识率指标值越小，可靠性越高，两者为零的情况在现实环境中是不存在的。再者，训练样本大小，训练模型成熟度等对算法都有一定的影响。

4.2 车载视频分析装置

由车载视频分析主机和司机室前端、司机室右后、侧后方等位置的数字高清摄像头组成，其中前视视频装置采集司机面部表情、行为姿势，采集后的视频算法集中于值乘状态检测、行为动作分析，前视摄像头由于安装位置距司机较近，从侧后方摄像头采集的图像可弥补前视摄像头视场不足，能够采集整个司机室的图像，供视频分析主机分析。视频主机分析后，对违规行为、精神不振行为通过车载显示终端进行语音提醒。车载智能视频主机本身带4G无线传输功能，可将实时检测结果以及对应的音视频文件同步至地面管理系统。

4.3 方言识别

现实生活中，多数人所说的普通话因受其方言背景的影响而不十分标准，这大大影响了语音识别的性能。一种解决方案是，对每种方言都收集足够多的语音数据，然后构造相应的识别器，但由于汉语方言种类多且差异大，时间和成本都是很高的^[5]。

5 结语

该系统的研发使用不仅可降低大量的人工重复劳动，还可实现对机车视频管理的自动化，提高视频分析效率，同时可实现现场乘务员行为即时分析，发现违规行为并及时提醒，从而降低行车安全事故发生概率，提高数据检索、回放效率。

参考文献：

- [1] 张瑞芳,苗勇,杨红运,等.基于智能视频识别技术的机车司机行为辨识系统的设计与实现[J].铁道机车车辆,2019(06):13-15.
- [2] 熊伟国.铁路机车智能音视频系统的应用研究[J].专题技术,2019(10):58,102.
- [3] 田茂林,田欣.提高机务行车监测报警措施分析[J].能源科技,2020(08):85-88.
- [4] 邓柳,汪子杰.基于深度卷积神经网络的车型识别研究[J].计算机应用研究,2016,33(03):58-60.
- [5] 邹平.智能音视频监控系统在安防工程的应用[J].电子世界,2016(23):145.