

# 基于云边协同的轨道交通智能视频监控系统架构设计研究

刘博

(中铁华铁工程设计集团有限公司 北京 100071)

**[摘要]**随着新技术发展以及在城市轨道交通行业的应用,为地铁的网络化、数字化、信息化和智能化转型发展提供了有力支撑,也使得智慧地铁成为行业热点与发展趋势。在这一背景下,现有视频监控系统架构已不能满足未来智慧地铁发展需要,在分析现有的城市轨道交通视频监控系统存在问题的基础上,提出基于云边协同的视频监控系统架构,并阐述相关技术应用场景。

**[关键词]**轨道交通;视频监控系统;视频智能分析;云计算;边缘计算

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.1808

## 一、既有城市轨道交通视频监控系统现状分析及存在问题

城市轨道交通视频监控系统主要由控制中心监视系统和车站监视系统两大部分构成,采用中心远程监控和车站本地监控方式,车站工作人员根据授权调取实时图像和历史图像<sup>[1]</sup>。各车站视频信号,除本站监视外,可通过视频数字编码器编码后送至车站的以太网交换机及传输设备,控制中心接收并进行相应解码处理后,送入控制中心视频显示设备。

目前国内各地城市轨道交通视频监控系统普遍采用中心集中处理式架构,该架构系统主要存在以下几点问题:

(1)对于采用中心集中处理式架构的视频监控系统,海量的数据需要传输至计算中心进行数据的分析及处理,由于传输链路冗长,导致终端数据分析、响应时延较大,车站工作人员不能在第一时间对一些高风险级别的事件(如打架斗殴、拥挤踩踏等)及时采取措施。

(2)传统视频监控系统前端摄像头主要功能以采集和传输视频图像数据为主,智能分析能力较弱,一般不具备入侵检测、可疑物品检测、客流量统计等功能,车站工作人员难以实时、有效地监视和发现突发事件,导致安全运营管理效率低下。

(3)由于在日常使用中视频监控系统对车站公共区、设备区图像无差别地进行采集和存储,产生了海量的冗余及低价值的视频数据,当安全类事件发生后进行调查取证时,办案人员需要耗费大量的时间和精力地在海量存储视频中搜寻相关信息。

对于监控范围广且必须快速高效发现问题的轨道交通而言,这些问题都是急需解决的。因此,智能分析技术必然会成为轨道交通视频监控的重要方向之一,它能够通过对监控视频图像的实时分析对动态场景中的目标进行定位、识别和跟踪,并分析和判断目标的行为,从而能在异常情况发生时及时做出反应,做到早期侦测和主动防范,帮助车站工作人员有效避免或高效处理有威胁或突发性的事件。除了实时防范,智能分析对提升录像检索的效率同样可以起到重要作用。基于智能分析,视频监控的录像资料中可以自动添加各种分析数据,包括各类智能报警事件、人脸识别信息、人物形态信息等等,基于

这些数据,车站工作人员可以根据各种事件和信息高效便捷的检索所需视频及图像,从而从海量的存储数据中解脱出来,提升效率<sup>[2]</sup>。目前在部分城市轨道交通建设中,视频智能分析正在逐步推广,其主要应用如下表1所示:

## 二、边缘计算和云计算

边缘计算和云计算是近几年的新兴技术,两者之间的关系更像大脑与神经中枢、神经元的关系,大脑即云计算中心,神经中枢与神经元则代表下沉到不同程度的边缘计算。传感器从边缘设备对数据进行初始采集,到边缘层对一部分数据进行实时处理,再传输到核心层进行深度的计算和分析,最后将分析结果反馈到边缘,对边缘智能进行优化和完善。两者构成了一套完整的系统,云计算负责对全局性、非实时、长周期的数据进行处理和分析,而边缘计算根据特定的需求对局部性、实时、短周期的数据进行处理和分析,中心云与边缘云统一管控、智能调度,进而实现算力的优化分配<sup>[4]</sup>。

采用云边协同技术的视频监控系统利用边缘计算可以将视频监控数据分流到边缘计算节点,从而有效减少网络传输压力,降低业务端到端延时<sup>[5]</sup>。此外视频监控还可以与人工智能相结合,在边缘计算节点上搭载人工智能视频分析模块,面向轨道交通中人脸识别、行为分析、可疑物品检测等业务场景,以低时延、大宽带、快速响应等特性弥补当前基于人工智能的视频分析中产生的时延大、误报多、用户体验较差的问题,实现本地分析、快速处理、实时响应<sup>[6]</sup>。

## 三、基于边云协同的视频监控系统架构

为充分发挥边缘计算低时延、高带宽、支撑设备异构性、资源利用率高的优势,结合城市轨道交通视频监控系统业务需求及特点,提出以云计算中心层和边缘节点层为核心的智能视频监控系统云边协同应用架构。从逻辑架构上,基于云边协同的智能视频监控系统架构从上到下依次分为业务应用、云计算、边缘计算、前端感知四个层面。基于边云协同的智能视频监控系统架构如图1所示。

第一层,前端感知:前端感知层主要包括枪机、一体化摄像机、各类传感器、控制器等,是整个系统的神经末梢,负责车站内的数据采集。

表1 智能视频监控应用场景解析

序号	应用场景	场景解析
1	入侵检测	在监控范围内设置一个或多个区域,针对进入该区域的目标进行检测,并按照事先设置好的规则触发报警 <sup>[3]</sup> 。
2	逗留(滞留)检测	探测在禁停区域逗留的目标是否超过用户设定的时间并触发报警。
3	可疑物品检测	当物体在警戒区内滞留超过用户自定义的时间产生报警。
4	逆行检测	当人员、车辆在禁行方向运动触发报警。
5	乘客追逐及剧烈运动	当乘客在站台上追逐以及在通道剧烈活动进行报警。
6	客流量突变	可识别所监测视频信息中单位面积区域内乘客分布的密集程度,该密集度在单位时间内突然增加超过设定值时产生报警
7	人流统计	在检测区域中统计单位时间内按指定方向进入或离开该区域的目标数量
8	人脸检测	利用模式识别技术对画面中所需物体进行针对性建模,从而达到对视频中特定物体进行检测及相关应用

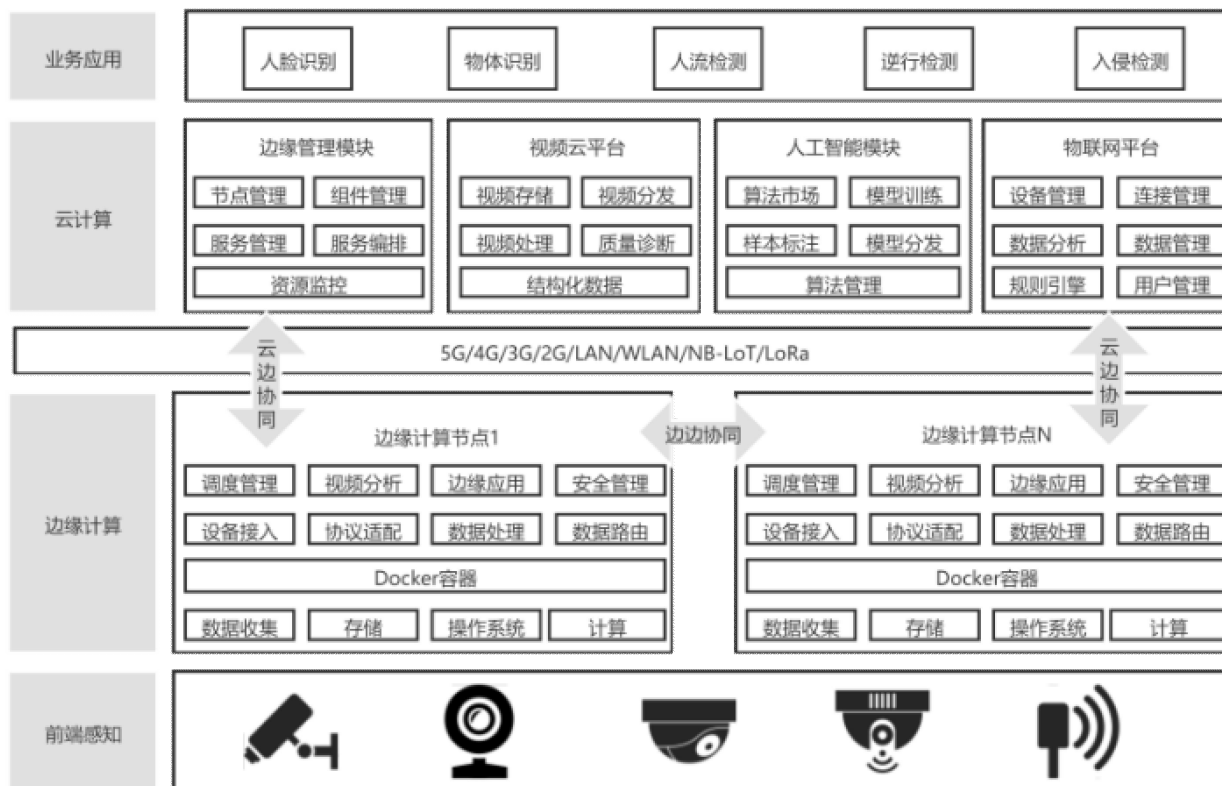


图1 基于边云协同的智能视频监控系统架构

第二层，边缘计算：汇总各个现场终端传输的非结构化视频数据和物联网数据并进行预处理，按既定规则触发动作响应，同时将处理结果及相关数据上传给云端。根据需要，边缘计算节点可实现一个或多个边缘应用的部署。

第三层，云计算：主要由边缘管理模块、视频云平台、人工智能模块和物联网平台组成，负责全局信息的处理和存储，承担边缘计算无法执行的计算任务并向边缘计算下发业务规则和算法模型，以及为各类应用的开放对接提供标准的应用程序接口（API）<sup>[7]</sup>。

第四层，业务应用：利用分析处理结构化或半结构化数据，结合特定的业务需求和应用模型为用户提供具体的垂直应用服务，如人脸识别、物体识别、行为识别、人流检测、入侵检测等。

边缘计算节点、云平台和智能算法模型组成了该架构的核心。以视频监控业务中人脸识别为例，进一步说明基于云边协同和边缘智能架构的业务流程。

首先，云计算中的人工智能模块在云端的人工智能训练环境中进行人脸模型训练和交付，边缘管理模块对云端、边缘端应用进行统一管理、监控、运维，确保云端、边缘端应用的一致性及高可用性。

其次，部署并下发相关人脸识别应用至边缘计算节点。

然后，前端感知摄像头将实时视频流或抓拍的图片回传至边缘计算节点。

最后边缘计算节点对前端数据进行收集、存储和预处理；人脸识别应用将处理后的数据与边缘端本地人脸数据库进行对比，并将计算结果返回到前端；同时将预处理后的特征数据等重要数据信息上传至云端中心数据库进行存储并实现多地信息同步<sup>[8]</sup>。

在以上处理过程中，由于人脸识别应用在边缘侧发起，在近端进行处理，减少了在云端来回传输数据的需要，可对识别

结果进行高效处理，解放中心云端的计算资源，极大地提高了硬件资源利用效率。

#### 四、结束语

随着未来智慧城市轨道交通将会大规模进行云计算基础设施的建设，边缘计算技术作为云计算的重要补充及扩展，云边协同技术的研究和应用势必成为未来发展趋势，具有较为迫切的应用需求和良好的市场前景。通过研究云边协同技术在智慧地铁的应用，对提升城市轨道交通的安全保障能力、降低系统建设及维护成本具有重要现实意义。

#### 参考文献

[1]刘镇涛. 地铁视频图像系统的建设[J]. 中国安防. 2009 (4): 70-73

[2]刘志强. 浅析轨道交通视频监控市场规模与发展趋势[J]. 中国安防. 2009 (10): 69-72

[3]赵云. 智能视频监控系统在城市轨道交通的应用与发展趋势[J]. 科技创新与应用2016 (34): 250

[4]林文韬, 许恒昌, 王小月. 边缘计算发展前景及电信运营商机遇分析[J]. 信息通信技术与政策. 2019 (9): 11-16

[5]吕华章, 张忠皓, 李福昌. 5G MEC边缘云组网方案与业务案例分析[J]. 移动通信. 2019 (9): 28-33

[6]吕华章, 张忠皓, 李福昌, 冯毅. 5G MEC边缘云组网研究与业务使能[J]. 邮电设计技术. 2019 (8): 20-25

[7]潘三明, 袁明强. 基于边缘计算的视频监控系统及应用[J]. 电信科学. 2020 (6): 64-69

[8]王旭亮, 武宇亭, 任宏丹. 基于5G+MEC的数字化PaaS赋能平台在智慧安防的应用研究[J]. 电子技术应用. 2020 (6): 11-15

作者简介:

刘博(1988~), 男, 黑龙江省望奎县, 工程师, 从事通信信号方向研究。