

DOI:10.20035/j.issn.1671-2668.2023.06.007

公安交管信号控制场景边缘计算融合应用研究

张志云¹, 徐新东^{1,2}, 朱远建^{1,2}

(1.公安部交通管理科学研究所, 江苏 无锡 214151; 2.无锡华通智能交通技术开发有限公司, 江苏 无锡 214151)

摘要: 边缘计算作为当前火热的一种新型计算模式, 尤为适用于集多种路侧管控终端、多元交通数据于一体的公安交管信号控制场景。文中设计基于边缘计算的公安交管路侧终端融合应用架构, 开发基于边缘分析的视频流处理功能和基于信号灯及视频数据的融合分析功能模块, 并在国家智能交通综合测试基地的实地路口进行应用。结果表明, 边缘计算融合分析能在边缘侧融合公安交管多元终端数据, 实时分析、提取路口精准交通事件信息, 提升公安交管信号控制场景的边缘侧智能化水平。

关键词: 交通管理; 边缘计算; 信号控制; 交通数据; 交通事件; 融合分析

中图分类号: U491.8

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2023)06-0038-03

随着物联网、大数据和边缘计算等新技术的快速发展, 创新智能交通管控关键技术、提升智能化高效管控能力成为城市交通治理的发展动力^[1]。随着公安交管路侧设备物联建设的发展, 大部分地区实现了设备互联。但数据的互通、边缘处理深度应用存在数据交互规范不统一、数据过于云化处理、横向共享交互程度低等现象, 主要表现在: 基于路侧边缘实时处理需求的感知设备横向互联互通缺少规范强支撑; 围绕边缘多源数据融合处理分析技术的人工智能程度较低^[2]; 数据融合对信号控制、交通组织等交通管理场景应用及车联网支撑较弱或专业性不强。如路口的信号机灯色信息、视频检测器、电子警察正/反装视频等数据未在路口层级进行数据对接和融合, 无法形成对信号控制、交通状态评估和组织等的多领域应用支撑。本文立足公安交管业务需求, 针对当前智能网联环境下公安交管信号控制场景的路侧多元终端相互割裂、边缘处理能力弱、交通状态精准判断难等问题, 探索基于边缘计算的路侧多元终端数据交互、数据融合技术, 打造智慧交管和车路协同的路侧智慧节点, 促进公安智慧交管的发展。

1 边缘计算应用现状

近年来, 物联网、大数据、边缘计算等技术为公安交通管控技术创新提供了新的手段和支撑。目前, 世界各国正在积极开展基于边缘计算的交通优化研究试验, 并将其作为改善道路交通安全和效率

的重要手段, 其中美国、中国处于较领先的地位^[3]。

美国交通部与 Alphabet 的子公司 Sidewalk Labs 共同宣布了一项名为 Flow 的交通信息平台开发计划。该平台通过部署于街道上的传感器收集交通信息, 并配合 Wi-Fi 电话亭和谷歌旗下地图服务公司 Waze 的数据, 实现对未来“智能城市”的交通实时控制^[4]。

深圳市公安局交通警察支队借助华为 Fusion Server 高性能边缘计算服务器收集实时交通数据, 将交通信息存储、过滤、处理后, 传回华为开发的交通大数据平台, 准确提供“移动对象时空引擎”和“实时交通出行量计算”信息, 通过拥堵区域、道路和位置点等多维度数据实时分析, 将智能分析结果传到边缘侧, 实现信号优化从被动采集到主动感知、从局部优化到宏观规划, 从而有效制定信号配时策略、交通诱导设置和对流量来源地的疏导指挥等策略, 提升交通管控整体效率。

2 融合应用架构设计

基于边缘计算的公安交管路侧终端融合应用分为中心和终端两层。中心层主要为交通违法监控系统、中心信号控制系统、智能网联交通动态管控与路况开放服务系统等公安交管部门的应用管理系统, 终端层主要为交通信号机、视频检测器、电子警察、卡口、监控等公安交管路侧设备(见图 1)。边缘计算设备打破公安交管路侧设备之间的壁垒, 在路侧直接连接公安交管多元管控设备, 运用强大的视频

处理、数据分析能力,在路口层级进行不同交通管控终端的数据汇聚、融合、分析,为交通信号控制、道路运行状态分析等提供精准的数据支撑。

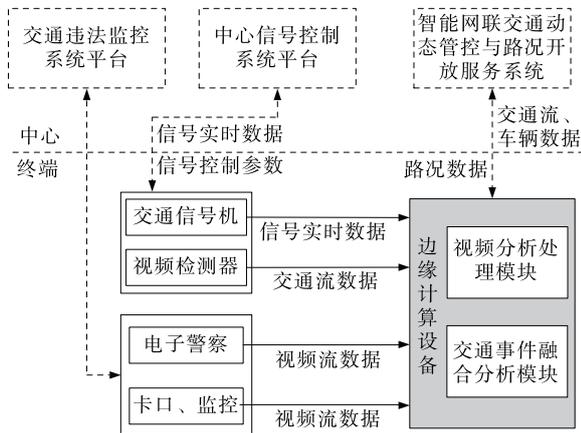


图1 基于边缘计算的公安交管路侧终端融合应用架构

公安交管路侧边缘计算包含两个功能模块:

- 1) 视频分析处理模块。接入路口的视频检测器、电子警察、卡口、监控等感知视频,采用视频处理、识别、分析技术提取视频流中面向交通事件的基础数据。
- 2) 交通事件融合分析模块。依据结构化的视频检测器数据、视频处理后基础数据、信号灯灯色状态信息判断行车道是否有异常交通事件,为信号控制优化、交管服务平台和车联网平台提供精准的交通状态数据。

3 基于边缘计算的融合分析功能开发

3.1 基于边缘分析的视频流处理功能

基于边缘分析的视频流处理模块的工作流程为接收路口的视频检测器、电子警察、卡口、监控等感知视频流数据→提取视频流中的基础交通流数据(包括交通流量、平均速度、车辆占有率、尾部车辆位置和车头时距等)→从阈值判断、AVEL(平均有效车辆长度)和一致性3个维度对交通流数据进行清洗,丢弃异常数据、补齐缺失数据^[5-6]→将清洗后的视频交通流数据存储到共享内存通道,等待后续功能模块调用。

3.2 基于信号灯和视频数据的融合分析功能

基于信号灯和视频数据的融合分析模块用于对异常交通事件的检测与分析,主要由时间更新单元和专家系统单元组成。时间更新单元主要负责异常目标车辆的识别、时间累加、时间存储、时间更新等;专家系统单元主要负责接收时间更新单元的异常占道状态并结合视频流的基础交通数据、信号灯灯色

数据进行推理验算,确定异常交通事件。

时间更新单元的工作流程为目标区域车辆停车状态获取→目标区域车辆时间统计→时间更新处理→时间匹配处理→异常占道状态转移。目标区域车辆停车状态获取是对划定的区域内的车辆状态进行判别,采用车速和占有状态的数据判断方法,若车速小于5 km/h且目标区域被占有,则认为目标车辆已经在目标区域停车,否则认为车辆正常行驶。目标区域车辆时间统计是对车辆停车状态确认后停车时间的累加计时,采用系统时间戳差值进行统计。时间更新处理是当车辆停车状态发生改变或信号灯灯色数据发生改变时对时间累加值进行更新,一般是清零、累加和时间反向存储。时间匹配处理是判断存储的异常停车时间是否大于配置的异常交通事件推送阈值。异常占道状态转移是把时间匹配输出的异常占道状态转移到下级的专家系统单元。

专家系统单元主要是结合视频流的基础交通数据、车辆异常占道状态和信号灯灯色数据进行数据融合分析、推理运算,确认异常交通事件,主要工作流程为车辆异常占道状态获取→导入异常状态和信号等灯色数据至推理状态机→条件匹配处理→数据融合分析→确认异常交通事件。

4 应用实例

设计面向公安交管信号控制场景的边缘计算融合分析功能模块,并应用于国家智能交通综合测试基地的路口。该路口安装了信号控制机、视频检测器、监控及配置交通事件融合分析模块的边缘计算设备等(见图2)。

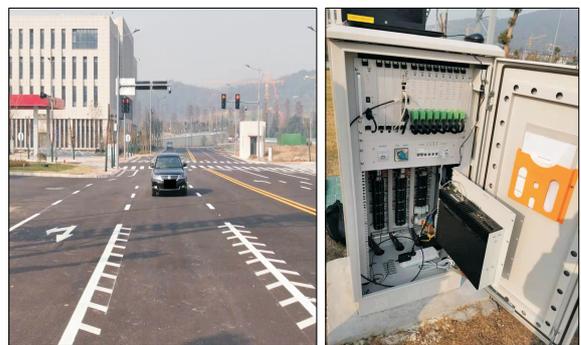


图2 国家智能交通综合测试基地路口环境

将试验车辆停在摄像机检测区域的车道内,停车超过阈值规定的时间。在停车时间内,若当前车道放行方向开放通行绿灯信号,则识别为异常交通事件;若当前车道放行方向未开放通行绿灯信号,则

不识别为异常交通事件。用调试监测软件查看异常交通事件的生成时间与报送时间,比较两者之间的时间差,测试结果为 23 ms(见图 3)。

5 结语

本文设计一种公安交管信号控制场景下边缘计

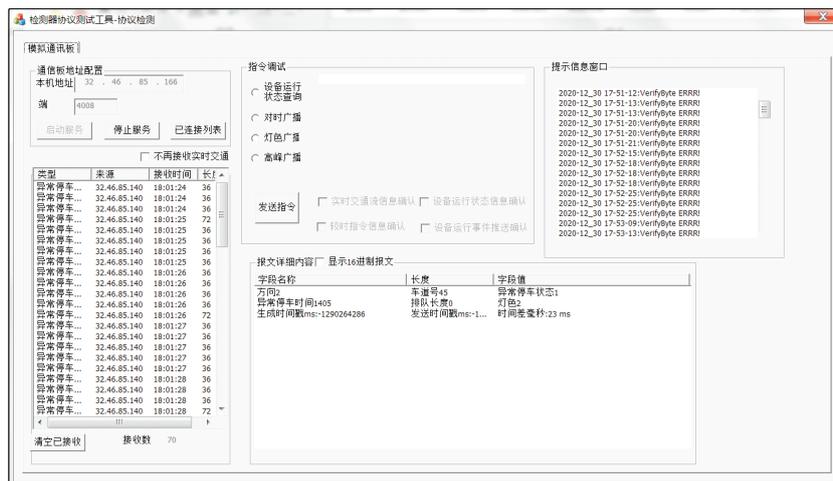


图 3 路口测试结果

算融合分析功能模块,以边缘计算技术为基础,实时对公安交管路侧多元管控终端的视频流数据、检测器数据及信号灯灯色数据进行融合分析处理。在国家智能交通综合测试基地路口的应用结果表明,该模块能够有效解决公安交管路侧多元终端相互割裂、边缘处理能力弱、交通状态精准判断难的问题,实现公安交管路侧多元交通数据的融合分析处理,实时输出不同信号通行状态下交通事件信息,提升路口交通状态精准感知能力,推动公安交管智能化的深化应用。

参考文献:

[1] 张骏.边缘计算方法与工程实践[M].北京:电子工业出

版社,2019.

[2] 施巍松,刘芳,孙辉,等.边缘计算[M].北京:科学出版社,2018.

[3] 陈新海,祖晖,王博思.面向车路协同的智慧路侧系统设计[J].交通与运输,2019,35(6):62-65.

[4] 张杰.C-V2X 与智能车路协同技术的深度融合[J].中兴通讯技术,2020,26(1):19-24.

[5] 托马斯·科尔曼,查尔斯·雷瑟尔森,罗纳德·李维斯特,等.算法导论[M].殷建平,徐云,王刚,等译.北京:机械工业出版社,2013.

[6] 屈万荣.城市道路交通流数据清洗技术与系统实现[D].杭州:浙江工业大学,2017.

收稿日期:2022-10-11

关于假冒杂志网站和邮箱的声明

目前互联网上出现以《公路与汽运》杂志名义建立的官方网站和投稿邮箱,它们盗用“公路与汽运”的名称,非法向外征稿并收取审稿费、版面费,严重损害了本刊的权益和声誉。为避免广大作者和读者上当受骗,本刊郑重声明:

1 本刊的网址为 <http://glyqy.csust.edu.cn>。互联网上以“公路与汽运”名义建立的其他网站都是假冒的,此类网站上发布的信息及由此造成的一切后果均与本刊无关。

2 本刊唯一的投稿邮箱是 gongluyuqiyun@163.com,除此之外的任何以本刊名义设立的邮箱都是假冒的。本刊目前没有收取审稿费。

3 本刊强烈谴责这种假冒《公路与汽运》杂志名义、损害本刊和作者、读者权益的违法行为,并保留依法追究其法律责任的权利。

特此声明。

《公路与汽运》编辑部