

通用开源大模型对高速公路突发事件分析探索

袁晨善 朱家亮 李姝颖

云南省交通科学研究院有限公司 云南 昆明 650041

摘要:为解决传统高速公路突发事件分析效率低、主观性强、多源数据割裂等痛点,本文探索通用开源大模型在该领域的应用。梳理高速公路突发事件相关理论与通用开源大模型核心技术,分析两者适配性,构建全流程智能化分析框架,通过实证测试验证框架性能。结果表明,该框架识别准确率达91.8%,分析耗时短、误报率低,可有效提升应急处置效率与科学性,为高速公路应急指挥决策提供可靠智能化支撑,同时指出现存问题并给出优化方向。

关键词:通用开源大模型;高速公路;突发事件

引言:高速公路作为交通运输体系核心,突发事件易造成交通拥堵、人员伤亡及财产损失,其突发性、影响广等特征对分析处置提出高要求。传统分析方法依赖人工与简单算法,难以适配多源数据处理与快速响应需求。通用开源大模型具备低成本、可微调、多模态处理等优势,为解决上述难题提供新路径。基于此,本文开展通用开源大模型对高速公路突发事件的分析探索,助力智慧交通应急管理转型升级。

1 相关理论与技术基础

1.1 高速公路突发事件相关理论

(1) 高速公路突发事件的分类:主要分为三类,交通事故类最为常见,包括单车故障或碰撞事故、多车连环追尾事故,以及风险极高的危化品运输泄漏、爆炸等事故;自然灾害类多由极端天气引发,如暴雨、冰雪、大雾导致路面湿滑、能见度降低,进而诱发的各类事故;设施故障类涵盖桥梁垮塌、隧道火灾、收费站系统瘫痪等,直接影响高速公路正常通行。(2) 高速公路突发事件的核心特征:突发性强,无明显预判征兆,发生时间不确定;影响范围广,易造成交通拥堵甚至路网中断;处置难度大,需专业设备与人员,且易引发次生灾害;多部门协同需求高,需交警、消防、医疗等多方联动;信息敏感度高、社会影响显著,易引发公众关注。(3) 高速公路突发事件分析的核心需求:快速识别事件类型与严重程度,精准研判发展趋势,实现实时响应与处置,确保决策过程可追溯,同时需融合图像、文字、路况等多源数据,提升分析准确性。

1.2 通用开源大模型相关技术

(1) 通用开源大模型的核心定义与分类:定义为开源可访问、支持用户微调、可适配多类任务的大语言模型或多模态模型;分类主要包括LLaMA系列、DeepSeek、TransGPT等主流模型,覆盖不同参数规模与应用场景。

(2) 通用开源大模型的核心技术:以Transformer架构为基础,支撑模型高效处理序列数据;结合多模态融合技术,实现图像、文字等多类型数据的协同分析;通过指令微调方法优化模型任务适配能力,搭配检索增强生成(RAG)技术与知识图谱融合技术,提升输出准确性^[1]。(3) 通用开源大模型的优势与局限:优势在于成本较低、可根据场景定制微调、能保护数据隐私、部署方式灵活;局限表现为存在AI幻觉、知识更新滞后、实时响应能力不足,且对高速公路特定场景的适配性较差。

1.3 两者适配性分析

(1) 技术适配性:开源大模型具备的多模态处理、自然语言理解与推理能力,能够精准契合高速公路突发事件多源数据(图像、视频、文字)的分析需求,可高效处理应急场景中的各类信息。(2) 场景适配性:针对开源大模型场景适配性不足的问题,通过针对性微调与技术优化,可使其贴合高速公路各类突发事件的分析需求,适配不同场景的处置特点。(3) 应用可行性:现有开源模型经微调后,性能可逼近闭源模型,且轻量化部署方案能够适配高速公路应急场景的资源约束,满足现场快速分析与处置的实际需求。

2 基于通用开源大模型的高速公路突发事件分析框架构建

2.1 框架构建原则与目标

(1) 构建原则:以实用性为核心,贴合高速公路应急处置实际场景,确保框架可落地、易操作,避免冗余设计;突出实时性,满足突发事件“早发现、快处置”的核心需求,提升响应效率;坚持可扩展性,预留接口便于后续融入新的数据类型、模型算法与处置流程;注重可解释性,确保模型分析结果清晰可追溯,支撑应急决策的科学性;坚守低成本原则,依托开源大模型的优势,控制部署与运维成本,同时兼顾技术可行性与应急处置

的实际需求,实现技术与场景的深度适配。(2)构建目标:依托通用开源大模型的技术优势,构建一套全流程、智能化的高速公路突发事件分析框架,实现突发事件的快速识别、精准分类、原因研判、影响评估与处置建议生成,打破传统应急分析中效率低、主观性强、多源数据割裂的痛点,提升应急处置的效率与科学性,为应急指挥决策提供可靠的智能化支撑,降低突发事件造成的交通拥堵、人员伤亡与财产损失^[2]。

2.2 框架整体结构设计

(1)数据输入层:作为框架的基础,整合高速公路全场景多源数据,包括道路监控视频、实时路况数据、气象预警数据、历史事故报告、应急资源分布数据等,通过数据清洗、去重、补全与标准化处理,解决多源数据碎片化、格式不统一、质量参差不齐的问题,形成标准化数据集市,为后续模型处理提供高质量的数据支撑。(2)模型处理层:作为框架的核心,以通用开源大模型为基础,集成检索增强生成(RAG)模块与高速公路应急领域知识图谱,借助模型的多模态处理能力,实现监控视频、文字报告等多类型数据的同步解析,完成突发事件的精准识别、分类与深度推理,弥补通用模型在特定场景下的适配不足问题。(3)分析输出层:承接模型处理结果,输出结构化的分析内容,包括突发事件分类结果、事故原因深度分析报告、影响范围与严重程度评估、针对性应急处置建议,同时支持分析结果的可视化展示,实现应急指挥人员直观掌握事件详情,并搭建多部门数据共享接口,支撑交警、消防、医疗等多方协同处置^[3]。(4)优化反馈层:构建闭环优化机制,收集应急处置过程中的实际反馈数据,包括分析结果的准确性、处置建议的实用性等,基于反馈数据对模型参数进行迭代微调,同时优化框架各模块的流程,持续提升框架的分析准确性与场景适配性,确保框架能够适应复杂多变的高速公路应急场景。

2.3 核心模块设计与实现

(1)数据预处理模块:针对多源数据特点,设计统一的数据格式标准与清洗规则,采用数据脱敏技术,解决数据碎片化、标准不统一、隐私泄露等问题,实现多源数据的高效整合与“可用不可见”的安全共享,为模型输入提供高质量、高安全性的数据支撑,保障后续分析结果的准确性。(2)模型微调模块:基于高速公路突发事件专属数据集,采用完整微调与PEFT量化微调相结合的方式,兼顾模型性能与部署成本,针对高速公路常见突发事件类型、处置流程等场景特点优化模型参数,提升模型对高速公路应急场景的适配性,避免通用模型的“泛

化性”不足问题。(3)事件分析模块:包含四个核心子模块,事件识别子模块实现突发事件的快速检测,分类子模块精准划分事件类型,原因研判子模块结合知识图谱追溯事件根源,影响评估子模块分析事件对交通路网、周边区域的影响范围与程度,整体引入知识图谱提升推理的逻辑性与可解释性,让分析结果更具说服力。(4)结果输出与可视化模块:生成标准化、结构化的分析报告,清晰呈现事件详情、原因分析、影响评估与处置建议,设计简洁直观的可视化界面,支持事件位置、影响范围、处置流程的可视化展示,适配应急指挥场景的快速决策需求,便于指挥人员快速掌握核心信息^[4]。

2.4 框架运行流程

(1)数据采集与预处理:通过高速公路监控系统、气象监测设备、应急终端等多渠道,实时采集多源数据,按照数据预处理模块的规则,完成数据清洗、标准化与格式转换,剔除无效数据、补全缺失数据,形成标准化数据,为模型推理与分析提供可靠支撑。(2)模型推理与分析:系统自动调用微调后的通用开源大模型,结合RAG模块检索高速公路应急领域权威知识库,对预处理后的多源数据进行同步解析,完成突发事件的识别、分类、原因研判与影响评估,生成初步的处置建议^[5]。(3)结果输出与应用:将结构化分析结果与可视化展示内容,推送至高速公路应急指挥平台,为应急指挥人员提供决策依据,同时通过多部门数据共享接口,同步相关信息至各协同部门,支撑多方高效联动处置。(4)反馈优化:应急处置完成后,收集处置实际效果、分析结果准确性等反馈数据,将反馈数据输入优化反馈层,对模型参数与框架流程进行迭代优化,形成“采集-分析-处置-反馈-优化”的闭环运行机制,持续提升框架性能。

3 实证测试与结果分析

3.1 实证测试方案设计

(1)测试数据准备:选取三条典型高速公路路段的突发事件数据集,涵盖交通事故、自然灾害、设施故障三大类,包含视频、文字、气象等多源数据,筛选有效样本700组,兼顾常规与极端场景,确保样本代表性,全面覆盖不同类型、不同严重程度的突发事件。(2)测试环境搭建:硬件采用Intel Xeon E5-2690 CPU、NVIDIA RTX 3090 GPU及64GB内存服务器;软件基于Ubuntu 20.04系统,配置Python 3.9与PyTorch框架,部署微调后的LLaMA-8B模型及本文构建的分析框架。设置两组对比组,分别为传统人工研判+简单算法分析方法、GPT-4闭源模型,保障测试客观性。(3)测试指标确定:选取识别准确率、分析耗时、误报率、可解释性评分(1-10分)四项核心指

标,全面衡量框架的识别精准度、实时性、可靠性及结果可追溯性,确保测试全面反映框架综合性能。

3.2 实证测试过程

(1)数据预处理:按照框架数据预处理标准,对测试数据集进行清洗、去重、标准化处理,剔除无效数据并统一格式;按7:2:1比例划分为训练集、测试集与验证集,分别用于模型微调、性能测试与参数调试。(2)模型微调与调试:基于训练集完成LLaMA-8B模型微调,结合高速公路应急知识图谱,调试RAG模块检索阈值与知识融合参数,通过验证集反复优化,确保模型达到最佳性能,降低误报率、提升识别准确率。(3)对比测试:在相同测试环境下,分别采用本文框架、传统分析方法、闭源模型对测试集进行测试,每组测试重复3次,记录各项指标平均值,规避偶然因素影响,保证测试数据真实可靠。

3.3 测试结果分析

(1)核心指标分析:对比三组测试结果,本文框架识别准确率达91.8%,高于传统方法的74.9%和闭源模型的90.2%;分析耗时平均1.3秒,优于传统方法的8.2秒,略逊于闭源模型的0.8秒;误报率3.3%,远低于传统方法的18.2%和闭源模型的4.7%;可解释性评分为8.4分,高于两类对比方法,充分验证了本文框架的优越性。(2)适配性分析:框架在常规交通事故、普通气象引发事故中的识别准确率达94%以上,在危化品事故、桥梁垮塌等复杂场景中达87%以上,在不同时段、路况下均能稳定运行,场景适配性良好,满足应急分析需求。(3)问题分析:测试中发现核心问题,一是极端恶劣天气场景下,受视频模糊、数据干扰影响,识别准确率降至81%;二是多源数据并发处理时,分析耗时略有增加,实时性有待提升;三是小样本突发事件识别精度偏低。

3.4 框架优化建议

(1)模型优化:采用模型蒸馏技术实现LLaMA-8B模型轻量化部署,提升数据处理速度;优化微调方案,增加极端场景样本训练权重,引入注意力机制,提升极端场景识别准确率。(2)数据优化:扩大数据集覆盖范围,重点补充极端天气、小样本突发事件样本;建立数据动态更新机制,实时收集新增事故数据,定期更新训练集,提升模型场景适应性。(3)功能优化:完善多部门协同数据接口,实现与交警、消防等部门系统无缝对接;预留功能扩展接口,便于后续融入新算法与数据类型,增强框架扩展性与实用性。

结束语

本文完成通用开源大模型与高速公路突发事件分析的适配性研究,构建并验证了全流程分析框架,证实其相较于传统方法与闭源模型的显著优势,有效打破传统应急分析痛点。尽管测试中发现极端场景识别精度等问题,但通过模型、数据与功能优化可逐步完善。本次探索为开源大模型在高速公路应急领域的应用提供理论与实践参考,助力推动智慧高速公路应急管理体系高质量发展。

参考文献

- [1]谢清民.高速公路突发事件应急管理优化研究[J].建筑理论,2022,(12):96-98.
- [2]王斐.高速公路突发事件应急管理优化研究[J].建筑技术科学,2024,(10):103-106.
- [3]黄铭斌.高速公路隧道突发事件应急管理与应急预案分析[J].建筑理论,2023,(08):64-67.
- [4]王丕忠.高速公路交通安全突发事件应急管理分析[J].市政工程,2020,(04):70-73.
- [5]曾小静.高速公路突发事件应急管理体系的探究[J].工程地质学,2021,(08):35-37.