

大模型驱动的智能交通图像识别与天气预测应用

谭莉强 罗广军 詹佳佳

长沙师范学院, 中国·湖南 长沙 410100

摘要: 随着智慧城市建设工作的逐步推进, 交通运行以及气象预测的智能化需求呈现出持续上升的态势。在本文当中, 构建起了由大模型驱动的智能交通与天气预测框架, 该框架融合了视觉 Transformer 以及时序 Transformer, 以此达成交通图像识别以及气象数据预测的协同建模。依据多源数据所开展的实验结果显示, 大模型在识别精度、预测准确率以及复杂场景适应性这些方面均要比传统方法更为出色, 可提升交通调度以及天气预警的科学性。研究指出, 算力消耗、数据安全以及可解释性是推广过程中的关键挑战, 未来需要在轻量化以及跨模态优化方向上展开探索。

关键词: 大模型; 智能交通; 图像识别; 天气预测

Large model driven intelligent traffic image recognition and weather prediction applications

Tan Liqiang, Luo Guangjun, Zhan Jiajia

Changsha Normal University, China Hunan Changsha 410100

Abstract: With the ongoing advancement of smart city development, there has been a growing demand for intelligent transportation systems and meteorological forecasting. This study establishes an intelligent transportation and weather prediction framework powered by large models, which integrates visual Transformers and temporal Transformers to achieve collaborative modeling for traffic image recognition and weather data prediction. Experimental results based on multi-source data demonstrate that large models outperform traditional methods in recognition accuracy, prediction precision, and adaptability to complex scenarios, thereby enhancing the scientific rigor of traffic scheduling and weather warnings. The research highlights that computational power consumption, data security, and interpretability remain key challenges in practical implementation, requiring future exploration in lightweight optimization and cross-modal integration.

Keywords: Large model; Intelligent transportation; Image recognition; Weather prediction

0 引言

智能交通技术是指将先进的信息技术、数据通讯传输技术、电子控制技术、计算机处理技术等应用于交通运输行业从而形成的一种信息化、智能化、社会化的新型运输系统。通过对交通信息的实时采集、传输和处理, 借助各种科技手段和设备, 对各种交通情况进行协调和处理, 建立起一种实时、准确、高效的综合运输管理体系。从而使交通设施得以充分利用, 提高交通效率和安全, 最终使交通运输服务和管理智能化, 实现交通运输的集约式发展。

近些年来, 智能交通系统身为城市治理的关键构成部分, 正逐渐朝着大数据驱动以及智能化的方向发展。其中交通图像识别是达成车流量监测、交通事件检测以及道路安全管理的关键要点, 而天气预测会直接对道路通行条件以及交通调度产生影响。不过传统依靠规则或者小规模深度学习模型的方式在面对复杂环境的时候大多时候存在识别精度不够、实时性不好以及跨模态数据处理能力欠缺的

问题。大模型可借助海量数据学习获得更强的特征表达能力, 还可支持跨模态信息的协同建模, 达成对动态交通与复杂天气更精确的预测。本文主要探讨大模型驱动的智能交通图像识别与天气预测应用, 剖析其技术路径以及实验效果, 并且对未来发展前景与挑战给予展望。

1 理论基础与研究现状

1.1 大模型技术基础

深度学习不断发展, 为人工智能在图像识别以及时序预测方面的应用打造了基础。从卷积神经网络 (CNN)、循环神经网络 (RNN) 开始, 一直到以 Transformer 为核心的大模型逐渐兴起, 模型规模以及算力都在持续上升, 大模型在自然语言处理领域取得了突破, 并且还扩展到了计算机视觉以及跨模态任务方面^[1]。视觉 Transformer (ViT) 借助全局注意力弥补了卷积的局限, 在复杂交通场景里表现出色。时序 Transformer 可捕捉气象数据的长时依赖, 跨模态融合支持视频、传感器以及气象数据的联合建

模, 这些技术让大模型在多源异构数据处理以及识别预测精度提升方面呈现出了优势。

1.2 智能交通图像识别研究现状

在智能交通领域中, 图像识别已经涉及到车流检测、道路异常识别以及交通事件检测等方面。传统的算法像是 YOLO、Faster R-CNN 等, 在车辆计数与拥堵检测方面有着不错的表现, 不过在光照出现变化、遇到恶劣天气以及目标出现重叠的情况下, 精度就会下降^[1]。大模型的引入使得监控视频特征提取得到了改进, 提升了检测的鲁棒性, 并且在事故、违章行为等异常事件识别中呈现出较强的泛化能力。但是大多数的研究依旧把重点放在单一任务上, 缺少对多任务协同以及跨模态融合的深入剖析, 这就限制了其在复杂交通环境中的广泛应用。

1.3 天气预测研究现状

天气预测长期以来一直依赖数值模式, 然而其计算量非常大且实时性不够强。在近些年, 机器学习渐渐被应用到气象预测当中, 借助历史数据构建非线性模型, 以此来提高短期预报的精度, 不过其样本规模以及模型能力存在一定的局限性。随着大模型的兴起, 研究者开始运用 Transformer 类模型, 像是把遥感数据、卫星图像以及地面观测结合起来, 达成降水、温度等要素的预测。一些国际研究已经证实了其在捕捉复杂气候模式方面的潜力, 不过在区域性数据匮乏、实时推理成本较高等方面依旧存在着挑战^[2]。

1.4 现有研究的不足与空白

虽然大模型在交通识别以及气象预测方面呈现出一定前景, 然而当前的研究依旧存在一些欠缺之处。一方面, 大多研究被限制在单一领域内, 缺少跨领域的融合, 很难达成交通与气象之间的动态联动。另一方面, 在应对海量视频流以及高维气象数据时, 大模型的实时性以及部署受到限制, 算力方面的瓶颈较为突出。以及模型的可解释性不够, 在交通和气象这类安全敏感领域容易引发信任危机。

2 研究方法与技术路线

2.1 总体框架设计

本研究围绕大模型展开, 搭建了一种综合架构, 涉及交通图像识别、气象预测以及跨模态融合几个方面, 整个流程包含数据采集、预处理、模型构建与融合、结果输出四个环节。在数据方面, 交通监控视频、卫星遥感数据以及气象传感器数据一同组成多源输入。在模型方面, 视觉大模型承担空间特征提取工作, 时序大模型处理气象动态信息, 最后经由跨模态融合模块达成多维信息的深度交互。

在输出方面, 系统可给出车流监测结果、异常识别预警以及短期天气预测信息, 并且将这些信息应用于交通调度与应急决策^[4]。此框架彰显了大模型在复杂场景里对时空信息的整合能力, 为智能交通与气象预测的深度融合给予技术支持。

2.2 交通图像识别方法

在交通图像识别领域, 本研究选取预训练视觉 Transformer 模型作为基础。借助迁移学习以及微调来适配道路场景, 运用大规模交通视频数据集开展预训练权重迁移工作, 以此保证模型拥有丰富的通用视觉特征。针对特定路段以及气象条件下的数据实施微调, 强化模型对于光照变化、雨雾天气以及多目标遮挡的鲁棒性。在任务设置方面, 模型要同时达成车流检测、车速估算以及交通事件识别, 实现多任务学习的成效。为提高实时性, 研究还运用模型蒸馏与剪枝技术, 降低参数冗余, 提升模型在边缘设备上的部署效率, 交通图像识别模块可给出高精度的目标检测结果, 还可为后续的气象—交通联动分析提供结构化输入数据^[5]。

2.3 天气预测方法

在天气预测板块, 本研究着重突出对气象数据的时空建模本领, 借助构建基于时序 Transformer 的大型模型, 全面充分地运用历史气象数据、卫星云图以及地面观测数据。模型于输入端采用多模态嵌入机制, 把数值气象参数与遥感图像进行统一编码, 并且凭借自注意力机制捕获不同时间尺度下的变化规律。在训练进程中, 引入迁移学习策略, 把全球气象大数据当作预训练的根基, 之后在区域性数据上进行微调, 以此提升预测的区域适配性。在输出层面, 模型可达成短时降水、气温以及能见度等关键要素的预测, 并且以概率分布的形式呈现结果, 强化预测的不确定性表达。此方法提高了天气预报的准确性, 还为交通管理部门在极端天气状况下的决策给予科学依据。

2.4 跨模态融合机制

为达成交通与气象信息的协同建模目标, 本研究提出了基于跨模态 Transformer 的融合机制。此机制借助共享注意力层构建起交通图像与气象时序数据之间的动态关联, 使得模型在识别交通状态之际, 可兼顾天气因素对道路通行的潜在作用。在具体实施过程中, 先是分别提取交通模态与气象模态的高层语义特征, 接着凭借跨模态注意力机制开展特征对齐与交互, 形成统一的表征空间^[6]。在实验环节里, 融合模型可在检测道路拥堵时同步给出对应天气条件的预测结果, 可评估恶劣气象对交通运行产生的影响。

3 实验设计与结果分析

3.1 实验数据与预处理

本研究的数据来源涉及交通和气象两个方面，交通数据主要源自城市道路监控摄像头以及公开交通流量数据集，其中包含了不同时间段、不同天气状况下的道路视频影像。为保证数据有代表性，实验选取了连续六个月的交通与气象数据，覆盖了晴天、雨天、雾天等多种场景。在预处理阶段，交通视频借助帧抽取以及目标标注来生成图像样本，气象数据则要进行插值和归一化处理，以此来统一时空尺度，最终形成了一个多模态训练数据集，它能体现道路运行特征，又能反映气象变化规律，为后续实验奠定了坚实基础⁷。

3.2 实验设置与评估指标

实验是在高性能 GPU 集群之上开展的，运用分布式训练的方式来提升大模型的迭代效率。在对比实验的设计方面，交通图像识别部分挑选传统 CNN、YOLOv5 模型当作基线，天气预测部分采用 LSTM 和数值模式结果作为对照。本文所提出的大模型框架覆盖视觉 Transformer、时序 Transformer 以及跨模态融合模块，并且借助迁移学习与模型蒸馏策略给予优化。在评估指标方面，交通识别任务运用准确率、平均精度均值、召回率，天气预测任务采用均方误差、平均绝对误差以及预测偏差，跨模态任务增加 F1 值与综合决策时间，以此来衡量系统在真实应用场景中的有效性和实时性。

3.3 实验结果与对比分析

实验结果说明，大模型在交通图像识别方面比传统方法表现更为出色。在多天气以及多时段的车流检测当中，mAP 值提高了大约 7%，召回率提高了约 9%，在夜间以及雨雾条件下呈现出了突出的鲁棒性。在交通事件识别领域，大模型可更迅速地捕捉异常事件，平均识别延时减少了 15%。在天气预测实验里，时序 Transformer 模型在降水与能见度预测方面比传统 LSTM 更具优势。MSE 和 MAE 分别降低了 12% 与 10%，在极端天气条件下有更强的适应性。跨模态融合实验结果显示，融合模型可在进行拥堵检测的同时给出相关天气预测，其综合准确率比单模态模型提升了 8%。在实际应用模拟中，融合模型的交通调度建议可体现天气变化对道路运行的影响。

3.4 结果讨论与启示

从实验可看出，大模型于智能交通以及气象预测当中呈现出强大优势。其性能提升不光在精度方面有所体现，在对复杂场景的适应性以及任务协同性方面也有体现，不

过实验也揭示出一些问题。其一，模型在大规模训练的时候依赖高性能算力，将其部署到边缘设备依然需要进行轻量化优化。其二，数据质量对模型效果影响较大，在气象数据缺失或者交通视频噪声较多的时候，预测稳定性依旧存在波动。另外，跨模态融合虽说提升了整体性能，然而在特征对齐与交互效率方面仍有优化的余地。本研究验证了大模型驱动的智能交通图像识别与天气预测应用有可行性，同时也为未来研究指出了方向，也就是在保证精度的同时提升模型的实时性与可解释性，契合城市智能治理的实际需求。

4 应用前景与挑战

4.1 应用前景

大模型于智能交通以及天气预测领域所呈现出的应用前景颇为广阔。其一，在智慧交通调度这一范畴内，融合了识别功能与预测功能的系统可为管理部门给予精准的车流监测以及预警服务，最终起到缓解城市拥堵状况的作用。其二，大模型预测可预先提供能见度以及降水方面的信息，为驾驶员给予风险提示，以此降低事故发生的概率。在智慧城市治理层面，此系统可与应急、安防以及环境监测平台进行联动，达成跨部门之间的协作以及动态治理。

4.2 面临的挑战

虽然大模型呈现出了较为突出的潜力，然而在推广应用的过程当中依然遭遇着诸多挑战。首要的便是算力以及资源方面的问题，大模型在进行训练以及推理的时候对于硬件的依赖程度颇高，在边缘进行部署存在险阻，这对基层的普及形成了限制。其次，数据安全以及隐私方面的问题，交通视频以及气象监测大多时候会涉及到出行轨迹以及敏感信息，怎样在共享的过程当中保障安全成为了一个难点。

4.3 未来研究方向

面对这些挑战，未来研究可在三个方向实现突破。其一，促使大模型朝着轻量化与边缘化发展，借助压缩、蒸馏以及联邦学习等方式，降低对于算力的需求，提升实时性。其二，对跨模态融合给予优化，提高特征对齐以及交互的效率，提高在复杂场景下的泛化能力。其三，重视可解释性的构建，引入可视化与因果推理工具，为预测提供透明的依据，以此提升信任度。随着技术的发展以及政策的支持，大模型驱动的交通—气象一体化应用会在智慧交通、灾害预警以及城市治理中发挥更为关键的作用。

5 结语

本文围绕大模型在智能交通图像识别以及天气预测

里的应用展开研究，搭建起了将视觉 Transformer 和时序 Transformer 相融合的技术路径，借助跨模态机制达成交通与气象信息的协同建模。实验得出的结果显示，大模型在识别精度、预测准确率以及复杂场景适应性这些方面都比传统方法更具优势，可给智慧交通调度以及天气预警提供帮助。还发现，算力需求高、数据安全以及可解释性不足是推广时面临的瓶颈。未来要在模型轻量化、跨模态优化以及可解释性提升等方面不断进行探索，以此推动其在智慧城市建设中的应用。大模型赋能的交通—气象一体化应用有学术与实践价值，为智慧交通以及城市治理开拓了新方向。

参考文献：

- [1] 郁健. 高速公路天气监测、事件预测及专网系统应用研究[D]. 南京大学, 2018.
- [2] 吴思豪. 顾及灾害天气影响的交通道路动态网络可视化[D]. 西南交通大学, 2021.
- [3] 逯兆友. 智能网联混合交通流在降雪天气下的安全

效益评价研究[D]. 武汉工程大学, 2023.

- [4] 周峰. 智能交通中的数据分析与交通流量预测技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024,(08):214-216.

- [5] 牛佳鑫. 面向团雾多发路段的智能交通控制系统研究[D]. 哈尔滨工程大学, 2024.

- [6] 王茜. 智能交通技术在公路安全管理中的应用[J]. 时代汽车, 2024,(07):187-189.

- [7] 杨永鑫. 雾天天气下智能车前向交通参与者检测跟踪及轨迹预测[D]. 江苏大学, 2024.

基金项目：2025 年湖南省大学生创新创业训练项目“智驭千里—基于 YOLO 的多模态智慧骑行辅助系统”（项目编号：202513806009）。长沙师范学院 2024 年教学改革研究项目“学科竞赛驱动物联网工程专业本科生创新能力培养研究与实践”（项目编号：JG-P-202419）。

作者简介：谭莉强，男，湖南省长沙市人，本科在读，物联网工程专业，长沙师范学院。