

Algorithms Reshaping Cities: The Application Practice of AI Technology in the Fine Management of Smart Cities

Ting Ding

China Mobile Xiongan Information and Communication Technology Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

In the era of intelligence, with the development and drive of artificial intelligence technology, China's urban governance system has gradually evolved from extensive to refined, and the urban management model has been restructured. Against this backdrop, the following text will take the five-layer architecture model of smart cities as the theoretical basis to comprehensively sort out the integration paths of AI in the perception, transmission, platform, application and decision-making layers, focusing on the scene practices of key commissions and offices such as public security, transportation, urban management, emergency response and planning. The practical deployment methods of AI algorithms in intelligent data collection, edge computing collaboration, strategy modeling and intelligent decision-making were discussed. And put forward optimization suggestions for the application of AI technology in the refined management of smart cities.

Keywords

AI technology Smart city "Refinement; Management

算法重塑城市：AI技术在智慧城市精细化管理中的应用实践

丁婷

中移雄安信息通信科技有限公司，中国·陕西 西安 710000

摘要

在智能化时代，有利于人工智能技术的发展与驱动，我国城市治理体系逐渐由粗放型演变为精细型，并实现城市管理模式的重构。在此背景下，下文将以智慧城市五层架构模型作为理论依据，对AI在感知、传输、平台、应用及决策各层的融合路径进行全方位梳理，聚焦于公安、交通、城管、应急、规划等重点委办局的场景实践，探讨了AI算法在数据采集智能化、边缘计算协同、策略建模与智能决策中的实际部署方式。并提出AI技术在智慧城市精细化管理中的优化建议。

关键词

AI技术；智慧城市；精细化；管理

1 引言

新一轮科技革命推动城市治理范式发生结构性重构，智慧城市作为国家治理体系与治理能力现代化的重要载体，其对于现代化数字技术的依赖程度也在不断提高。在此过程中，AI技术从由单点部署逐步演变为系统嵌入，打破各部门、各委办局之间的信息壁垒，促进信息、数据互通，实现传统委办局运作逻辑与响应机制的重构。

2 智慧城市总体架构分层概览

新型智慧城市构建路径主要围绕分层解耦的技术架构设计展开，从数据贯通、功能融合、资源调度等角度推进不

同领域的协调发展。按照《新型智慧城市评价指标体系（试行）》的体系框架，智慧城市的技术架构框架可以划分为感知层、网络层、平台层、应用层和决策层五层架构，各层彼此贯穿，垂直对接，构成从数据采集到治理响应的闭环系统^[1]。详见图1。

感知层是指布设各种类型的物理硬件来采集城市中各种静态或者动态的行为，比如图像、声波、气体成分等等，以及包括位置信息在内的各类数据。网络层搭建IPv6、5G、NB-IoT等异构的通信协议组成的数据基础传输通道，为数据的实时回传、边缘预处理、链路管理和网络通信等工作提供保障。平台层是整个城市运行管理的重要抓手，实现了时空信息平台、政务云、数据中台、AI引擎的组合联结，并以此为基础面向不同部门提供统一建模、统一分发的服务。应用层通过将AI算法嵌入委办局业务，联合垂直系统进行智能感知、预测推理、自动处置。决策层基于城市治理顶层逻辑，在智能分析系统、仿真引擎的支撑下，辅助城市

【作者简介】丁婷（1985-），女，中国甘肃金昌人，硕士，工程师，从事通信、计算机、电子工程、智慧城市、数字政府研究。

治理主体开展方案生成、应急部署与资源调度等任务，体现 AI 辅助治理的系统化运行形态。

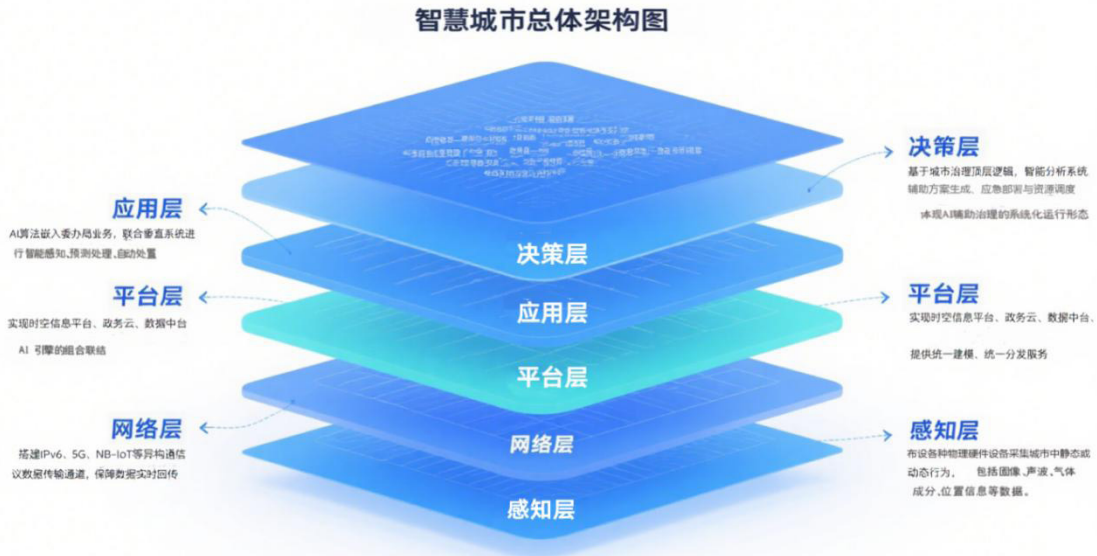


图 1 智慧城市总体架构分层图

3 AI 技术在智慧城市精细化管理中的应用实践

3.1 感知层：AI 赋能感知终端的智能化采集

作为智慧城市信息体系前端面向物理世界的接口，感知层主要负责物理世界和数字系统之间的数据转换任务。将 AI 算法应用于各种感知端，能够使数据采集由单纯的数据记录转变为数据动态采集，并借助事件触发完成对数据的结构化解析^[2]。同时借助深度神经网络、边缘推理、自适应模型压缩等技术手段使城市级感知节点具备了数据的自主识别、实时预警及局部决策的能力，从而释放了平台层数据的压力，同时也提高了前端数据源对业务响应的效度。

交通运输管理方面，在主次干道上架设 AI 视觉终端，可以利用目标检测和运动跟踪算法对机动车违法变道、占道停车、逆向行驶行为进行实时捕捉。摄像机加载 CNN 图像分类模型后可以对车辆种类、车牌号、行驶方向进行精确地辨识，并将高概率事件通过事件驱动的方式发送到上级业务平台。城市管理方面，可以利用具有实例分割功能的图像识别设备自识别和分类环卫督导、违章搭建、路面破损等非结构性信息，有效替代传统的高频巡检任务。生态环境方面，环境监测终端集成多模态 AI 感知框架，将大气采样器 + 红外热成像 + 决策树 + 聚类算法有机结合，高效辨识污染源类型。在部分重点排放企业周围布置具备边缘计算功能复合式传感器，在就地完成对 VOCs、颗粒物、NOx 等数据趋势判断的基础上，触发智能报警模块。

3.2 网络层：AI 驱动的数据传输优化与边缘协同

在智慧城市系统结构中，网络层主要起着将各种感知终端连接到平台的作用，不但要满足大体量异构化数据的低时延回传要求，而且还要能够有效应对复杂应用场景下的链路过载、节点间丢包、边缘节点资源调度不均衡等问题。基

于 AI 驱动的网络优化，可以按照实际业务需求对链路资源进行合理的分配、平衡边缘节点的计算负载并实时调整传输路径，以支撑城市级别多源数据的连续性与时效性要求。

当前基于深度强化学习 (DRL) 模型建立的自适应链路调度机制在公安视频专网和交通诱导系统上均有广泛的应用。此类模型根据不同网络拥塞状况，按任务的等级高低、带宽占用多少等情况调度网络中的路由路径，确保可以优先调度高清视频、AI 识别流。在应急管理系统中，利用加入注意力机制的传输调度算法可优化突发事件现场各路节点相机的流量配置，提高重要区域的视频帧率及稳定性。网络层向感知层下沉的一个重要内容就是边缘计算节点，它的部署逻辑取决于具体数据的生产周期，算力负载和业务的响应延迟等情况。将模型剪枝与量化压缩技术应用与 AI 模型的边缘侧，让局部设备能够实现图像识别、音频解析等复杂任务的处理，防止要全部上传原始数据而导致链路堵塞的情况出现。例如，在城管巡查过程中，将轻量级目标检测模型装置于移动终端上，将结果实时显示在城管巡查的手机移动端，然后将非机动车违停位置及置信度信息进行封装回传^[3]。

3.3 平台层：模型驱动的数据融合与风险建模

平台层是智慧城市进行核心数据治理和开展业务逻辑运行的重要底座，它借助大数据中台、时空信息平台和 AI 算力集群来实现异构数据归集融合、语义解构、跨域建模等能力。AI 技术在平台层，不仅仅表现在整个数据处理过程中的数据处理流程化升级，而是利用算法驱动完成对城市的模拟建模以及各种数据资源的关联分析、推导计算来完成城市的状态由描述型统计向模拟型推演以及风险事前预警目标的转变。

政务数据领域利用图卷积神经网络 (GCN) 对自然人、

法人、空间地址等核心实体开展实体关联建模，委办局之间高频业务对象的数据实现融合。例如，在社会治理系统中，公安、民政、城管系统通过知识图谱构建统一标签体系，使得多方可以通过知识图谱完成画像、提取隐含群体，并在此基础上展开相关风险感知

和资源分配建模。平台层面上对于实体的图结构学习方案可以将实体之间的高阶关系嵌套到 LSTM 网络中，在建模后使得事件级数据的数据结构得到有效的呈现。同样地，运行安全领域也可以时间序列数据建模的方式建立起 LSTM 网络，以有效实现城市交通拥堵预测、用电负荷分析、城市热力图推演等。

3.4 应用层：委办局业务系统的智能化再造

应用层场景调度采用了 AI 技术来搭建动态优化模型，以达到各类多源业务任务的实时协调以及智能资源分配的目的。以强化学习为基础进行调度算法调优，在业务场景中反复迭代自身的调度策略来解决一些复杂的业务场景下产生的任务冲突和优先级变更的问题。

在智慧城市应用层面上，委办局业务调度要求具有较高的响应速度以及处理效率，而 AI 驱动的动态优化模型在多业务场景中发挥重要作用。公安局用监控摄像头的数据，报警信息和巡逻路线来进行综合判断警力分配方式，优先将保障治安复杂的地区和危险时间的巡逻覆盖，减少了传统的静态排班带来的资源的浪费和响应滞后的问题；交通运输局用多源数据融合的强化学习调度模型来进行公共交通工具的调度，在系统中不断接入路况信息、客流情况、车辆状况等相关信息，并随时根据这些信息动态调整公交车发车间隔以及发车线路的安排，减少高峰期道路拥堵现象发生。

3.5 决策层：AI 辅助策略推演与智能指令下达

决策层作为智慧城市治理结构最上层基础性设计，基于先进人工智能模型和仿真系统的策略生成与指令自动化发布。智慧城市顶层决策以多模态数据融合为基础，将时空信息、历史事件、当前数据的信息纳入同一结构内进行全面分析。

城市规划部门利用深度强化学习算法，对城市用地布局、交通网络、公共设施配置等不同方案的相互配合下达到综合收益最大化的性能进行仿真分析，获取能够使区域整体利益最大化的方案。交通指挥中心针对交通信号灯控制、拥堵诱导与限行措施等方面展开相应策略推演工作，确保实时路网调控的科学性和响应速度。同时，对突发事件如：火灾、地震、洪涝等情况会利用 AI 驱动多任务仿真引擎来模拟其发生后的演变过程，并运用场景推演方式生成多个层次应对此类事件的方法，结合强化学习算法向指挥系统发出指令，调动消防力量、医疗资源、疏散路线等工作，合理安排作业方法，提高救灾的工作效率。

4 AI 技术在智慧城市精细化管理中的优化建议

4.1 强化跨层级数据贯通机制

当前很多城市虽然已经建立了智慧城市系统，但是各个委办局之间仍存在不同程度的数据壁垒，无法实现在全链条业务处理的过程中 AI 算法协同工作。为了使 AI 算法更好地实现融合贯通、深层应用，需要打造一整套由不同领域、不同单位共同参与的从“感知—传输—计算—决策”的数据环链闭环，打通感知端和决策端的数据流转链条，搭建基于数据中台的分布式系统，并制定统一的数据编码规则以及实时同步机制，使得不同的委办局之间的数据采集颗粒度、更新频率、标签体系等相协同，使得算法获得高效且精准的质量较好的结构化训练样本。

4.2 优化模型部署的算力资源配置

AI 算法多场景并行部署后出现边缘侧和中心侧的算力资源供需不平衡问题，造成了部分模型不能及时准确的给出回应。因此需要针对不同委办局的不同业务强度以及时效需求来建立一种“边缘感知—近端计算—中心融合”的三层异构算力结构，对于像交通诱导、城管巡查这类时效性的任务以轻量级模型为主，在边缘侧就可完成计算。

4.3 构建 AI 治理的标准化监管体系

AI 模型决策逻辑不透明、算法偏差等问题可能成为智慧城市运行的风险源。因此，应该建立包含算法透明度、模型可追溯性、训练数据合法合规等在内的 AI 治理体系，并且为各个部门厘清关于应用算法的边界和要求。同时，建立统一的智慧城市 AI 模型备案制，设置模型的测试、审查标准，在涉及到关键业务系统的 AI 模型进行强制性审计，减少黑箱决策风险。最后，加强对城市级别 AI 安全沙箱测试环境的建设，使算法可以安全运行。

5 结语

当我国智慧城市的建设从原来的粗放型发展走向系统集成与深度融合时，人工智能就不再只承担辅助作用，而成为一个基本功能，并开始引领着治理体系精细化的方向演进。上文基于对智慧城市 5 层体系结构中各个层面 AI 赋能路径的梳理分析，进而得出了智慧城市治理的感知智能、网络协同、平台建模、业务重构和决策优化等诸多层面的相互作用机理以及技术演进的发展趋势。

参考文献

- [1] 张新长,华淑贞,齐霁,等.新型智慧城市建设与展望:基于AI的大数据,大模型与大算力[J].地球信息科学学报,2024,26(4):779-789.
- [2] 叶龙,骆丹,窦昌靖.智慧城市建设中“5G+AI”的融合应用[J].微型计算机,2024(12):133-135.
- [3] 谢廷璋,胡腾.基于AI智能技术的智慧城市标准化建设[J].软件,2023,44(5):148-150.