基于深度学习的城市户外招牌 AI 智能化巡查方案研究

毛新年

上海杉达学院，上海 200136

DOI: 10.61369/TACS.2026080005

摘　　要： 针对城市户外店招管理乱象与传统人工巡查模式的多重短板，本文融合车载视频采集、北斗高精度定位、深度学习目标检测与 OCR 文字识别技术，构建一套全流程闭环户外招牌 AI 智能巡查系统。系统依托移动巡查车与固定监控点位采集街面店招数据，通过 AI 算法自动识别招牌私自更换、缺字断亮、画面破损三类违规问题，联动城市市容管理数据库生成处置工单，并设计人工复核 + 模型自学习迭代机制持续优化识别精度。研究表明，该方案可实现 24 小时全域不间断巡查，解决人工巡查成本高、时效差、主观误差大、户外作业风险高等痛点，为城市市容景观数字化治理提供可落地技术路径。

关 键 词： 户外招牌；智能巡查；目标检测；OCR；城市数字化治理

Research on AI Intelligent Inspection Scheme for Urban Outdoor Signboards Based on Deep Learning

Mao Xinnian

Shanghai Sanda University, Shanghai 200136

Abstract: To address the chaotic management of urban outdoor signboards and the multiple shortcomings of traditional manual inspection models, this paper integrates vehicle-mounted video acquisition, BeiDou high-precision positioning, deep learning object detection, and Optical Character Recognition (OCR) technologies to construct a full-process closed-loop AI intelligent inspection system for outdoor signboards. Relying on mobile inspection vehicles and fixed monitoring points, the system collects street-level signboard data. It utilizes AI algorithms to automatically identify three types of violations: unauthorized signboard replacements, missing or unlit characters, and damaged signage. The system then links with the urban appearance management database to generate disposal work orders. Furthermore, a mechanism combining manual review and model self-learning iteration is designed to continuously optimize recognition accuracy. The research indicates that this scheme can achieve 24-hour uninterrupted comprehensive inspection, resolving the pain points of manual inspection such as high costs, poor timeliness, large subjective errors, and high risks in outdoor operations. It provides a practical and implementable technical pathway for the digital governance of urban landscapes.

Keywords: outdoor signboards; intelligent inspection; object detection; ocr; urban digital governance

一、户外店招问题及人工巡查难点剖析

（一）户外店招主要问题分析

户外招牌是城市景观与商业宣传载体，上海作为国际化都市，店招规范化管理直接影响城市风貌与公共安全。当前沿街店招突出三类违规问题：一是招牌私自更换，商户调整店名、画面后未向市容景观部门报备，破坏街区统一规划，存在结构、广告内容双重隐患；二是招牌缺字断亮，发光字脱落、霓虹线路故障导致文字残缺，夜间视觉观感差且易误导群众；三是招牌整体破损，外立面板材开裂、老化脱落，存在高空坠物安全风险。三类问题分布零散、动态更新快，传统静态台账难以实时管控。

（二）人工巡查及主要难点剖析

现行人工巡查流程为“现场发现 -> 手工上报 -> 工单派发 -> 整改归档”，适配小规模街区，在全域城市治理中暴露显著短板：一是人力成本高、覆盖效率低，全市沿街门店体量庞大，基层巡查人员负荷过重；二是判定存在主观性，不同巡检人员对破损、违规的判定标准不统一；三是作业受环境约束，雨雪、高温、夜间无法开展巡查，问题易长期遗漏；四是一线人员存在户外交通、高空环境等安全隐患。依托大数据、AI 视觉技术搭建智能巡查体系，成为破解人工巡查短板的核心思路。

二、户外招牌 AI 智能巡查方案

（一）方案概述

本方案面向城市管理业务，构建 “车载采集 + AI 识别 + 工单闭环” 一体化智能巡查体系。硬件层面搭载高清多路摄像机、360° 云台与厘米级北斗定位终端，由巡查车动态采集沿街视频、图像与地理坐标，同时复用城市现有固定监控点位补充静态数据；软件层面依托深度学习视觉算法完成店招目标检测、文字提取，对接城市综合管理系统店招备案数据库进行交叉比对，自

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

动识别违规并生成标准化预警工单，流转至管理端完成人工复核、派单整改、结果归档全流程，下图是本方案的主要环节。



图1 户外招牌 AI 智能巡查流程

方案补齐传统巡查时效短板，实现 7×24 小时不间断全域巡检，大幅削减一线人员户外出勤频次，降低基层治理人力负担，通过数字化手段实现店招问题早发现、早预警、早处置，契合城市精细化、数字化治理改革需求。系统数据同步至大屏可视化平台，支持全域违规事件统计、趋势研判，为城市管理政策优化提供数据支撑。

（二）方案业务流程

整套业务分为八大标准化环节，形成完整业务闭环：

1. 数据采集与精准定位：巡查车多路高清摄像头采集街面影像，北斗差分定位获取亚米级经纬度坐标，数据本地存储于车载设备。

2. 数据云端传输存储：车载数据线下或 5G 线上回传至本地数据中心 / 云服务器，完成加密备份，保障影像、定位原始数据可长期回溯。

3.AI 图像智能分析：深度学习模型实现智能分析，先检测图像内店招区域，再通过 OCR 识别招牌完整文字；调取市容中心备案店招信息库，比对判定是否存在破损、缺字、私自改款违规情形。

4. 自动生成预警工单：系统绑定门店备案地址、审批记录、历史整改台账，自动生成包含影像证据、精准地址、违规类型的电子预警工单。

5. 人工分级复核派单：系统上线初期识别准确率有限，全部工单由工作人员二次核验；区分真实违规与 AI 误报，误报样本存入模型训练素材库。随模型迭代，高置信度预警工单可跳过人工复核，直接下发处置人员。

6. 线下整改与进度反馈：管理部门通知商户完成招牌修复、拆除或重新备案，整改前后影像、完成时限同步回传业务系统。

7. 数据库动态更新：商户完成招牌变更备案后，系统同步更新门店基础信息库，为下一轮 AI 比对提供准确基准数据。

8. 全域可视化大屏分析：汇总全区域违规工单数据，实现违规类型、高发路段、整改时效多维度统计，支撑管理部门趋势预测与资源调配。

（三）AI 智能识别户外店招场景

AI 算法针对城市店招三大典型违规场景完成专项识别训练[1][2][3][4]，覆盖全部市容管控核心需求：

第一，招牌破损识别。模型通过图像纹理、边缘特征检测招牌板材开裂、涂层脱落、结构残缺，区分正常招牌与破损外立面，输出破损区域标注框。

第二，缺字断亮识别。针对实体字脱落、夜间发光字熄灭两类场景优化模型，完整提取招牌标准文字，对比识别缺失字符；针对霓虹、LED 发光招牌增设夜视识别模块，低光照环境下精准判断断亮故障。

第三，招牌私自更换识别。核心依靠文字比对逻辑，将 AI 识别的现场招牌文本与市容备案库原始店名、广告文案匹配，文字差异超过阈值即判定为未经报备私自更换，同步调取门店历史巡查记录确认变更时间。

三类识别场景共用一套店招检测前置模型，仅后端比对、判定逻辑差异化设计，降低算法部署与维护成本，适配城市沿街多元化店招样式。

（四）户外招牌 AI 智能巡查优势分析

相较于传统人工巡查，AI 智能巡查具备六大核心优势：

1. 全天候全域高效巡查：不受高温雨雪夜间环境限制，巡查车辆匀速行驶即可完成整条路段全覆盖，不存在人工巡查时段盲区。

2. 识别与定位精度更高：1080P/2K 高清摄像设备消除图像模糊问题，北斗差分定位实现亚米级门店地址匹配；深度学习算法识别标准统一，完全规避人工主观判定偏差。

3. 违规自动预警、响应提速：识别到违规后即时生成电子工单推送管理端，省去人工现场记录、手工填报流程，大幅缩短问题发现至处置的间隔。

4. 运营成本显著降低：硬件一次性投入后，仅需少量运维人员，无需大规模扩充一线巡查队伍，长期实现人力成本降本增效。

5. 数据可存储、可回溯、可分析：海量影像、工单、定位数据长期归档，支持历史问题溯源；大数据统计可分析违规高发路段、时段，辅助前置管控。

6. 人员安全风险大幅下降：替代人员户外长时间巡逻，规避交通事故、恶劣天气、危险临街点位作业带来的人身伤害风险，体现城市管理人文关怀。

综合来看，AI 巡查并非完全替代人工，而是以自动化识别承担大范围筛查工作，将人力集中投入工单复核、商户沟通整改等高价值环节，重构店招管理工作模式。

三、AI 智能巡查系统架构及核心技术

（一）AI 智能巡查系统架构

系统采用分层模块化设计，自底向上分为基础设施层、数据层、服务层、应用层、用户层五层架构，各层级解耦便于独立迭代升级，下图为系统体系结构：

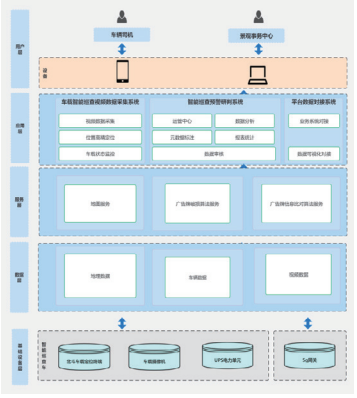


图2 AI 智能巡查系统架构图

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

1. 基础设施层：为系统提供硬件支撑，包含北斗车载定位终端、多路高清车载摄像机、360° 云台、车载 UPS 供电单元、5G 传输网关、车载高速 SSD 存储设备，覆盖数据采集、定位、供电、传输全硬件需求。

2. 数据层：统一存储三类核心数据，地理数据（城市路网、门店门址、经纬度）、车辆数据（巡查车轨迹、设备运行状态）、视频图像数据（巡查原始影像、违规截图），为上层 AI 分析、业务工单提供数据底座。

3. 服务层：封装标准化底层技术服务，包含基础地图逆地理编码服务、店招破损检测算法服务、店招文字信息比对算法服务，统一为上层应用输出识别、定位结果。

4. 应用层：面向业务功能划分三大子系统：车载智能视频采集系统（视频采集、定位监控、设备状态巡检）、智能巡查预警研判系统（AI 运算、数据审核、报表统计）、平台数据对接系统（与市容管理系统、可视化大屏接口打通）。

5. 用户层：面向两类使用者，巡查车辆驾驶员通过车载移动端查看设备运行、实时画面；城市管理人员通过 PC 后台完成工单审核、数据统计、全域大屏监测。

（二）店招视频的智能采集

视频采集依托定制化巡查车硬件方案，标配 3 路固定广角摄像头 + 升降支架 + 顶部 360° 云台摄像机，总拍摄视角覆盖 135° 以上，高低焦距搭配兼顾低层沿街门店与高层外立面招牌；硬件性能满足 0~50km/h 行驶速度下无抖动、无畸变高清成像，最低分辨率 1080P，可选配 2K 超清规格。

设备内置红外夜视模组，夜间低光照环境下采集发光招牌影像，保障缺字断亮故障夜间识别能力；整套摄像单元配套车载 NVR、稳压电源、可调焦距镜头（6~12mm），通过 SSD 高速存储介质持续写入视频，避免高速行驶下数据丢帧。

系统配套车载设备运维监控功能，驾驶员移动端可实时查看：多路摄像头实时画面、车辆实时定位与行驶轨迹、车载存储容量占用状态，快速排查摄像故障、存储满溢等硬件问题。

（三）店铺门址的精准定位

精准绑定违规影像与门店地址是工单可落地处置的基础，系统采用多源数据融合定位方案：

1. 北斗 / GPS 差分定位：车载高精度定位终端输出亚米级车辆经纬度，实时记录巡查轨迹；通过 GIS 逆地理编码将坐标转换为路段、街道基础地址信息。

2. 视频 - 定位时间戳融合：同步影像拍摄时间与定位时间戳，匹配每一帧画面对应的车辆位置，初步锁定门店范围。

3. 数据交叉校验：融合三类官方数据源修正地址误差：一是影像 OCR 识别门店外立面门牌号码；二是市容景观中心门店备案门址库；三是市级城运全域门址数据库，三重信息比对修正定位偏差。

后台系统可视化界面同步展示工单经纬度、地图点位、门店实拍图，管理人员可直观核对违规门店精确地址，杜绝因定位偏差导致派单错误。

（四）预警案件的智能判研

AI 综合研判是区分正常招牌与违规招牌的核心逻辑，完整流程分为四步：

1. 车载原始视频、定位数据批量回传云端服务器；

2. 深度学习目标检测模型框选出图像内所有店招区域，过滤墙体、门窗、广告牌等无关目标；

3.OCR 文字识别模块提取店招完整文字、字符排布特征[5]；

4. 调取市容备案数据库，将现场识别文字与备案标准店名、广告内容比对，结合图像纹理判定破损、缺字、私自更换三类违规，自动调取该门店历史工单整改记录，更新工单处置阶段标注（初次预警 / 整改逾期 / 复查复核）。

最终生成的预警工单附带完整证据链：违规截图、原始视频片段、精准门址、备案信息、历史整改记录，管理人员复核时可一键调取全部佐证材料，提升审核效率。

（五）应用目标检测技术自动检测店招

店招目标检测依托深度学习模型，分为模型搭建、训练、线上应用三阶段：

1. 模型建立阶段：采集海量多场景城市店招图像数据集，人工标注所有招牌边界框；通过尺寸归一化、旋转、裁剪、缩放完成数据增强扩充样本；选用轻量化深度学习检测模型适配车载边缘算力与云端批量运算。

2. 模型训练阶段：数据集按 8:2 划分为训练集与验证集，加载通用图像预训练权重加速收敛；通过反向传播迭代调整模型参数，使用验证集评估检测召回率、准确率，反复调优超参数输出最优模型文件。

3. 线上应用阶段：云端批量加载巡查视频，模型自动输出图像内全部店招位置、置信度得分，过滤低置信度干扰目标，仅输出有效招牌区域送入下游 OCR 识别模块。

该模型可适配不同尺寸、材质、角度、光照的城市店招，有效解决树木遮挡、建筑阴影、夜间弱光下招牌漏检问题。

（六）应用文字识别技术自动识别店招内容

针对城市店招字体多样、色彩反差大、文字倾斜、中英混排等复杂场景，方案采用深度学习 OCR 技术完成文字提取，流程包含图像预处理 + 文字识别两大模块：

预处理环节统一完成图像二值化、噪声去除、文字斜度校正，将倾斜、模糊招牌文字标准化，降低识别难度；复用目标检测阶段标注的店招图像数据集，在招牌框内二次标注文字作为 OCR 训练语料，减少重复数据采集工作量。

识别完成后得到店招文本，系统与市容备案库标准名称匹配比对，字符缺失判定缺字、文本整体差异判定私自更换；针对发光招牌夜间断亮场景，新增亮度特征识别分支，检测局部字符无光故障。

（七）巡查案件审核及迭代策略

系统分两个运行阶段设计差异化人工审核流程，平衡识别准确率与人力成本：

1. 上线初期低精度阶段：所有 AI 生成预警工单 100% 人工复核，区分真实违规与算法误报；真实工单推送市容管理部门处置，误报样本统一标记存入训练素材库。

2. 模型迭代后高精度阶段：AI 输出工单附带违规置信度评分，高置信度工单直接自动派单，仅低置信度模糊场景工单进入

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

人工复核流程，大幅削减审核工作量。

分级审核机制兼顾系统落地初期识别不稳定问题，同时随模型性能提升逐步释放人力，实现管理效率持续优化。

四、总结和展望

本方案针对户外店招管理乱象与传统人工巡查模式的多重短板，提出融合车载视频采集、北斗高精度定位、深度学习目标检测与 OCR 文字识别技术，构建一套全流程闭环户外招牌 AI 智能巡查系统。系统依托移动巡查车采集街面店招数据，通过 AI 算法自动识别招牌私自更换、缺字断亮、画面破损三类违规问题，联动城市市容管理数据库生成处置工单，并设计人工复核 + 模型自学习迭代机制持续优化识别精度。研究表明，该方案可实现24小时全域不间断巡查，解决人工巡查成本高、时效差、主观误差大、户外作业风险高等痛点，为城市市容景观数字化治理提供可落地技术路径。

参考文献

[1] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun. Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks. arXiv preprint arXiv:1506.01497, 2015.

[2] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi. Youonly look once: Unified, real-time object detection.In CVPR, 2016.

[3] J. Redmon and A. Farhadi. Yolo9000: Better, faster, stronger. In Computer Vision and Pattern Recognition. In CVPR, 2017.

[4] J. Redmon and A. Farhadi. Yolov3: An incremental improvement. arXiv, 2018.

[5] 刘树春、贺盼、马建奇、王佳军、谢雨飞、陈明曦著 . 深度实践 OCR：基于深度学习的文字识别 [M]. 北京 . 机械工业出版社 ,2020.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.