

# 基于优化LSTM模型的停车场库推荐算法

沈琪<sup>1</sup> 张翌因<sup>2</sup> 陈佳颖<sup>1</sup>

1. 杭州市上城区小营街道办事处 杭州 310009

2. 浙江财经大学中国金融研究院 杭州 310018

**摘要:** 杭州市不仅有“城市大脑”统筹管理, 率先将城市治理驶入“无人区”, 更有完全从民生出发、发挥基层主观能动性的“会思考的街区”。小营街道联合浙江财经大学的技术团队, 借力“城市大脑”, 以数字化手段、采用深度学习算法, 建立了基于实时数据的交通治理系统, 对其辖区内“就医停车难”、“医院周边拥堵”的重点问题进行了有效的治理, 充分实现了将数字化城市治理的触角深入到民生实际工作中去, 有效疏通了城市的“痛点”、“难点”。

**关键词:** 城市治理; 停车场库; 推荐算法

## 引言:

随着城市化的深入, 城市的人口和交通已经远远超过城市土地和基础设施所能承受的规模。加快建设城市交通基础设施(道路交通系统、地铁轨道交通系统、车站及停车场系统等), 注重提高已有交通设施和设备的运用效率等传统措施受到土地资源、资金以及体制等因素的限制, 已经进入边际效益递减的发展阶段, 短时间内无法大幅度提高城市的交通容量。尤其在医院等重点区域, 难免形成“经络不通”的城市交通“痛点”。如何在现有基础设施下, 利用更多科技手段, 动用更多基层系统去解决这些“痛点”成为现在大中型城市交通和民生改善极为重要的课题之一。

## 1 浙一医院停车现状

“便捷就医”和“交通治理”一直以来是城市治理的重点难点问题, 也是和城市居民生活息息相关的重要民生话题。小营街道位于杭州市中心, 辖区内拥有浙江大学医学院附属第一医院、浙江大学医学院附属第二医院两家三甲医院, 在就医的高峰时段, 最多可达400余辆的就医车辆集中围绕医院排队等候, 最长入院等候时间长达4个半小时, 不仅就医患者入院时间漫长, 还给周边道路造成严重拥堵。

小营街道依托城市大脑, 发挥基层街道在城市治理上的主观能动性, 积极联合交警大队、数据资源局、卫健委等政府部门, 浙江财经大学科研团队、大数据公司等技术单位, 对医院周边车流数据进行实时统计分析, 并充分挖掘医院周边2.5公里范围内的泊位资源, 与周

边12家停车场, 共计将近2000个泊车位进行实时数据联动, 对就医和通过车辆进行有针对性的疏导。

## 2 基于优化LSTM的停车场库推荐算法

### 2.1 算法流程

本文提出了一种有效停车场库的推荐方法, 用于医院周边引流, 缓解医院周边区域通行压力, 包括以下步骤:

步骤一: 根据采集到的停车场周边道路的历史信息得到停车场通行指数。记录车辆*i*驶出停车场*k*进入附近道路的时间标签 $T_{ik}^{entry}$ 以及离开区域内道路*i*的时间标签 $T_{ik}^{exit}$ , 由此可计算车辆*i*在停车场*k*附近道路的行驶时间 $t_{ik}^{thr} = T_{ik}^{exit} - T_{ik}^{entry}$ 。

停车场*k*的通行指数 $I_{Ck}$ 计算方法如下:

$$I_{Ck} = \frac{1}{m_r} \sum_{j=1}^m t_{ik}^{thr}$$

其中,  $I_{Ck}$ 为区域的通行指数,  $t_{ik}^{thr}$ 为车辆*i*在停车场*k*附近道路的行驶时间,  $m_r$ 为经过区域的车辆总和。

步骤二: 根据采集到的就医车辆在停车场停放的历史信息得到该停车场停车便捷指数。

就医车辆*i*在医院落客的时间标签为 $T_i^{dropoff}$ , 该车辆进入引流车场 $t_{ik}^{con} = T_{ik}^{park} - T_i^{dropoff}$ 的时间标签 $T_{ki}^{park}$ , 由此可计算车辆*i*落客后行驶至停车场*k*的行驶时间 $t_{ik}^{con} = T_{ik}^{park} - T_i^{dropoff}$ 。

停车场*k*的便捷指数 $I_{Ak}$ 计算方法如下:

$$I_{Ak} = \frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^m \left( t_{ik}^{con} + \frac{S_k}{15} \right)$$

其中,  $I_A$ 为停车便捷指数,  $t_{ik}^{con}$ 为车辆*i*落客后行驶

**作者简介:** 沈琪, 1978、女、汉族、浙江省杭州、杭州市上城区小营街道办事处副主任、研究方向为公共管理。

至停车场  $k$  的行驶时间。 $S_k$  为医院至车场的距离,  $m_p$  为到达目的地落客并进入停车场的车辆总和, 15 为步行速度,  $\frac{S_k}{15}$  可以理解为说服车主将车辆停至较远处的代价。

步骤三: 为了提高预测的准确性, 本发明的 LSTM 神经网络中还包括当日的天气数据, 具体包括当日天气状况, 温度和湿度。根据所述历史数据计算所述分别计算停车场  $k$  的便捷指数和通行指数得到样本集:

$$S^{(0)} = (I_{Ak}^{(0)}, I_{Ck}^{(0)}, W^{(0)}) \\ = \{(I_{Ak1}, I_{Ck1}, W_1), (I_{Ak2}, I_{Ck2}, W_2), \dots, (I_{AkT}, I_{CkT}, W_T)\}$$

其中,  $I_{Akj}$  为第  $j$  个所述单位时间时所述的由步骤一计算得到的停车场  $k$  的便捷指数,  $I_{Cki}$  为第  $j$  个所述单位时间时所述的由步骤二计算得到的停车场  $k$  的通行指数,  $W_j$  为第  $j$  个所述单位时间时对应的天气数据集合。

步骤四: 构造输入集 **Input** 和输出集 **Output**。输入集  $nput^{(l)} = (I_{Ak}^{(l)}, I_{Ck}^{(l)}, W^{(l)}) = \{(I_{Ak(l-24)}, I_{Ck(l-24)}, W_{(l-24)}), \dots, (I_{Ak(l-1)}, I_{Ck(l-1)}, W_{(l-1)})\}$  对应的输出集为  $Output^{(l)} = (I_{Ak}^{(l)}, I_{Ck}^{(l)}) = \{(I_{Aki}, I_{Cki})\}$ 。

步骤五: 将所述输入集及对应的输出集划分为训练集和测试集, 其中, 训练集包括所述中的前  $m$  个输入集及其对应的输出集。所述测试集包括所述样本集中的第  $m+1$  到第  $M$  个输入集及其对应的输出集。对所述训练集和样本集分别进行归一化处理。

步骤六: 将归一化训练集输入 LSTM 神经网络模型进行训练, 并判断训练误差是否小于预定误差阈值或训练次数是否达到预定次数阈值。如果达到所述阈值, 则训练结束。

步骤七: 将测试集输入所述神经网络模型中, 得到预测结果集。将结果集进行反归一化处理, 得到停车场  $k$  便捷指数的预测值  $\bar{I}_{Ak}$  和通行指数的预测值  $\bar{I}_{Ck}$ 。

步骤八: 计算停车场  $k$  空余车位被车主找到的概率为  $\frac{r_k}{T_k}$ , 其中  $r_k$  为剩余车位数量,  $T_k$  为停车场  $k$  的车位总数。车主在车场找到车位的时间为反 S 型曲线, 即车场剩余车位为 100% 时, 花费时间为 0, 随着车场剩余车位的减少, 花费时间逐渐增加, 当车场剩余车位为 0% 时, 花费时间为  $\infty$ , 停车场  $k$  内停车花费时间的期望为  $t_{ek}$  可利用高伯茨曲线形式进行计算, 具体计算如下:

$$t_{ek} = \frac{\ln\left(\frac{T_k}{r_k} - 1 + \ln a\right)}{\ln b}$$

其中,  $a$  和  $b$  为高伯茨曲线的参数, 可以通过车场的

历史数据拟合得到。

步骤九: 根据计算出的车场内停车花费时间的期望  $t_{ek}$ 、预测出的便捷指数  $\bar{I}_{Ak}$  和预测出的通行指数  $\bar{I}_{Ck}$ , 计算车场推荐得分  $A_k = t_{ek} + \bar{I}_{Ak} + \bar{I}_{Ck}$ 。之后, 根据推荐的分从低到高排序, 得分越低, 推荐优先级越高, 得分超过 60 则不推荐。将排序前 5 的车场一次进行推荐。

## 2.2 具体应用

本文综合考虑就医车辆至停车场的费用、车场内寻找车位的时间花费以及驶离停车场的费用, 提出了一种有效的医院周边停车场库推荐算法。首先, 就医停车具有时间要求紧迫、对停车价格敏感度低等特点, 本文从停车时间角度考虑推荐, 这与就医车辆车主的感受一致, 起到了较好的推荐效果, 同时也避免了无效推荐。

实际操作上, 首先为了考察区域道路车辆通行情况, 课题组在以下六个交叉口共布设了 12 个摄像头用以记录经过该区域的车辆, 形成了真实详实的历史数据。这些原始数据不但形成了之后算法设计的基础, 也为原来的交通监测数据形成了更为具体的补充。

其次, 基于上述原始数据, 针对重点区域的交通疏导和停车问题, 设计区域智慧通行综合指数。作为常用于交通问题描述的拥堵指数、停车指数和泊位指数的补充, 课题组设计了区域通畅指数和停车便捷指数, 用于衡量引流对区域通行产生的影响, 以及车辆接受引流后到达引流车场的效率。其中, 拥堵指数是综合反映道路网交通运行状况的指标。停车指数, 即泊位的占有率, 用以描述车场泊位空置情况。泊位指数, 即泊位的周转率, 用以衡量车场利用情况。而通畅指数是所有经过该区域道路的车辆速度的加权平均, 即为“当前车辆在区域内通行所能达到的平均速度”。通畅指数能动态、实时地显示该区域车辆通行情况。通畅指数越接近该路段的限速数值, 代表道路通行情况越理想, 相反, 通畅指数数值越低, 代表车辆在该路段内行驶的车速越低, 道路拥堵越严重。停车便捷指数主要考察车辆到达目的地落客后进入停车场的等候时间。该指数将引流车辆到达停车场的地面停留时间、司机的停车意愿等因素综合考虑在内, 可以动态地反映医院周边各引流停车场的便捷情况, 并根据实时的停车情况不断更新。当停车便捷指数数值越低代表该停车场越便捷。

再次, 基于上述实时数据和基本指数, 建立深层学习的模型, 结合天气等现实条件, 对未来时段区域内道路通行情况和停车场利用情况加以预测, 并形成简单易懂、可以有效引导车辆的停车场推荐排行。

在通畅指数的数据量较多的情况下(以小时为单位),预测拟合效果较好,预测精度能够达到90%以上。

实现方法上,小营街道通过路口交通指示大屏幕对有停车需求的车辆进行引导,实现“车位引导抬头见”、“最快停车信息一目了然”,并和医院挂号系统、高德地图等导航地图、中国移动等信息发布终端联动,设计面向用户的推送渠道和操作界面。线上线下双管齐下,真正实现“一键引导”,使就医车辆可以通过各种方式随时获知交通状况提醒和停车路线。

### 2.3 治理效果

治理效果上,小营街道通过这一套智慧停车治理措施,顺利实现医院重点区域车辆“即停即走”。对于患者来说,下车地点离医院更近了,泊车所需要的时间从平均90分钟下降到15分钟;对于区域交通来说,道路畅通了,延误指数峰值由4.63下降至3.18,工作日8-16点延误指数平均值由2.8下降至2.27;对于停车场库来说,零散泊位归集利用,周转率更高了,日均导流近1000辆车,各处场库平均泊位指数由2.14增长至2.81,增长最快场库从0.99提升至2.88,上涨1.91倍。智慧治理方案实现了居民和患者平均满意度从38.4%上升至87.83%,达到智慧交通治理便民利民的目的。

目前,小营街道的智慧交通治理方法在杭州市其他医院等重点区域也得到了推广和应用。从城市治理的角度看,小营街道依托“城市大脑”数据收集和发布,充分发挥创新思维,调动研究机构及各部门、企业合作,主动解决城市的“堵点”、老百姓的“焦点”、公共场所的“难点”,关注群众生活中的“关键小事”,为辖区内的交通治理提供切合实际的方法。这一交通治理工作办法体现了“城市大脑”政府主导、研究机构参与研发、政企合作开发运营的建设思路,以及“城市大脑”将城市服务模式由被动响应变为主动延伸、将社会治理模式由单向执行变成双向互动、将数据的使用方式从单一部门来源到围绕应用场景的多部门数据整合协同的城市治理方法。“会思考的街道”使数字技术的优越性充分体现现在惠民便民的实际生活中,使居民可以切身体会到技术

进步带来的生活质量飞跃。

### 3 结论

浙一、浙二医院周围重点区域交通治理具有科学性、创新性和可操作性,可为杭州市以及其他城市重点区域交通治理提供了思路。方案基于大数据的理念,具有实时、动态的性质,通过摄像头的科学布设,可提供全量、实时、在线数据资源,真正实现城市数据的标准化,集约化。利用深度学习算法进行预报使得这一治理方案的结果更加具有科学性和准确性。同时通过预报结果的可视化处理和多渠道推送,真正实现交通引导的人性化呈现。原来“城市大脑”的创新应用,这一治理方案将信息化应用规划研发从传统的按“年”为单位转变到依靠城市数据资源的按“周”进行应用敏捷开发、迭代升级和运营。而小营巷街道浙一、浙二两指数可按“天”发布,停车位实时引导可按“分”更新。区域内摄像头布设提供数据接口,为“城市大脑”提供更全面、实时、微观的交通数据,细化“城市大脑”城市管理的颗粒度,深入解决实际交通拥堵问题,为“城市大脑”治理城市交通提供行之有效的技术路径。

深度学习算法、云计算、大数据等技术越来越多地走出学术理论,应用于城市治理和民生场景,越来越多地对人们的生活产生影响。让技术本身也在实际应用中得到丰富和发展也是今后的重大趋势。

### 参考文献:

- [1]周晔,钱敏光.停车场库运营管理标准化体系建设及案例研究[J].企业改革与管理,2019,000(002):52-53.
- [2]吴润元.加强停车场库管理促进静态交通发展[J].城市公用事业,2002(01):7-9.
- [3]沈国金,程建生.加强收费停车场库的管理[J].交通与运输,1994(01):16-17.
- [4]罗曦.基于实时监测数据的公共停车场运行及对策研究——以杭州市为例[J].低碳世界,11(6):2.
- [5]高恒聚.石家庄立体停车发展策略研究[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2011,10(3):69-72.