

基于大数据的城乡空间结构优化与规划策略

王颖超¹ 陈虎²

1. 济南大学 山东济南 250022; 2. 山东农业大学 山东泰安 271000

DOI: 10.12238/ems.v6i12.10889

[摘要] 随着信息技术的迅速发展大数据在城乡规划领域的应用日益广泛, 本研究基于大数据分析探讨了城乡空间结构优化与规划策略, 通过对人口分布与土地利用以及交通流量等多维数据的整合分析, 揭示了城乡空间发展的现状和趋势。研究发现大数据能够为城乡空间结构的优化提供精准的决策支持, 有助于提高土地资源利用效率与改善基础设施布局以及促进产业协调发展, 基于研究结果提出了一系列基于大数据的城乡空间规划策略, 包括智能化土地利用规划与精准化基础设施布局以及数据驱动的产业布局优化等, 这些策略有望为推动城乡协调发展和提升区域竞争力提供新的思路和方法。

[关键词] 大数据; 城乡空间结构; 空间优化; 规划策略

Optimization and Planning Strategy of Urban and Rural Spatial Structure Based on Big Data

Wang Yingchao¹ Chen Hu²

1. Jinan University, Jinan, Shandong 250022

2. Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271000

[Abstract] With the rapid development of information technology, the application of big data in urban and rural planning is becoming increasingly widespread. Based on big data analysis methods, this study explores the optimization of urban and rural spatial structure and planning strategies. Through the integration and analysis of multidimensional data such as population distribution, land use, and traffic flow, the current situation and trends of urban and rural spatial development are revealed. Research has found that big data can provide accurate decision support for optimizing the spatial structure of urban and rural areas, helping to improve land resource utilization efficiency, infrastructure layout, and promote coordinated industrial development. Based on the research results, a series of big data based urban and rural spatial planning strategies have been proposed, including intelligent land use planning, precise infrastructure layout, and data-driven industrial layout optimization. These strategies are expected to provide new ideas and methods for promoting coordinated urban-rural development and enhancing regional competitiveness.

[Keywords] big data; Urban and rural spatial structure; Space optimization; Planning strategy

引言:

城乡空间结构是区域发展的重要基础, 其优化对于促进区域协调发展、提高资源利用效率具有重要意义, 随着大数据技术的快速发展, 为城乡空间结构优化提供了新的机遇和手段。大数据能够全面及时地反映城乡发展的动态变化, 为空间规划决策提供更加精准的依据, 本研究旨在探讨如何利用大数据技术优化城乡空间结构, 制定更加科学合理的规划策略, 通过分析大数据在城乡规划中的应用现状研究大数据支持下的空间结构优化方法, 提出基于大数据的城乡规划策略, 以期为促进城乡协调发展和提升区域竞争力提供新的思路和方法。

一、大数据在城乡规划中的应用现状

(一) 大数据技术在空间分析中的应用

大数据技术在城乡空间分析中的应用日益广泛, 为规划决策提供了全新的视角和方法, 通过整合多源数据如遥感影像、地理信息系统数据、移动通信数据等, 可以构建更加精细和动态的城乡空间模型。这些模型能够反映人口分布、土地利用、交通流量等多个维度的空间特征, 为城乡规划提供更加全面和准确的基础信息, 例如利用手机信令数据分析人口活动密度和流动模式, 可以识别城市功能区域和潜在的发展热点; 利用遥感影像和地理信息系统数据分析土地利用变化趋势, 可以评估城市扩张对生态环境的影响, 大数据技术

还能够支持空间预测和模拟,帮助规划人员评估不同规划方案的潜在效果和影响。

(二) 大数据支持下的城乡规划决策模式

大数据支持下的城乡规划决策模式正在从传统的经验导向型向数据驱动型转变,通过对海量数据的挖掘和分析规划决策者能够更加客观和全面地把握城乡发展的现状和趋势,从而制定更加科学和精准的规划方案。例如利用大数据技术可以实现对城市土地利用效率的精细化评估,为土地资源的优化配置提供依据;通过分析居民出行数据可以优化公共交通线路和站点布局,提高交通系统的服务效率^[1]。

(三) 大数据应用面临的挑战和限制

尽管大数据在城乡规划中展现出巨大潜力但在实际应用中仍面临诸多挑战和限制,首要问题是数据质量和可靠性,由于数据来源的多样性和复杂性,数据的准确完整性和一致性难以得到保证,这可能会导致分析结果的偏差。而后是数据隐私和安全问题,大量个人和敏感数据的收集和使用引发了公众对隐私泄露的担忧,如何在保护个人隐私的同时充分利用数据价值是一个亟需解决的问题,大数据分析结果的解释和应用也存在挑战,如何将复杂的数据分析结果转化为可理解和可操作的规划建议,需要规划人员具备跨学科的知识 and 技能,大数据技术的应用还受到硬件设施、软件工具和专业人才等因素的限制,特别是在一些欠发达地区这些限制可能会阻碍大数据技术的广泛应用。

二、基于大数据的城乡空间结构分析

(一) 多源数据融合与空间特征提取

多源数据融合是基于大数据进行城乡空间结构分析的关键技术,通过整合遥感影像与地理信息系统数据、移动通信数据和社交媒体数据等多种来源的信息,可以构建更加全面和精细的城乡空间模型,在数据融合过程中需要解决数据格式不一致、时空尺度差异、数据质量不均等问题,常用的融合方法包括数据标准化和空间配准以及时间序列插值等。融合后的数据集可以支持多维度的空间特征提取,如土地利用类型识别、建筑密度计算、人口活动强度估算等,例如结合高分辨率遥感影像和手机信令数据,可以精确识别城市功能区域的边界和内部结构;利用社交媒体签到数据和POI(兴趣点)数据可以刻画城市公共空间的使用模式和活力度,这些丰富的空间特征为深入分析城乡空间结构提供了坚实的数据基础^[2]。

(二) 城乡空间结构演变规律挖掘

基于多源数据融合和空间特征提取的结果,可以深入挖掘城乡空间结构的演变规律,通过构建时间序列数据集可以分析城市扩张、土地利用变化、人口分布变动等动态过程,空间统计分析方法如空间自相关分析、核密度估计、地理加权回归等,可以用于识别空间聚集模式和影响因素。机器学习算法如聚类分析、决策树、神经网络等也可以应用于空间结构类型识别和演变预测,例如通过分析多年的夜间灯光数据和土地利用数据,可以量化城市扩张速度和方向识别城市

增长的热点区域;利用长时间序列的人口流动数据可以揭示城乡之间的相互作用关系和功能联系,这些分析结果不仅有助于理解城乡空间结构的形成机制和演变趋势,还为制定科学的规划策略提供了重要依据。

三、大数据支持下的空间结构优化方法

(一) 数据驱动的土地利用优化模型

数据驱动的土地利用优化模型是利用大数据技术提高土地资源配置效率的有效方法,该模型基于多源数据融合的结果,综合考虑地形、气候、交通、经济等多个因素对不同土地利用类型的适宜性进行评估,通过机器学习算法如随机森林、支持向量机等,可以建立土地适宜性评价模型预测各类用地的最佳分布,结合时间序列数据可以分析土地利用变化趋势预测未来的用地需求。在此基础上运用数学规划方法如线性规划与整数规划等,可以构建土地利用优化配置模型,在满足各类用地需求的前提下实现土地利用效益的最大化,利用元胞自动机和智能体模型等方法可以模拟土地利用变化的动态过程,评估不同优化方案的长期效果,这种数据驱动的土地利用优化模型能够提供更加科学和精确的土地利用规划建议,有效提高土地资源利用效率。

(二) 基于人口流动的设施布局优化

基于人口流动的设施布局优化是大数据支持下空间结构优化的重要方法,通过分析手机信令数据、交通刷卡数据等大规模人口流动数据,可以精确描述城乡居民的日常活动模式和空间分布特征,这些数据为设施布局优化提供了重要依据,利用空间交互模型如重力模型和空间句法等可以分析人口流动与设施布局之间的关系,识别设施服务范围 and 覆盖效率。基于这些分析结果可以采用启发式算法如遗传算法与蚁群算法等,优化公共服务设施的空间布局,例如通过分析居民日常出行数据可以优化公共交通线路和站点布局,提高交通系统的服务效率;利用购物和娱乐活动数据可以优化商业设施和文化设施的布局,提高居民生活便利性,这种基于实际人口流动数据的设施布局优化方法能够更好地满足居民需求,提高城乡空间的宜居性和服务效率^[3]。

(三) 多目标空间优化算法研究

多目标空间优化算法是解决复杂城乡空间结构优化问题的有效工具,在实际规划中通常需要同时考虑经济效益、社会公平、生态保护等多个目标,这些目标之间往往存在冲突和权衡关系,多目标空间优化算法旨在寻找满足多个目标的平衡解决方案,常用的算法包括多目标遗传算法和多目标粒子群优化算法以及多目标模拟退火算法等。这些算法通过模拟生物进化与群体行为等过程,在多维目标空间中搜索最优解集,在算法设计中需要合理定义目标函数和约束条件,构建反映不同目标之间权衡关系的非支配解集,为了提高算法的效率和精度,可以结合机器学习方法如深度学习和强化学习等对算法进行改进和优化,多目标空间优化算法的应用可以为决策者提供一系列可选方案,支持更加科学和合理的规划决策。

四、基于大数据的城乡规划策略

(一) 智能化土地利用规划方法

智能化土地利用规划方法是利用大数据技术提升土地资源分配效率的创新途径,该方法以多源数据融合为基础整合遥感影像、地理信息系统数据、社会经济统计数据等,构建全面的土地资源评价体系。通过深度学习算法如卷积神经网络可以实现高精度的土地利用类型识别和变化检测,结合时间序列分析和空间统计方法,可以揭示土地利用变化的动态规律和空间分异特征,在此基础上利用人工智能技术如强化学习和元启发式算法,可以构建智能化的土地利用优化模型,该模型能够自动生成多个土地利用规划方案,并根据设定的目标函数评估各方案的可行性和优劣。通过引入多智能体系统可以模拟不同利益主体在土地利用过程中的决策行为,预测规划方案的实施效果,基于大数据的情景分析技术可以评估不同发展情景下的土地利用变化趋势,为制定适应性的规划策略提供依据,智能化土地利用规划方法不仅提高了规划的科学性和精确性,还能够快速响应社会经济环境的变化实现动态优化的规划过程^[4]。

(二) 精准化基础设施布局策略

精准化基础设施布局策略是利用大数据技术优化城乡空间结构的重要手段,该策略基于海量的人口流动数据和设施使用数据,采用数据挖掘和机器学习方法精确刻画居民的活动模式和设施需求特征。通过构建时空大数据平台可以实现对城乡居民行为的实时监测和分析,利用空间网络分析方法如复杂网络理论和空间句法,可以评估现有基础设施的服务效率和覆盖范围,在此基础上运用空间优化算法如多目标遗传算法和粒子群优化算法,可以生成最优的设施布局方案,这些方案能够在满足服务半径与成本控制等约束条件的最大化设施的服务效率和可达性。通过引入动态规划和应急响应模型可以提高基础设施布局的灵活性和韧性,适应城乡发展的不确定性,基于大数据的设施使用效率评估系统可以实时监控设施运行状况,为动态调整和优化提供依据,精准化基础设施布局策略不仅能够提高资源配置效率,还能够更好地满足居民的多样化需求以促进城乡空间的均衡发展。

五、大数据支持下的规划实施与评估

(一) 数据驱动的规划实施监测

数据驱动的规划实施监测是利用大数据技术实现城乡规划全过程动态监控的创新方法。该方法基于多源数据融合技术整合卫星遥感、无人机航拍、地面传感器等多种数据源,构建高时空分辨率的城乡空间信息系统,通过深度学习算法如目标检测和语义分割可以实现对建筑物、道路、绿地等城乡要素的自动识别和变化检测,结合时间序列分析和空间统计方法可以精确量化规划实施进度和空间分布特征。在此基础上利用人工智能技术如异常检测和预测模型,可以及时发现规划实施过程中的偏差和潜在风险,通过构建数字孪生系统可以实现城乡空间的虚实结合,支持规划实施的可视化监测和模拟分析,基于大数据的众包平台可以收集公众反馈实

现规划实施的全民参与监督,数据驱动的规划实施监测方法不仅提高了监测的精度和效率,还能够支持规划的动态调整和优化实现规划实施的闭环管理^[5]。

(二) 基于大数据的规划效果评估

基于大数据的规划效果评估是利用海量多维数据全面评估城乡规划实施成效的科学方法。利用机器学习算法如随机森林和支持向量机,可以建立规划效果评估模型,量化规划实施对土地利用、经济发展、环境质量等方面的影响,通过时空大数据分析技术如地理加权回归和空间面板模型,可以揭示规划效果的时空分异特征和影响机制,在评估过程中引入社交媒体数据和移动终端数据,可以捕捉居民对规划实施效果的主观感受和行为反应。利用文本挖掘和情感分析技术可以从海量文本数据中提取公众对规划效果的评价信息,基于大数据的情景模拟技术可以预测不同规划方案的长期效果,为规划调整和优化提供科学依据,基于大数据的规划效果评估方法不仅提高了评估的全面性和客观性还能够支持规划的持续改进和创新,促进城乡规划向更加精细化和智能化的方向发展。

结语

大数据技术为城乡空间结构优化与规划提供了新的视角和方法,通过整合多源数据可以更加全面地把握城乡发展动态,为空间规划决策提供精准支持。基于大数据的规划策略如智能化土地利用规划和精准化基础设施布局等,有望提高规划的科学性和可操作性,然而在应用大数据技术进行城乡规划时仍需注意数据质量、隐私保护等问题,未来随着大数据技术的不断发展和完善其在城乡规划中的应用将更加广泛和深入,为推动城乡协调发展、提升区域竞争力做出更大贡献。

参考文献

- [1]王翔.基于空间大数据技术的云南城乡规划研究[J].新型城镇化,2023,(11):123-126.
- [2]张洋.基于空间大数据的城乡规划研究[J].智能建筑与智慧城市,2023,(09):67-69.
- [3]于宁,卢海军,邓琳,等.基于遥感数据的城乡路网空间演化预测仿真[J].计算机仿真,2022,39(04):110-113.
- [4]莫开立,罗一芬,杜琼兰.基于空间大数据技术的海南城乡规划研究[J].测绘与空间地理信息,2022,45(01):158-160+166.
- [5]赵鑫,宋英强,胡月明,等.基于多源开放数据的城乡居民点空间布局优化[J].广西师范大学学报(自然科学版),2020,38(01):26-40.

作者简介:王颖超(1987.07-),女,汉族,山东潍坊人,博士,讲师,研究方向:旅游规划、城市规划。

本文为山东省社会科学规划项目“文旅融合型城市空间的发展路径与策略研究”(项目编号:21DGLJ03)研究成果。