

江苏省房地产价格影响因素地区性差异分析

沈洋 谢铮铮

摘要：提出“社会经济层面的房价主导因素存在空间异质性”的观点，在江苏省96个县级行政区划的范围内，对影响房价的社会经济因素进行探索。将知识图谱和PageRank算法相结合，梳理影响房价的社会经济因素；用K-means聚类方法按房地产市场特征对江苏省县级以上行政区划进行划分；用Light GBM回归定量研究各因素对不同类地区房价的影响程度，得出影响各类地区房价的主导因素。人均可支配收入和土地供给对省内所有地区房价均有着重要的影响；环境因素、地价及房地产开发投资对高房价、高房价增长率的房价发展型地区影响较大；人均GDP和外商投资对中等房价、低房价增长率的房价稳定型地区影响较大；人口、环境和教育资源对低房价、高房价增长率的房价潜力型地区影响较大。

关键词：因区施策；房价；知识图谱；社会经济因素；Light GBM

中图分类号：F293.35, TP181

文献标识码：A

文章编号：1001-9138-(2023)01-0014-09

收稿日期：2022-12-10

DOI:10.13562/j.china.real.estate.2023.01.016

1 引言

房地产行业是国民经济的重要组成部分，房地产价格不仅关乎民生福祉，而且对区域经济的繁荣与发展也有着复杂而深刻的影响。2020年5月，国务院总理李克强在第十三届全国人民代表大会第三次会议的政府工作报告中指出，“坚持房子是用来住的、不是用来炒的定位，因城施策，促进房地产市场平稳健康发展。”自此，“因城施策”成为房价调控的关键词之一。然而，随着相关政策的进一步推进，同一个地级市内不同地区的房价及其影响因素仍存在较大差异，因此，全国多地开始探索“因区施策”，通过对城市内各

地区按房地产市场特征进行进一步细分，从而因地制宜，实现对房价的精准调控。

一直以来，房地产价格的影响因素都受到国内外学者的高度重视。前人从供给、需求、国家政策等层面阐释了房价波动的诸多原因。在供给层面，房地产投资、土地价格等被认为是影响房价的重要因素；在需求层面，影响房地产价格的主要因素有利率、收入、贫富差距等；而在国家政策层面，一般说来，政府对房价的影响主要通过货币政策、行政干预等实现。现有的研究从不同层面发现多个因素对于房价存在着显著的影响，为后续的相关研究打下了坚实的基础。然

作者简介：沈洋，南京航空航天大学经济与管理学院。

谢铮铮，南京航空航天大学经济与管理学院硕士研究生。

基金项目：本文系国家社会科学基金项目“大数据视角下房地产市场‘租购并举’政策仿真推演与效果评估”（项目编号：18BGL193）的研究成果之一。

而,房价的波动是多个因素共同作用的结果,本文在综合前人研究的基础上,将宏观经济社会发展状态作为一个整体探索其对房地产价格的影响。此外,前人的研究对象往往是单个地区,探讨房价影响因素地区性差异的较少,本文重点关注处在不同房地产市场发展状态下的各类地区房价核心影响因素的具体差异,从而为“因区施策”的实施提供科学参考。

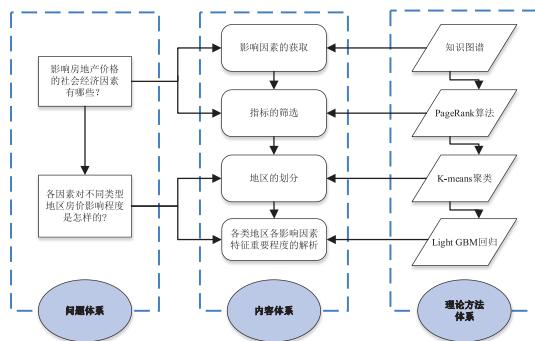
在理论方法上,前人在房地产价格影响因素的探究中主要采取数理统计方法,通过建立计量经济学模型对各类影响因素进行量化分析。学者龚维进等(2017)采用空间杜宾模型探究交通便利性和开放水平对中国房价的影响;雷田礼等(2018)建立了供需平衡的多元对数线性回归模型,并通过主成分回归法分析货币政策因素对房价影响的显著性水平;Peng等(2021)构建了基于分位数回归的差分模型,探究学区的调整对房价造成的影响。使用计量经济学模型对房价影响因素进行定量分析可以准确地发掘不同因素对房价影响的传导机制,并通过显著性水平检验分析某一因素对房价的影响是否显著,然而,由于此类模型易受到解释变量的多重共线性等限制,难以将高维解释变量纳入模型,也难以得出各解释变量之间的相对重要程度。本文以对高维数据解释力更佳、可以获取特征相对重要程度的Light GBM回归方法代替传统的计量方法开展相关研究。

Light GBM(轻量梯度提升机)是微软在2017年提出的一种新型的梯度提升决策树算法。与传统的GDBT(梯度提升决策树)算法相比,Light GBM运用直方图算法寻找特征的最优分割点,可以提高运行效率;同时使用了带深度限制的叶子生长策略,可有效抑制过拟合,提高模型精度;Light GBM算法在特征维度较高的情况下表现出较好的准确性和训练速度,同时也

具有很好的解释力。该算法目前已经被广泛应用于分类、回归和排序等相关应用领域。马晓君等(2018)运用Light GBM回归模型对P2P平台内贷款项目的违约风险进行预测,其结果与Lending Club平台的计算结果相比,可减少约1.17亿美元的违约借款;黄南天等(2020)构建了一种基于Light GBM算法的计及多物联通信方式数据传输速率约束与边缘设备成本的电能质量高效边缘特征提取与扰动识别方法,发现Light GBM分类器可高效、准确识别多种扰动信号。Janmenjoy等(2021)将Light GBM算法运用于手势识别中,发现该算法在准确率、召回率、F1评分等性能指标上均优于其他机器学习算法。上述研究均证明了Light GBM模型的优良性能,然而,该算法在房地产市场研究中的应用较少,且主要是预测房价,在解析各房价影响因素的相对重要程度方面的应用尚未见报道。

房价的波动是社会经济环境以及政府宏观调控共同作用的结果。然而,在当前的情况下,政府宏观因素对于同一个地级市内不同地区的调控作用是一致的,因此,社会经济环境的差异是造成县级行政区划房价差异的主要原因。针对此及上述分析,本文提出了“社会经济层面的房价主导因素存在空间异质性”的猜想,重点关注江苏省96个县级行政区划宏观社会经济层面房地产价格影响因素的地区性差异。首先,运用Cite space将知识图谱和PageRank算法相结合梳理影响房价的社会经济因素;其次,用K-means聚类方法按房地产市场特征对江苏省县级以上行政区划进行划分;最后,使用Light GBM回归定量研究各因素对不同类地区房价的影响程度,并分析得出各类地区房价的主导因素,从而为“因区施策”的实施提供科学参考。全文研究思路图如图1所示。

图 1：全文研究思路图



2 影响因素指标的获取与筛选

2.1 影响因素的获取

使用 CiteSpace 根据国内外核心数据库文献
绘制知识图谱，梳理影响房地产价格的社会经济
因素。

首先，分别以Web of science核心数据集和中国知网核心数据库作为文献来源下载相关文献记录。其中，在Web of science中的检索词为：(housing OR house OR real estate OR property OR residence OR realty) SAME (influence OR affect OR effect OR factor OR impact OR element) SAME (price OR sale) NOT (lease OR rent)，年份为1995—2021年，选择标题进行检索，获得文献记录460篇；在中国知网内的检索词为（住房+房屋+房地产+住宅+商品房屋+商品房+不动产+不动房产）*（影响+作用+因素+影响因素+要素+影响要素）*（价格+销售+销售价格+销价+出售+售出）-（租赁+租金+出租），年份为2000—2020年，来源类别为SCI、EI、核心期刊以及CSSCI，选择标题进行检索，获得文献记录629篇。

对两种不同来源的文献分别绘制知识图谱：使用CiteSpace软件从文献中的标题（TI）、关键词（DE）、补充关键词（ID）以及摘要（AB）中提取名词性术语，得到术语共现网络图谱2篇，对无关结点和同义词结点分别进行删除和合并，得到

房地产价格影响因素的名词性术语共现图谱如图2和图3所示。图谱中，节点表示要素，节点大小表示PageRank值的相对大小，节点间连线粗细表示两要素共现次数。

2.2 影响因素指标的筛选

使用 CiteSpace 中的 PageRank 算法，分别计算两份知识图谱中各结点的 PageRank 值，并分别根据 PageRank 值大小对相关名词性术语进行排序，分别选取 PageRank 值较大的前 15 个名词性术语如表 1 和表 2 所示。

为了证实“社会经济层面的房价主导因素存在空间异质性”的观点，选取表1和表2中体现宏观社会经济发展水平的名词性术语，并将其量化为相应的解释变量指标值如表3所示。

图 2: 基于 Web of Science 的房地产价格影响因素知识图谱



图 3: 基于 CNKI 的房地产价格影响因素知识图谱



表 1: 基于 Web of Science 的影响因素筛选表

提及频次	Page Rank 值	名词性术语
44	10	economic development (经济发展水平)
25	8.33	Accessibility (交通可达性)
34	7.18	monetary policy (货币政策)
27	6.5	environmental factor (居住环境因素)
14	5.91	China's urbanization rate (城镇化率)
9	4.25	demand and supply (供需)
8	4.06	central business district (市中心地理位置)
9	3.14	cities prices (城市物价)
10	3.13	public policy (公共(住房)政策)
5	2.5	construction costs (房屋建造价格)
5	1.92	land prices (地价)
15	1.88	wealth effects (财富效应 (指收入和消费水平))
4	1.81	rental prices (租价)
4	1.58	school quality (学校质量)
2	1.5	additional property tax benefits (税收政策)

其中,由于人口密度是衡量地区规模的重要标志,因此被纳入模型中。此外,由于环境质量、教育资源以及交通通达程度为抽象指标,故使用熵权-Topsis法进行综合评价打分,获得相应的系数。综合评价指标如表4所示。

3 数据获取与预处理

以江苏省96个县级行政区划作为研究对象,样本期间为2013—2019年。被解释变量为各地各年份单位面积商品房均价,数据来源为安居客官网。解释变量中,地价和土地供给数据来源于选哪儿土地网,城镇化率数据来源于各县级行政区划各年度的国民经济和社会发展统计公报,交通

表 2: 基于中国知网的影响因素筛选表

提及频次	Page Rank 值	名词性术语
64	2.38	货币政策
49	2.12	居住环境
41	1.92	供求
35	1.74	住房政策制度
33	1.73	经济环境
30	1.68	土地财政
26	1.62	收入及支付能力
24	1.36	投资
24	1.27	宏观环境与调控
21	1.22	信贷市场
20	1.22	城市化
19	1.12	住宅地价
19	1.05	居民消费
15	1	fdi
15	0.99	cpi (居民消费价格指数)

表 3: 模型的解释变量汇总

影响因素名词性术语	量化解释变量指标值
经济发展	人均 GDP
	第三产业占 GDP 比重
交通通达程度	交通通达程度系数
人口聚集程度	人口密度
环境质量	环境系数
城市化水平	常住人口城镇化率
供给关系	土地供给
物价水平	CPI
地价	地价
居民收入水平	人均可支配收入
教育资源	教育系数
投资	房地产开发投资额
Fdi	实际使用外资 (FDI)
财政政策	一般公共预算支出

表4：部分抽象术语综合评价量化指标表

术语名称	量化指标值
交通通达程度系数	到最近机场距离、到最近高铁站距离、单位面积地铁站数、单位面积公交站数
环境系数	环境空气质量良好以上天数、噪声平均值、森林覆盖率、人均公园绿地面积
教育系数	某一年份各地区公办小学考取所在地级市最好初中人数、各地区排名前十（或二十）的公办小学拥有数、各地区最好的公办初中中考均分、各地区某一年份普通高中最低控制线、本地区内最好公办初中升学率、各地最好的高中一本率等

表5：部分数据展示

地区	年份	商品房均价（元/平方米）	人均GDP（万元/人）	第三产业产值占GDP比重（%）	交通通达程度系数	人口密度（人/平方公里）	环境系数	城镇化率（%）	土地供给（亩）
扬州市广陵区	2013	8649	10.15	47.49	0.08	0.15	0.83	81.36	2741.85
苏州市吴中区	2014	9959	14.65	47.54	0.17	0.03	0.34	70.75	3904.15
南京市鼓楼区	2015	23824	12.67	91.75	0.80	1.72	0.73	100.00	468.28
徐州市云龙区	2016	6830	7.99	88.42	0.43	0.30	0.12	100.00	328.13
无锡市江阴市	2017	6946	27.80	44.40	0.04	0.13	0.31	70.20	2662.12
海安市如东县	2018	8763	9.33	46.00	0.03	0.04	0.80	58.81	6450.79
宿迁市泗阳县	2019	7485	4.71	43.50	0.04	0.08	0.54	59.50	2635.13

地区	年份	CPI	地价（万元/亩）	人均可支配收入（元/人）	教育系数	房地产开发投资额（亿元）	实际使用外资（万美元）	一般公共预算支出（亿元）
扬州市广陵区	2013	102.2	350.61	29258	0.81	50.54	3.82	38.20
苏州市吴中区	2014	102.1	395.91	48400	0.43	137.71	5.00	82.55
南京市鼓楼区	2015	102.0	1701.96	50527	0.99	129.10	3.71	87.91
徐州市云龙区	2016	102.3	164.98	32229	0.46	76.73	1.16	21.54
无锡市江阴市	2017	101.9	286.14	59165	0.12	179.90	4.72	227.29
海安市如东县	2018	102.3	216.21	43811	0.35	31.95	3.01	119.18
宿迁市泗阳县	2019	103.1	166.52	29964	0.34	60.32	0.88	72.88

(续表)

通达程度系数的相关指标数据来源于百度地图，教育系数的相关指标数据来源于家长帮论坛、各地初高中中高考喜报等，其他解释变量数据均来源于江苏统计年鉴及各地级市统计年鉴。

所获取的数据存在不同程度的缺失，由于自2015年以后的数据缺失较少，故采用插值法将2015年以后的缺失的数据补充成为平衡面板数

据；由于2013及2014年数据缺失较多，故对2013及2014年的缺失数据的样本进行删除，得到非平衡面板数据如表5所示。

4 地区性差异分析

4.1 基于 k-means 聚类的地区划分

为了根据房地产市场特征实现对江苏省各地

区的划分，使用python scikit-learn库中的k-means聚类算法，以2015—2019年各县级行政区划的单位面积商品房均价以及相应的房价增长率的归一化后的值作为聚类指标进行聚类分析，极差归一化公式如下：

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min_{j=1}^n x_{ij}}{\max_{j=1}^n x_{ij} - \min_{j=1}^n x_{ij}} \quad (1)$$

其中 x_{ij} 表示第 j 个地区的第 i 个指标值对应的原始数据， x_{ij}^* 为其归一化后的结果。

在聚类分析的过程中，使用k-means++算法使得初始的聚类中心之间的相互距离尽可能远，以避免随机选取初始聚类中心造成的局部最优解现象。使用欧几里得距离作为样本间距离衡量的标准，并以平均轮廓系数为标准根据肘部法则确定聚类类别数为3，此时聚类的平均轮廓系数为0.76如表6所示。

从划分的结果来看，以南京市鼓楼区、玄武区为代表的11个房价发展型地区房价及其增长率均处于高位；以南京市六合区、溧水区为代表

的51个房价稳定型地区房价较高，但增长速率最低，呈现出相对稳定的态势；以徐州市贾汪区、丰县为代表的34个房价潜力型地区房价最低，但增长速率最高，大有发展之势。

上述划分的结果与江苏各地区社会经济发展水平大致呈现一定的正向相关性。房价发展型地区主要由南京及苏州的部分主城区构成，南京作为江苏的省会城市，在江苏社会经济发展的各方面均起到龙头作用。而苏州由于毗邻上海，其经济在上海的辐射带动作用下迅猛发展，GDP位列13大市第一位。南京及苏州的主城区人口密集、高新产业集聚、城市化水平高，在一定程度上解释了房价及其增长率高的原因。房价稳定型地区主要集中在苏南和少部分苏中地区，苏南地区作为中国民营经济最发达的地区之一，受到外资的广泛青睐，其产业链也得以延伸和完善。然而，由于双一流高校及高技术岗位的稀缺，此类地区也面临人才流失等方面的问题，可能将导致房价增长速度放缓。房价潜力型地区主要集中在苏北和大部分苏中地区，该类地区存在经济总量偏小、产业结构有待优化、民生短板明显等问题，

表 6：地区划分结果表

类别名称	地区名称	所含地区数	五年商品房均价(元/平方米)	五年平均房价增长率
房价发展型地区	鼓楼区(南京)、玄武区、秦淮区、建邺区、雨花台区、栖霞区、浦口区、江宁区、姑苏区、虎丘区、吴中区	11	22318.69	17.91%
房价稳定型地区	六合区、溧水区、高淳区、梁溪区、滨湖区、新吴区、锡山区、惠山区、江阴市、宜兴市、云龙区、泉山区、鼓楼区(徐州)、铜山区、新沂市、新北区、天宁区、钟楼区、武进区、溧阳市、相城区、吴江区、昆山市、太仓市、常熟市、张家港市、崇川区、港闸区、通州区、海门区(市)、如东县、启东市、如皋市、海安市、灌云县、金湖县、滨海县、广陵区、邗江区、江都区、宝应县、仪征市、高邮市、润州区、京口区、丹徒区、丹阳市、句容市、海陵区、泰兴市、宿豫区	51	9212.594	10.61%
房价潜力型地区	贾汪区、丰县、沛县、睢宁县、邳州市、金坛区、海州区、连云区、赣榆区、东海县、灌南县、清江浦区、淮安区、淮阴区、洪泽区、涟水县、盱眙县、亭湖区、盐都区、大丰区、响水县、射阳县、阜宁县、建湖县、东台市、扬中市、高港区、姜堰区、兴化市、靖江市、宿城区、沭阳县、泗阳县、泗洪县	34	6806.511	18.03%

表 7: Light GBM 参数选择表

参数名称	参数说明	房价发展型地区参数取值	房价稳定型地区参数取值	房价潜力型地区参数取值
objective	目标函数	“regression”	“regression”	“regression”
task	任务名称	“train”	“train”	“train”
Boosting_type	提升类型	“gdbt”	“gdbt”	“gdbt”
metric	评估函数	“rmse”	“rmse”	“rmse”
n_estimators	弱分类器个数	430	800	550
num_leaves	叶子结点数	50	50	50
learning_rate	学习率	0.05	0.1	0.05
feature_fraction	建树的特征选择比例	0.8	0.85	0.85
bagging_fraction	建树的样本采样比例	0.8	0.8	0.8
bagging_freq	每迭代多少次执行一次 bagging	3	3	3

但是，随着新型城市化步伐的加快，“十二五”规划以来，苏北地区经济增长速度领跑全省，内生发展动力持续增强，因此，尽管当下该类地区房价较低，但呈现出高速增长的趋势。

4.2 基于 Light GBM 回归的房价影响因素重要程度分析

4.2.1 参数寻优及模型验证

以江苏省各县级行政区划 2013—2019 年的单位面积的商品房均价作为被解释变量，表 3 中相应年份和地区的各项指标值作为解释变量，对各类别地区分别进行回归分析，以确定不同类别地区各因素对房价的影响，其中房价发展型、稳定型和潜力型地区分别有数据 73 条、317 条和 170 条。

使用 python scikit-learn 库中的 Light GBM 回归算法分别对三类地区的样本进行训练。由于均方根误差 (RMSE) 与被解释变量具有相同的量纲，可以直观地体现房价的误差大小，此外，均方根误差的梯度随着损失函数值的减小而减小，即使使用固定的学习率也可以有效收敛，因此本文采

用均方根误差作为模型的损失函数。使用网格寻优方法，结合十折交叉验证确定模型的参数，并将最优参数代入模型中进行回归分析，在各个类别下最优参数如表 7 所示。

在上述参数下，房价发展型、稳定型、潜力型地区三者的均方根误差分别为 3557.70 元/平方米、1694.55 元/平方米和 1361.84 元/平方米，相较于各类地区的商品房总体均价而言，均在可接受的范围内。

4.2.2 特征重要程度解析

对三类地区分别进行特征重要程度的解析，选取重要程度前十的影响因素绘制柱状图如图 4-6 所示。

由图 6 可以得出，对于三类地区而言，人均可支配收入以及土地供给均对当地的房价有着极为重要的影响。宏观经济原理中，收入决定消费，人均可支配收入的多少体现了居民购买力的大小，从需求层面对房价产生重要影响，在一定程度上解释了商品房均价越低的地区，人均可支配收入的相对重要程度越高的原因。对于土地供

给而言，一方面土地供给的不足易造成房地产市场供求失衡，从而推动房价的上涨；另一方面政府对土地供给的政策会影响开发商和消费者对于未来房价的预期，使其采取相应行动，从而对当前房价产生作用。

对于房价发展型地区而言，环境系数在其中起着重要作用。可见对于经济和城市化水平发达的南京及苏州部分主城区来说，居住环境的优越性已经成为居民争相角逐的目标。而从成本驱动的角度来看，地价和房地产开发投资额作为房价

成本的一部分也成为了影响该类地区房价的重要因素。

对于房价稳定型地区而言，地价同样对当地房价有着极为重要的影响。此外，人均GDP和实际使用外资也是较为重要的影响因素。人均GDP是一个地区经济活力的体现，人均GDP的增长往往伴随着人才和产业的集聚，从而抬高该类地区的房价。此外，还应考虑外商的投资对该类地区房价的短期冲击效应，即热钱的涌入引起房价波动。

对于房价潜力型地区而言，人口密度、环境系数和教育系数是较为重要的影响因素。对于该类地区内人口密度和城镇化处在相对较低的水平的地区，可能会由于相关资源的全面缺乏以及人才的流失，从而使得房价发展潜力不足。此外，该类型地区的人们对于环境以及教育资源有着较高的重视程度，这二者可能成为房价的向导。

对三类地区各影响因素重要程度的解析结果证实了“社会经济层面的房价主导因素存在空间异质性”的猜想。处于房价发展型的南京及苏州主城区由于社会经济和人民生活总体处于较高水平，当地居民对住房的改善性需求和投资性需求不断增加，这一方面使得当地人们更加关注居住环境的品质，另一方面也刺激了房地产开发与投资的蓬勃发展。房价稳定型地区的主体集中在苏南地区，受到上海的辐射作用，苏南地区资本密集，外向型是其重要特征，不可忽视外商投资对当地房价的重要作用。而对于以苏北地区为主体的房价潜力型地区而言，近年来，苏北地区基础设施投资总额以高于全省的水平快速增长，但该地区处于工业化投入阶段，环境承载压力较大、城镇化水平较低，因此，人口密度和环境成为当地房价差异的主导因素。

图4：房价发展型地区排名前十的特征重要程度

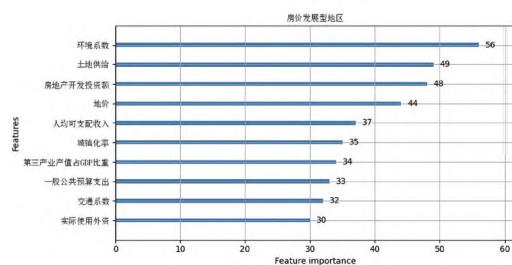


图5：房价稳定型地区排名前十的特征重要程度

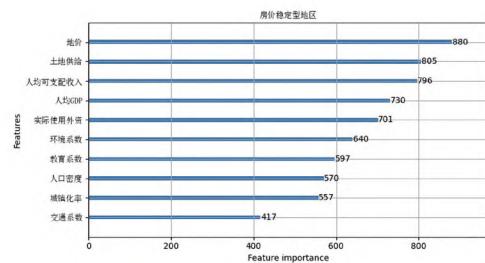
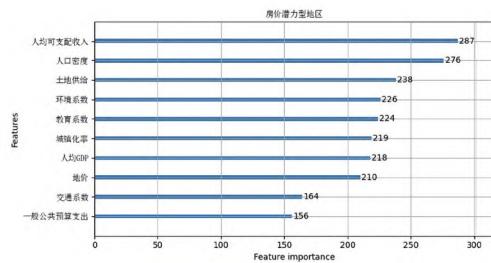


图6：房价潜力型地区排名前十的特征重要程度



5 结语

本文应“因区施策”的房价调控趋势而生，创新性地将文献计量、K-means聚类和Light GBM回归等一系列方法进行组合以对江苏省县级行政区划房价影响因素的地区性差异进行量化分析，最终得出了针对各类地区房价的主导影响因素，从而证实了“社会经济层面的房价主导因素存在空间异质性”的猜想。

本文将知识图谱和PageRank算法的结合，能够综合全面地总结和归纳前人所发现的房价影响因素，从而将宏观经济社会发展战略作为一个整体探索其对房地产价格的影响；通过对地区层次的划分，更有利于把握当地具体情况，发现当地房价调控的关键所在，而Light GBM算法不仅可以对具有高维解释变量的回归模型具有较好的解释力，而且可以解析出各类影响因素对房价影响的相对重要程度，获取主导因素，从而通过数据驱动推进“因区施策”的进行。

然而，本文研究的时间跨度较短，暂时没有考虑到长期模式和短期波动的差别。在未来可以对全国范围的房地产市场使用相似的方法进行探讨，促进“因区施策”在全国范围内的推广。

参考文献：

1. 张红 杨飞. 房价、房地产开发投资与通货膨胀互动关系的研究. *经济问题*. 2013.01
2. Knoll K, Schularick M, Steger T. No price like home :global house prices, 1870–2012. *American Economic Review*. 2017.107 (2)
3. 沈悦 周奎省 李善燊. 利率影响房价的有效性分析——基于FAVAR模型. *经济科学*. 2011.01
4. Holly S, Pesaran M H, Yamagata T. A spatiotemporal model of house prices in the US. *A Journal of Econometrics*. 2010.158 (1)
5. 况伟大 陈晶 葛玉好. 贫富差距、供求弹性与房价. *经济理论与经济管理*. 2018.03
6. 倪鹏飞. 货币政策宽松、供需空间错配与房价持续分化. *经济研究*. 2019.54 (08)
7. 邓富民 梁学栋. 宏观经济、政府规制与房地产市场发展——政策调控与中国房地产市场发展研究论坛综述. *经济研究*. 2012.47 (12)
8. 龚维进 徐春华. 交通便利性、开放水平与中国房价——基于空间杜宾模型的分析. *国际贸易问题*. 2017.02
9. 雷田礼 吴刚 熊强. 货币政策因素对房价影响的显著型分析. *数理统计与管理*. 2018.37 (01)
10. Peng Ying, Tian Chuanhao, Wen Haizhen. How does school district adjustment affect housing prices: An empirical investigation from Hangzhou, China. *China Economic Review*, 2021, 69
11. 黄南天 赵文广 蔡国伟等. 计及物联网数据传输速率约束的LightGBM电能质量扰动高效识别. *中国电机工程学报*. 2021.41 (15)
12. 马晓君 沙靖嵒 牛雪琪. 基于LightGBM算法的P2P项目信用评级模型的设计及应用. *数量经济技术经济研究*. 2018.35 (05)
13. Nayak Janmenjoy, Naik Bighnaraj, Dash Pandit Byomakesha, Souris Alireza, Shanmuganathan Vimal. Hyper-parameter tuned light gradient boosting machine using memetic firefly algorithm for hand gesture recognition. *Applied Soft Computing*. 2021
14. 顾桐 许国良 李万林等. 基于集成LightGBM和贝叶斯优化策略的房价智能评估模型. *计算机应用*. 2020.40 (09)
15. 宣严 高斌. 苏北经济社会发展现状及对策分析. *统计科学与实践*. 2016.04