

运用克里金空间插值技术进行土地级别划分

郑光辉¹, 黄克龙^{2,3}, 张志宏¹, 曹天邦³, 徐 慧²

(1 南京信息工程大学遥感学院, 江苏 南京 210044)

(2 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210097)

(3 江苏金宁达不动产评估咨询有限公司, 江苏 南京 210036)

[摘要] 介绍了克里金空间插值法在城市基准地价级别划分中的应用. 通过球状模型克里金插值方法, 分别对商业、住宅用地的地价空间分布进行了计算模拟, 形成了以地价 1500 元、300 元为等值间距的地价等值线图, 运用克里金空间插值法对样点地价进行空间插值. 根据插值结果的统计, 得到商业、住宅用地地价的频率直方图, 通过频率直方图, 选择频率分布突变处作为级别的分界, 得到以市场资料划分的土地级别.

[关键词] 空间插值, 克里金, 土地级别

[中图分类号] F205 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2007) 01-0112-05

Research on Using Kriging Spatial Interpolation Technology in Land Classification for Urban Area

Zhen Guanghui¹, Huang Kelong^{2,3}, Zhang Zhihong¹, Cao Tianbang³, Xu Hui²

(1 School of Remote Sensing Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China)

(2 School of Geographical Science Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

(3 Jiangsu Jinningda Estate Valuation and Consultation LTD, Nanjing 210036, China)

Abstract Spatial interpolation technology is introduced in this paper for classification for urban area. By using spherical model in Kriging, the price of commercial and residential land is calculated. It formed the isoline map of land price with a 1500 yuan interval for commercial land use and a 300 yuan interval for residential land use. Kriging spatial interpolation technology is used to calculate the price of land through known price of the land. According to statistics of the result, the frequency histograms of the commercial and residential land were plotted, and through the frequency histogram, the ranks of land were obtained.

Key words spatial interpolation, Kriging, rank of land

0 引言

《城镇土地分等定级规程》中规定城镇土地分等定级的技术途径采用多因素综合评定法, 以市场资料分析法等进行验证. 克里金空间插值法是利用区域化变量的原始数据和变异函数的结构特点, 对未采样点的区域化变量的值进行线性无偏最优估计的一种方法^[1]. 运用克里金空间插值法对样点地价进行空间插值. 根据插值结果的统计, 得到商业、住宅用地地价的频率直方图, 形成商业、住宅的级别图. 这是一种对多因素综合评定法的有效验证的方法.

1 克里金插值法

空间插值是通过已知点的数据推求同一区域其它未知点数据的计算方法^[2]. 常用于将离散点的测量

收稿日期: 2006-06-23 修回日期: 2006-09-28

基金项目: 江苏省国土资源厅课题资助项目.

作者简介: 郑光辉 (1977—), 讲师, 主要从事 GIS 技术在不动产估价中的教学与研究. E-mail: appraiser0213@163.com

通讯联系人: 黄克龙 (1963—), 教授, 主要从事土地评估的教学与研究. E-mail: HKL@jsemap.com

数据转换成连续的数据曲面,以便与其它空间现象的分布模式进行比较.空间插值的理论假设是空间位置上越靠近的点,越可能具有相似的特征值;而距离越远的点,其特征相似的可能性越小.而地价样点存在相关性,地价的空间分布规律正好符合这一假设^[3].

空间插值方法可以分为整体插值方法和局部插值方法两类.整体插值方法是用研究区所有采样点的数据进行全区特征拟合,有边界内插方法、趋势面分析、变换函数插值等插值方法.这些插值方法将短尺度、局部的变化看作随机的和非结构的噪声,从而丢失了这一部分信息,所以通常不直接用于空间插值,而是用来检测不同于总趋势的最大偏离部分,在去除了宏观地物特征后,可用剩余残差来进行局部插值.局部插值方法是仅仅用邻近的数据点来估计未知点的值,有最近邻点插值法(泰森多边形法)、移动平均插值法(距离倒数插值法)、样条函数插值法、克里金插值法等.这些插值方法恰好能弥补整体插值方法的缺陷,可用于局部异常值,而且不受插值表面上其它点的值的影响.城市内部土地价格与周围样点的土地价格密切相关而与地价整体的高低无关^[4],所以基准地价级别的划分应该选择局部插值的方法.

克里金插值方法(Kriging)是上述空间插值诸方法中的一种,在地价的空间插值中运用最为广泛.该方法是由南非工程师克立格(Krige D G)和统计学家西舍尔(Sichel H S)在上世纪50年代根据样品空间位置不同和样品间的相关程度的不同,对每个样品赋予一定的权重,进行滑动加权平均,来估计未知样点上样品平均值的一种方法,由法国地统计学家Matheron提出,用以纪念克里金在1951年首次将统计学技术运用到地矿评估^[5].它是利用区域化变量的原始数据和变异函数的结构特点,对未采样点的区域化变量的值进行线性无偏最优估计的一种方法.这种方法是在分析已测样点的形状、大小、空间位置相互关系,已测样点与待估样点的相互空间位置关系,以及变异函数提供的结构信息的基础上,对待估样点进行的一种无偏最优估计.它最大限度地利用了空间取样所提供的各种信息,不仅考虑了该样点的数据,还考虑了邻近样点的数据,不仅考虑了待估样点与邻近已知样点的空间位置,而且还考虑了各邻近样点彼此之间的位置关系,同时利用了已有观测值空间分布的结构特征,从而使这种插值方法比其它方法更精确,并且能够给出估计误差.

设一区域内在采样点位置 x_i 处的观测值为 $z(x_i)$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$,则在预测点 x_0 的估计值 $\hat{z}(x_0)$ 可以通过周围 n 个采样点的观测值 $z(x_i)$ 的线性组合来求取,即:

$$\hat{z}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i), \quad (1)$$

式中 λ_i 为采样点 x_i 的权重,与距离倒数插值法的权重不同的是,此处为 x_i 所赋的权重值不仅考虑了预测点与采样点之间的距离,而且考虑了预测点与采样点之间、采样点彼此之间空间分布关系.

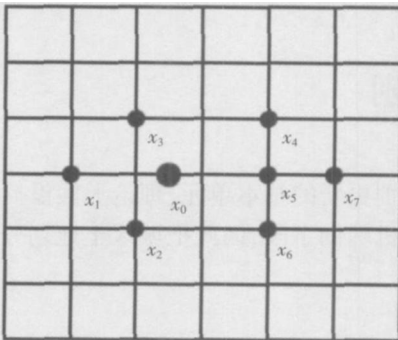


图1 样点分布图1
Fig.1 Sketch of specimen 1

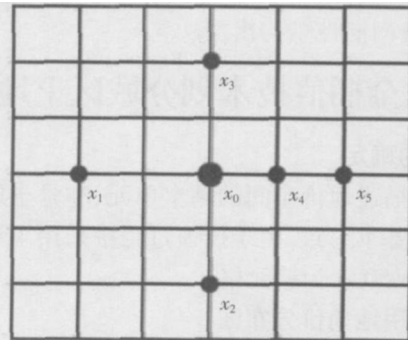


图2 样点分布图2
Fig.2 Sketch of specimen 2

设 x_0 为待估样点,在其邻域内有 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ 等7个样点,其位置如图1所示,各点的权重分别是 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7$,当区域化变量具有各向同性结构时(在实际应用中,变异函数经过变换处理后,在Kriging内插时表现为各向同性),在权重系数之间有 $\lambda_2 = \lambda_3, \lambda_4 = \lambda_6$,这是因为 λ_2 与 λ_3, x_4 与 x_6 的几何位置是对称的,所以其权重系数也具有对称性.虽然 x_1 与 x_5 对待估样点 x_0 是对称的,但并不存在 $\lambda_1 = \lambda_5$,因为在样点 x_5 附近还存在样点 x_4, x_6, x_7 与其丛聚在一起,这种丛聚作用降低了样点 x_5 对待估样点 x_0 的影响,而 x_1 是单独的一个样点,不存在丛聚效应.所以计算结果是 $\lambda_1 > \lambda_5$.在图2中,待估样点 x_0 的

邻域内有 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 等 5 个样点, 其中 x_1, x_2, x_3, x_5 到 x_0 的距离是相等的, 从而 $\lambda_2 = \lambda_3$, 但 $\lambda_1 > \lambda_5$ 因为样点 x_5 受到样点 x_4 的屏蔽效应的影响 (当块金值很小或不存在时会有屏蔽效应).

要得到无偏最优估计值, 必须满足下面两个条件:

- (1) 无偏估计, 即 $E[\hat{z}(x) - z(x)] = 0$
- (2) 估计方差最小, 即 $\text{var}[\hat{z}(x) - z(x)] \rightarrow \min$

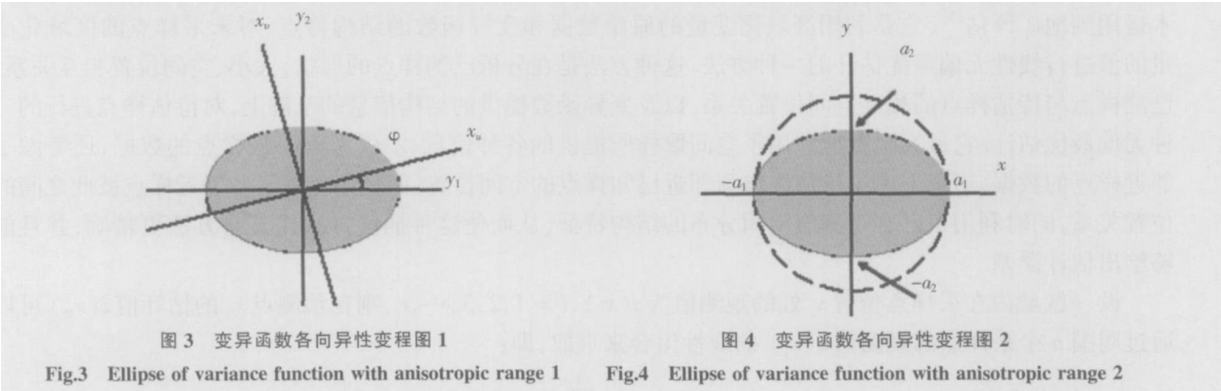
则要求权重 λ_i 满足下列方程:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma(x_i, x_j) + \mu = \gamma(x_0, x_0), \quad \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

(2)

式中 $\gamma(x_i, x_j)$ 为观测点 x_i 与 x_j 之间的半变异值, $\gamma(x_i, x_0)$ 是采样点 x_i 与内插点 x_0 之间的半变异值, μ 是与方差最小化有关的拉格朗日乘数. 由此方程计算出权重 λ_i 的值, 代入公式 (1) 中即可求出待估点 x_0 处的内插值 $z(x_0)$.

许多具有空间性的事物或现象在各个方向上的变化是不同的, 即是各向异性. 地统计学中, 区域化变量所构成的变异函数具有相同基台值但具有不同的变程, 称为几何各向异性. 对大多数各向异性而言, 各方向的变程图近似一个椭圆, 如图 3. 其意义在于在计算待估点的地价时, 将椭圆的中心与待估点重合, 然后将椭圆内的样点根据方程 (2) 计算出各样点权重 λ_i , 代入公式 (1) 即可求出待估样点的值.



在实际应用中, 由于各向异性而导致各个方向采用的模型是不一致的, 故要先将各向异性转为各向同性. 采用的方法是先进行坐标的旋转变换, 使所选择的坐标轴与几何各向异性的椭圆主轴一致 (如图 3), 然后通过线性变换将椭圆形状的变程图转为以长轴为半径的圆, 如图 4. 这样在新的坐标下的变异函数模型, 变为统一的各向同性结构模型.

2 运用克里金插值技术划分城区土地级别

2.1 插值网络的确定

插值网格是描述地价空间的基本单元, 亦是土地级别更新的基本单元. 理论上假设插值单元内部土地特性和区位条件基本一致. 由于插值过程中采用了计算机辅助手段, 因此把城区土地划分为若干面积相同的网格, 以 $50\text{ m} \times 50\text{ m}$ 为单元格.

2.2 商业、住宅用地地价分布图

本次常熟城区地价的空间插值使用的是经调整筛选后的市场交易样点地价数据. 空间插值通过球状模型克里金插值方法, 分别对商业、住宅用地的地价空间分布进行了计算模拟. 图 5 图 6 分别是以地价 1500 元、300 元为等值间距的地价等值线图, 图形描述了城区商业、住宅用地的地价空间分布趋势变化.

2.3 商业、住宅用地地价的频率直方图

运用克里金空间插值法对样点地价进行空间插值. 根据插值结果的统计, 得到商业、住宅用地地价的频率直方图, 如图 7 图 8.

2.4 提取地价等值线, 划分相应的土地级别

通过频率直方图, 选择频率分布突变处作为级别的分界, 得到以市场资料划分的土地级别. 结果见图 9 图 10.



图5 商业用地地价克里金插值的1500元等值线图
Fig.5 Isoline map of commercial land price with a 1500 yuan interval produced by Kriging

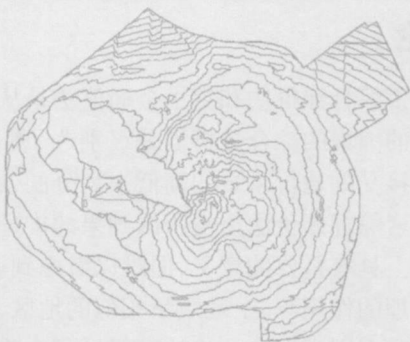


图6 住宅用地地价克里金插值的300元等值线图
Fig.6 Isoline map of residential land price with a 300 yuan interval produced by Kriging

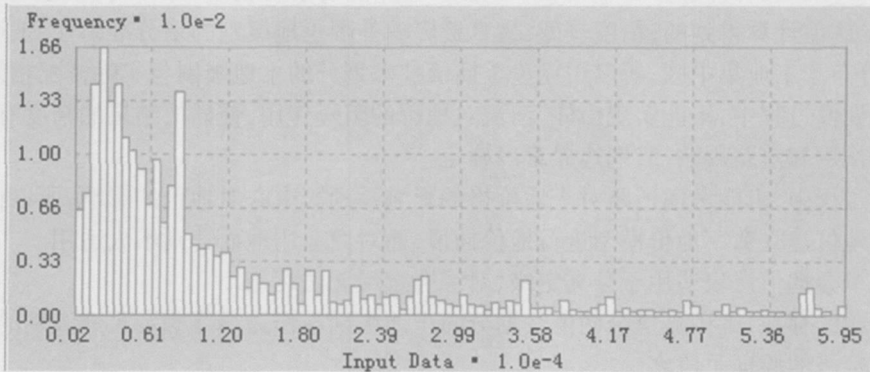


图7 商业样点地价频率直方图
Fig.7 Frequency histogram of commercial specimen

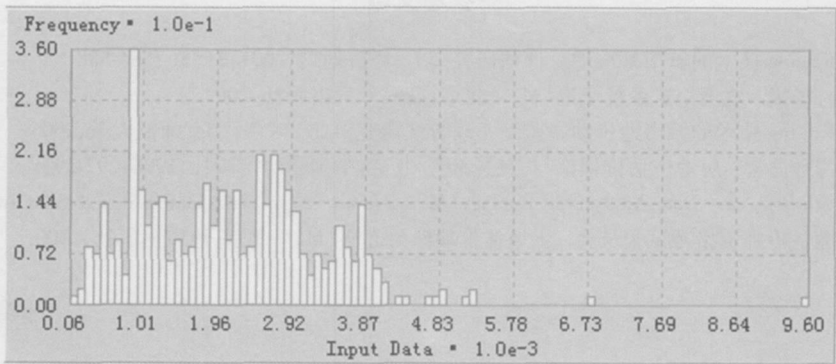


图8 住宅样点地价频率直方图
Fig.8 Frequency histogram of residential specimen



图9 运用克里金插值法划分的商业用地土地级别图
Fig.9 Rank map of commercial land produced by Kriging



图10 运用克里金插值法划分的住宅用地土地级别图
Fig.10 Rank map of residential land produced by Kriging

3 结论

多因素综合评价法和克里金插值法是从不同途径划分土地级别,多因素综合评价法是根据影响土地质量差异的因素的综合分析划分级别^[6],属于由因到果的推理;克里金插值法则是以价定级即以土地市场中普遍接受的地价水平的高低来划分的,属于根据各类型用地市场交易样点地价划分土地级别。

多因素综合评价法重视由因到果的推理,主要考虑影响因素形成的土地质量的优劣,该方法划分的级别在理论上具有重要的意义,但难以考虑到该优劣被人们和市场接受的程度。由于历史的原因、传统的因素以及心理的作用等,土地质量相似的地区,人们和市场接受的程度却大不相同,地价水平有较大的差异。上述因素在多因素综合评价法定级过程中难以量化,而以价定级则可弥补该问题的不足。

当然,以价定级并非尽善尽美,由于各种外部条件和内部条件的限制,运用克里金插值技术划分土地级别还存在若干缺陷,在城区划分土地级别实践上有下列问题:

(1) 城区中心地区交易样点分布较为密集,数字地价模型精度较高;城区外围地区交易样点少或没有,是用地价外推插值计算得到的,精度较低,这直接影响外围土地级别的划分准确性。工业用地土地市场资料不足,并且分布于工业集中区,所以用克里金插值技术划分的土地级别与实际情况相差太大。

(2) 在地价插值过程中,不能实现山体、河流对地价的阻隔作用,使插值结果的精度有所降低。同时由于没有考虑阻隔作用和道路影响,级别边界难以确定。

(3) 在插值过程中,未能考虑道路对土地价格的影响及商服中心对地价的影响,所以比较适合住宅或工业用地的样点地价建立数字地价模型进行地价插值,而对商业用地而言则不太适用。

(4) 运用克里金插值法仅适用于分类定级,对综合定级无法运用。

由于以上问题的存在,运用克里金插值法划分的土地级别不作为最终确定土地级别的依据,而仅作为多因素综合评价法定级的验证手段之一。

[参考文献]

- [1] 吴宇哲. 基于 Kriging 技术的城市基准地价评估研究 [J]. 经济地理, 2001, 21(5): 584-588
- [2] 黄杏元, 马劲松, 汤勤. 地理信息系统概论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002
- [3] 郑光辉. 基于 Kriging 技术的城市地价动态监测实现方法研究 [D]. 南京: 南京师范大学, 2005
- [4] 中国房地产估价师协会. 房地产估价理论与方法 [M]. 北京: 中国物价出版社, 1996: 297-299.
- [5] Davis John C. Statistics and Data Analysis in Geology [M]. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 2002: 525-529.
- [6] 国土资源部土地估价师资格考试委员会. 土地估价理论与方法 [M]. 北京: 地质出版社, 2000

[责任编辑: 丁 蓉]