

基于移动点对象和事件的宗地时空变化表达

孟令颂^{1,2}, 陈鹏¹, 童小华¹, 金雁敏¹

(1. 同济大学 测绘与地理信息学院, 上海 200092; 2. 上海市杨浦区房地产交易中心, 上海 200093)

摘要: 地籍管理中核心要素宗地的几何空间和属性信息具有典型的时空特性。以往宗地时空变化的研究主要集中在表达宗地的某一方面,对宗地所有属性和几何空间信息时空变化的表达需要加强。同时,移动对象理论在表达宗地时空变化的研究与应用还没有,且在表达多个对象间同步变化时仍需进一步研究。针对这2个问题,分析了宗地时空变化的类型,提出了基于移动点对象的单个宗地几何空间和属性(单一属性和权属)信息时空变化表达方法以及基于事件的多个宗地间时空变化表达方法,并研发了地籍宗地时空管理原型系统,验证了文中提出理论方法的可行性和有效性。

关键词: 宗地; 时空变化; 移动点对象; 事件

中图分类号: P273

文献标志码: A

analyzed. And the method to express the spatio-temporal changes of geometric spatial information and attributes (single attribute and ownership) of a single parcel based on moving point objects is proposed. At the same time, the method to describe the spatio-temporal changes of multiple parcels based on events is presented in this paper. Furthermore, the prototype system of spatio-temporal management of cadastral parcels is developed in this study, which proves the feasibility and efficiency of the proposed methods.

Key words: parcel; spatio-temporal change; moving point object; event

Expression of Spatio-temporal Changes of Parcels Based on Moving Point Objects and Events

MENG Lingsong^{1,2}, CHEN Peng¹, TONG Xiaohua¹, JIN Yanmin¹

(1. College of Surveying and Geo-informatics, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Yangpu Shanghai Real Estate Trading Center, Shanghai 200093, China)

Abstract: The key elements in cadastral management, which are the geometric spatial information and attributes of parcels, have typical spatio-temporal characteristics. The current researches on the spatio-temporal changes of parcels mainly focus on the expression of a single aspect of the cadastral parcel. However, the expression of the spatio-temporal changes of all the attributes and geometric spatial information of the parcels need to be strengthened. Meanwhile, little attention is paid to the expression of spatio-temporal changes of parcels based on moving objects theory. And the expression of synchronous changes of multiple objects needs to be further studied. In this paper, as to the two mentioned problems above, the types of spatio-temporal changes of parcels are

宗地是土地使用权或所有权登记的基本单元和核心要素,是由土地权属界线组成的封闭地块或空间^[1]。其管理的核心是宗地几何图形和产权的变化。目前,学术界在宗地时空变化的研究和应用已有不少成果^[2-8]:文献[2-3]从宗地几何空间角度论述了宗地的出现、消失、分裂、转换等基本时空变化。文献[4]在分析宗地空间变化基础上实现了单个宗地变更的历史数据回溯。文献[5-6]采用非第一范式关系组织和表达宗地的属性数据变化。文献[7]运用动态版本技术研究了宗地自身空间和属性的时空变化。文献[8]从宗地空间和权属的角度研究了现势宗地利用状况。上海市房地产登记管理系统从产权的角度实现了各种权属时空变化的记载,较好地解决了宗地权属转移问题。但总体上还有2个主要问题值得进一步研究:一是需要考虑宗地所有信息的时空变化,即在研究宗地的几何空间变化应用的同时还需要研究权属的时空变化;二是需要表达多个宗地间时空变化同步性和空间相关性,即单个宗地变化的同时引起其他宗地的同时变化。

移动对象是指随着时间其位置发生连续变化的几何实体,强调的是移动性和连续性^[9]。目前国内外

收稿日期: 2015-06-24

基金项目: 国家自然科学基金(40801060)

第一作者: 孟令颂(1977—),男,博士生,主要研究方向为时空数据模型。E-mail: meng_lingsong@163.com

通讯作者: 陈鹏(1977—),男,副教授,硕士生导师,工学博士,主要研究方向为GIS理论与应用。E-mail: chenpeng@tongji.edu.cn

基于移动对象理论时空变化研究主要集中在 2 个方面:一是如何连续地维护移动对象当前位置及未来位置的预测,二是针对移动对象当前位置和历史位置的查询和追溯.文献[10-12]针对连续变化对象未来位置的预测存在不精确性问题,探讨了位置更新代价和不精确性之间的平衡问题以及未来位置更新的策略.文献[13-15]引入类型构造子,构造新的时空数据类型和操作,实现了连续变化对象在运动周期内运动历史的查询和追溯.总体上,移动对象较为真实客观地模拟了地理实体的连续变化,但在支持多个对象同步变化方面较弱.同时,到目前为止,移动对象理论在表达宗地离散变化的研究与应用还没有.

本文在综述已有宗地时空变化研究和应用以及移动对象理论在表达对象时空变化的基础上分析宗地时空变化,研究宗地点的轨迹在三维空间(二维平面和时间)和单一属性值在二维空间(一维平面和时间)分段模拟方法.基于时间区间提出基于移动对象的单个宗地几何空间和属性时空变化表达方法;针对宗地空间相互邻接特征,基于时刻而非时间区间,提出基于事件的多个宗地间的时空变化表达方法.在此基础上研发地籍宗地时空管理原型系统,通过在上海市某区应用验证所提出理论方法的可行性和有效性.

1 宗地时空变化分类

宗地一个最显著的特点是其不孤立存在,在一

定的行政区域内呈现无交叉、无重叠、但相互邻接的网络结构、宗地和宗地间相互影响、相互依赖的特点.一个宗地的几何图形信息一旦发生改变,必然引起相邻接宗地图形的改变,同时也有可能引起宗地的消亡和创建.如图 1,图 1a 中实线(虚线表示变化的行为)有 5 块宗地分别为 A, B, C, D, E, 其几何图形发生变化后, A 宗地变为 A¹, D 宗地变为 D¹, C 宗地变为 C¹, B, E 宗地消亡,而新建一 F 宗地(图 1b).宗地的几何图形信息不但发生变化,其属性也发生变化,这种变化同样涉及一个宗地的多个属性或多个宗地的不同属性,如宗地 A 在转让过程中同时办理转移和抵押手续,则涉及到宗地使用权和抵押权 2 个权属信息的变化,一个产权人信息的变化则涉及该产权人所使用的多个宗地使用权属变化.因此,宗地的变化不但体现了宗地自身几何空间和属性的变化,也体现了宗地变化的同步性和相关性,即宗地在自身变化的同时涉及多个宗地同时改变,基于此,本文将宗地的时空变化划分为宗地自身时空变化(基于时间区间)和宗地间时空变化(基于时刻)2 大类,如图 2 所示.

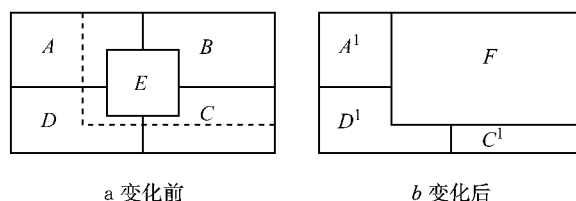


图 1 宗地时空变化

Fig.1 Spatio-temporal changes of cadastral parcels

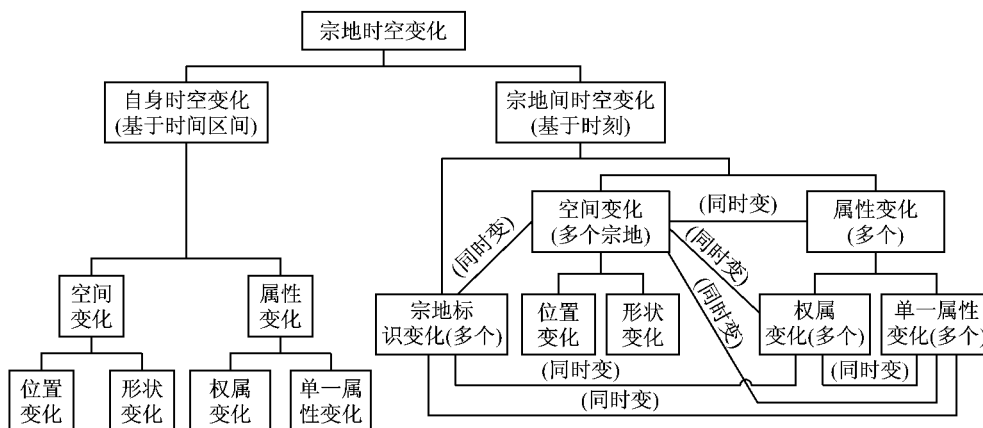


图 2 宗地时空变化分类

Fig.2 Spatio-temporal change types of parcels

宗地自身时空变化是单个宗地在其生命存续期间内基于时间区间的变化,即在每个时间区间内其自身几何空间和属性随时间变化,不涉及到其他的

宗地,仅记录宗地自身空间、属性的不同状态.其分为宗地空间变化和属性变化.空间变化包括宗地位置和形状的变化.宗地属性变化包括单一属性变化

和权属变化,单一属性是指诸如宗地用途、等级等可以用一个单值来表示的属性. 权属具有多重属性,是由多个单一属性组成的,如宗地的使用权包括权利人的姓名、地址和联系方式等,故权属属性是指宗地的使用权、抵押权、限制权等.

宗地间时空变化是基于时刻而不是时间区间提出的,是指宗地的空间或属性在变化时会涉及同一宗地的其他属性或其他宗地的不同属性,即涉及空间或多个属性的同时变化. 因此,宗地间的变化分为多个宗地空间变化、多个属性变化和多个宗地标识的变化,多个属性变化可能是同一宗地的不同属性,也有可能是不同宗地的不同属性,而宗地标识的改变代表了宗地的创建和消亡.

2 移动点对象的轨迹表示

移动点对象是移动对象的一种,是指可以抽象为点对象、其空间位置随时间不断发生变化的地理实体^[16]. 通常,在表达移动点对象的空间位置变化时,是将移动点对象的位置抽象为三维空间(二维平面和时间)的轨迹,如图 3 所示. 要记录移动点的轨迹,可对移动点的位置进行连续采样,将每个移动点的位置 (x, y) 和时间 (t) 信息依次存储于数据库中(图 3 中点划线),尽管这种方法能够真实地模拟移动点对象的位置变化,但随着移动点数量的增大,会造成系统效率急剧降低,可应用性较差. 而为了提高效率、减少系统存储量,可以用一个函数(即线段)来表示(图 3 中双点划线),但这样的表示又偏离了其真实的轨迹. 为此,在兼顾效率和轨迹真实性的前提下,可以用多个函数来表示,即在真实轨迹较为明显的拐点或移动点方向、速度改变的位置内插点(图 3 中黑色圆点),两点位置之间用线段来表示,不同点之间线段的连线,近似地模拟了移动点的真实轨迹(图 3 中短实线). 因此,为了构造多个函数,首先将移动点对象的整个运动周期 $[t_s \ t_e]$ 在时间轴上分为 n 个时间段(称为单元时间区间,用 u_i 表示,如图 4),则移动点对象的整个运动周期可以表示为

$$[t_s \ t_e] = (u_{t_1}, \dots, u_{t_i}, \dots, u_{t_n}) = (([t_s \ t_1), \dots, ([t_{i-1} \ t_i), \dots, ([t_{n-1} \ t_e])) \quad 1 < i < n \quad (1)$$

式中: u_{t_i} 为第 i 个单元时间区间; n 为单元时间区间的个数. 在每个单元时间区间内,移动点对象的轨迹用一个简单的线性函数 $f(t) = a + bt$ 表示(称为单元函数,用 f_{u_i} 表示),显然,在单元时间区间内, a 为单

元时间区间内开始或结束的位置, b 为运动速度,则移动点对象在整个全运动周期内的轨迹 T_r 可以表示为

$$T_r = \{u_t, f_u\} = ((u_{t_1}, f_{u_1}), \dots, (u_{t_i}, f_{u_i}), \dots, (u_{t_n}, f_{u_n})) = (([t_s \ t_1), f_{u_1}), \dots, ([t_{i-1} \ t_i), f_{u_i}), \dots, ([t_{n-1} \ t_e], f_{u_n})) \quad 1 < i < n \quad (2)$$

式中:“ $\{\}$ ”表示单元时间区间集合; f_{u_i} 为第 i 个单元时间区间的函数. 该式既适用于连续变化也适用于离散变化. 对于连续变化,在区间 $[t_s \ t_1)$ 的时刻 t_1 ,存储的点位置同区间 $[t_1 \ t_2)$ 开始时刻 t_1 存储的位置相同. 而对于离散变化,在区间 $[t_s \ t_1)$ 的结束时刻 t_1 ,系统存储移动点的位置为该点在开始时刻 t_s 的位置,并不是实际的位置,因为离散变化的移动点在 t_1 时刻是瞬间变动的,其在单元时间区间内是常量函数.

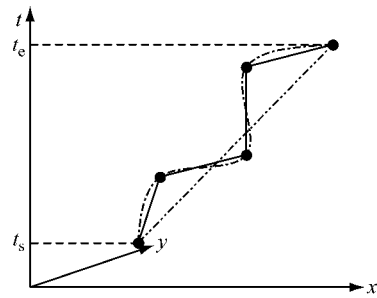


图 3 点轨迹各种表示

Fig. 3 Different trajectories of the points

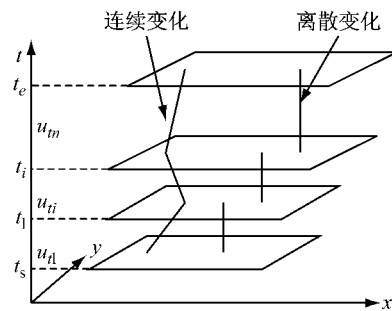


图 4 点轨迹的分段表示

Fig. 4 Segments of point trajectories

3 基于移动点对象的单个宗地对象时空变化表达方法

移动点对象不但可以表达时空对象的空间位置变化,而且还可以表达时空对象的属性变化^[17]. 故本文尝试采用移动点对象的位置变化来表达单个宗地自身的空间和属性时空变化.

3.1 单个宗地对象空间变化表达方法

宗地的空间形状由界址线组成,而界址线是由界址点组成的,因此宗地空间形状和位置的改变是因为其组成界址点的位置发生了变化.界址点可以看作是移动点对象,其位置变化可以表示为时间 t 的函数.根据移动点对象在整个运动周期内轨迹的分段表达方法,宗地空间变化可以表示为

$$S(t) = (I_D, \{u_{ti}, S(t)_{wi}\}) = (I_D, \{u_{ti}, \{P(x, y)(t)_{wi}\}\}) \quad (3)$$

式中: $S(t)$ 为宗地的空间形状和位置在整个运动周期内随时间的变化; I_D 为宗地对象的标识; $S(t)_{wi}$ 为宗地的空间在第 i 个单元时间区间内的变化; $P(x, y)$ 为宗地的界址点; $\{P(x, y)(t)_{wi}\}$ 为宗地界址点在单位时间区间变化的集合.

式(3)表达了宗地界址点个数未发生变化的情况,而因界址点个数发生了变化而导致宗地空间位置和形状发生变化的情况同样可用式(3)来表达.如图 5a 为宗地界址点个数减少的情况,从时刻 t_1 到时刻 t_3 ,宗地 $abcd$ 形状变为了 $a^1c^1d^1$.图 5b 为宗地界址点个数增加的情况,从时刻 t_1 到时刻 t_3 ,宗地形状由 $abcd$ 变为了 $a^1e^1b^1c^1d^1$.对于前后时刻存在相对应的点,如图 5a 中点 a, c 和 d ,则可以分别用一个常量函数表示其位置变化.而对于前后 2 个时刻没有相对应的点如何用函数来表示,本文给出的策略是在单元时间区间的开始或结束时刻,在点个数少的图形上增加相应的辅助点,达到图形上界址点一一对应的目的,从而构建常量函数.如图 5a,可以在 t_3 时刻,线段 a^1c^1 上增加辅助点 b^1 ,对于图 5b,可以在 t_1 时刻,线段 ab 间增加一个辅助点 e .因此,在表达宗地因界址点的个数发生变化而导致的宗地空间形状变化的核心是确定界址点的一一对应,在确定了界址点的一一对应之关系之后,就可以运用式(3)完整地表示宗地在整个运动周期内的空间变化.而对于连续变化的其他面状对象,若再进一步考虑图形的精确性,其方法是缩小时间间隔,对于图 5a 和图 5b,若将时间间隔缩小到 $[t_1 \ t_2]$,则可以更早地确定非对应点的轨迹函数.如图 5a,将时间间隔缩小之后,可以更早地判定点 b 是向 c 点移动,对于图 5b,同样可以更早地确定线段 ab 在靠近 a 点处增加了一个点.虽然宗地的空间变化是离散变化,但上述方法在表达连续变化的对象时,通过增加辅助点或缩小时间间隔,可以更为精确地表达连续变化实体的时空变化.

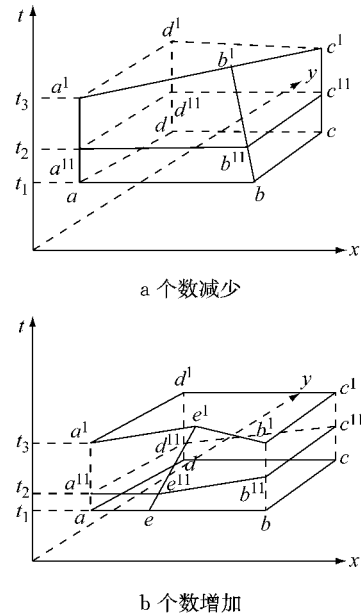


图 5 界址点的个数变化

Fig.5 change of points numbers

3.2 单个宗地对象属性变化的表达方法

宗地的属性包括单一属性和权属属性,权属属性由多个单一属性组成,而宗地属性的变化是因其单一属性值的改变而发生变化.既然二维点对象的变化可以在三维空间(二维平面和时间)模拟为轨迹,那么如果将单一属性值看作一维对象,则一维对象(单一属性值 v)的变化在二维空间(一维平面和时间)仍然可以模拟为轨迹.因此,依据移动点对象轨迹分段表示方法,单一属性值在整个运动周期内的轨迹可以表示为

$$T_r = \{u_i, f_v\} = ((u_{t1}, f_{v1}), \dots, (u_{ti}, f_{vi}), \dots, (u_{t_{i-1}}, f_{v_{i-1}})) = (([t_s \ t_1], (v_{u1} + b_1t)), \dots, ([t_{i-1} \ t_i], (v_{u(i-1)} + b_it)), \dots, ([t_{n-1} \ t_n], (v_{u(n-1)} + b_nt))) \quad 1 < i < n \quad (4)$$

式中: $v_{u(i-1)}$ 为第 i 个单元时间区内开始时刻的值; b_i 为第 i 个单元时间区内属性值的速度.同样,对于离散变化的单一属性值,其在单元时间区间内的速度为零,对于在 t_i 时刻的值在单元时间区间 $[t_{i-1} \ t_i)$ 和 $[t_i \ t_{i+1})$ 时刻的值,在数据库中存储不一样,而对于连续变化,其存储的值是相同的.对于具有多重属性的权属变化,如土地的使用权,往往更加关注权利人名称的变化,而对于权利人的地址或联系方式等关注比较少,因此,可以选取一个重要的单一属性表示权属的变化,在选取了权属的单一属性后,就可以运用式(4)在二维(一维平面和时间)空间内以轨迹的方式模拟某个权属的变化.宗地的权属(使用

权、抵押权等)有多个,单一属性同样也有多个(如宗地用途、等级等),所以,通过引入集合的概念,则宗地对象的属性时空变化可以表示为

$$A(t) = (I_D, \{\{u_{tpj}, A_{upj}(t)\}\}) = (I_D, \{u_{1lj}, A_{ulj}(t)\}, \dots, \{u_{tpj}, A_{upj}(t)\}, \dots, \{u_{tqj}, A_{uqj}(t)\})$$

$$1 \leq p < q \quad (5)$$

式中: $A(t)$ 为宗地的属性在整个运动周期的时空变化; p 为宗地的第 p 个属性; j 为第 j 个单元时间区间; $A_{upj}(t)$ 为宗地的第 p 个属性在第 j 个单元时间区间内的变化; $\{u_{tpj}, A_{upj}(t)\}$ 为宗地第 p 个属性在整个运动周期变化的集合; q 为宗地属性的个数.

4 基于事件的多个宗地对象间的时空变化表达方法

基于移动点对象的单个宗地对象时空变化表达方法表达的是单个宗地在全部运动周期内自身几何空间和属性的变化.缺乏对涉及多个宗地或多个属性同时变化的描述.因此,为表达涉及多个宗地或多个属性同时变化的情况,本文采用事件的方法表示为

$$E(t) = (I_D, \{t_k, \{I_{Dq}, N_A, C_T\}\})$$

$$1 \leq k < l \quad (6)$$

式中: $E(t)$ 为宗地在整个运动周期内的所有事件; t_k 为事件发生的第 k 个时刻; I_{Dq} 为事件发生时刻所涉及的其他宗地标识; N_A 为宗地空间和属性标识; C_T 为空间或属性的变化类型,即创建、灭失和调整; $\{I_{Dq}, N_A, C_T\}$ 为事件发生时刻所涉及其他宗地的集

合; $\{t_k, \{I_{Dq}, N_A, C_T\}\}$ 为所有事件发生时所涉及所有其他宗地的集合; l 为宗地全部运动周期内事件发生时刻的个数,也可以理解为事件的个数.如图 6 表示宗地 A 在时间区间 $[t_1 \ t_5]$ 的变化过程,则根据式(6),在每个时刻宗地 A 的事件可表示如下.

t_1 时刻: $E_{t1} = (I_{DA}, \text{图形, 创建})$,表示在 t_1 时刻宗地 A 创建. t_2 时刻: $E_{t2} = ((I_{DA}, \text{图形, 调整}), (I_{DB}, \text{图形, 创建}))$,表示在 t_2 时刻宗地 A 分割为 2 块宗地,其具体语义为宗地 A 几何空间改变的同时涉及到宗地 B 的创建,该事件中涉及 2 块宗地.其中 A 和 A^1 为宗地 I_{DA} 的 2 个不同空间形状,但标识均为同一个,所以在图 6 中,宗地 A, A^1, A^{11}, A^{111} 的标识均为 I_{DA} . t_3 时刻: $E_{t3} = ((I_{DA}, \text{图形, 调整}), (I_{DB}, \text{图形, 调整}))$,表示在 t_3 时刻宗地 A 和 B 的标识均未发生改变,发生变化的是两宗地的空间形状,涉及 2 块宗地. t_4 时刻: $E_{t4} = ((I_{DA}, \text{图形, 调整}), (I_{DB}, \text{图形, 灭失}), (I_{DC}, \text{图形, 创建}), (I_{DD}, \text{图形, 创建}))$,表示在 t_4 时刻宗地 A 几何空间改变,宗地 B 灭失,其运动周期在该时刻结束,宗地 C, D 创建,运动周期从该时刻起开始,该时刻的事件涉及 4 个宗地. t_5 时刻: $E_{t5} = ((I_{DA}, \text{图形, 灭失}), (I_{DC}, \text{图形, 灭失}), (I_{DD}, \text{图形, 灭失}), (I_{DE}, \text{图形, 创建}))$,表示在 t_5 时刻宗地 A, C, D 全部合并为宗地 E ,宗地 A, C, D 的运动周期结束,而宗地 E 的运动周期开始,涉及 4 块宗地.则对于宗地 A 在整个运动周期 $[t_1 \ t_5]$ 内的所有事件可以表示为

$$E(t) = (I_{DA}, (t_1, E_{t1}), (t_2, E_{t2}), (t_3, E_{t3}), (t_4, E_{t4}), (t_5, E_{t5})) \quad (7)$$

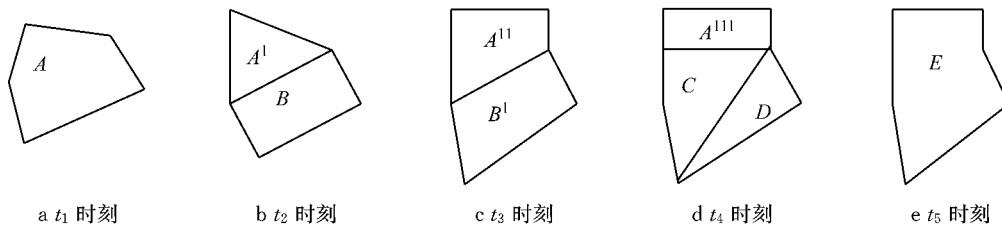


图 6 宗地变化的事件
Fig.6 Events of parcel change

传统事件的含义是描述单个对象在时间轴上的状态,称为状态序列或事件(时间)序列,记录的是变化值^[18].而本文的事件描述的不是单个宗地,而是通过记录时间点上单个宗地或单个属性变化时涉及的其他宗地的空间和属性的变化,记录的是变化类型,而不是变化值,反映了宗地在整个运动周期内时空变化的同步性和相关性.

5 地籍宗地时空管理原型系统及应用

基于移动点对象的宗地时空变化表达方法反映了单个宗地的空间和属性变化,而基于事件的宗地间时空变化表达方法反映了多个宗地的同步变化,从而完整地表达了宗地的各种变化类型,则一个完整的宗地时空变化 $O(t)$ 可以用四元组表示为

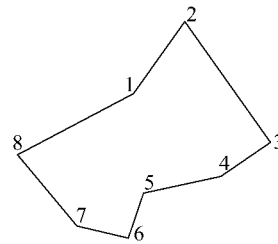
$$O(t) = (I_D, S(t), A(t), E(t)) \quad (8)$$

基于此,本文研发了地籍宗地时空管理原型系统,并实现了基本功能,主要包括宗地的动态变更管理、基于移动点对象的单个宗地自身空间和属性时空变化的动态追溯、基于事件的多个宗地间的时空变化追溯.图 7 为基于移动点的宗地空间变化追溯界面,图 7a 为宗地从创建至今发生变化的总体情况,图 7b,7c,7d 为宗地在单元时间区间内的空间变化追溯情况.从图 7a 中可以看出,宗地经历了 3 次变化,分为 3 个单元时间区间.宗地在时刻“2010 年 6 月 3 日”开始创建,其组成该宗地的界址点为 8 个,在单元时间区间[2010-06-03,2012-07-08]内,8 个界址点的位置为常量函数,即位置不变,8 个界址点的有序连线组成了宗地在该单元时间区间内的空间形状和位置(图 7b).在时刻“2012 年 7 月 8 日”,虽然界址点个数未变化,并且界址点 7 和 8 位置未发生

变化,但界址点 1,2,3,4,5,6 的位置发生了变化,即位置常量函数改变,从而导致宗地的空间形状和位置发生了变化,直至时刻“2013 年 9 月 10 日”前,8 个界址点的位置未再改变,因此,8 个界址点的连线构成了宗地在单元时间区间[2012-07-08,2013-09-10]内的空间形状和位置(图 7c).在时刻“2013 年 9 月 10 日”,界址点 2,4,5,7,8 未发生变化,仍为前一单元时间区间的位置常量函数,但界址点 1,3,6 消亡,同时在界址点 7 和 8 之间增加一新的界址点 9,导致宗地空间形状发生了变化,因此,从时刻“2013 年 9 月 10 日”至今,界址点 2,4,5,7,9,8 的连线构成了现势宗地的位置和形状(图 7d).图 7a 中单元结束时间为空表示宗地为现势宗地,图 7b,7c,7d 中的边长表示从一个界址点到相邻下一个界址点的长度,而半径则是考虑了在实际中宗地的 2 个界址点之间是弧线的情况,结束界址点的半径和长度是指

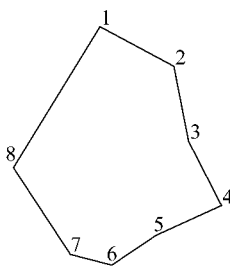


a 管理系统界面



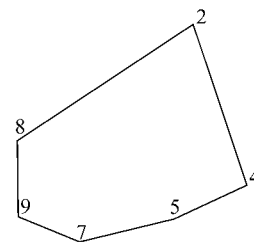
点号	X坐标	Y坐标	半径(R)	边长(单位:米)
1	***8.347	***7.5	0	24.435
2	***8.739	***0.963	0	41.056
3	***4.683	***3.893	0	16.576
4	***5.012	***0.43	0	20.877
5	***0.598	***0.024	0	13.122
6	***0.03	***6.251	0	14.218
7	***1.28	***2.41	0	25.341
8	***1.18	***6.72	0	35.244

b 情形 1 界面



点号	X坐标	Y坐标	半径(R)	边长(单位:米)
1	***3.292	***0.723	0	22.309
2	***4.367	***1.168	0	17.707
3	***7.11	***5.138	0	17.392
4	***2.432	***4.467	0	19.654
5	***5.688	***6.007	0	13.687
6	***8.944	***4.097	0	11.918
7	***1.28	***2.41	0	25.341

c 情形 2 界面



点号	X坐标	Y坐标	半径(R)	边长(单位:米)
2	***4.367	***1.168	0	34.593
4	***2.432	***4.467	0	19.654
5	***5.688	***6.007	0	24.005
7	***1.28	***2.41	0	16.151
9	***6.149	***2.736	0	15.034
8	***1.18	***2.446	0	50.132

d 情形 3 界面

图 7 基于移动点对象的宗地追溯

Fig.7 Parcel tracking based on moving point object

结束界址点到开始界址点的半径和长度.该系统在上海市某区已得到实际运用,较好地满足了地籍动态管理的业务需求.

6 结语

通过对宗地时空变化类型的分析,提出了宗地时空变化的四元组表达方法,即: $O(t) = (I_D, S(t), A(t), E(t))$. $S(t), A(t)$ 基于移动点对象理论提出,表达了单个宗地整个运动周期内自身的时空变化,包括了空间和属性(单一属性和权属)信息的变化,解决了以往宗地时空变化研究中所有时变信息表达不完整问题.采用事件 $E(t)$ 的方法表达了多个宗地间在某个时刻的同步变化,反映了宗地时空变化的同步性和相关性,同时也弥补了移动对象理论在支持多个对象同步变化不足的问题.研发的地籍宗地时空管理原型系统在实际业务中已得到应用,验证了文中所提理论方法的可行性和有效性.

参考文献:

- [1] 上海市住房保障和房屋管理局,上海市规划和国土资源管理局.关于印发《上海市房地产登记技术规定(试行)》的通知[R]. [2015-06-10]. http://www.shgtj.gov.cn/zcfg/tdgl/201307/t20130718_600192.htm,2009.
Housing Security and Administration Bureau of Shanghai, Planning and Land Resources Management Bureau of Shanghai. The notification of issuing "Technical regularization of Shanghai real estate registration (Trial)"[R]. [2015-06-10]. http://www.shgtj.gov.cn/zcfg/tdgl/201307/t20130718_600192.htm,2009.
- [2] Claramunt C, Theriault M. Managing time in GIS: An event-oriented approach [C] // Proceedings of the International Workshop on Temporal Databases: Recent Advances in Temporal Databases. London: Springer London, 1995:23-43.
- [3] Claramunt C, Theriault M. Toward semantics for modeling spatio-temporal processes with GIS [C] // Advance in GIS Research. Delft: Taylor & Francis, 1996:47-63.
- [4] 龚磊,张新长.时空模型在宗地变更和历史回溯中的研究[J].地理信息世界,2008,6(1):53.
GONG Lei, ZHANG Xinchang. Study of spatio-temporal data model in parcel alteration and tracing of history[J]. Geomatics World, 2008, 6(1):53.
- [5] 陈军,陈尚超,唐治峰.用非第一范式关系表达GIS时态属性数据[J].武汉测绘科技大学学报,1995,20(1):12.
CHEN Jun, CHEN Shangchao, TANG Zhifeng. Representing temporal attributes in GIS using NINF Approach[J]. Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping, 1995, 20(1):12.
- [6] 黄明智.非第一范式时空数据模型研究[D].武汉:武汉测绘科技大学,1997.
HUANG Mingzhi. Study of NINF spatio-temporal data model [D]. Wuhan: Wuhan Technical University of Surveying and Mapping, 1997.
- [7] 李阳东.基于事件-版本的时空数据模型的研究[D].上海:同济大学,2008.
LI Yangdong. Study of spatio-temporal model based on event-version [D]. Shanghai: Tongji University, 2008.
- [8] 卫哲,赵乐,刘仁义,等.基于多级宗地的宗地变更管理模型研究[J].浙江大学学报:理学版,2011,38(4):450.
WEI Zhe, ZHAO Le, LIU Renyi, et al. Research on the model of parcel change management based on multi-level parcel [J]. Journal of Zhejiang University: Science Edition, 2011, 38(4):450.
- [9] 古廷,施奈得.移动对象数据库[M].金培权,岳丽华,译.北京:高等教育出版社,2009.
Guting R H, Schneider M. Moving objects databases [M]. Translated by JIN Peiquan, YUE Lihua. Beijing: Higher Education Press, 2009.
- [10] Wolfson O, Sistla A P, Chamberlain S, et al. Updating and querying databases that track mobile units [J]. Distributed and Parallel Databases, 1999, 7(3):257.
- [11] Wolfson O, Yin H. Accuracy and resource consumption in tracking and location prediction [C] // Proceedings of 7th International Symposium on Spatial and Temporal Databases (SSTD). Santorini Island: [s. n.], 2003:325-343.
- [12] Civilis A, Jensen C S, Nenortaitė J, et al. Efficient tracking of moving objects with precision guarantees [C] // Proceedings of the 11th Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems, Networking and Services. Cambridge: [s. n.], 2004:164-173.
- [13] Erwig M, Schneider M. Developments in spatio-temporal query languages [C] // Proceedings of the 10th Workshop on Database and Expert Systems Applications. Florence: [s. n.], 1999:441-449.
- [14] Guting R H, Bolhen M H, Erwig M J, et al. A foundation for representing and querying moving objects [J]. ACM Transactions on Database Systems, 2000, 25(1):1.
- [15] 段海亮.时空数据库数据模型和查询语言的研究与实现[D].南京:南京航空航天大学,2009.
DUAN Hailiang. Research and implementation of data model and query language in spatio-temporal databases [D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2009.
- [16] 郝忠孝.移动对象数据库理论基础[M].北京:科学出版社,2012.
HAO Zhongxiao. Theoretical basis of mobile object database [M]. Beijing: Science Press, 2012.
- [17] Meng X F, Cheng J D. Moving objects management: Models, techniques and applications [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2010.
- [18] Peuquet D J, Duan N. An Event-base spatio-temporal data model (ESTDM) for temporal analysis of geographical data [J]. International Journal of Geographical Information Science, 1995, 9(1):7.