

基于 GIS 与 CBR 的城市绿地规划支持系统 及其关键技术

陈腾云,倪绍祥,韦玉春,李开丽

(南京师范大学地理科学学院 210097 江苏 南京)

[摘要] 分析和指出了现行城市绿地规划设计方法的缺陷.在此基础上,基于 GIS 与 CBR 技术,尝试性地提出了建立城市绿地规划支持系统进行规划设计的思想,同时给出了城市绿地规划支持系统的总体结构设计,并着重阐述了实现这种系统的关键技术,即基于 GIS 技术的现状信息网络发布与修改技术及 CBR 技术支持下的城市绿地规划参考方案的产生方法.

[关键词] GIS, CBR(Case-Based Reasoning), 城市绿地, 规划, 支持系统

[中图分类号] TU985, [文献标识码] A, [文章编号] 1001-4616(2005)01-0113-05

GIS and CBR Based Support System for Urban Green Land Planning and its Key Techniques

Chen Tengyun, Ni Shaoxiang, Wei Yuchun, Li Kaili

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

Abstract This paper analyses and points out some defects about the prevailing methods for urban green land planning. Based on it and assisted by Geographical Information System(GIS) and Case-Based Reasoning(CBR) technologies, it tentatively introduces a new methodology for building planning support system to carry out urban green land planning, and suggests the design of overall structure for urban green land planning support system. Moreover, the key techniques to realize this system are particularly presented which include release and revise of GIS-Based current situation data related to urban green land planning by Internet, and the methods how to build the suggested method for urban green land planning based on the Case-Based Reasoning technique.

Key words Geographical Information System(GIS), Case-Based Reasoning(CBR), urban green land, planning, support system

0 引言

作为城市总体规划设计工作的一部分,城市绿地系统规划设计主要通过四个步骤来完成:资料的调查与整理、调查结果的分析与评价、绿地的配置规划以及说明文本和图纸的编制.在现行的城市绿地规划设计工作中,规划设计者通常使用人工方法来完成城市绿地资料的收集.由于人工方法本身具有很强的主观性,加上效率相当低,所以常常是花费大量的人力、物力和财力,得到的却是误差不能被接受的现状资料,而建立在这种现状资料基础上的规划方案必然存在许多问题.遥感技术具有大面积同步观测的特点,而且遥感图像的空间分辨率也正在逐步改善,因此近年来不少学者尝试使用遥感手段来快速、准确地获取城市绿地的现状资料,如以多尺度影像分割与面向对象影像分析方法为手段从高分辨率遥感图像中提取城市绿地规划设计所需要的城市绿地资料^[1].然而,即便使用遥感手段获取城市绿地现状信息也难免存在一

收稿日期:2004-09-10.

作者简介:陈腾云,1981—,硕士研究生,主要从事红外遥感机理与 GIS 应用的学习与研究. E-mail: chen_rick007@sina.com

通讯联系人:倪绍祥,1939—,教授,博士生导师,主要从事遥感与 GIS 应用的教学与研究. E-mail: sxni@njnu.edu.cn

定的误差,因而迫切需要研究一种方便快捷、数据精度更高的城市绿地现状信息提取方法。

信息技术早已应用于规划设计,但基本局限于辅助制图,即将制图方式由早期的纯手工方式转变成计算机辅助方式,但没有为规划方案的形成提供决策支持,如果规划方案能在一定的决策支持系统支持下形成,不仅将大大提高规划方案的设计效率,而且也将显著提高规划方案的科学性。

建立“数字城市”已经成为未来城市发展的必然趋势。从本质上说,建立数字城市就是要建立一个与物质城市共存的虚拟城市,但是两者并不完全独立存在,而是共同担负着现实城市的运转功能^[2]。其中,物质城市仍然需要满足城市居民的居住、工作、休憩和交通要求,因而应具有相应的城市功能设施,而虚拟城市实质上是城市的信息化,即是将城市的可信息化的工作用信息的方式来处理,同时将城市中实体形态的物质用虚拟的方式来表示^[2]。显然,数字城市的建立必将给城市规划设计带来深刻的影响,数字城市下的城市绿地系统规划设计也必然需要转变规划理念和更新规划手段,而建立基于 GIS 与 CBR 技术的城市绿地规划支持系统就是顺应这一潮流的一种选择。

1 基于 GIS 与 CBR 的城市绿地规划支持系统的总体结构设计

根据当前城市绿地规划的现实要求以及 GIS 与 CBR 的技术特长,系统总体结构设计如图 1 所示,采用三层结构模式,即:由基础地理数据、气象土壤数据、环境质量数据、绿地现状数据、社会人文数据和规划案例数据构成的基础数据层;由空间数据库和规划案例库构成的数据管理层;由城市绿地规划支持系统为平台的系统分析应用层。其中,分析应用层同时也代表了系统的功能模块划分。规划资料管理子系统主要完成城市绿地规划现状资料(如城市基础地理数据、绿地现状数据等具有空间属性的资料)的基本管理功能,包括放大、缩小、漫游、查询等 GIS 系统的基本功能;规划设计子系统用于完成规划图的设计,要求具有基本的 GIS 矢量图形绘制功能;图形输出子系统用于完成规划中各种图形的输出。以上三个系统功能模块均有较为成熟的技术支持,因此本文不再赘述。其余两个子系统即资料发布修改子系统和规划案例推理子系统的设计思想和实现都未见报道,因此本文将重点探讨这两个系统功能模块的具体实现技术。

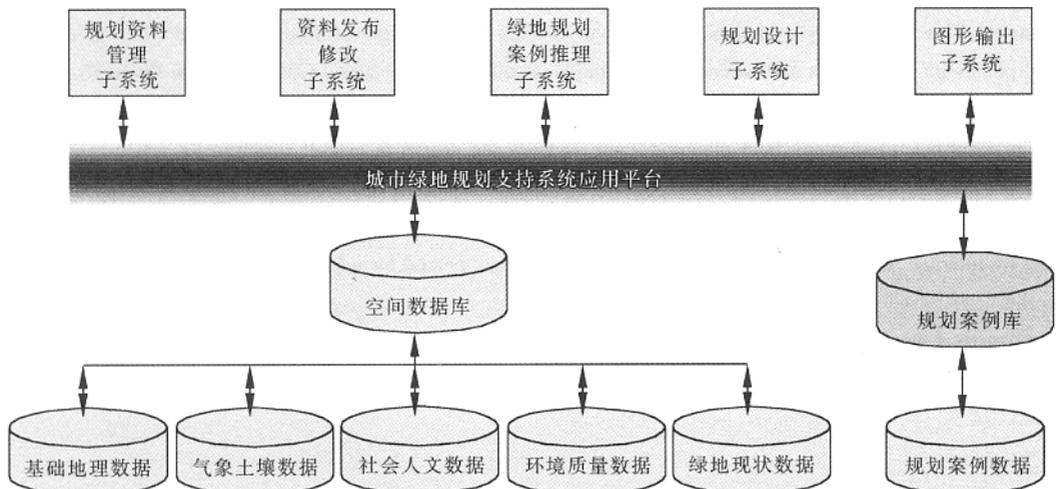


图 1 城市绿地规划支持系统总体结构图

在城市绿地规划支持系统的辅助下,规划设计工作者先将地形图、气象、土壤和绿地现状等数据整理成为空间数据形式,然后将必要的空间数据通过资料发布与修改子系统进行网络发布与修改,以便提高数据的精度。接着,根据城市的各种现有条件,参照规划案例推理子系统提供的参考性规划方案,并结合规划人员的其它专业知识,确定当前城市的绿地规划方案。最后,在规划设计子系统和图形输出子系统的支持下,完成规划设计的文字说明书与图纸的编制及输出。

2 城市绿地规划支持系统实现的关键技术

2.1 基于 GIS 的现状信息网络发布与修改技术

城市绿地规划的现状资料主要有地形图、气象资料、土壤资料、植物资料、环境质量资料、现有绿地技术经济资料等。仔细研究可发现,其中大部分资料可直接从政府部门获得,而对于城市绿地规划工作人员

来说,真正需要自己调查的资料主要是现有绿地的技术经济资料,而这类资料获取的重点是城市绿地分布现状图。下面,以城市绿地现状信息为例说明网络发布、民众参与评判修改的过程,具体步骤如下:

(1) 选择参与评判的市民。一般情况下,市民对自己居住区附近的城市绿地现状比较熟悉,所以,可根据居住地城市划分成若干个区,然后在每个区中选择 50 个左右的老市民作为参与评判的人员。应记下每个参与人员的姓名、身份证号码和居住区等背景信息,同时,要求每个人只能评判修改自己所在区的绿地现状信息。

(2) 市民评判。市民先通过网络登陆评判系统,在登陆时,要求核实身份。登陆后,将有一幅矢量格式的城市地形图和一幅城市绿地现状矢量图出现在屏幕上,参与人员可以进行漫游、放大、缩小等常见 GIS 操作。在评判修改前,要求建立一个新图层,并且,每个用户只有一个图层,可以重复使用,评判人员的评判信息就保存在这个图层中。然后,评判人员判断已有的现状信息图的出入情况,将有明显错误的地方用多边形勾画出来,并在该多边形的属性字段中说明错误类型。评判结束之后,将所有的评判信息返回给服务器,从而完成修改。

(3) 市民评判结果的预处理。在全部参与人员完成评判之后,将评判结果进行预处理,以避免两种不良情况的发生:不合要求的人员参与了评判,合乎要求的人员参与了评判,但是评判明显带有主观倾向。对于前一种情况,可以通过参与评判人员的登陆信息进行鉴别;对于后一种情况,需要人为识别。若发现以上任何一种情况出现,那么该评判人员所做的所有评判视为无效。

(4) 现状信息可能有误地区的判定。以区为单位,将该区所有的评判图层与原始现状信息图层进行叠加分析,可以认为,拥有评判修改多边形越多的地方出现错误的几率越大,也就越可能被判别为有出入地区。

(5) 实地调查现状信息有误地区并更新现状信息图。对现状信息有误的图斑,可以参考评判图层提供的错误类型,选择相应的方法进行实地调查,并更新现状信息图。图 2 是现状信息图与评判结果图层的叠加分析示意图。

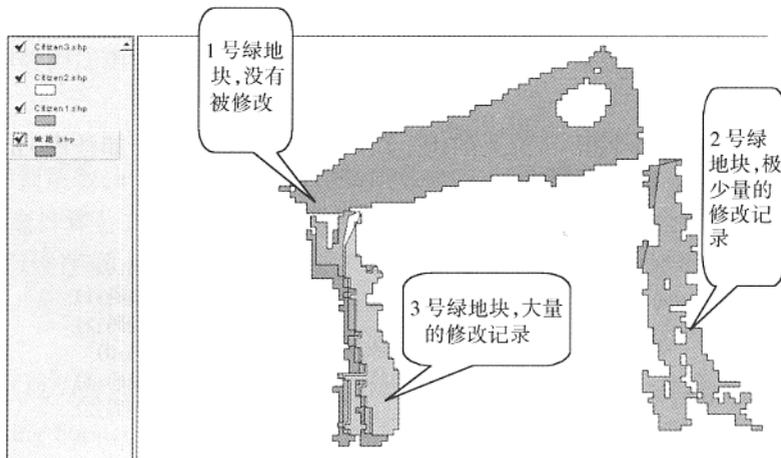


图 2 现状信息图与评判结果图层的叠加分析示意图

2.2 CBR 技术支持下的城市绿地规划参考方案的产生方法

基于案例的推理(Cased-Based Reasoning, CBR)是基于知识的专家系统(Knowledge-Based Systems, KBS)领域中的一个分支,其基本思想是利用过去的相似案例(case)来协助解决新的问题。在现实生活中,当人们面临一个新的、较难解决的问题时,往往会从记忆中搜索相似的例子、类似的经验来协助解决新问题。利用一个基于案例的计算机系统来解决问题的过程,即我们这里说的 CBR 技术,同经常发生在人们大脑中的过程十分相似。

与地理有关的案例被定义为:发生在特定的地理空间,且案例受区域分异规律的影响呈现随案例空间位置变化而变化的特征^[4]。城市绿地规划方案是规划设计人员在城市现有自然与人文条件基础上,根据城市发展的需要使用相应的规划设计技术而推出的。因此,一套方案的产生,必然在很大程度上受城市所处地理空间的影响,而且这种影响呈现出随城市所处位置变化而变化的特征。因此,城市绿地规划案例实

际上是一种与地理有关的案例,即地理案例。相应地,地理案例的表达模型和推理机制也应分别在一定程度上适用于城市绿地规划案例的表达与推理。本文所讨论的城市绿地规划案例的表达方式和推理机制,就是在地理案例综合表达模型及其推理机制的基础上构建起来的。

2.2.1 城市绿地规划案例的综合表达模型

在城市绿地规划工作中,影响规划方案的重要因素总体上可包括城市的现实条件、规划设计的要求和规划设计思想等几个方面。相应地,城市现实条件、规划设计要求和规划设计思想相似的城市应具有相似的规划设计方案。而且,在城市绿地规划案例的表达模型中,上述三方面的内容都需要得到恰当的表达。对于城市绿地规划工作来说,城市的重要现实条件既包括自然条件,如气象条件、土壤条件、植被条件、环境质量条件、城市绿地条件以及城市与重要山、水和威胁性地理条件(如沙漠)的空间位置关系等,同时也包括相关的人文经济条件。城市绿地的规划设计要求,是指人们对城市绿地未来发展的期待,主要用各种量化的指标来衡量。城市绿地的规划设计思想,是指规划人员进行规划设计时着重考虑的基本原则,如突出生态效应的原则、注重生物多样性的原则、以人为本的原则等,这些规划设计思想随着时间的变化而变化。由于气象、土壤、植被等条件随地理位置的变化而呈现出相当大的变异性,所以在城市绿地规划案例的综合表达模型中,我们将城市现实条件中的气象、土壤、植被条件通过城市的绝对地理位置来反映,在综合模型中这表现为空间位置编码。考虑到城市环境质量条件和城市绿地条件及其他一些人文经济条件通常量化的指标来衡量,所以,可将它们通过属性编码的形式在综合模型中反映出来。描述规划案例空间特性的空间信息,除了描述案例在空间中的绝对位置的位置信息外,还有关于案例中的各个地物之间的空间关系的信息,即模式信息^[5]。在城市绿地规划案例综合表达模型中,城市与重要山、水及威胁性地理条件的空间位置关系可通过模式编码的形式来反映。由于城市绿地规划设计要求通常也用一些指标来描述,所以在表达模型中,我们通过属性编码来体现。此外,考虑到规划设计思想与时间关系密切,因此规划设计思想通过时间编码来表达。以下就是城市绿地规划案例综合表达模型:

$$\text{案例}_i = \text{属性编码}_i(\text{空间位置编码}_i, \text{空间模式编码}_i, \text{时间编码}_i)$$

式中 i 为案例在案例库中的位置。综合表达模型中各子项的具体编码方式:

(1) 位置信息编码。位置信息反映的是一个城市所处的绝对地理位置,我们用经纬度和城市所处位置的平均海拔来描述。

(2) 模式信息编码。根据一个城市与重要的山、水及威胁性地理条件(如沙漠)的空间位置关系对城市进行模式信息编码,具体编码如图3所示。

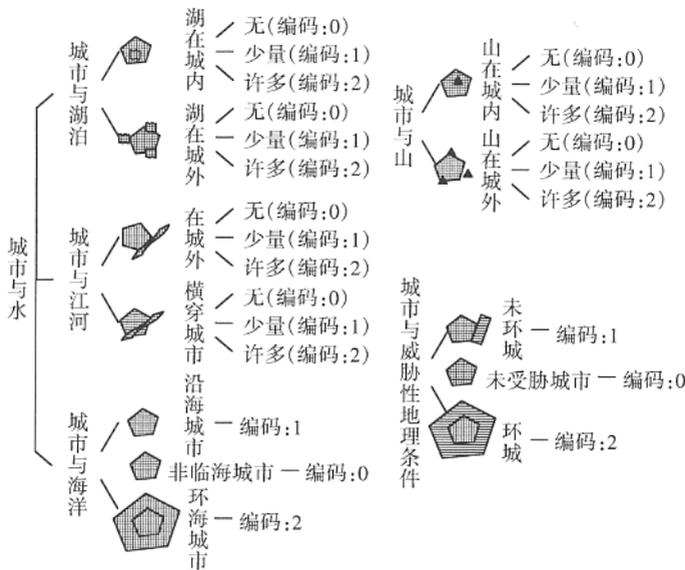


图3 模式信息编码图

(3) 时间编码。由于规划设计思想变化的时间尺度比较大,可以年为单位来衡量,同时,一个城市的规划设计通常也需要较长时间来完成,所以,我们这里用年作为时间编码单位,以描述规划设计方案产生的

时间特性.

(4) 属性信息编码. 由于这里的属性信息都是可以量化的, 所以很容易使用字段来分别描述案例的每一个属性.

2.2.2 城市绿地规划案例的推理机制

由于地理案例的特殊性, 地理案例的推理一般分下面四步进行: 案例的空间关系探测; 历史案例的选择; 案例时空影响权重的确定; 案例推理^[6]. 关于地理案例的推理机制, 杜云艳等已进行过详细探讨, 这里直接阐述在城市绿地规划案例中进行相似案例抽取的步骤.

(1) 通过城市的绝对位置关系抽取相似案例序列.

由于气象、土壤和植被特征都有相对稳定的地理分布规律, 所以, 规划设计人员可以根据待规划城市的气象、土壤和植被特征使用 GIS 的空间分析功能抽取与该城市相似的案例序列.

(2) 案例的时间抽取.

以时间为阈值, 从上一个步骤得到的案例序列中抽取符合时间要求的案例序列.

(3) 案例时空影响权重的确定.

考虑到规划设计思想的时间变异容易被规划人员把握, 所以对于时间抽取之后的案例, 可以认为它们的时间影响权重相同. 对于空间影响权重, 主要考虑由空间模式的不同造成的相似性差别. 综合以上两点, 可使用以下公式进行案例时空影响权重的计算:

$$w_i = 1 - \frac{d_i(1 - w_0)}{d}$$

式中, w_i 为对应于案例 i 的权重, w_0 为小于 1 的常数, 是最小的影响权重, 与研究问题有关, 可以由用户自己确定; d_i 为测试案例 i 与当前案例的距离; d 为测试案例与当前案例的最大距离. 根据空间模式信息的 8 位编码, 将测试案例与当前案例进行逐位比较, 如果位分量编码一致, 位分量距离为 0, 如果不一致, 位分量距离为 1, 将 8 个位分量距离累加起来就是两个案例的距离.

(4) 案例相似系数的计算和参考案例的确定.

案例相似系数的计算使用以下公式进行:

$$\text{Similarity}_j = \sum_{j=1}^n w_j \times DA_j$$

式中, Similarity_j 为相似系数, w_j 为该案例的时空影响权重, DA_j 为对应于某属性 j 的两个案例之间的距离. DA_j 可采用不同的距离计算公式, 对地理案例比较适宜的是采用基于区间值的计算方法^[7]. 经过相似系数的计算, 给出案例相似性序列, 在该序列中间, 选择相似系数高的案例作为参考案例.

3 结语

目前, GIS 技术已成为规划人员广泛使用的工具. 当前人们的主要研究目标, 是建立基于 GIS 技术的规划支持系统 (Planning Support System, PSS)^[5]. 本文以城市总体规划中的绿地规划子项为例, 提出了建立城市绿地规划支持系统进行规划设计思想, 并且给出了城市绿地规划支持系统的总体结构设计, 阐述了其实现的关键技术. 尽管初步实践已显示这种设计思想和技术手段的较强生命力, 但尚待在进一步的实践中加以改进和完善.

[参考文献]

- [1] 黄慧萍, 吴炳方, 李苗苗, 等. 高分辨率影像城市绿地快速提取技术与应用 [J]. 遥感学报, 2004, 8(1): 68—74.
- [2] 张军, 徐肇忠. 数字城市对城市规划的影响 [J]. 武汉大学学报 (工学版), 2003, 36(3): 57—59.
- [3] 张国基, 林浩, 邱永灿. 城市规划辅助审批系统中的相似度研究 [J]. 华南理工大学学报 (自然科学版), 2003, 31(7): 19—21.
- [4] 杜云艳, 周成虎, 邵全琴, 等. 地理案例推理及其应用 [J]. 地理学报, 2002, 57(2): 151—158.
- [5] 叶嘉安, 施迅. 基于案例的推理和 GIS 相集成的技术在规划申请审批中的应用 [J]. 城市规划汇刊, 2001 (3): 34—38.
- [6] 杜云艳, 周成虎, 邵全琴, 等. 案例推理的地学应用背景和方法 [J]. 地球信息科学, 2002 (1): 98—103.
- [7] 王国俊. 三 I 方法与区间值模糊推理 [J]. 中国科学 (E 辑), 2000, 30(4): 331—340. [责任编辑: 陆炳新]