

文章编号:1671-6361(2008)02-0014-04

基于 GIS 在城市数字规划模型的研究

贺桂林¹, 刘静²

(1. 衡阳市城市规划服务中心, 湖南 衡阳 421001; 2. 衡阳市规划设计院, 湖南 衡阳, 421001)

摘要:针对 GIS 在数字城市规划中的要求, 提出了 GIS 数字城市规划概念及其在城市数字规划中的作用。根据 GIS 在城市数字规划中的服务功能建立了相应的数学模型, 并对城市规划中所涉及的公众参与冲突的协调机制模型、多元韦伯模型的概念进行了介绍。在此基础上对 GIS 在城市数字规划管理以及城市空间规划中的应用进行讨论, 并证明 GIS 技术在数字城市规划中能起到重要的作用。参 5。

关键词:数字城市; 规划; 数学模型; GIS

中图分类号: TP31 1.1

文献标识码: A

数字城市规划是随着数字地球、数字省份、数字城市等新近发展起来的技术系统, 数字城市 (Digital city) 的概念有广义和狭义之分, 广义数字城市即信息城市, 而狭义数字城市是综合运用 3s (地理信息系统 GIS、遥感 RS、全球定位系统 GPS)、网络、多媒体及虚拟仿真等技术对城市的基础设施、功能机制进行信息自动采集、动态监测管理和辅助决策服务的技术系统^[1]。

数字城市作为当前地理信息科学研究的一个热点, 国内的许多城市提出了各自建立数字城市的设想和框架。其中利用各种数字技术为城市规划、建设、管理和可持续发展提供决策支持是数字城市的主要功能之一。这一功能的建立需要有模型的支持, 实践证明, 提高城市规划决策准确性的有效手段是通过量化方法的采用。因此, 在规划过程中采用数学模型, 进行量化决策是提高决策准确性的唯一手段。利用模型建立具有决策功能的分析系统, 已经成为数字城市建设的关键技术之一。以对城市与区域规划的数学模型中具有代表性的设置区位模型具有明显的代表性, 对数字城市中如何设计模型, 将模型和地理信息技术结合, 建立基于 GIS 的决策支持系统, 实现决策支持和决策可视化, 将给城市规划的决策带

来深刻的改变^[1]。

1 GIS 在数字城市规划中的作用

1.1 GIS 数字城市规划概念的提出

GIS 技术在城市规划管理中早就运用, 但真正数字规划管理概念的提出还是在 20 世纪末和本世纪初。1998 年, 美国前副总统戈尔提出了“数字地球”的概念, 随即数字国家、数字城市、数字社区等概念相继提出, 数字规划管理也就应运而生了。

数字规划管理了概念综合于广义和狭义的城市规划管理, 技术层面上更多地强调数字城市技术的应用, 理念上更多地强调政府职能的转变、规划管理的法制效应以及公众对城市规划管理的参与。所以数字城市规划管理不是一个单纯的规划业务管理系统, 它是一种新的城市规划管理模式, 是一种新的合作协调关系, 是对不同的规划管理主体、行为和对象在体制上、运行中所体现的基本特征以及组织方式的理论概括^[2-3]。

1.2 GIS 在城市数字规划中的作用

数字城市规划的作用是以“3S”、OA 以及网络技术为主要技术支撑。在这三项技术的配合之下实现了城市规划管理的自动化、智能化。对于各

项技术在数字规划管理中的应用,主要集中在GIS技术。GIS主要有两大功能:一是海量数据的处理与管理,另一个就是空间分析。这两大功能之中,海量数据的处理与管理在数字规划管理中应用非常广泛,GIS的另一功能空间分析在规划管理中引入了网络分析的空间分析,主要用于市政管理中心到市政工程破坏处的最佳路径选择分析。

GIS技术能够保证基础数据详尽、可靠、准确,大大提高规划设计的科学性。GIS软件可以方便快捷地生成各种规划用图、表格和报告,利用数据库管理数据,可以动态的更新、增补。随着卫星遥感技术的发展,卫星遥感图片的质量得到很大提高,信息量也大大增加,结合GIS强大的空间分析功能,充分利用卫星遥感图片的空间信息,可以进一步地促进城市规划工作的发展。

1.3 GIS在城市数字规划中的服务功能

数字城市主要由网络基础设施、综合信息平台、信息应用系统及网站和信息终端、政策法规与保障体系以及技术支撑体系等组成。在这里,城市网络基础设施是国家信息基础设施(NII)的重要组成部分,是数字城市的脉搏,也是数字城市建设和发展的基本条件;综合信息平台由框架数据库、综合信息库和信息管理与服务系统组成,既为其他信息提供统一的空间定位基准,以实现信息资源按照地理空间位置进行整合,同时也提供基本的面向信息共享的城市信息应用服务,是数字城市建设的重要基础;面向政府、企业、社区和公众的各种信息应用系统、网站及信息终端构成城市信息应用体系,是当前数字城市建设的中心任务;政策法规与保障体系为数字城市规划建设及运行提供法律、经济、管理和技术保障;技术支撑体系则为空间数据获取、更新、处理、管理、分发、应用与服务的全过程提供技术支撑^[3]。

2 城市规划模型的理论

数字城市规划体系是建立在信息技术,是以基础地形数据、软件网络和信息安全技术为平台,以各种城市规划、成果、法律等构筑的数据库为技术支撑,以实现城市规划全过程业务办公和辅助分析决策为主要目标的有机系统的组合。^[2,3]

2.1 城市规划中的公众参与冲突的协调机制理论模型^[2,3]

数字城市将从根本上解决城市的生活、工作和交流方式、协调政府、企业和公众三大行为主体

之间以及人与环境之间的关系。公众参与的城市规划决策系统中,因为参与的公众来自不同的阶层、具有不同的教育背景、代表不同的利益所以不同公众的决策方案之间必然存在着冲突,这就需要采用相关的机制来协调公众冲。

(1)权重分值协议机制。由于不同公众的专业知识水平、对规划项目的了解程度、决策权限的大小不同,所以可以对不同的公众的决策方案赋予不同的权重及分值从而来改变他们对决策结果的影响。具体来说,对参与者的学历、职业、年龄赋予不同的权重和分值,根据公众的登录信息确定出参与者和参与群体的分值,当决策方案发生冲突时,可以根据数学模型表示:

$$S = \sum_x (W_x S_x + W_o S_o + W_a A_a) \quad (1)$$

式中, S 为某一决策方案的总分值; W_x, W_o, W_a 分别为公众的学历、职业、年龄的权重; S_x, S_o, S_a 分别为公众学历、职业、年龄的分值; x 为支持同一决策方案的人数。

(2)公众参与适宜性分析模型的建立。公众参与的规划决策是因为有公众的参与,因此所采用的分析模型就有别于传统的GIS分析模型,需根据具体规划决策问题重新建立。在针对规划决策中城市化选址、道路选线中常用的适宜性分析模型,在公众参与各适宜性条件贡献值和权重确定的基础上进行改进,建立公众参与适宜性分析模型。其一般形式为:设某一规划选址项目为 T , T 对应的一组影响因子为 $X_i (i = 1, 2, 3, \dots, m)$;每个影响因子有一组属性值 $V_j = (1, 2, 3, \dots, n)$;因此第 i 个影响因子对应的属性值为 $V_i = [V_{i1}, V_{i2}, V_{i3}, \dots, V_{in}] (i = 1, 2, \dots, m)$ 。各个参评因子及其属性值由专业基础数据库和公众参与输入信息共同确定各因素按其属性值的优劣,可表示为:

$$R = \begin{bmatrix} W_1 P_{11} \cdots W_i P_{i1} \cdots W_m P_{m1} \\ W_1 P_{1j} \cdots W_i P_{ij} \cdots W_m P_{mj} \\ W_1 P_{1n} \cdots W_i P_{in} \cdots W_m P_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中, P 为 X_i 对 T 的贡献函数值; W 为对 T 的权重值。贡献值 P 可以在公众参与确定的影响因子级别的基础上确定。设第 i 个影响因子的指标级别为 n 级,最适宜的1级指标值为贡献函数值 $P_{i1} = 100$,最不适宜的 n 级指标值为贡献函数值 $P_{in} = 0$;设公众参与人数为 X ,每个公众确定的第 i 个影响因子的第 $j (0 \leq j \leq n)$ 级指标值的贡献函数值为 P_{ij} 则第 i 个影响因子的第 j 级指标值的贡献函数

$$P_{ij} = \frac{1}{x} \sum_x P_{aij} \quad (3)$$

公众参与的影响因子的权重的确定. 设参与的公众人数为 x 个, 第 h 个公众对第 i 个影响因子赋予的权重为 W_{pih} , 则由公众确定的第 i 个影响因子的权重为.

$$W_{pi} = \frac{1}{x} \sum_{h=1}^x W_{pih} \quad (h = 1, 2, \dots, x) \quad (4)$$

设专家确定的第 i 个因子的权重为 W_{ei} , 则第 i 个因子最终权重为

$$W_i = \frac{1}{2} (W_{pi} + W_{ei}) \quad (5)$$

根据以上数据的描述, 可利用矩阵 R 的值可求出基本栅格单元的评分值

$$R(T) = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^m W_i P_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

再根据使

$$G(P_{ij}) = 1 - [R(T) - \frac{P_{ij}}{100}] \quad (7)$$

值最大时的 P 所对应的 j , 即为 T 的适宜等级.

2.2 多元韦伯模型理论^[4]

多元韦伯问题是具有代表性的设施区位选择问题. 该问题同许多实际问题关系密切, 如: 提供同一服务的仓库、公共设施和应急服务的选址. 多元韦伯问题的数学描述是: 在欧氏空间为 n 个顾客提供服务的 m 个服务设施或仓库找合适地点, 并使从客户到所定地点的距离加权和最小, 按照从该点需要的强度赋给每个客户不同的权. 用数学公式可表达多元韦伯问题(使得目标函数取得最小值, 即所有设施和需求点之间的加权距离最小).

$$mi n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m W_{ij} \| X_i^n - Y_j^n \|$$

条件: $\sum_{j=1}^m W_{ij} = 1, \wedge, n; W_{ij} \geq 0, \forall i, j.$

式中, $X_i^n = (X_{i1}, X_{i2})$ 是客户 X_i 的地点, $i = 1, \wedge, n; X$ 为客户集, $Y_j^n = (Y_{j1}, Y_{j2})$ 是指公共服务设施 j 的未知地点 $j = 1, \wedge, n; W_i$ 是客户 i 的总需求; W_{ij} 是从服务设施 j 到客户 i 的流; $\| \|$ 与欧氏模一致.

多元韦伯区位模型可在数字城市中引入大量的可计算的数学模型, 对城市管理的各个环节进行模拟, 并根据模拟结果进行分析, 从而真正地科学决策, 充分发挥数字城市的作用.

3 GIS 在城市数字规划管理中的应用

数字城市规划管理的主要技术支撑是 GIS 技

术. GIS 主要有两大功能: 一是海量数据的处理与管理, 另一个就是空间分析. 随着 GIS 技术的成熟, 以 GIS 为平台的软件中集成了相关的数学模型和分析方法并可以直接运用 GIS 软件对数据进行处理^[5].

3.1 GIS 技术的城市规划管理

城市规划行政管理部门应用 GIS 技术的已很普遍, 尤其是在规划局等规划管理审批单位. 一般都是利用 GIS 的平台软件或者根据自身单位需要二次开发的 GIS 软件. 这些软件的利用大大提高了行政管理部门的工作效率, 缩短了审批的时间. 并能对规划审批的方案有很好的把握. 在规划后期的规划管理阶段应用 GIS 技术主要包括: 数字化基础地形数据的采集、建库及管理. 规划、用地、选址、市政管理、管线等专题数据的建库及管理, 规划方案设计辅助决策, 规划选址分析, 市政道路规划与管理. 建筑规划管理. 规划土地管理及划拨, 市政管线规划及管理, 城市设计辅助方案. 这些都是应用 GIS 的一些主要的方面. 这些应用大多是在 GIS 二次开发出的平台基础上进行的.

3.2 GIS 空间分析在城市规划设计中的应用

城市作为区域发展的核心, 其区域人文和自然过程共同作用下的产物, 纷繁复杂的各种空间数据和属性数据构成城市的空间关系. 面对如此海量且不断快速更新的数据. 传统的城市规划设计由于缺乏大规模快速准确的数据分析工具, 无法对所获取的数据进行科学有效的定量分析. 而定性分析中长期使用的经验分析法也因数据分析中感性因素的过多介入而带有太多主观随意性, 规划数据分析的落后成为制约规划学科发展的技术瓶颈, 直接导致城市运行机制研究不足, 对城市未来发展方向预测失据. GIS 软件平台的引入给规划设计领域带来了新的思维方式转变, GIS 可以管理和分析大容量的数据, 具有数据更新快捷, 空间分析实时直观等特性, 促进规划实现从静态展示到动态模拟, 从终极描述到全程辅助的转变. 同时, GIS 技术还极大的丰富了规划设计手段和成果, 直观而理性的空间分析模块可以辅助规划师对规划方案进行模拟、选择和评估, 从而优选优化设计, 弥补了原来城市规划纯图形、纯文字、定量分析与定性分析脱节的缺陷.

4 结束语

(1) 发展数字城市规划中的 GIS 系统是建设数字城市的重要途径, 而建立数字城市将为信息

化社会建设起到至关重要的作用. 尤其对城市规划部门制定信息化发展战略具有重要意义.

(2) 采用数字城市规划模型, 能较好地面向构造数字城市中运用这些模型. 只是对其中的多元韦伯区位模型进行了初步探讨并获得成功, 实际在实现数字城市时, 所采用的模型远比现实复杂, 要拥有一个庞大的模型库, 需要对其中管理和实现机制作进一步研究. 另外, 通过对数字城市中引入大量的可计算的数学模型, 对城市管理的各个环节进行模拟, 并根据模拟结果进行分析, 从而真正地做到科学决策, 充分发挥数字城市的作用.

(3) 数字城市是一个复杂、集成的巨系统, 决策模型除了可以与城市规划信息系统技术结合外, 还可以将数字城市中的其它技术(如多媒体、可视化技术, 数据仓库和联机事务分析技术, 人工

智能和专家系统等)与决策模型进行集成, 可大大改善和提高决策的效果.

参考文献:

- [1] 储金龙. 数字城市技术在城市规划中的应用[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2002, 25(3): 414 - 417.
- [2] 柳林, 唐新明, 李万武. PPGIS 在城市规划决策中的应用[J]. 测绘科学, 2006, 31(6): 111 - 113.
- [3] 阮红利. 公众参与式 GIS 的理论研究及其在城市规划中的应用[D]. 福州: 福建大学, 2003.
- [4] COOPER L. Location Allocation Problems [J]. Operations Research, 1963, (11): 331 - 334.
- [5] 李忠. 基于 GIS 数字城市规划的应用研究[J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2007, 13(2): 19 - 22.

Research of Urban Digital Planning Model Based on GIS

HE Gui - Ling¹, LIU Jing²

(1. Service Centre of Hengyang Urban Planning, Hengyang 421001, China; 2. Hengyang Institute of Planning and Design, Hengyang 421001, China)

Abstract: GIS digital urban planning concept and its role in urban digital planning were proposed according to the request of GIS in urban digital planning. Corresponding digital model was established according to the service function of GIS in urban digital planning. Furthermore, coordination mechanism model of public taking part in the conflict and concept of multi - element Weber model involved in urban planning were introduced. For those foundations, application of GIS in management of urban digital planning and urban space planning were discussed. The methods above indicated that GIS technology might play a vital role in urban digital planning. 5refs.

Key words: digital city; plan; digital model; GIS