

GIS 与 ES 的结合及其应用初探

黄波

(中国科学院遥感应用研究所 北京 100101)

王英杰

(中国科学院地理研究所 北京 100101)

摘要 本文探讨了地理信息系统(GIS)与专家系统(ES)结合的必要性、结合的方法以及应用于城市区划管理的 ZOMAN 系统(Integration of GIS & ES for Zoning Management)的结构、功能与应用实例。

关键词 地理信息系统, 专家系统, 结合

1 引言

GIS 经过近 30 年的发展已逐渐走向成熟。但是, 它的应用主要还停留在建立数据库、数据库查询、空间叠加分析、缓冲区分析和成果输出显示上, 还无法为空间复杂问题如城市规划与管理、区域规划和生产力布局等提供足够的决策支持¹⁾, 因为这些问题的解决过程包含大量的人为经验和专家知识。作为空间数据分析和处理工具, GIS 缺乏知识处理和进行启发式推理的能力。因此, 与擅长与此的 ES 相结合则是解决这些问题的重要途径。

GIS 与 ES 的结合又叫 GIS / ES 技术或方法, 实际上, 它也是 ES 技术在 GIS 中的一种应用。智能型 GIS、基于知识的 GIS、地理专家系统等皆属于这一范畴¹⁾。国内外已有不少学者开展了这方面的研究, 例如: Smith、吴健康等探讨了智能型 GIS 的设计^{1,2,3)}, 马藹乃等探讨了地理专家系统的设计⁴⁾, Han、Geraghty、Pearson 分别探讨了 GIS / ES 技术在城市建设项目选址、环境影响评价、土地评价、灾害评价等方面的应用⁵⁻⁷⁾。Robinson 和 Frank 曾回顾了 ES 在 GIS 中的应用, 包括地图设计、影像特征提取、智能数据库管理和地理决策分析等, 并总结了 ES 对于 GIS 的两个重要作用: 其一为 GIS 提供智能型界面, 即按功能需要, 设计有效的操作程序, 以驱动 GIS 进行空间分析; 其二进行启发式推理, 这也是专家系统的主要功能。

纵观 GIS / ES 技术的应用, 其中大多数属于土地、环境影响等多因素评价领域, 因为这些领域涉及多因素叠加等空间操作, 同时, 单因素、多因素评价标准易转化为专家系统中的知识(规则), 因此是 GIS / ES 技术常用的领域。本研究则探讨了 ES / GIS

收稿日期: 1995年4月4日; 收到修改稿日期: 1996年元月20日

1) 闫守嵩等. 空间决策支持系统通用软件工具的试验研究. 中科院遥感应用研究所研究报告, 1993.

技术在新的领域——城市区划管理中的应用。

2 GIS与ES的结合

2.1 结合的必要性

GIS寻求与ES的结合主要源于两方面的原因:其一GIS还存在许多局限,例如不能表示知识,不能处理规则(rule),不能进行启发式推理等;其二许多空间问题不仅涉及到大量图形计算和处理,也涉及到经验、知识的表示和处理,单靠GIS无法解决这些问题。GIS与ES各自的特点如表1。

表1 GIS与ES的特点
Table 1 Characteristics of GIS & ES

	GIS	ES
输入	图形与属性数据	事实(fact)和知识
处理	编辑、叠加、网络分析等	推理
输出	图形与表格	方案或建议
优点	· 存贮和管理空间数据 · 空间分析 · 提供多种显示手段	· 处理非精确数据 · 解释分析结果 · 正向与反向推理
缺点	· 不能提供多种可选方案 · 只能处理精确数据	· 不能处理大量数据 · 数学计算能力不强 · 推理速度较慢
适用范围	结构化问题	半、非结构化问题

GIS与ES各有许多优势,也存在许多问题,两者具有一定的互补性。它们的结合将有助于扬长避短,从而增强整体的功能。

2.2 结合的方法

GIS与ES结合的方法很多,但概括起来,主要有紧耦合和松耦合两种形式。

紧耦合指利用专家系统知识表示和推理机制等改造GIS内在的数据模型和数据结构,创造一真正智能型的GIS。在这种GIS中,不存在GIS与ES的界面分割,而提供统一的智能界面。这是一种理想化的GIS、ES结合方法。Smith等人在VAX机上探索并开发了这样的GIS系统,但空间管理和推理效率等问题已导致这种系统的失败。

松耦合也可称为平行的结合,是指GIS与ES外在的结合(图1)。两者有一共同的界面,并通过中间文件联结起来。在这种结合中,GIS被用来产生空间数据库并作为空间分析和显示的工具,而专家系统则被用来产生面向应用领域的知识库,并用其推理机进行启发式推理。同时,专家系统也可用来产生命令文件,以驱动GIS的操作,这对于不很熟悉GIS操作的用户来说是非常有利的。

松耦合也可看做 GIS 的外围包了一层专家系统外壳, 该外壳使 GIS 增加了知识表示和逻辑推理能力。

相对于紧耦合, 松耦合由于方法简单、易于开发而被广泛使用^[6]。

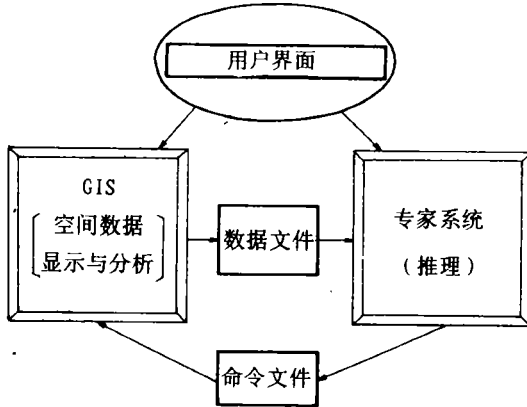


图 1 GIS 与 ES 的结合

Fig.1 Integration of GIS & ES

3 ZOMAN 的设计与实现^[8]

“区划”(Zoning)这一概念在区域规划中并不陌生, 然而, 它应用于我国城市规划中却是近十年来的事。规划学家又称它为“控制性规划”。实施它的主要目的是有效地控制城市发展, 避免盲目的、无规划的城市开发活动, 使城市建设有条不紊地按规划进行。这在当前我国城市开发活动比较“热”的情况下, 有其重要意义。

城市区划的编制主要包括两方面: 一方面是土地区划图, 其上标注每一地块的明确边界和区划编码; 另一方面是区划法规, 其中主要有两方面的规定, 一是建筑适建范围即对于某一种区划类型, 它规定哪些建筑类型是允许的、不允许的或有条件允许的。例:

Rule 2A

IF 区划类型 = 'R1'

THEN {Perm_type = '低层住宅、幼儿园、居委会、街道医院'

No_Perm_type = Other_bldg_type}

二是根据区划类型和地块的空间位置等设置各种规划指标, 如容积率、建筑密度、间距、建筑立面等, 例:

Rule 10A

IF Location = 'Low_densityzone' AND Location = 'Urban_center'

AND (Office_bldg_storey ≥ 2 AND Office_bldg_storey ≤ 4)

THEN {Floor_area_ratio ≥ 1.4 AND Floor_area_ratio ≤ 1.6

AND Bldg_hgt ≤ 12}

需说明的是, 建筑适建范围和各种规划指标及规划管理人员经验(如新开发区指标

可略宽松些, 而旧城区严格些)皆可以不同形式转化为知识库中的“Rule”, 供推理机调用。

3.1 ZOMAN 的结构、功能

ZOMAN 是一套基于 GIS /ES 技术、辅助城市区划管理的软件, 设计和开发它的主要目的是帮助规划管理人员提高项目咨询、审批的效率, 其主要功能如下:

- (1) 在投资商开发建设之前, 为其提供一系列咨询, 包括地块选取和规划要求查询等。
- (2) 使项目通过城市区划管理法规的审批尽可能自动化。审批的过程如下:
 - a. 由规划管理人员根据投资商上交的表格填写申请表数据库表格;
 - b. 根据区划类型等, 按区划法规, 推出关于某一地块的具体规划指标即标准指标;
 - c. 用标准指标衡量申报项目的设计指标;
 - d. 若项目不符合某些规划指标, 在政策范围内可进行磋商。

为实现这些功能, 系统采用了如图2所示的结构。它主要包括3个模块: 图形管理与显示模块、数据库管理模块和专家系统模块, 其中, 专家系统模块主要完成上述功能(2)的 b、c、d 项。

3.2 界面设计

为开发 ZOMAN 系统, 选取了两个工具软件: ARC /INFO 和 VP-Expert。VP-Expert 是一套产生式专家系统开发工具, 包括命令模块、知识库及用户界面3部分。相对于人工智能语言 Lisp 和 Prolog, Vp-Expert 已提供推理机, 用户只需向知识库填

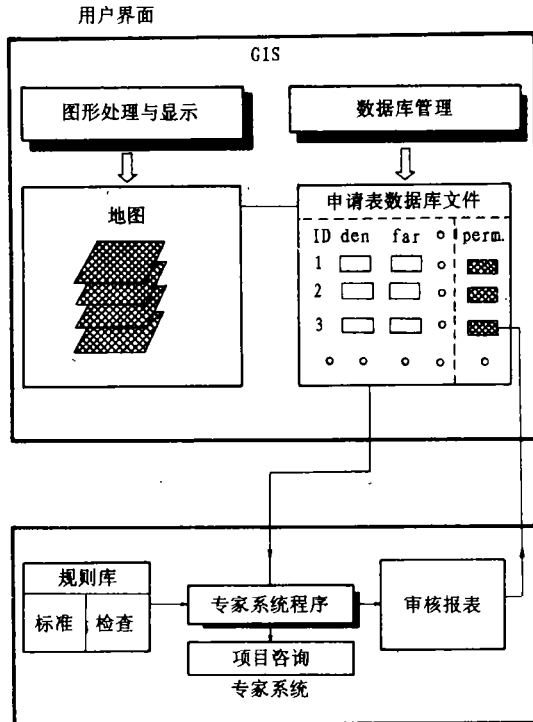


图2 ZOMAN 的系统结构
Fig.2 System architecture of ZOMAN

人知识和编制应用界面即可。另外, VP-Expert 可读和写数据库文件, 为 ARC/INFO 和 VP-Expert 之间的通讯打下了基础。

软件工具选择之后, 对 ZOMAN 系统来说, 主要是开发系统界面。系统界面的设计一方面要求将各个软件模块连接好, 另一方面又要求界面制作简洁明了、易于操作。因此, 根据系统设计的目的, 采用了功能引导菜单设计了 ZOMAN 界面即将各个应用功能如项目咨询、项目审核等分好类, 然后由系统推荐用户按步骤进入各个软件模块。

4 实例研究

4.1 项目咨询

例如, 一投资商想在某市兴建一商业中心, 附带条件如下:

· 建筑基底面积超过 1800m^2 · 建筑面积可达到 7000m^2 · 地址位于人口高密度区
· 离城市主干道较近

投资商想知道, 满足这些条件的地块分布在城市哪些地方, 而且在规划上有哪些具体要求。针对上述问题, 用户可选择“项目咨询”中“地块选址”子项:

(1) 系统推荐进入专家系统模块, 查询哪些区划类型允许建商业中心(结果是 C2 和 T3); 再查询区划类型 C2、T3 相对应的区域最高容积率是多少(结果是 3.5), 那么最小的地块面积应为 $(7000 / 3.5) 2000 \text{m}^2$ 。

(2) 系统推荐进入数据库管理模块, 查询哪些地块的区划编码是 C2 或 T3, 地块面积大于 2000m^2 , 地块在主干道附近, 而且位于人口高密度区。

(3) 用光标选取其中一块, 则系统可显示这一地块的基本属性, 如区划编码、面积等。接着, 系统询问是否需要进一步了解详细的规划指标。若回答“是”, 则自动驱动专家系统模块, 经过推理后, 显示一系列规划指标的具体描述。该投资商可根据以上指标计算其经济得失, 从而辅助其投资决策。

4.2 项目审批

若一申请者(已具有开发权)呈交一份关于在 12 号地块建设几套多层住宅的报告和表格。有关的管理人员首先需要检查所交表格和手续是否齐全(通过人工作业)。如果符合要求, 则系统推荐操作人员进入数据库管理模块, 按照申请人递交的表格, 一一输入到申请表文件中, 相应的图件需数字化而与申请表联接好。该过程完毕后, 则专家系统模块开始检测这一申请是否合格。首先检测建筑类型是否符合要求(多层住宅被允许, 因为 12 号地块编码为 R2), 接着系统以人机交互方式检查申请项目是否符合一系列规划指标如容积率、建筑密度、建筑面要求等, 并给出相应评分。如果发现有些指标如建筑面积高于标准规划指标, 则系统还可询问申请者是否愿意答应一些条件如上缴部分利润或提供额外的公共建筑面积。如果磋商成功, 则该指标评分也可增加。最后, 系统打印一评价报告, 详细叙述申请表的评审经过, 以供申请者和决策者共同参考。

需要指出, 项目审批是一项非常复杂的工作, 牵涉因素很多, 所以, 还需要与规划管理人员密切合作, 共同完善这一研究。

5 结 论

有效地辅助决策是 GIS 发展的重要方向。GIS / ES 技术有可能在这一过程中发挥重要作用。初步研究表明, GIS / ES 技术不仅具有空间数据处理和分析能力,也具有知识表示和利用知识进行启发式推理的能力,从而有助于解决 GIS 无法解决的一些定性化问题。当然,本文只是对 GIS / ES 技术应用的初步尝试,它的实际应用,还有待进一步研究和探讨。

参 考 文 献

- [1] V. B. Robinson, A. U. Frank. Expert System Applied to Problems in GISes: Introduction. Review & Prospects. Computers, Environment, and Urban Systems. 1987, 11(9): 161 — 173.
- [2] T. R. Smith *et al.* Requirements & Principles for the Implementation & Construction of Large-scale GISes. I. J. GIS, 1987, 1(1): 13 — 31.
- [3] 吴健康, 智能地理信息系统 KGIS 的设计. 黄土高原信息系统研究. 北京: 测绘出版社, 1988.
- [4] 马嵩乃等. 地理专家系统的试验研究. 地理学报. 1992, 47(3): 252 — 259.
- [5] S. Y. Han & T. J. Kim. ESSAS: Expert System for Site Analysis & Selection. Computers, Environment and Urban System. 1988, 12(4): 239 — 252.
- [6] P. J. Geraghty. Environment Assessment & the Application of Expert Systems Approach. Town Planning Reviews. 1992, 63(2).
- [7] E. J. Pearson *et al.* An Integrated ES / GIS Approach to Mapping & Modelling Natural Hazards. EGIS' 92. 1992.
- [8] Huang Bo. Intgration of Expert System & GIS for Zoning Management in Wenzhou, China. ITC MSc Thesis, the Netherlands, 1993.

作 者 简 介

黄波, 男, 1968年生。1990年毕业于武汉测绘科技大学计算机和城市规划专业, 1993年于荷兰国际航天测量与地学学院获城市 GIS 专业硕士学位, 现主要从事空间数据模型和分布式 GIS 方面的研究。

Initial Research on Integration of GIS and ES and its Applications

Huang Bo

Wang Yingjie

(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing, 100101) (Institute of Geography CAS Beijing, 100101)

Abstract The extensive applications of GIS have shown its capabilities in storing, managing, analyzing and outputting spatial data efficiently. However, there seems to be several limitations in GIS, reflected not only in spatial modeling and analysis, but also in the employment of experience, intuition and expertise. The incorporation of other technologies may therefore be a good solution. In this regard, this paper explores the indispensability and the approach to the integration of GIS and ES. Then, a software system for urban zoning management called ZOMAN is presented, including its architecture, functions and application examples.

Key words GIS, ES, Integration