

# 面向地理环境主体 GIS 初探

龚建华<sup>1</sup> 林 琿<sup>2</sup>

(1 中国科学院遥感应用研究所遥感科学国家重点实验室,北京市朝阳区大屯路 3 号,100101)

(2 香港中文大学地球信息科学联合实验室,香港新界沙田)

**摘 要:**依据人地关系理论,提出发展面向地理环境主体的 GIS 理念。面向地理环境主体的 GIS,主要研究在相关地理生态与社会经济环境中关于主体时空分布、社会经济活动行为时空特征与规律的表达、计算、模拟与分析。探讨了面向地理环境主体 GIS 的主要特征,以及智能体建模、时空行为数据模型与可视化表现方法。

**关键词:**GIS;面向“人”;时空活动行为;时空数据模型;智能体

**中图法分类号:**P208

目前的 GIS 所处理的对象,主要是宏观的地理实体、现象、过程及其空间环境,而对于社会、经济活动中的个体、群体等的行为及其相关事件,却缺乏强有力的表达方法和模式。从地球表层系统的“人-地”关系看,当前的 GIS 是以一个面向“地”的基本理念而设计并发展的,而不是面向“人”来思考与设计的。目前 GIS 表现的大多是物化的东西(房屋、山川、河流等),许多非物质的东西(如社会行为、政治、经济、哲学、文化、宗教、情感等)并没有被包含在 GIS 系统框架中<sup>[1]</sup>。面向“地”的 GIS 在当前日益广泛地深入应用,暴露出对于当前社会中微观空间层次事件(如社区与医院内 SARS 时空传播)及人文社会现象等处理与分析能力的不足。要发挥 GIS 在社会、经济环境系统中的作用,除了继续研究面向“地”的 GIS 外,还需要发展面向“人”的、面向地理环境主体的 GIS。

本文的主体定义为具有智能、认识和实践的活动者、行为者,而作为实践和认识对象的世界与事物是客体<sup>[2]</sup>,主体与客体的关系是相对的。本文探讨的主体是从地理学中关于人类社会(主体)与地理环境的相互关系来理解的,是指人地关系中与地理环境(“地”)客体相对应的“人”,所以,本文所述的面向地理环境主体 GIS,也可以特称为面向“人”的 GIS。

## 1 背景与相关研究

地理信息与技术在社会中的应用与意义已受到广泛的关注<sup>[3-6]</sup>。美国国家地理信息与分析中心在 1993 年提出了地理科学中的三个战略领域,其中之一即为“信息社会的地理学”<sup>[4]</sup>。Pickles 等认为<sup>[5-6]</sup>,构成当前 GIS 的本体论与认识论的基础是应用欧几里得、笛卡儿和实证主义概念来认识地理空间与环境,其基本理念是把地理世界分成由明确定义的、连续的、不重叠的多边形表达的空间单元。但是,上述 GIS 的静态、几何的基本表达原理与方法,不能有效地处理社会世界中的由空间-时间-社会构成的复杂动态关系与现象。GIS 与社会的研究已经涉及到 GIS 最根本的本体论与认识论等核心基础理论问题,但这些研究仍然是从地理空间、地方/位置/区位等基本概念来展开的,而社会、经济环境中的基本单位“人”与“组织”,仍然在考虑的视界之外。即使在 GIS 的实践中,涉及到“人”与“组织”,也主要是从 GIS 的使用者(用户)角度来观察与分析的,而不是从 GIS 所表达与处理的目标与内容来讨论的。

另外,随着遥感技术的发展,“个体”人可逐渐在高空间分辨率影像中被识别,随着移动与通信技术的发展,基于位置的服务以及 MicroGIS 的发展,对于“人”及其相关精确地理位置与微观地

理环境的表达,逐渐受到重视,并大大驱动了传统时间地理学、交通 GIS 中关于“个体”行为研究的发展。关于人文社会现象的空间维研究趋向,林琿等提出空间综合人文学,以促进 GIS 对于多学科人文社会现象时空属性的综合性研究<sup>[1]</sup>。上述现象表明,GIS 学界对于人与社会的空间行为与模式的研究越来越重视,本文提出面向地理环境主体 GIS,就是希望结合人文地理学、社会学、空间经济学、人类学等学科,系统地开展包括个体、群体、组织等地理环境主体的时空行为特征以及表达、表现、分析方法和应用等方面的研究。

## 2 面向地理环境主体 GIS 的理念与特征

### 2.1 地理学人地关系中“人”的内涵的再理解

人地关系是地理学中的核心研究主题,是指人的生存活动、生产活动、社会活动与地理环境之间的相互联系、相互作用和相互影响。图 1 是表示地域系统的人地关系图,在“人”方面由低层次的人与人关系组成了高层次的经济结构与社会结

构;在“地”方面由低层次的大气圈、水圈、生物圈、岩石圈、土壤圈组成高层次的资源结构、环境结构和灾害<sup>[7]</sup>。

传统地理学的人地关系把“人”侧重理解为人类社会整体,并常常把人类社会抽象为一个整体、一个质点,并由此来考虑与现实地理环境的相互关系。目前,人地关系中的“人”处于越来越强的地位,为此,本文把“人”从多个层次来考虑,并分为个体、群体、组织与人类等主体类,人地关系则也从上述主体类方面来考虑与地理环境的相互关系。

应该指出,当从上述不同层次研究“人”时,就意味着应在不同空间尺度上研究人地关系,并强调对基于“个人”的微观层次上的人地关系的研究。传统地理学的人地关系对于“人”的定义是模糊的、抽象的,其粒度研究层次也比较粗;但是,其对于“地”及其空间尺度变化却有着深厚而又广泛的研究。文献<sup>[8]</sup>认为,人地关系在我国的地理研究中,注意“地”而忽视“人”。这体现在 GIS 的设计与应用上,也是侧重于对于“地”的认知、表达与分析,在“人”方面却很薄弱。

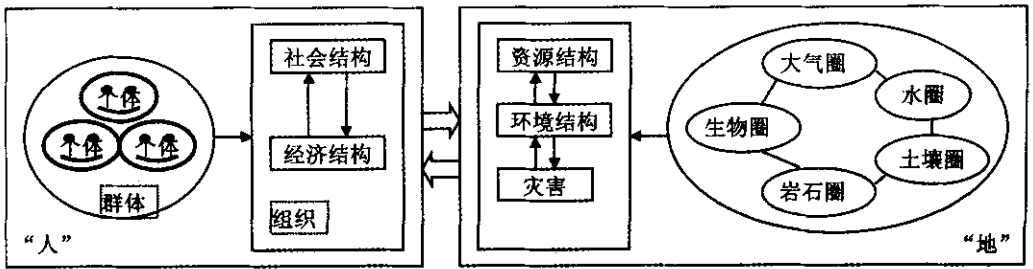


图 1 地域系统的“人-地”关系

Fig. 1 Human-Land Relationship in Regional Systems

### 2.2 面向地理环境主体 GIS 的特征

面向地理环境主体的 GIS,是相对于面向“地”的 GIS 提出的。这里的主体,主要是指不同层次的广义“人”,包括个体、群体、组织(国家、企业、政府、协会等等)。面向地理环境主体的 GIS,主要研究在相关地理生态与社会经济环境中关于主体时空分布、社会经济活动行为时空特征与规律的表达、计算、模拟与分析。个体、群体、组织应该是社会学中的基本研究概念与元素,面向主体的 GIS 研究主要侧重于主体的时空特征与行为,以及主体及其主体行为与地理生态环境、社会经济环境的相互关系。

从空间层次上看,与个体相关的环境可以分为微观环境、中观环境以及宏观环境<sup>[9]</sup>。微观环境(也可称个人空间)表示个人机体占有的围绕自己

身体周围的一个无形空间;中观环境指的是比个人空间范围更大的空间,一般指家庭、邻里、街道(胡同)、村落与社区;宏观环境指个人机体离家外出活动的最大范围,属公共空间。与个体相关的 3 种环境的物理几何空间涵义是比较明确的,可以量算。

群体是指为了某个目标,由两个或两个以上相互作用、相互依赖的个体的组合。众多的个体相互作用,形成群体行为。组织是指按一定宗旨和系统建立起来的集体,包括国家、企业、政府、协会等。关于群体、组织的时空分布及其行为的时空特征,在地理信息科学/地理信息系统领域研究很薄弱。群体、组织及其行为的时空,是流变性的、边界模糊不确定的,更多地体现为时空流,以物质流、能量流、资金流、信息流与人流为主。群体、组织及其行为的时空,与其物理几何空间范围

和大小不具有密切的敏感性,但与其社会关系网络(节点与链接)组成的“虚拟无形的”社会空间密切相关<sup>[10]</sup>。群体与组织,强调的是其作为功能的整体与行为,而不是作为占有明确物理几何空间的单位。

面向地理环境主体 GIS 是对应于面向“地”

的 GIS 提出的,下面通过与面向“地”的 GIS 特征的比较,从研究对象、观察方式、基本表达单位等方面来分析面向地理环境主体 GIS 的主要特征,见表 1。表 1 中的生活世界是指个体与群体(主体)的日常生活环境,社会世界主要是针对组织(主体)而言的。

表 1 面向地理环境主体 GIS 与面向“地”GIS 的特征比较

Tab. 1 Characteristics Comparison Between Human-Oriented GIS and Land-Oriented GIS

	面向“地”的 GIS	面向地理环境主体的 GIS
研究对象	侧重于地理生态世界与物理几何空间	侧重于生活世界、社会世界与社会关系空间
观察方式	主要以旁观者身份、“鸟瞰”方式观察,以“二维”宏观表达为特征	主要以参与者身份、“沉浸”方式观察,以“三维”微观表达为特征(针对个体与群体主体)
基本表达单位	点、线、面、体对象等	个体、群体、组织等
基本表达单位特征	空间的、几何的	功能
研究对象空间连续性	连续的、相接的	离散的、动态的(针对个体与群体主体)
研究对象空间移动性	地理生态系统处于一定的地理位置	移动的(针对个体与群体主体)
空间观察尺度与表达单位数	某地域的基本表达单位数随尺度而变化	某地域的主体数不随观测尺度变化
研究对象变化周期	较长、较慢	较短、较快
研究对象智能性	无、很低	有、较高

### 3 面向地理环境主体 GIS 的建模与表达

#### 3.1 多智能体建模

个体是生活与社会世界中的最小的独立单位,其他的群体、组织等都是由个体组成的。正如传统面向“地”GIS 中的点是最基本的表达单位,把个体也作为面向地理环境主体 GIS 的最基本单位。如此,本文采用自下而上的方法论,通过以个体作为社会环境的基本单位,研究个体的时空行为、由个体组成的群体时空行为以及由群体组成的组织行为。

在传统的 GIS 中,以空间几何为基础的点是针对具有空间位置与几何的地理物体与现象而设计的,对于个体,缺乏相应的、有效的表达方法。面向对象的 GIS,对于用对象表达个体提供了可能。但是,本文认为作为具有高度移动的、社会的、智能的、能动的个体,截然不同于一地理对象,如房子、树、道路等,是需要单独对待与处理的。而近年来在分布式人工智能领域中快速发展的智能体技术,是用于表达个体与群体的较为合适的方法与模式。

智能体是独立的、具有智能的实体,具有主动性、交互性、协同性、反应性、自主性、移动性等特点<sup>[11]</sup>。智能体可以表达与模拟个体;多智能体系统(multi-agent system, MAS)则可以表达社会群体行为。应用智能体方法,模拟地理环境的主体时空行为,在城市演化、公共卫生、交通行为等

研究领域已成为重要的工具。

多智能体方法为解决面向地理环境主体 GIS 的主体行为表达以及多主体交互问题提供了有效的途径和合理的概念与技术模型,该方向的未来主要研究内容包括地理环境中个体的智能体及其时空行为过程的表达模型,社会关系网络数据模型,社会交互时空行为过程的多智能体表达模型,多智能体消息互通方法与模型,具有较大规模多智能体系统的分布式计算、并行计算实现与优化等。

#### 3.2 时空行为数据模型

传统 GIS 的时空数据模型主要用于城市、海洋、大气等具有三维空间几何地理对象与现象在时间维上的动态变化表达与分析。面向地理环境主体 GIS 中的个体主体是不断移动的,并不断地与其他个体存在着动态变化的空间关系与交互行为。对于个体活动行为的时空模型,在时间地理学(time geography)以及交通 GIS 中有较深的研究。Hagerstrand(1970)从人的移居模式,提出了时空路径概念(space-time path)来表达单个人在时空环境中的活动行为。Miller(1991)基于 Hagerstrand 的时空模型理论提出了时空棱柱概念(space-time prism)及其在交通 GIS 中的应用原理<sup>[12]</sup>;Wang 等提出了人的出行社会活动的行为时空模型;Shaw 考虑现代信息与通信技术影响,结合时间地理学框架,提出了关于个体交互行为的包括物理与虚拟两种活动的时空 GIS 框架<sup>[13]</sup>。但是,上述研究主要针对移动的个体时空行为研究时空数据模型,对于基于个体相互作用

的事件时空过程模型,以及组织的时空行为模型,则较少涉及。面向地理环境主体 GIS 的时空数据模型,除了继续发展面向个体主体的时空路径模型、时空棱柱模型、出行活动模型等原理与应用外,还需要同时考虑基于“人”尺度的面向“地”的微观 GIS(micro-GIS)时空数据模型发展。

### 3.3 可视化表现

传统 GIS 对于个体主体的可视化表现,因为一般考虑地理空间的宏观表达而到不了个体层面,所以很少涉及个体及其动态行为、由个体组成的群体及其行为的可视化表现方法研究。基于 GIS 发展起来的虚拟地理环境,是以化身人、化身人群、化身人类为主体的一个三维虚拟共享空间与环境,用于表达与分析现实地理环境的现象与过程<sup>[14]</sup>。由于虚拟地理环境是以面向“人”的、以化身主体为中心而设计、存在并发展的,所以虚拟地理环境可以比较容易地表达地球表层系统的地理空间与环境,以及其中活动着的人、人群等主体及其社会活动行为。虚拟地理环境集成多智能体技术后,是面向地理环境主体 GIS 的较好表达与表现方式,是面向地理环境主体 GIS 的最好体现舞台。

作者应用智能体和虚拟地理环境技术,建立了一个社区内 SARS 传播与控制的虚拟实验环境(图 2)。在本实验中,用智能体与三维化身表达虚拟社区内的不同状况的个体:健康人,感染 SARS 病人(潜伏期内),具有症状的 SARS 病人以及住院 SARS 病人。依据 SARS 时空传播特征与规律,建立了基于物理空间接触的个体间相互作用的动力学模型。图 2 中的二维导航图以二维点的形式显示了人群的分布,三维图则是以不同颜色的三维化身表达相应人群(健康人群、被感染人群等)的三维空间分布,图 2 中右边部分的曲线表示每日病例总数的模拟图。

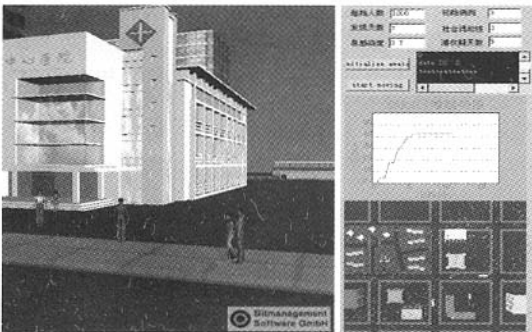


图 2 虚拟社区内 SARS 传播模拟

Fig. 2 Simulation of SARS Transmission in Virtual Community

面向地理环境主体 GIS 的可视化表现,需要同时考虑自然地理环境以及其中活动的众多个体和它们相互作用过程行为。尤其对于基于个体的微观地理动态行为,要涉及三维可视化动态表达,这需要大量的并行个体相互作用过程计算以及三维图形实时显示计算。所以,大规模计算的优化算法设计是一个重要的研究内容。

## 4 讨论与展望

面向地理环境主体 GIS 是当前以面向“地”GIS 发展的一个补充,侧重于与主体行为密切相关的生活世界、社会世界的研究,是当前社会以人为本思想的一种体现。面向地理环境主体 GIS 的研究,可以包括主体的不同层次分类,不同类主体的行为特征与表达模式,个体出行行为的时空模型,个体互动过程的多智能体建模,个体时空行为与群体时空行为的相互关系,社会关系网络空间特征与表达,微观尺度上社会行为事件模拟与可视化表达,宏观尺度上社会经济行为时空表达与分析等等。本文的很多方面主要涉及个体主体,如智能体表达、时空行为数据模型、可视化表现等,采用的主要也是自下而上的方法论。

个体行为的时空模型在交通 GIS、时间地理学中已有较多的研究,但群体、组织的时空行为特征与模型研究,在地理信息科学/地理信息系统中则非常薄弱。然而,在人文地理学、经济地理学中,却有相当的研究。例如,公司(企业)地理学,就是研究公司空间结构、空间行为及其环境之间关系的学科<sup>[15]</sup>。所以,面向(群体、组织)主体 GIS,必须要与人文地理学的研究并结合并充分考虑人文地理学的研究特点与模式,才能发展其理论与方法。

GIS 用于社会,体现生活世界、社会世界,是人类社会发展的一个需求,是 GIS 本身应用扩展的一个需求。面向地理环境主体 GIS 的发展,将会促进 GIS 在社会学、人文地理学、经济地理学、人类学等领域的应用,为社会经济环境系统的研究提供强有力的工具,并搭建社会科学与自然科学的桥梁,从而真正体现 GIS(地理)自然与人文的双重属性。

### 参 考 文 献

- [1] 林琨,张捷,杨萍,等. 空间综合人文学初探[C]. 第二届数位地球国际研讨会,台北,2004
- [2] 李德顺. 价值论——一种主体性的研究[M]. 北

- 京:中国人民大学出版社,1987
- [3] Sui D Z. GIS, Cartography, and the "Third Culture": Geographic Imaginations in the Computer Age[J]. *The Professional Geographer*, 2004, 56(1):62-72
- [4] Sheppard E, Couclelis H, Graham S, et al. Geographies of the Information Society[J]. *Int J Geographical Information Science*, 1999, 13(8):797-823
- [5] Pickles J. Representations in an Electronic Age: Geography, GIS, and Democracy[G]. //Pickles J. *Ground Truth: The Social Implication of Geographic Information Systems*. New York: Guilford, 1995
- [6] Sheppard E. GIS and Society: Towards a Research Agenda[J]. *Cartography and Geographic Information Systems*, 1995, 22:5-16
- [7] 龚建华. 地理信息系统支持下区域可持续发展[D]. 北京:北京大学,1995
- [8] 艾南山. 从地缘政治走向地缘经济的政治地理学[G]. //谢觉民. *人文地理学笔谈:自然·文化·人地关系*. 北京:科学出版社,1999
- [9] 李道增. 环境行为学概论[M]. 北京:清华大学出版社,2000
- [10] 曼纽尔·卡斯特. 网络社会的崛起[M]. 夏铸九, 王志弘,译. 北京:社会科学文献出版社,2001
- [11] 史忠植. 智能主体及其应用[M]. 北京:科学出版社,2000
- [12] Miller H J. Modelling Accessibility Using Space-time Prism Concepts Within Geographical Information Systems[J]. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1991, 5(3):287-302
- [13] Wang D G, Cheng T. A Spatio-temporal Data Model for Activity-based Transport Demand Modelling[J]. *Int J Geographical Information Science*, 2001, 15(6):561-585
- [14] 龚建华,林琨. 虚拟地理环境-在线虚拟现实的地理学透视[M]. 北京:高等教育出版社,2004
- [15] 李小建. 公司地理理论[M]. 北京:科学出版社,2002
- 第一作者简介:龚建华,研究员,博士生导师,研究兴趣为健康GIS、虚拟地理环境与区域可持续发展。  
E-mail:jhgong@irsa.ac.cn

## Exploring Human-Oriented GIS

GONG Jianhua<sup>1</sup> LIN Hui<sup>2</sup>

(1) State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, 3 Datun Road, Chaoyang District, Beijing 100101, China)

(2) Joint Laboratory for Geoinformation Science, The Chinese University of Hong Kong, Shatin, N. T., Hong Kong)

**Abstract:** The concept of human oriented geographic information systems (GIS) is introduced in terms of the relationship theory of human-land. The fundamental framework of current GIS is mainly designed from the land/landscape centered perspective. Human-oriented GIS aims to study the representation, computation, simulation and analysis of human distribution in time and space, and of the spatiotemporal characteristics and laws of social and economic organizations and activity behavior within geographic environments. Here, human is defined, in a broader context, as individuals, groups, or organizations within the natural and social environments. Major characteristics, agent-based modeling, data model of spatiotemporal behavior, and visualization in human oriented GIS are discussed.

**Key words:** GIS; human-oriented; spatiotemporal behavior; spatiotemporal data model; agents

**About the first author:** GONG Jianhua, Ph.D supervisor, professor. His research interests include healthy GIS, virtual geographic environments, and regional sustainable development.

E-mail: jhgong@irsa.ac.cn