

GIS 的体系结构与全面社会化应用发展分析

吴升^{1,2,3}, 王钦敏¹, 励惠国^{1,2}

(1 福州大学数据挖掘与信息共享教育部重点实验室, 福州 350002;

2 中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;

3 信息工程大学测绘学院, 郑州 450052)

摘要:近年来 GIS 取得了巨大的发展,其动力主要来自于应用需求的牵引和相关的 IT 技术的推动。本文主要从应用需求的变化对 GIS 体系结构的影响,以及包括 Internet、移动通信与定位、软件开发、软件工程等 IT 技术的进展对 GIS 的推动两个方面,对近年来 GIS 发展的内因和外因进行分析和探讨。

关键词:地理信息系统; Internet; 移动通信与定位; 软件开发; 软件工程

中图分类号: P208

1 引言

GIS 是 20 世纪 60 年代发展起来的新技术,是地理学、测绘学等传统科学与现代信息技术(IT)相结合、多种学科交叉的产物。

GIS 的发展,一是受内在的应用需求的牵引,从简单的制图到复杂的地学分析,从面向一个项目到企业级的解决方案,从桌面应用到网络地理信息服务,应用需求的变化是 GIS 发展的内因;二是来自外围 IT 技术的推动,GIS 和地理学提供了将 Internet、GPS、RS、实时信息系统、无线通讯、移动、计算等技术和来源于 GIS 群体的理论、方法和技术集成的基本框架和概念,可以说,GIS 的发展过程其实就是市场化成熟的 IT 技术与 GIS 不断融合的过程。

2 GIS 体系结构发展的分析

GIS 的发展与用户对 GIS 的应用需求密切相关,最早用户应用 GIS 通常是为了完成一个项目,完成一项工作需要使用 GIS 的制图和地理分析功能,作为一个辅助的工具,对地理数据的管理和操作大多集中在主机或桌面进行;随着政府和企业决策对地理信息的依赖,GIS 需要为政府和企业的多个部门服务,对地理数据的管理和维护需要大型的

数据库管理系统,于是出现了运行于客户/服务器环境的 GIS;Internet 出现和发展为广大公众获取地理信息,了解他们自己的生存环境、地理环境提供了可能,在 Internet 环境下,简单的客户/服务器模式已经不能满足用户的需要,于是,人们开始呼唤能够运行于更复杂的分布式计算网络环境的 GIS。

在自然界,单细胞有机体往往向复杂的多细胞生物体进化(复杂的系统往往提供更强能力),而构成生物体的单个细胞的功能却变得很专一,所有分工不同的细胞共同作用完成复杂的生命过程^[2]。有意思的是,从以主机、桌面为中心到客户/服务器结构,再到更为复杂的分布式计算环境,GIS 这种由于内在需求的变化而导致体系结构的变化也在验证着与自然界类似的发展趋势。

一个完整的 GIS 应该包含制图、数据管理、查询与分析等部分。如果我们把 GIS 的这些核心功能比做 GIS 的“智慧”,那么“智慧”在服务器和客户端的分布策略则表现为 GIS 体系结构的发展变化。

以 ESRI 的 GIS 软件产品为例:在早期,所有的 GIS“智慧”都集中在 Arc/Info 一个软件中;随着商业化的关系数据库管理系统(RDBMS)的出现,Arc/Info 的属性数据开始交由 RDBMS 管理;而后随着 RDBMS 开始支持变长大二进制(BLOB)字段,即支持几何数据的存储,为了把空间数据访问的功能从 GIS 软件中剥离出来,ESRI 很快推出了独立的中间

收稿日期:2004-04-28; 修回日期:2005-01-07.

作者简介:吴升(1972-),男,汉族,福建松溪人,博士,副教授,现从事 GIS 的开发与应用方面的教学和科研工作。E-mail: ws0110@163.com

件产品——SDE/ArcSDE, 这时, GIS 的体系结构发生了第一次大的变化——即从主机、桌面和简单的二层客户/服务器结构发展成为复杂的三层客户/服务器结构, 如图 1 所示:

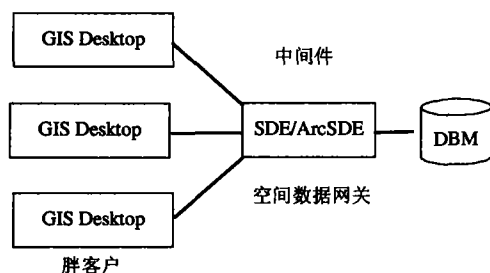


图 1 GIS 的三层客户/服务器体系结构
Fig. 1 Three-tier C/S architecture of GIS

在三层客户/服务器体系结构中, SDE 作为 GIS 空间数据访问的网关, 它是一个中间件——即作为 GIS 桌面程序的服务器, 又是 DBMS 的客户。这种体系结构的优点是 DBMS 的客户程序只需安装在 SDE 所在的机器, 而无需在 GIS 客户端安装, 从而大大减少了 DBMS 的连接数和部署费用。其缺点是 GIS 客户端仍然必须安装 GIS 桌面程序 (如 ArcMap、ArcView、MapObjects 等), 对用户的 GIS 能力仍然有较高的要求, GIS 的部署费用仍然较高。对此, ESRI 开始尝试把 GIS“智慧”完全部署在服务端的解决方案, 在其即将推出的 ArcGIS Server 9.0^[3] 中, GIS 的体系结构又一次出现较大的变化, 如图 2 所示:

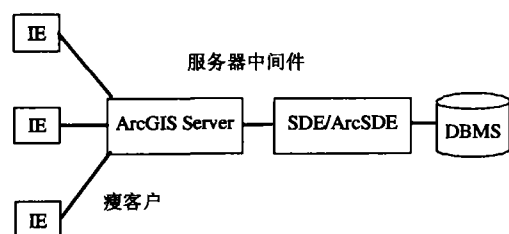


图 2 GIS 的多层客户/服务器体系结构
Fig. 2 Multi-tier C/S architecture of GIS

在 ArcGIS Server 的多层客户/服务器体系结构中, GIS 功能从客户端程序中几乎被完全剥离出来, 这样, 经过“瘦身”的客户端只需要部署简单的 Web 浏览器 (如 IE), 而使用标准的 HTML 作为用户界面对用户来说也非常简单易用。此外, 由于所有的“数

据”和 GIS“智慧”都集中在服务器端, 使得数据的更新、软件的维护、版本的升级以及对用户访问的控制相对容易, 因此更适于构建需要集中管理地理资源的企业级 GIS 应用。当然, 这种体系结构需要很好地解决负载均衡的问题, 即服务器端的“智慧”必须可以很好地扩充以响应多个用户的请求。

从以上对应用需求驱动的 GIS 体系结构的变化分析, 可以看出 GIS 发展的一个趋势——随着 GIS 的应用从桌面走向网络化、企业化, 对 GIS 软件平台的要求也越来越高, 要满足各种应用层次和复杂多变的应用环境的需求, 必须给用户多种“智慧”分布的解决方案, 这正好应验了 Nicholas Negroponte 在“数字化生存”^[4] 中关于“智慧是在信息传输者一端呢, 还是在信息接受者一端”的预言——“未来将不会是二者只择其一, 而是二者并存。”

3 GIS 全面社会化的应用发展

近年来, 随着 Internet、移动通信与定位、软件开发、软件工程等技术的进展也相应地推动了 GIS 技术和应用的发展。

(1) GIS 作为一种采集、存储、处理、分析和表达现实世界地理空间信息的高级手段, 旨在实现地理信息的高度社会化共享。虽然现在遍布城市的旅游地图、触摸屏、磁卡电话也能提供一些地理信息服务, 但在过去的几年中, 地理信息的社会化进程主要受益于 Internet 与 GIS 的“亲密接触”——Web GIS 技术以及利用该技术搭建并提供地理信息元数据服务和地图发布服务的网站。归纳起来, Internet 技术对 GIS 的影响主要体现在两个方面: 数据组织和用户^[5]。

传统的 GIS 以统一、完整的数据库系统对海量空间数据进行集中的存储和管理。许多有地理信息业务的单位、部门都选用某种 GIS 软件建立了相应的地理数据库, 并且自己负责维护和管理。这样的系统一般都是面向特定的、一定范围的, 通常是企业、部门内部的用户。在 Internet 出现以前, 信息收集、存储、传送和处理大多分别独立进行, 人们如果需要共享分布于多个空间区域, 多个专业部门的地理信息, 必须在这些区域和部门中来回奔波或依赖于邮政部门, 效率低下。Internet 把分布在成千上万

的网络节点的各种不同类型的地理数据物理上连接了起来,为地理信息及服务的社会化共享提供了可能,极大的提高了信息获取和信息共享的效率和时效性。

在 Internet 环境下,GIS 面对的将不再是少数一群受过专门教育或训练的 GIS 专家和专业技术人员,不同年龄、不同应用水平、不同使用目的、不同文化背景的各种网络用户群向 GIS 提出了更加丰富多样的应用模式的要求。为了进一步促进地理信息在全世界的用户、数据提供者和服务提供者之间的共享,必须提供地理信息在 Internet 上进行传输、发布、共享、应用和服务的新方法。在这一方面,ESRI 于 2000 年 6 月,对基于 WebGIS(ArcIMS)技术构建的地理信息网络(一个全球性的基于 WWW 的 GIS 数据和服务网络),以及 2001 年 8 月提出的 g.net(一种着眼于 GIS 社会化、全球化的全新的 GIS 体系结构)的构想和实践,已经给我们呈现出一个覆盖全球的、可以充分共享和交互的 GIS 虚拟世界。

(2) 移动通信与定位技术为 GIS 的应用集成,产生一种新的信息技术服务模式;基于位置信息与应用服务(Location Services/Location Based Service, LBS)——即当移动用户与现实世界的一个模型交互时,在不同时间、不同地点,这个模型动态地向不同用户提供相应的位置信息。

通过 Internet 或移动通信网络,LBS 把地理信息、地理信息处理和 GIS 功能延伸到最终用户的桌面、PDA 和移动电话中,从而把更多的控制权、更多的信息量和更大的决策力交到移动用户的手中,使它们可以不受任何束缚,灵活地发掘它们在世界上独特的地位。移动用户希望得到“以消费者为中心”(Jack Dangermond, 2002)的位置及信息服务,以丰富当前仅限于无线通话的移动生活方式;世界范围的无线运营商也意识到 LBS 的市场价值,力争提供这种增值应用作为回收成本、赢得竞争并增加新的收入来源的重要手段。

LBS 可以广泛应用于车辆导航、跟踪、监控与调度、移动资产安全,移动商务与移动观光、事件响应,信息获取与定制,查找同伴,进入区域提示,按位置收费等诸多领域。以智能交通系统(ITS, Intelligent Transport System)为例,交通行为的参与者(包括驾驶员和交通网络的组织、管理和监视人员)在整个交通行为的过程中(路线计划、车辆导航

与监控、紧急救援、信息服务),都需要 LBS 的参与和支持。鉴于 LBS 巨大的市场潜力,业界纷纷推出相应的发展战略和解决方案,例如 ESRI 的 ArcLocation, MapInfo 的 miAware, Oracle 的 Oracle 9iAS Wireless 等。

(3) 软件技术的进步,特别是“面向对象的软件开发工作展示了建立和维护计算机应用程序所用的体系结构、工具和技术的革命性进步”^[9],使所有从事高新技术的专业人员能够真正专注于自己的领域。在 GIS 界,一种变革性质的软件技术——组件技术被引进到 GIS 开发中来,从而真正实现“让恰当的专家去作恰当的事情”。目前市场上推出一些组件型的 GIS 软件或 GIS 组件多是基于 COM 或 Java Beans 技术建立起来的,如 ESRI 的 Arc Objects、MapObjects, MapInfo 的 MapX, Intergraph 的 GeoMedia 等。

使用 COM 以及 Java Beans 这些传统的组件技术需要依赖特定的对象模型协议,这样不管是服务的发布方还是服务的访问方都必须遵守这些特定的协议,无法满足面向服务的体系架构的要求(SOA)。为了使“任何人能在任何时间、任何地点和任何设备上获得所需的地理信息资源和服务”,即达到所谓的“4A”目标,必须引进一种新的基于通用的 Internet 协议(如 HTTP、WSDL、SOAP、XML)的组件技术,这就是 XML Web Services 技术。

微软通过“一切都是服务”来概括 Web Services 将给当前 IT 业带来的冲击。从理论上讲,基于 Web Services 的中间件技术——GIS Web Services 将给 GIS 的开发、部署和应用方式带来革命性变化。GIS Web Services 引进了一种新的面向服务的 GIS 开发模式——基于一种通过发现和调度网络可用的服务来构建 GIS 应用程序。基于 GIS Web Services 的体系架构使得地理信息服务的请求者可以基于任何平台,使用任何编程语言访问以 Web Services 封装的 GIS“智慧”,获得原始地理数据和地图以及与此相关的各种高级服务,如:生态制图、洪灾制图、地址匹配以及网络路径分析等。目前市场上已经出现了商业化的 GIS Web Services 产品,如 Microsoft MapPoint Web Service SDK 和 ESRI ArcWeb for Developers 等。福建省空间信息工程研究中心目前也在开发一种专门为物流应用提供基础空间信息服务的 GIS Web Services 产品——SircWeb for Logistics。

(4)GIS 是一个大型、复杂的软件系统,为了确保这样一个大型软件项目的质量,降低开发费用,提高系统开发的成功率,必须“将系统化的、规范的、可度量的方法用于软件的开发、运行和维护”^[7]。一些非常成熟、形式化的软件工程方法,象线性顺序模型、原型法、快速应用开发(RAD)等都在 GIS 的发展历程中发挥过重要作用。

为 GIS 选用软件项目的开发方法是非常主观的,它受用户需求、个人(组织)喜好,现有的开发工具以及对改变开发方法的畏惧等多种因素的影响,对于整个项目开发组或软件开发组织来说,已经形成标准化的开发方法往往被认为是最好的。但如果开发的项目需要广泛使用新技术,就要考虑采用新的项目开发方法。通常,开发一个 GIS 工具软件,往往选用线性顺序模型开发方法;如果开发一个具体的 GIS 应用系统,原型法是个很好的选择;但如果强调极短的开发周期,则要考虑是否采用 RAD^[8]。近年来,由于 GIS 的功能越来越强大、体系结构越来越复杂,采用基于 UML 语言和 CASE 工具进行 GIS 软件开发已经成为新的主流,例如 Rational 公司提出的统一软件开发过程(USDP, Unified Software Development Process)就非常适合于 GIS。

USDP 的思想可以归纳为 3 点^[9]:用例驱动,以体系结构为中心,迭代和增量。用例就是 GIS 与用户完成一次交互的功能,用例从用户的观点对 GIS 的功能建模,为 GIS 定义的用例是整个开发过程的基础,因此用例构成了一个用户和系统开发者都能接受的基本概念,它象一条“红线”贯穿于整个 GIS 软件开发过程的工作流程;体系结构是理解和解释 GIS 如何工作的设计视图,它描述的是 GIS 的主要特性,而不考虑其细节。为了能在不同的人员之间进行通信、回顾、评论和改善,应该使用一种标准的、一致的表达方法来描述 GIS 的体系结构;迭代和增量是指 USDP 不是在项目结束时一次性提交软件,而是一系列周期的重复循环,每一个周期包括开始、细化、构造和移交 4 个阶段,每个阶段由若干次迭代组成,如图 3 所示。

4 结语

当前,人类社会正面临着各种各样的挑战,有些挑战更可能会影响到人类的生存。一方面,如何

了解和预测地球的变化,规划未来,使人和自然更加和谐,使人类社会能够可持续发展,并且使这些工作更加富有成效,这给 GIS 提出了新的应用需求;另一方面,如何使 GIS 群体中每个人所作的努力集中起来,组织到一个巨大的系统或网络中,为我们这个星球服务,使 GIS 从专业的技术领域走向全面的社会化地理信息服务,又需要 GIS 和各种先进的 IT 技术互相渗透、互相融合。总之,内在的应用需求和外围 IT 技术的进展将继续促进“年轻”的 GIS 获得创新性、跨越式的发展。

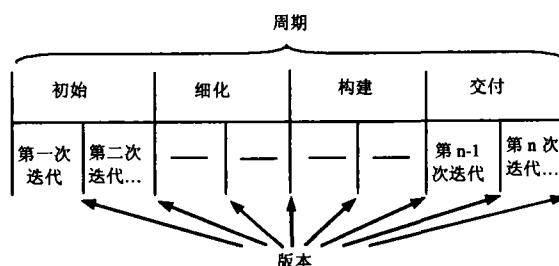


图 3 USDP 的一个周期

Fig. 3 One cycle of USDP

参考文献

- [1] 高 俊. 进入 21 世纪的地图学. 庆祝中国人民解放军测绘学院建院五十周年学术报告会论文集, 郑州: 信息工程大学测绘学院, 1996, 1~7.
- [2] 修文群, 池天河. 城市地理信息系统 (GIS). 北京: 希望电子出版社, 1999, 232.
- [3] ArcGIS® Server Administration and Development Guide, Redlands, California: Environmental Systems Research Institute, Inc., 2003.
- [4] [美]尼葛罗庞蒂. 数字化生存. 海口: 海南出版社, 1997.
- [5] 吴 升. 分布式 GIS 组件平台的研究与实践 [博士论文]. 郑州: 信息工程大学测绘学院, 2001.
- [6] Don Benage, Aazm Mirza. 应用 Visual Studio 6.0 构建企业解决方案. 北京: 人民邮电出版社, 1999, 189~250.
- [7] Roger S Pressman. 软件工程实践者的研究方法. 北京: 机械工业出版社, 1999: 前言, 15.
- [8] 吴 升, 王家耀. 地理信息系统开发方法的演进. 测绘学院学报, 2001, 18(2): 130~132.
- [9] Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh. The Unified Software Development Process. Addison Wesley Longman, Inc, 1999.

Analysis and Research of Intrinsic and Extrinsic Factors for GIS's Progress in Recent Years

WU Sheng^{1,2,3}, WANG Qinmin¹, LI Huiguo^{1,2}

(1 Key Laboratory of Data Mining & Information Sharing (Fuzhou University), Ministry of Education, Fuzhou 350002, China;

2 LREIS, Institute of Geography and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3 Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: GIS has made considerable progress in recent years. The powers of driving its development are application requirements' pull and related information technologies' push. First, the development of GIS has being tied up with users' application requirements. From simple mapping to complicated geographic analysis, from project-oriented to enterprise solution, and from desktop application to web service of geographic information, the advancement of application requirements results in the evolution of GIS architecture. Next, from a technological standpoint, GIS is evolving into place through integrating new information technologies with the full body of theory, methods, and technology coming out of the GIS community. Interestingly enough, it is GIS and the concepts of geography that will provide the conceptual framework for bringing this all together, including Internet, mobile communication and positioning, software development, and software engineering, etc.

So it does, this paper detailedly analyzed and discussed the intrinsic and extrinsic factors for GIS's development in recent years from two aspects: one is the influence on GIS architecture as a result of the changing application requirements. The other one is the promoting to GIS due to the progress in information technologies.

Key words: geographic information system; internet; mobile communication and positioning; software development; software engineering