

基于 Agent 技术的多层分布式 GIS 研究

兰孝奇¹ 胡 斌² 马 林³

(1. 河海大学土木工程学院 江苏 南京 210098; 2. 江苏省计算技术研究所 江苏 南京 210042;
3. 浙江省大成建设集团有限公司 浙江 杭州 310012)

摘要 对实现分布式 GIS 所存在的问题进行研究,分析和应用了多层体系结构和 Agent 技术各自的优点,提出了基于 Agent 技术的多层分布式 GIS 体系结构,并通过编程所进行的原型实验证明基于 Agent 技术的多层分布式 GIS 体系结构在实现分布式 GIS 时的可行性,从而解决了传统 GIS 体系结构无法解决的互操作性、资源(包括功能和数据)的迁移、资源的分散管理和集中管理、多服务站点协同工作等问题。

关键词 分布式 GIS; Agent 技术; 多层体系结构

中图分类号 P208 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2003)05-0581-04

1 影响分布式 GIS 实现的问题

分布式地理信息系统(Distributed GIS,简称 DGIS)的发展离不开计算机软硬件技术的进步和社会需求的发展。网络的普及和分布式计算技术的发展为 DGIS 的实现提供了物质基础和技术保障,而随着社会需求的发展,传统的集中式的 GIS 已不能满足数据共享、功能共享和用户业务需求的发展,因此 DGIS 已成为 GIS 的发展方向。

DGIS 的实现需要解决以下问题:(a)互操作问题。互操作包括两个方面,一是异构数据源互操作,二是异构地理信息处理环境互操作。传统的 GIS 把功能和数据紧密结合在一起,这不能适应 DGIS 的要求。在 DGIS 环境下,必须把功能和数据分离开来,实现功能和数据的独立性。(b)功能和数据的流动问题。在 DGIS 环境下,功能和数据之间相互独立,分布在网络的各个节点上。当用户提出需求时,相应的功能和数据必须能迁移到用户的节点上。(c)资源的管理问题。这里所说的资源,包括功能和数据两方面。在 DGIS 环境下,所有的资源分布存储在网络上,因此必须采取措施对这些资源进行有效管理。实际操作中,可以采取分散管理和集中管理相结合的方法。(d)多服务站点协同工作问题。提供服务的站点间的信息分布和协作也是分布式 GIS 需要解决的一个问题,本文提出的 Agent 技术将是解决此问题的有效途径。

下面结合 Agent 技术对以上问题的解决方法进行分析。

2 Agent 技术

Agent 是指在一定环境中连续自主运行的实体,它具有自治性、交互性、反应性和主动性等特点。Agent 与对象很相似,但两者自治程度不同,自治的复杂性内涵也不一样^[1]。但两者不是毫不相关的,实际上,Agent 的实现有很多地方要借助于对象思想。

有两类 Agent 技术日益受到关注和研究,即移动 Agent 系统(Mobile-Agent)和多 Agent 系统(Multi-Agent),它们也与 DGIS 的实现有很大关系。

a. Mobile-Agent. Mobile-Agent 是可以离开其开始执行的系统并能在网络上不同系统间移动的 Agent。Mobile-Agent 的技术特点和优势在于:动态执行、异步计算、并行求解、智能路由^[1]。Mobile-Agent 系统一般由 2 部分组成:客户端创建的用户 Agent 和服务器端创建的 AgentHost,AgentHost 是 Mobile-Agent 赖以生存的服务

环境,它为每个 Agent 建立运行环境和服务接口,并利用 Agent 传输协议 ATP 实现 Agent 在网络主机间的移动,Agents 通过 Agent 通信语言 ACL 进行相互通信或访问主机提供的服务。

Mobile-Agent 可以从一个站点迁移到另一个站点,这正是 DGIS 所需要的。在 DGIS 环境中,各种数据和功能分布在网络各处。如果把这些数据和功能设计成 Mobile-Agent,那么当客户需要某些 GIS 数据和功能而本机并无这些资源时,这些 Mobile-Agent 就可携带相应的数据和计算功能迁移到客户机,实现客户的需求。

b. Multi-Agent. 单个的 Agent 的作用是很有限的,但把多个 Agent 组织起来形成的 Multi-Agent 系统,通过多个 Agent 之间的协作,可以完成很多复杂的任务。协作的方式有多种,包括独裁式、合同式、民主式和无政府式^[2]。独裁式由一个主 Agent 为其他 Agent 分配任务,合同式由一个 Agent 发布有关任务,通过协商等方式签订“合同”并完成任务,民主式中无主从之分,所有 Agent 决定任务和完成任务,无政府式中各 Agent 通过竞争完成任务。通过把复杂的任务划分成许多原子任务,按照一定的任务逻辑序列把这些原子任务再交由各单个的 Agent 执行,各 Agent 间协同工作,最终完成任务^[3]。在 GIS 中,最复杂的就是 GIS 分析功能的实现。以往的集中式 GIS 力求功能大而全,力图把所有 GIS 功能都包罗到一个单独的 GIS 系统中,结果不但系统臃肿庞大,用户操作困难,而且在功能上也往往不能满足用户需求。采用 Agent 技术,可把 GIS 功能原子化,形成独立的功能单元分布在网络上。当用户提出请求时,可以使这些功能单元 Agent 迁移到客户端,相互协作完成用户的需求。

以上分析了 Agent 技术特别是 Mobile-Agent 和 Multi-Agent 技术的特点,在实际的 DGIS 实现中,必须把 Mobile-Agent 和 Multi-Agent 结合起来运用。

3 基于 Agent 技术的 DGIS 实现

DGIS 体系结构有很多种,而多层体系结构由于其突出的优点,正越来越受到人们的重视。

多层体系结构可分为客户层、DGIS 服务中心层和资源层,各层还可细分。客户层是用户的直接使用层,根据需要,客户可向 DGIS 服务中心提出申请,通过 DGIS 服务中心的服务和调度机制,资源层的数据和功能单元可漂移到客户端,实现要求的 GIS 功能。客户端也可以保留一些基本的 GIS 功能,以减少网络负荷,提高性能。DGIS 服务中心层是整个 DGIS 的枢纽,负责整个系统的管理和调度,保证系统平稳和高效运行,维护各节点的协作,并提供各种专用服务,如注册服务、身份验证服务、名字服务、目录服务和检索服务等。当它接受客户请求后,把客户提交的任务分解,按一定的任务逻辑序列调度相应的资源层模块来执行,最后或者返回处理后的数据,或者调度相应的数据和功能单元给客户。资源层提供各类资源服务,包括计算、知识、数据等,根据服务中心的调度,各类资源可以迁移到客户层。

DGIS 客户层以客户 Agent 作为客户的代理。客户 Agent 接受客户请求,查询自己的知识库,如果本地能实现客户的任务,就直接调度本地资源模块实现客户请求,否则向 DGIS 服务中心提出请求,最终接受服务中心调度来的资源返回给客户。

DGIS 服务中心层提供系统的各种专业服务,包括注册服务、逻辑任务服务、调度服务、目录服务和检索服务等,这些服务功能也以 Agent 的形式实现。当 DGIS 服务中心接受客户 Agent 请求后,就向相应的任务逻辑 Agent 提出请求,任务逻辑 Agent 查询元数据库,分解客户任务,再按一定的任务逻辑序列调度相应的资源层模块来执行。服务中心最后或者返回处理后的数据,或者调度相应的数据和功能单元给客户。

资源层的所有资源必须在服务中心注册,以便于服务中心的调度。所有资源由相应的资源守护 Agent 管理,当收到请求时,由守护 Agent 将资源打包成 Agent 的形式送出。

整个体系结构如图 1 所示。

基于 Agent 的 DGIS 多层体系结构可以解决本文开头提出的问题。(a)互操作问题。利用 Agent 技术,把功能和数据封装成独立的单元。这种单元 Agent 屏蔽了异构环境带来的互操作问题,因为它们本身能够提供数据转换和相应的功能接口。(b)功能和数据的流动问题。把功能和数据统

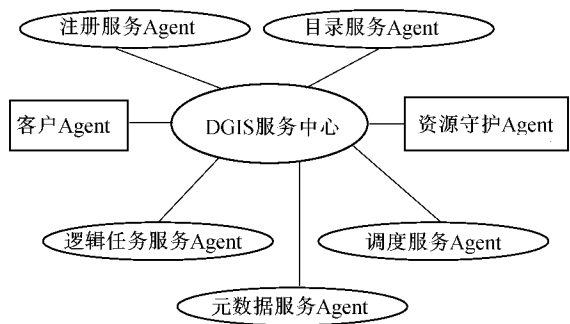


图 1 基于 Agent 的 DGIS 多层体系结构
Fig.1 Agent-based multi-layer DGIS structure

一视为资源,利用 Mobile-Agent 进行传送,实现了功能和数据的流动。(c)资源的管理问题,各资源节点有相应的守护 Agent 对本节点进行管理,而各节点又在服务中心的统一调度之下工作,把集中管理和分散管理相结合,既解决了集中管理和分散管理各自的弊病,又充分发挥了各自的长处。(d)多服务站点协同工作问题,在服务中心统一调度下,利用 Agent 的自治性和 Multi-Agent 间的协作性,解决了多服务站点的协同工作问题。

4 原型实验

通过建立一个基于 Agent 的 DGIS 原型实验验证前面提出的部分思想。

硬件环境:多台 PC 组成的局域网。

软件环境:操作系统为 Windows 2000 Server,Windows 98,MS IIS 存放移动 Agent 代码,SQL Server 数据库存储所有 Agent 知识数据和部分演示数据(包括图形和属性数据);IE5.5 显示演示数据;JDBC-ODBC 桥存取 SQL Server 数据库;JDK1.3 的 JVM 解释 Java 代码;IIOP 和 ORB 负责名字服务、分布式通讯和对对象定位;Java Plug-In 解决 IE 不支持 JDK1.3 的问题。

网络协议:TCP/IP,独立编址。

实验共设计了以下几类 Agent:(a)用户 Agent 作为用户代理;(b)调度 Agent 接受用户 Agent 的请求,调度服务器 Agent;(c)资源查找 Agent 接受调度 Agent 的调度,通过 CORBA 向资源守护 Agent 请求资源,资源查找 Agent 又分为功能查找 Agent 和数据查找 Agent;(d)资源守护 Agent 资源的守护者,接受资源查找 Agent 的请求,查找资源并以资源 Agent 的形式送出,资源守护 Agent 又分为功能守护 Agent 和数据守护 Agent;(e)资源 Agent 封装资源,对外提供操作接口,资源 Agent 又分为功能 Agent 和数据 Agent。

实验 1 是用户在既无数据又无相应 GIS 软件功能,对整个系统缺乏全面了解的情况下,向 DGIS 服务中心提出请求,却能获得需要的数据并完成数据操作。用户通过用户 Agent 向 DGIS 服务中心提出请求,DGIS 服务中心通过一系列服务器 Agent 的协作,由 CORBA 向资源守护 Agent 请求数据移动 Agent 和功能移动 Agent,并向用户送出,在用户端,功能移动 Agent 与用户进行交互,对用户的操作行为做出响应,通过对数据移动 Agent 的操作,显示相应的图形。

图 2 为用户得到要求的功能和数据后查询的结果。

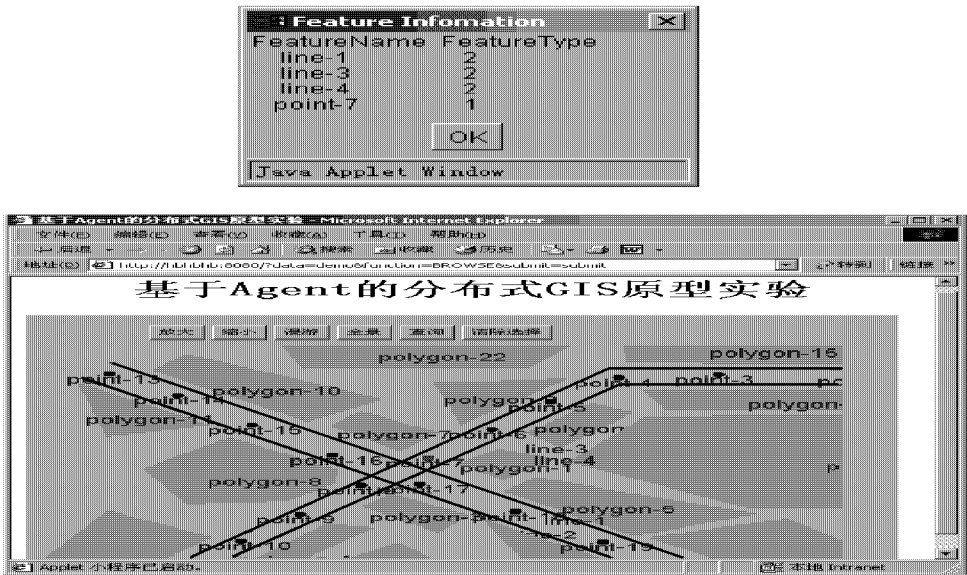


图 2 查询结果(选中地物以粗线表示)

Fig.2 Query results(Black line represents selected body)

实验 2 演示移动 Agent 访问本地资源的情况(图 3)。出于安全性考虑,Java 的移动代码是不能访问本地数据的。在本实验中,由于本地数据守护 Agent 的存在,用户获得的移动功能 Agent 与数据守护 Agent 间进行协作解决了这一问题。

由于实验条件的限制,本实验用局域网模拟因特网。为了尽量接近因特网的情况,采用 TCP/IP 协议(因



图3 移动 Agent 访问本地数据

Fig.3 Mobile-Agent visiting local data

特网的基础就是TCP/IP),所有主机独立编址,使用域名服务器 DNS 进行地址/名字转换,使用网络数据库 SQL Server 存储图形和属性数据,采用商用 Web 服务器 IIS 存储移动代码(实际上调度 Agent 也是一个 Web 服务器,但它还有其他 Agent 功能),IIOP 和 ORB 负责分布式通讯,IIOP 和 ORB 是 CORBA 的基础通讯协议,而 CORBA 已证明是分布式应用的首选机制,这样就尽量模拟了因特网。

原型实验中功能和数据都以资源 Agent 的形式提供,它们本身能够提供数据转换和相应的功能接口,解决了互操作问题,同时通过 Mobile-Agent 的形式实现了资源的流动,各资源由守护 Agent 进行管理,整个系统在服务中心的统一调度之下工作,充分利用了集中管理和分散管理的优点和长处,并增强了系统的安全性。通过 Agent 的自治性和 Multi-Agent 间的协作性,解决了多服务站点的协同工作问题,这样就充分验证了本文的思想。

5 结 束 语

综合上面的分析和原型实验可以看出,基于 Agent 的多层体系结构在实现 DGIS 时具有无可比拟的优势,有理由相信,在将来的 DGIS 中,这种技术将会得到广泛应用。

参考文献:

- [1] 朱亮,顾俊峰,马范援.基于 Mobile Agent 的搜索引擎关键技术研究[J].计算机工程,2000,26(8):126—129.
- [2] 王继宏,胡建平.有限资源环境下的分层分布式体系结构研究[J].计算机科学,2000,27(3):26—28.
- [3] 宋德舜,麦中凡.基于 Agent 的分布式业务过程管理系统 DBPM/AB 的设计和实现[J].计算机科学,2000,27(5):33—28.

Agent-based multi-layer distributed GIS

LAN Xiao-qi¹, HU Bin², MA Lin³

(1. College of Civil Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;

2. Jiangsu Province Computing Technology Research Institute, Nanjing 210042, China;

3. Zhejiang Dacheng Construction Group Ltd., Hangzhou 310012, China)

Abstract: A study is made on some existing problems with the realization of distributed GIS. By analysis of the advantages of the multi-layer system structure and Agent technology and their applications, a multi-layer distributed GIS structure is developed based on the Agent technology. The prototype test, performed by compilation of corresponding programs, indicates that the structure can realize the interoperation, transfer and decentralized and centralized management of resources (including functions and data), and cooperation between servers, which could not be realized by the conventional GIS structure, verifying the feasibility of realization of distributed GIS by the present GIS structure.

Key words: distributed GIS; Agent technology; multi-layer system structure