

基于 Multi-Agent 的多数据源 WebGIS 研究

杨颖¹, 张虎², 陈湘国¹, 吴开兴¹

(1. 河北工程学院 信息与电气工程学院, 河北 邯郸 056038;

2. 北京科技大学 信息工程学院, 北京 100083)

摘要:通过对多数据源 WebGIS 的特点以及 Multi-Agent 技术的分析, 基于对原有多数据源 WebGIS 体系进行改进的目的, 应用面向 Agent 的程序设计方法(AOP)提出了基于 Multi-Agent 的多数据源 WebGIS 系统框架。这对解决多格式数据直接访问, 格式无关、位置无关数据集成, 多源数据复合分析等不同格式数据资源的综合利用问题, 实现多源异构空间数据有效的无缝集成, 进一步实现真正意义上的 WebGIS, 具有一定理论和实践意义。

关键词: Multi-Agent; 多数据源; WebGIS

中图分类号: TP311.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2006)06-0121-03

A Study of Multi-Data Sources WebGIS Based on Multi-Agent

YANG Ying¹, ZHANG Hu², CHEN Xiang-guo¹, WU Kai-xing¹

(1. Electrical and Information Engineering College, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China;

2. Information Engineering College, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: On the analysis of characteristics of multi-data-sources WebGIS and Multi-Agent technique, modified the structure of multi-data-sources WebGIS. This paper introduces a system framework of multi-data-sources WebGIS based on the Multi-Agent system and Agent Oriented Programming(AOP). There are theory and practical means for the multi-data-sources spatial data valid seamless integration and realization of WebGIS.

Key words: multi-agent; multi-data-sources; WebGIS

0 引言

随着 Internet 的爆炸性发展, Web 服务正在进入千家万户。WebGIS 使 GIS 应用走向公众, 通过网络将空间信息传至每个角落^[1], 与 Internet 本身一样成为人们日常生活必不可少的实用工具。WebGIS 技术是在 Internet 上实现多种数据源获取、管理和地理信息处理的有效方法。获取和管理多种地理信息数据并对其进行有效的利用是 WebGIS 应具备的首要特征。它证明了在 Internet 上实现地理信息数据为全球用户共享和使用的可行性和实用性, 还提供了 GIS 互操作性的新方法以及 GIS 用户和地理信息数据服务之间高度的灵活性。

1 多数据源 WebGIS

1.1 多数据源 WebGIS 的特点

(1)多格式数据直接访问。这是多数据源 WebGIS 的基本功能, 由于避免了数据格式转换, 为综合利用不同格式的数据资源带来了方便。

(2)格式无关数据集成。GIS 用户在使用数据时, 可以不必关心数据存储于何种格式, 真正实现格式无关数据集成。

(3)位置无关数据集成。通过多数据源 WebGIS 技术访问数据, 不仅不必关心数据的存储格式, 也不必关心数据的存放位置。用户可以像操作本地数据一样去操作网络数据。

(4)多源数据复合分析。多数据源 WebGIS 技术还允许使用来自不同格式的数据直接进行联合/复合空间分析。

1.2 多数据源集成模式比较

以下为 3 种集成模式的比较^[2]。

(1)数据格式转换模式。格式转换模式是传统 GIS 数据集成方法。在这种模式下, 其他数据格式经专门的数据转换程序进行格式转换后, 复制到当前系统中的数据库或文件中。这是目前 GIS 系统数据集成的主要办法。由于不同数据格式描述空间对象时采用的数据模型不同, 转换后不能完全准确表达源数据的信息, 并且数据不能自动同步更新。

(2)数据互操作模式。数据互操作模式是 OpenGIS Consortium(OGC) 制定的规范。GIS 互操作是指在异构数

收稿日期: 2005-09-05

作者简介: 杨颖(1977-), 女, 河北邯郸人, 硕士研究生, 研究方向为计算机应用技术; 吴开兴, 教授, 硕士生导师, 研究方向为信息系统理论与设计、多媒体技术。

数据库和分布计算的情况下, GIS 用户在相互理解的基础上, 能透明地获取所需的信息, 从而使得一个系统同时支持不同的空间数据格式成为可能。但在实现数据互操作时, 需要每种格式的宿主软件都按照统一的规范实现数据访问接口, 在一定时期内还不现实。

(3) 直接数据访问模式。直接数据访问指在一个 GIS 软件中实现对其他软件数据格式的直接访问, 用户可以使用单个 GIS 软件存取多种数据格式。这不仅避免了繁琐的数据转换, 而且在访问某种软件的数据格式时不要求用户拥有该数据格式的宿主软件, 是一种更为经济实用的多数据源集成模式。

2 Multi-Agent

随着计算机网络以及基于网络的分布计算技术的发展, 对于 Agent 及 Multi-Agent 系统的研究, 成为计算机科学领域一个新的研究热点。基于 Agent 系统代表了一种新的方式和途径, 用于概念化、分析、描述和实现复杂、庞大的系统, 体现了一种新的软件开发模型。

2.1 Multi-Agent 概述

Agent 是指驻留在某一环境下能持续、自主地发挥作用, 满足反应性、社会性、主动性等特征的计算实体。Multi-Agent 系统是指一些 Agent 通过协作完成某些任务或达到某些目标的计算系统。单个 Agent 的能力是有限的, 但可以通过适当的体系结构把 Agent 组织起来, 从而弥补各个 Agent 的不足, 使整个系统能力超过任何单个 Agent 的能力。

2.2 Multi-Agent 的特点

Multi-Agent 的特点主要有^[3]:

(1) 社会性。Agent 可能处于由多个 Agent 构成的社会环境中, 并能通过某种 Agent 通讯语言与其他 Agent 实施灵活多样的交互和通讯, 实现与其他 Agent 的合作、协同、协商、竞争等等, 以完成其自身的问题求解或者帮助其他 Agent 完成相关的活动。

(2) 自治性。在 Multi-Agent 系统中一个 Agent 发出服务请求后, 其他 Agent 只同时具备提供此服务的能力与兴趣, 才能接受动作委托。一个 Agent 不能强制另一个 Agent 提供某项服务。

(3) 协作性。在 Multi-Agent 系统中, 具有不同目标的各个 Agent 必须相互工作、协同、协商未完成问题的求解。

(4) 进化性。Agent 应具有开放的性质, 能够在推理活动中逐步适应环境, 扩充、限制或修正自身的局部知识状态。

(5) 可通信性。通信指 Agent 之间可以进行信息交换。Agent 可以和人进行一定意义下的“会话”。任务的承接、多 Agent 的协作、协商等都以通信为基础。

2.3 面向 Agent 的程序设计方法(AOP)

AOP^[4]的概念最早是由美国 Stanford 大学的 Shoham

教授于 1993 年提出的。他认为, AOP 是一种基于计算的社会观点的新兴程序设计风格和计算框架, 其主要思想是利用 Agent 理论研究提出的能表示 Agent 性质的意识态度来直接设计 Agent 和对 Agent 编程。目前, 有关 AOP 的研究已经不再局限于把意识态度作为 Agent 程序的核心, 其含义更加广泛, 泛指能设计和建造 Agent 系统的各种软件技术和开发方法。AOP 完全有可能成为继面向对象之后的另一个软件设计规范。

3 Multi-Agent 在多数据源 WebGIS 中的研究

3.1 典型的多数据源 WebGIS 体系结构

典型的多数据源 WebGIS 体系是一种包括数据消费者(Customer)、虚拟空间数据引擎(Virtual Spatialdata Engine)和数据提供者(Provider)的紧凑三层结构。其中虚拟空间数据引擎(Virtual Spatialdata Engine)定义了数据访问的框架, 提供了访问多种格式数据的能力, 但并不实现具体的数据访问功能。数据提供者由一组空间数据引擎(Spatialdata Engine)组成, 每个引擎负责访问一种数据格式。

3.2 基于 Multi-Agent 的多数据源 WebGIS 系统框架

基于 Multi-Agent 技术和面向 Agent 的程序设计方法(AOP)的优点, 对典型的多数据源 WebGIS 体系进行改进, 用 Multi-Agent 系统来实现虚拟空间数据引擎的功能。对于数据提供者部分, 访问不同数据格式的数据引擎用不同的 Agent 来实现, 可提高多数据源 WebGIS 软件的智能性、可用性、有效性, 最大限度减少人工干预(见图 1)。

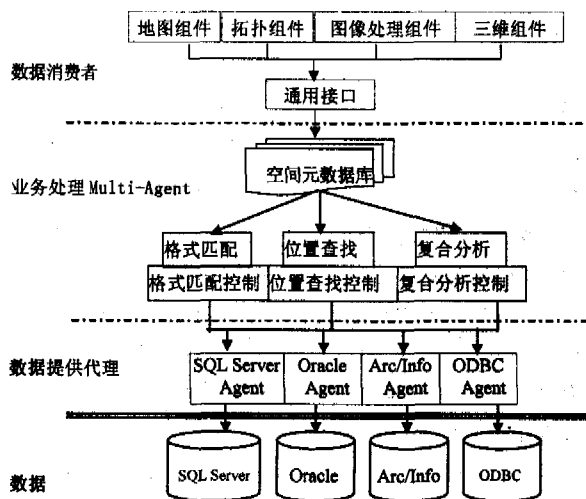


图 1 基于 Multi-Agent 的多数据源 WebGIS 系统框架

(1) 数据消费者。

数据消费者指 WebGIS 软件中使用或者消费数据的部分。它们包括: 拓扑处理、地图显示、空间分析、三维表现、专题图制作、数据转换、制图输出等模块。数据消费者不直接与存储数据的文件或者数据库打交道, 所有对数据的访问都通过业务处理-多代理系统完成。

(2) 业务处理 Multi-Agent。

业务处理 Multi-Agent 是联系数据消费者和数据提

供代理的中介,负责把来自提供代理的数据传递给消费者使用,并把消费者产生的新数据传递给提供代理存储。

业务处理 Multi-Agent 是由空间元数据库和相关的代理组成的,主要完成格式匹配、位置查找、复合分析等功能。

空间元数据^[5]是关于地理空间数据和相关信息资源的描述性信息。它通过对地理空间数据的内容、质量、条件、位置和其他特征进行描述与说明,帮助和促进人们有效地定位、评价、比较、获取和使用地理相关数据。随着网络的发展,元数据已经由一种数据描述与索引的方法扩展到包括数据发现、数据转换、数据管理和数据使用的整个网络信息过程中不可缺少的强有力的工具和方法之一。空间元数据提供了对地理空间数据的多层次索引管理,使得地理空间数据的使用者能够快速定位所需的地理空间数据所处的位置。

根据业务处理 Multi-Agent 需完成的主要功能,笔者设计了 6 种 GIS 功能 Agent: 格式匹配 Agent、格式匹配控制 Agent、位置查找 Agent、位置查找控制 Agent、复合分析 Agent、复合分析控制 Agent。

当数据消费者要完成某一项任务并提出请求时,业务处理 Multi-Agent 根据通用接口的描述,将任务分别交给格式匹配 Agent、位置查找 Agent、复合分析 Agent,由相应的控制 Agent 与空间元数据库结合完成特定任务。

如果一个任务需要多种异构空间数据,格式匹配 Agent 在格式匹配控制 Agent 的作用下根据空间元数据入口信息,可以同时连接多个空间元数据库,在各空间元数据库中并行地查找匹配目标数据的组成信息;如果这些空间数据分布在多个分散的异构数据库中,就需要位置查找控制 Agent 完成相应功能,获得目标数据的位置信息;如果任务有重复,进行重复处理是没有必要的,复合分析 Agent 首先对任务进行分析,可以简化处理过程,提高处理速度。

Multi-Agent 处理任务完成后,将得到的相应数据格式、位置和复合分析信息传递给相应的数据提供代理,进行数据存储或读取。

(3) 数据提供代理。

数据提供代理指直接访问数据文件或者数据库的代理系统,它获取数据并通过相应的代理提供给消费者使用,并且把传回来的数据存储到文件或数据库。

3.3 Agent 的实现

Agent 的一个生命周期可以分为 3 个阶段:环境驱动-改变状态-反映环境,即 Agent 在一定的状态下受到外界环境的驱动而主动或被动地改变自己的状态,并在需求驱动下对外界环境做出相应的动作。因此,可以从状态(States)、环境的驱动(Receive)和动作(Behaviors)3 个方面来实现一个实际的 Agent。

States:每个 Agent 都有自己的状态,Agent 的状态是 Agent 的静态特征,如果不受外界环境的驱动,Agent 的状

态将保持不变,随着环境的变化,Agent 主动或被动地调整自己的状态以适应新的环境。

Receive:通过感知外部环境来获取需求信息和各种相关的信息,作为 Agent 采取进一步行动的输入信息。

Behaviors:在需求的驱动下,Agent 对外部环境做出响应,并采取相应的动作。

从以上 3 个方面分析 Agent 的实现,给出模型中位置查找 Agent 和复合分析 Agent 实现的伪码形式如下:

(1) 位置查找 Agent:

```
Agent-finding Agent
{
States:
    Private Variables;
    Public Variables;
    ...
Receive:
    Get Information Methods;
    ...
Behaviors:
    Make Decisions;
    Do Task;
    ...
}
```

(2) 复合分析 Agent:

```
Agent-fenxi Agent
{
States:
    Internal Collections;
    Current_Activity-Agent;
    ...
Receive:
    Get Information Methods;
    ...
Behaviors:
    Private Behaviors;
    Intinize;
    Randomize_Agents;
    ...
Public Behaviors:
    Control Agents Methods;
    Other Special_Service-Methods;
    ...
}
```

4 结束语

应用 Multi-Agent 和 AOP 技术对多数据源 WebGIS 体系进行改进,提出了基于 Multi-Agent 的多数据源 WebGIS 系统框架,有效地解决了多格式数据直接访问,格式无关、位置无关数据集成,多源数据复合分析等不同格式

(下转第 126 页)

socket 通信传送至客户端,客户端经过数据接收、处理,最终以图形方式将测量结果实时显示在图形界面上。本例是在 VS.NET 开发平台上实现的,使用的是 C++ 语言。

下面以服务端和客户端两部分分别介绍实现过程。

1) 服务端。

首先是要和设备交互。通过设备驱动操作设备,向设备发送由客户端下达的命令,另一方面,接收由设备返回的测量数据。这部分是根据设备提供的操作接口来实现。

其次,就是同客户端的交互。客户端和服务端间的通讯使用了用户自定义的协议,双方按照协议发送和接收数据。从客户端接收来的命令需要经过解析然后下发给设备,从设备传回的测量数据也要经过打包才传送给客户端。

这里服务端的行为使用了一个工作者线程来实现,其一直处于等待接收客户端发送操作命令和等待接收设备返回数据的状态,一旦收到信息即做出响应,将相应信息做出处理发往客户端或设备。

2) 客户端。

客户端由一个后台工作者线程和一个界面主线程组成。工作者线程的主要任务是对接收来的数据进行处理交给界面主线程,以及接收界面下达的命令经过处理按照协议格式发送给服务端。对于界面主线程,它主要负责界面的显示以及人机交互,最后还要和工作者线程交互。

每次工作者线程收到数据包就将数据对象更新,并发送消息请求屏幕重画,界面主线程响应消息,重画更新区域,即实现了测量信息的实时显示。

工作者线程和界面主线程之间使用了共享数组来进行测量数据的传递,在两端的实现中,都加了锁同步机制,以保证数据的一致性,避免了数据访问冲突。在工作者线程中,共享数组是被赋值,也是接收从设备服务端测量得到的最新数据,是一个写操作的过程。在界面主线程中,共享数组则主要是一个读的过程,主要用来显示,但在显示之前也要进行加工,需要根据显示屏幕的大小将该数组数据进行转化,这样才能更方便地使用和显示。比如,若是一次接收一屏数据,那当接收数据点的个数大于屏幕的宽度所包含的像素点个数时,那就要对数组进行压缩,反

之,则要拓展。数据的值反映在屏幕上就得以屏幕的高度为单位做相应的转换。

在画瀑布图时,需要对每个点进行着色,而这样如果在像素点特别多的情况下,将会占去大量的 CPU 时间,也就导致屏幕的显示不流畅。瀑布图其实是对一段时间的测量结果的一个图例显示,每次其实只是对最新的进行更新,然后挤掉最旧的数据显示,其中图形的大部分根本没变,只需要改变一下位置,所以使用了 DC(设备环境上下文)的剪切和粘贴技术,这样就只在需要整个重画时才一一着色,大大节省了 CPU 的使用,提高了显示效率。

4 总 结

文中采用了多线程技术,利用多线程并发同步的特性,将设备测量数据实时在界面上反映给用户(其中包括波形图、瀑布图以及一些统计信息),让用户很形象地及时掌握当前的测量状态信息。在实现中还存在不少问题,比如各线程之间的具体 CPU 时间分配问题,如果设计不当,系统性能将会受到很大的影响,可能有些时候 CPU 会很忙;有些时候会无所事事,造成白白的浪费,同时也就影响到界面显示的实时性;还有就是线程间的同步问题,在访问公共数据结构变量时,怎样才能不会发生冲突,又能获得效率,这个也是需要好的算法来解决。

参考文献:

- [1] 甄 君,卫 强,于 耀.应用多线程技术实现串行通信与信号采集识别的同步[J].计算机工程,2003(10):196-197.
- [2] 臧 垒,李永华,景小宁.多线程及 Winsock 在导弹仿真中的应用[J].计算机仿真,2004(8):30-33.
- [3] 李长河,申小铃.利用 Delphi 的多线程编程技术实现远程实时监控[J].微机发展,2003,13(6):34-36.
- [4] Beveridge J, Wiener R. WIN32 多线程程序设计[M].侯 杰译.武汉:华中科技大学出版社,2002.
- [5] 陈国良.并行计算—结构·算法·编程[M].北京:高等教育出版社,1999.
- [6] 胡小燕,蒋先刚,詹学峰.基于网络的实时监控图形显示技术的研究[J].工业控制计算机,2004(10):34-36.

(上接第 123 页)

数据资源的综合利用问题,进一步实现了真正意义上的 WebGIS。

参考文献:

- [1] 张 超.地理信息系统实习教程[M].北京:高等教育出版社,2000.327-334.
- [2] 钟耳顺,王康弘,宋关福,等.GIS 多源数据集成模式评述[A].99'中国 GIS 年会论文集[C].深圳:[出版者不详],

1999.

- [3] 张晓宁,赵林亮,王光兴.Mulit-agent 技术在分布式 GIS 中的应用研究[J].控制工程,2004,11(5):461-463.
- [4] 刘大有,杨 鲲,陈建中.Agent 研究现状与发展趋势[J].软件学报,2000,11(3):315-321.
- [5] 罗英伟,汪小林,许卓群.分布式 GIS 的多 Agent 系统建模与实现[J].计算机辅助设计与图形学学报,2004,16(12):1730-1737.