

关于智能体环境下空间数据集成方法研究

杨仕勇

(山东省国土资源信息中心, 山东 济南 250014)

摘要:在分析总结空间数据集成研究的发展历程及其存在的问题基础上,充分考虑空间数据海量、数据源异构性的特点,引入智能体概念和结构,提出了基于多智能体系统的空间数据集成模式,并对该模式的体系结构与功能实现进行了设计。

关键词:空间数据集成;空间数据服务;Web 服务;智能体;移动智能体;多智能体系统

中图分类号:P208

文献标识码:B

0 引言

空间数据是地理信息系统的核心资源与操作对象。受数据内容与来源、空间数据模型、语义、地域分布、时空特性和尺度、空间基准以及支撑软件平台等因素影响,空间数据存在较大差异^[1],难以集成和共享。即使数据转换,也容易产生信息丢失。为改变 GIS“信息孤岛”状况,解决空间信息资源分散的问题,必须屏蔽掉空间数据的差异性,将不同来源、格式、特点性质的数据在逻辑上或物理上有机集中^[2],实现空间数据集成和共享。

空间数据集成研究,经历了基于数据文件的空间数据集成、基于数据库的空间数据集成、面向服务的空间数据集成 3 个发展阶段。每一阶段均是在前段基础上的进一步发展,但各有优缺点。

1 空间数据集成问题分析

基于数据文件的空间数据集成主要通过访问数据文件来实现,操作简单,应用广泛,但缺少平台支撑,难以解决数据的分布性问题。

基于数据库的空间数据集成方式有网络支撑,稳定性好,有较强的安全控制和并发控制,但成本高,平台依赖性强,难以适应网络数据源的动态性问题。

面向服务的空间数据集成是基于面向服务的架

构思想,通过 XML 和 HTTP 技术,为各种在线空间数据资源、空间处理服务和位置服务提供基于 Web 的发现、整合和互操作机制^[3]。主要实现机制是开放式地理信息系统协会(OGC)制定的基于 XML 的地理标记语言(GML)以及 Web 服务的分类体系和接口规范,其中,网络地图服务(WMS)可动态地利用空间数据绘制地图。地图要素服务(WFS)通过 OGC Filter 构造查询条件提供矢量数据,支持空间几何关系和属性域查询以及两者的共同查询。地图覆盖服务(WCS)对应栅格数据的功能。通过 3 个服务(统称空间数据服务),可实现 Web 环境下空间数据的集成。

传统的面向服务的空间数据集成具有松散耦合性和平台无关性特点,各数据源具有较好的自治性,维护方便,能实时在线集成,是目前构建空间数据集成系统比较理想的方式^[4]。但仍然存在问题:

(1)系统稳定性不高。该方法要求用户端与服务端同步工作,稳定连接。而空间数据具有海量特征,数据传输会消耗掉有限的网络带宽,错误不可避免。

(2)缺乏智能化处理。该方法需要用户自身发现相应服务,请求数据,智能化处理程度较差。

(3)缺乏对语义异构问题的有效解决方法。该方法缺乏对各个数据源元数据足够的描述,缺乏空

* 收稿日期:2011-08-03;修订日期:2011-08-24;编辑:陶卫卫

作者简介:杨仕勇(1973—),男,山东临朐人,工程师,主要从事土地管理、测绘工作;E-mail:yyy_ysy@126.com。

间数据局部模式和全局模式的转换,对解决空间数据的语义异构问题还不够成熟。

综上所述,传统面向服务的空间数据集成模式,在客户端与服务端之间缺少一个能够根据用户需求自动获取和处理数据,进行语义转换并支持离线运行的“中介”,多智能体系统恰好满足这一功能需求。

2 智能体环境下空间数据集成构想

2.1 智能体 (Agent)

智能体是人工智能领域中的一个概念,它通过感知器、通信模块以及反作用于外部环境的效应器共同捕获问题产生目标模块,同时自我更新知识,其核心功能模块叫做问题求解单元,指挥控制各功能操作程序模块工作^[5]。当触发事件被满足时,感知器被激活并接收外部信号或信息流,效应器执行效应行为,改变系统状态,并被其他智能体所感知。问题求解单元从任务池中获取新任务,求解问题或者处理数据。智能体运行时可不受外界干涉,具有代理性、自治性、反应性、主动性、智能性等特点^[6]。

2.2 移动智能体

移动智能体是具有跨地址空间持续运行并可与其他智能体或资源交互的程序,它除具备一般智能体的特性外,还有移动性、协作性、平台无关性、异步自主执行、并行处理等特点^[7]。

2.3 多智能体系统 (MAS)

指多个智能体成员之间相互协调、相互服务,共同完成一个大规模复杂的任务。多智能体系统各成员之间的活动是独立的,其自身的目标和行为不受其他成员的限制,它们通过竞争或磋商等手段协调和解决相互之间的矛盾与冲突。

2.4 多智能体系统下空间数据集成模式

多智能体系统下空间数据集成模式(图 1),是在传统的面向服务的空间数据集成模式的用户与服务层之间增加一个多智能体系统,把空间数据集成设为多智能体系统的目标,把数据集成涉及的数据获取、传输、压缩等操作看作多智能体系统的任务,采用元数据字典(包括服务注册中心的服务注册信息和数据源的元数据)替换服务注册中心,实现局部模式和全局模式的转换。

(1)MAS 实时监控,分析用户需求,产生目标和

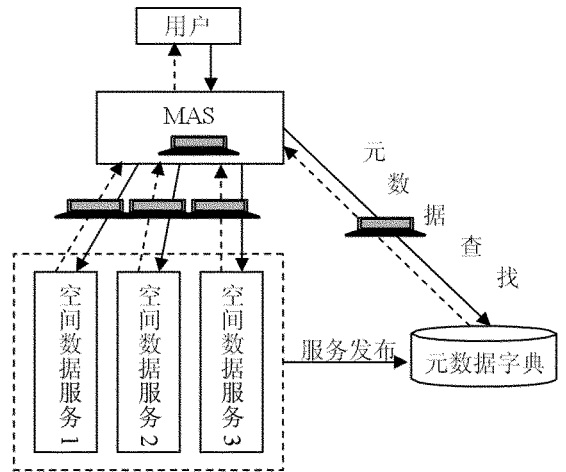


图 1 基于 MAS 的空间数据集成模式

任务。

(2)MAS 指派移动智能体提取元数据字典中的服务和数据源信息,分析数据位置及处理方式。

(3)MAS 指派相应移动智能体到空间数据服务所在主机,调用服务,获取数据,同时对同类数据进行合并。

(4)把数据压缩返回客户端。

多智能体系统均以移动智能体建立,采用独裁式协作机制,由一个协调智能体协调整个空间数据集成,定义一组接口智能体用来与用户交互,通过任务智能体完成数据集成涉及的数据获取、传输、压缩等任务(图 2)。

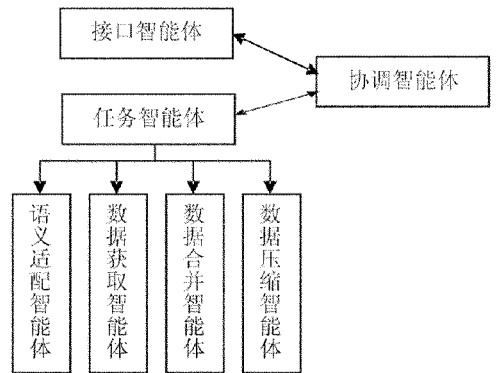


图 2 智能体间的相互关系图

(5)接口智能体。按照空间数据服务的统一请求格式描述用户需求,把用户需求以消息的方式发送给协调智能体,把任务智能体处理的数据结果返回至客户层。它是为实现与用户进行交互而设计,具有主动分析、逻辑推理和经验记忆判断等功能。

(6)协调智能体。管理整个系统的运行,分析接

口智能体传输的用户需求,形成目标任务,利用元数据字典和客户端的映射配置文件,将目标任务分解成任务智能体的求解方案。另外,它管理系统中除自身外的所有智能体的活动与通信处理。

(7)任务智能体。根据需要完成相对应的任务。

3 空间数据集成平台构建

3.1 体系结构

多智能体系统下空间数据集成平台采用浏览器/服务器(B/S)和客户端/服务器(C/S)的混合结构(图 3)。(B/S)结构包括客户层、Web 服务层、多智能体系统层、数据服务层、数据层;(C/S)结构包括客户层、多智能体系统层、数据服务层、数据层。

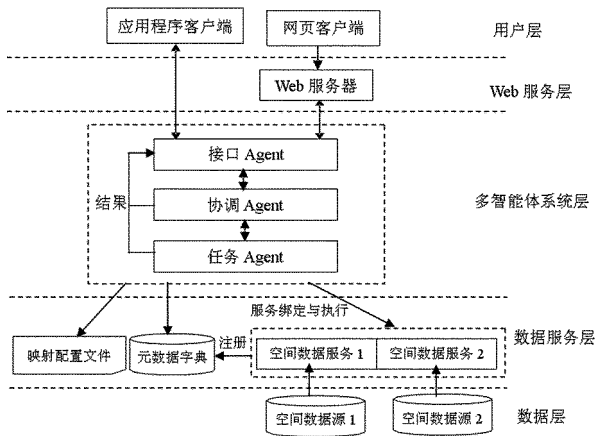


图 3 基于多智能体系统的空间数据集成平台结构

(1)数据层。指不同数据格式或存储方式形成的空间数据源。

(2)Web 服务层。仅指 B/S 结构,它为用户网页客户端生成交互页面并响应用户请求。

(3)用户层。在 B/S 结构中是网页客户端,在 C/S 结构中是应用程序客户端。

(4)数据服务层。发布空间数据。通常,影像数据以地图覆盖服务的方式发布。支持查询、编辑的矢量数据通过地图要素服务提供数据,作为背景地图的矢量数据通过网络地图服务提供。所有元数据信息都在元数据字典中注册。

对不同存在方式的空间数据,需要设计相应的包装器来读取数据。对矢量数据,由包装器转换成 GML 或地图图片,以地图覆盖服务发布的栅格数据不需要包装器,网络地图服务发布的栅格数据由包装器转换成常用图片格式。

(5)多智能体系统层。该层在整个系统中起着重要的作用,主要任务:①自动查找有效数据源。通过接口智能体主动获取用户需求,转化为可识别的任务,由协调智能体推理出集成方案。若注册的空间数据服务已失效,可自动寻找其他数据源。②减少网络带宽占有率。将空间数据查询功能转移至数据源端,无需保持持续的网络连接,数据处理完后,任务智能体将结果汇总后返回用户层。此时,若网络断开,任务智能体可将结果暂时转移至中转服务器,待网络连通后再返回给用户。③提高网络传输效率和安全性。智能体迁移至数据源端,对空间数据进行压缩,可减少网络传输数据量。如需提高安全级别,可在压缩的同时设置密码,数据返回时自动解压和解密。④缓存空间数据。该层将数据结果返回客户端的同时将其存放在本地数据库或文件中。当用户有新的请求时,该层首先检查本地数据库或文件,直接读取数据给用户,否则制定新的任务。

3.2 系统功能设计

3.2.1 空间数据服务功能设计

空间数据服务参考 OGC 服务规范进行设计,以 HTTP 协议发送服务请求。

(1)网络地图服务。主要发布矢量数据,由于用户需求动态化、多样性,采用实时生成地图图片的方式发布比较可行。其统一请求格式需要定义 IP 地址、端口、服务类型、用户名、密码、图层名、数据范围限制以及图片宽度、高度和类型等参数。

(2)地图要素服务。主要查询专业数据、管理数据、地名信息等,发布的结果必须是符合全局模式定义的 GML 数据。其统一请求格式需要定义 IP 地址、端口、服务类型和统一接口、用户名、密码、图层名、数据范围限制、GML 版本以及属性字段的限制条件等参数。

(3)地图覆盖服务。主要发布影像图和 DEM 数据,其统一请求格式需要定义 IP 地址、端口、服务类型和统一接口、用户名、密码、图层名、数据范围限制等参数。

3.2.2 多智能体系统功能设计

智能体类图如图 4 所示,感知器和通信模块由智能体代理完成,目标模块、问题求解单元和效应器由具体的智能体类实现。其中,执行环境使用程序集工具和智能体代理,而智能体代理使用通用智能体的子类。

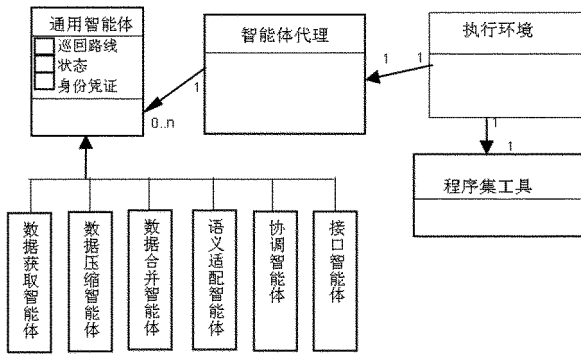


图 4 智能体设计类图

(1)通用智能体。它是所有移动智能体的基类,定义了一般智能体所具有的属性和方法,是一个抽象类,不可实例化。

(2)具体智能体类。包括协调智能体、接口智能体以及数据获取、数据压缩、语义适配、数据合并等智能体。根据功能需要实现通用智能体的函数。

(3)智能体代理。它是智能体的保护层,主要任务是避免对其中的公共方法进行直接访问,隐藏智能体的真实位置,同步或异步发送、接收、处理消息,获取外界环境信息等。

(4)执行环境。它为系统提供接收、运行、传送智能体的服务端。通过智能体代理,一个执行环境可同时启动多个智能体,所以,一个网络结点只需启动一个执行环境即可。

3.2.3 客户端功能设计

客户端的主要功能模块如图 5 所示。各模块的功能为:

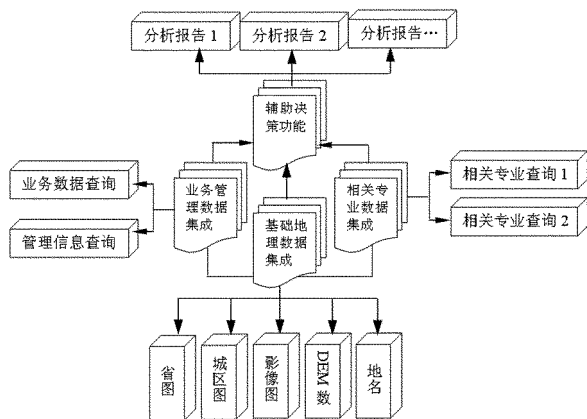


图 5 客户端主要功能模块

(1)基础地理数据集成。查看各类地图,实现影像图、DEM 数据的无缝漫游以及地名的查询定位,支持地图放大、缩小、漫游以及地图定位、前视图、后视图等操作。

(2)业务管理数据集成。实现部门或系统内业务数据、管理信息的查询、集成。

(3)相关专业数据集成。实现其他部门或领域的相关专业信息的查询与集成。

(4)辅助决策功能。以基础地理数据集成、业务管理数据集成和相关专业数据集成成为基础,形成各类统计分析报告。

(5)其他功能。包括元数据字典的管理、映射配置文件的设置、地图打印输出等功能。

3.3 数据库结构设计

为统一描述不同空间数据结构的数据库,需定义一个用于数据集成的全局模式,并建立局部模式与全局模式的映射规则。映射规则可以通过预先建立的以 XML 文件格式存储的映射配置文件来实现,且允许用户编辑修改。下面以基础地理数据、元数据为例说明全局模式在 Oracle 数据库中的结构定义。

3.3.1 基础地理数据

基础地理数据主要以地图图片返回客户端,无需定义全局模式。但由于拓扑数据格式不一致,可通过道路中心线或地名信息进行集成。DEM 数据的全局模式定义举例见表 1。

表 1 DEM 数据结构定义举例

字段名	类型	长度	字段说明
XZQHDM	Number	10	地区代码
ID	Number	10	唯一标识,不为空
LeftTopX	Number	12.7	左上角 X
LeftTopY	Number	12.7	左上角 Y
RightBottomX	Number	12.7	右下角 X
RightBottomY	Number	12.7	右下角 Y
HNum	Number	10	横向网格数
VNum	Number	10	纵向网格数
Data	BLOB		实际坐标串(X,Y)

3.3.2 元数据字典

元数据字典记录全局模式和局部模式的数据结构,以及空间数据服务信息的元数据。利用元数据字典可以查询满足需求的空间数据服务,可以将针对全局模式的查询转换为针对各个局部模式的子查询。元数据包括:

(1)单位信息表。记录单位名称、地址、所属地区、隶属单位等信息。

(2)空间数据服务信息表(表 2)。记录注册的

空间数据服务信息,包括服务名称、类型、入口、默认查询语句等。

表 2 空间数据服务信息表结构设计举例

字段名	类型	长度	字段说明
PK_GDSID	Number	4	主键,不为空
GDSName	VARCHAR2	50	服务名称,不为空
GDSKind	VARCHAR2	50	服务类型,不为空
GDSAccessPoint	VARCHAR2	200	服务入口,不为空
GDSDefaultParameter	VARCHAR2	300	默认查询语句,不为空
Description	VARCHAR2	200	说明

(3)地图信息表。存储地图信息,包括地图名称、类型、服务入口点、语义说明等。单位信息表与本表是一对多的关系,本表与空间数据服务信息表是一对一的关系。

(4)用户信息表。存储地图用户的名称、密码、权限等信息,地图信息表与本表是多对多的关系。

(5)地图与用户之间的关联信息表。定义两个外键分别连接地图信息表 and 用户信息表,建立地图信息表 and 用户信息表多对多的关系。

(6)图层信息表。存储地图中可以共享的图层名称、编号、说明等信息,与地图信息表是多对一的关系。

(7)字段信息表。包括图层的地图数据类型、单位、精度、默认值、是否为空等结构信息,与图层信息

表是多对一的关系。

4 结语

空间数据集成一直是 GIS 应用的难点问题,该文引入智能体理论,提出了智能体环境下空间数据集成的方法,提高了系统稳定性、效率和自动化程度。由于空间数据集成涉及的问题很多、很复杂,该文的研究还有许多不足之处有待进一步改进和完善。

参考文献:

- [1] 谭红霞. GIS 空间数据的质量探讨[J]. 山东国土资源, 2009, 25(6): 28-31.
- [2] 李军, 费川云. 地球空间数据集成研究概况[J]. 地理科学进展, 2000, 19(3): 203-211.
- [3] 王连备, 贲进, 尚东, 等. 面向服务的空间数据共享技术研究[J]. 测绘通报, 2010, (7): 68-70.
- [4] 唐桂芬, 廖巍, 陈萃, 等. 面向地理数据服务的空间数据集成关键技术研究[J]. 计算机科学, 2007, 34(9): 99-102.
- [5] 周宁, 张玉峰, 张李义, 等. 信息可视化与知识检索[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [6] 黄晓斌. 基于 GeoAgent 的空间信息服务与应用集成研究[D]. 北京大学, 2002.
- [7] 朱文功, 安文森, 吴长征. NET 平台下移动 Agent 迁移机制的实现[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(7): 1727-1729.

Study on Spatial Data Integration in Agent Environment

YANG Shiyong

(Shandong Provincial Information Center of Land and Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: On the basis of analyzing the history and problems of spacial data integration, considering its characteristics of massive and heterogeneous datas, introducing the concept ,characteristic and structure of agent, spacial data integration mode of multi-agent system has been put forward, and the architecture and the function of this mode have been designed as well.

Key words: Spatial data integration; spatial data services; Web services; agent; mobile agent; Multi-agent system