

# 基于 GeoAgent 和 Web 服务的空间信息服务及应用集成体系

黄晓斌<sup>1</sup> 李琦<sup>2</sup> 董宝青<sup>2</sup>

(北京市信息资源管理中心 北京100088)<sup>1</sup> (北京大学数字地球工作室,遥感与 GIS 研究所 北京100871)<sup>2</sup>

**摘要** 本文在简要介绍 GeoAgent 和基于 GeoAgent 的空间信息服务的基础上,探讨了 GeoAgent 和 Web 服务相互集成的几种可能模式,提出了一个基于 GeoAgent 和 Web 服务的空间信息服务及应用集成体系,并对该体系的数据层、基于 GeoAgent 的空间信息服务层、基于 GeoAgent 的 Web 服务层、基于 Web 服务的服务流层及应用层等五个层次作了详细说明,该体系能够为数字城市中空间信息处理能力在不同层面的共享和互操作,以及空间信息服务和其他应用/服务之间的集成提供有效的机制。

**关键词** GeoAgent, Web services, 空间信息服务, 应用集成

## Geospatial Information Service and Application Integration Architecture Based on GeoAgent and Web Services

HUANG Xiao-Bin<sup>1</sup> LI Qi<sup>2</sup> DONG Bao-Qing<sup>2</sup>

(Beijing Information Resources Management Center, Beijing 100088)<sup>1</sup>

(CyberGIS Studio, Institute of Remote Sensing & GIS, Peking University, Beijing 100871)<sup>2</sup>

**Abstract** Based on the introduction of GeoAgent and GeoAgent-based Geospatial Information Service, the paper gives some potential models of the integration of GeoAgent and Web Services, and proposes the architecture of Geospatial Information Service and Application Integration based on GeoAgent and Web Services. The architecture can take full advantage of GeoAgent and Web Services, overcome the disadvantages of current application model and integration model of existing Geographic Information System, and serve applications of Digital City that need Geospatial Information Service well. The major layers of the architecture are discussed also, including Data Layer, GeoAgent-based Geospatial Information Service Layer, GeoAgent-based Web Service Layer, Web Service-based Service Flow Layer, and Application Layer.

**Keywords** GeoAgent, Web services, Geospatial information service, Application integration

数字城市中的大多数应用都或多或少要运用到地理信息系统中的某些功能,其中既有综合利用到各种 GIS 功能的复杂应用,如数字城市的应急处理系统;也有仅仅利用了一些简单 GIS 功能的应用,如简单商圈分析。由于数字城市建立在复杂、动态变化的分布式网络环境的基础上,各种个性化的应用对于地理信息功能有着千差万别的不同需求,而不同的用户都希望能够得到满足自身需要的特定服务,不再是仅仅为了得到一点地理信息服务而购买整套系统,而是要求地理信息功能能够被很好地集成到应用之中。这一切使得数字城市对地理信息系统的工作模式有着独特的要求,包括必须能够很好地适应开放式的网络环境,能够提供多种能完成特定任务、粒度适宜、且易于集成的地理信息服务,具有灵活高效的应用与集成模式,以及具有良好的共享和互操作性等方面。

而现有的地理信息系统,包括传统的桌面型地理信息系统和作为当前网络环境主流应用模式的 WebGIS 都还无法很好地满足数字城市的这种要求。为此,本文提出了一种基于 GeoAgent 和 Web 服务(Web Services)的空间信息服务及应用集成模式,该模式能够充分利用 GeoAgent 和 Web 服务的特点和优势,使得空间信息服务能够被很好地集成到数字城市的各种应用之中。

### 1 GeoAgent

GeoAgent 是人工智能领域的 Agent 和地理信息领域相

结合的产物。简单地说,GeoAgent 就是一种具有一定空间知识,能够通过按需装配来增强自身空间处理能力的 Mobile Agent<sup>[1]</sup>。其中按需装配是按需装配 Agent<sup>[1]</sup>的主要特点,该特点使得 GeoAgent 能够在运行过程中根据系统当时的需求动态地加载相应功能模块,实现自我功能动态增强,从而更好地完成任务;而 Mobile Agent 则是指在执行过程中能够根据需要,在异构网络中自主地从一台主机迁移到另一台主机持续运行的 Agent,其最大特点在于可移动性。

由于 GeoAgent 既是按需装配 Agent,也是 Mobile Agent,因此,这两种 Agent 的特点 GeoAgent 都拥有,主要包括<sup>[1]</sup>:

- 可移动性:GeoAgent 能够在某一台机器上暂停执行,然后根据要求或者在动态决定了迁移路线之后在网络上由一台机器迁移到另一台机器上再次运行;

- 高度协作性:GeoAgent 之间具有高度协作性,既能根据自己的需要发送有关消息给其它 GeoAgent,也能接收、理解和处理来自其它 GeoAgent 的消息,并能够通过一定的机制共同完成复杂任务;

- 离线计算:即使用户派出 GeoAgent 后离网,GeoAgent 也能继续执行分配给它们的任务,并能在用户重新入网后把相应的执行结果适时地反馈给用户。

- 动态功能扩展和优化资源配置:GeoAgent 能够实现功能的及时、动态扩展,优化网络、计算等资源的配置;

- 共享和互操作性:GeoAgent 为构件(处理单元)共享和

黄晓斌 博士,研究方向是空间信息科学与技术。主要研究领域:数字城市、电子政务、GeoAgent、应用集成、地理空间信息服务、信息资源的共享、服务与应用模式。李琦 教授,博士生导师,主要研究领域:空间信息科学与技术、数字地球、数字城市。

互操作提供了有效途径。

## 2 基于 GeoAgent 的空间信息服务

基于 GeoAgent 的空间信息服务或者地理信息服务,即以 GeoAgent 作为空间信息服务的载体,充分利用其按需装配和可移动等特性,通过 GeoAgent 动态地装配面向某类问题所需的各种构件,从而为各种应用提供能够解决相应问题的空间信息服务。

由于 GeoAgent 所具有的诸多特点和优势,使得基于 GeoAgent 的空间信息服务模式能够克服现有地理信息系统的一些不足之处,从而更好地服务于诸如数字城市这样的综合性复杂系统,这主要体现在以下几个方面:

(1) 基于 GeoAgent 的空间信息服务能很好地适应开放式的网络环境。这主要体现在:

- GeoAgent 本质上是一种可移动 Agent,这种 Agent 本来就是为网络而提出的,对于网络环境有着天然的适应性。这种迁移特性,使得计算单元能在尽量靠近数据源的地方进行相关的处理,实现从地理信息数据的网络迁移到地理处理服务网络迁移的转变,从而避免了大量地理信息数据的网络传输;避免了信息处理过程中长时间持续性网络连接的出现,降低了运行系统对网络性能和质量的要求;

- 基于 Agent 的分布式计算模式以及 Agent 之间灵活有效的协作模式为分布式网络环境下分布式问题和需要协作的复杂问题提供了良好的解决途径,主要协作模式包括结构化组织模式、合约模式、多 Agent 规划模式和协商模式等<sup>[2]</sup>。

(2) 能够提供粒度适宜的空间信息服务。GeoAgent 的按需装配特性令其能够把各种空间信息处理功能按照需求动态地装配起来,为不同的应用提供不同粒度的空间信息服务。这种装配模式比组件方式拥有更高的灵活度和智能性。只要系统的用户或开发人员把符合开发规范的组件按规定正确地注册到系统的构件管理器,GeoAgent 就能在执行过程中根据实际需求主动加载和调用这些构件,而无需开发人员和用户的过多干预。从某种意义上说,这种模式已屏蔽了组件层的信息,体现出更高层次的智能性和解决具体问题的自主性和主动性。

(3) 能够提供灵活多样的应用和集成模式。

- 基于 GeoAgent 的空间信息服务可以被符合 Agent 领域有关标准的 Agent 系统进行调用与集成。这种模式是最根本的工作模式,其优势是可以充分发挥 Agent 系统的优势以及 Agent 之间灵活有效的协作模式来解决问题;

- 基于 GeoAgent 的空间信息服务也可以和 Web 服务器集成起来,被基于 HTTP 的 Web 应用进行调用与集成<sup>[1]</sup>;

- 此外,特别值得一提的是基于 GeoAgent 的空间信息服务还可以被包装成 Web 服务(Web Service)被各种基于 Internet 的应用系统按照标准 Web 服务的模式进行有效的调用和集成。

(4) 良好的共享和互操作机制。只要完成特定功能的构件符合相应的接口,并按照规定注册到构件注册管理器中,GeoAgent 就能够利用这些构件来完成相应的任务,并为不同开发人员所开发的构件之间的交互带来良好的途径,从而实现构件层次的共享和互操作。而 GeoAgent 和 Web 服务的结合,使得基于 GeoAgent 的空间信息服务能够和采用其他机制实现的空间信息服务或者非空间信息服务以 Web 服务的模式进行交互和集成,从而实现服务或者应用层面的互操作。此外,对于一些历史遗留系统,还可以利用包装 Agent (Wrapper Agent) 来进行包装,然后通过包装 Agent 和 GeoA-

gent 以 Agent 的模式进行交互,实现新型空间信息服务和遗留系统之间的互操作<sup>[3]</sup>。这些优势将使得基于 GeoAgent 的空间信息服务能够克服现有地理信息系统的一些不足,打破系统之间相对孤立的状态,以一种更灵活有效的模式融入到 IT 领域和无处不在的网络世界,并通过与其他服务的交互与集成,在更多的领域和层次发挥相应的作用。

## 3 GeoAgent 与 Web 服务的集成模式

Web 服务(Web Services)在近两年受到了人们极大的关注,有些文献甚至认为该技术的出现标志着人类已经迈入应用程序开发技术的新纪元。Web 服务是一种新型的 Web 应用模式,该模式使得自包含、自描述、模块化的应用软件能够有效地通过 Web 进行发布,并被相应的用户及时准确地发现和调用<sup>[4]</sup>。Web 服务建立在 HTTP 协议、SOAP 和 UDDI 等标准、以及 XML 等技术之上的,其最大优势是允许在不同平台上、以不同语言编写的各种程序以基于标准的方式相互通信,通过 HTTP 协议极大地扩展了传统应用软件的服务范围,并通过 SOAP、UDDI 和 XML 等标准技术为应用软件提供了基于 Web 的统一应用标准,屏蔽了应用软件底层具体的实现技术。

虽然基于 GeoAgent 的空间信息服务也能够以 Agent 的方式和 Agent 系统进行交互或者和其他基于 Web 的应用通过 HTTP 机制进行交互。但是,相对而言,Web 服务的模式具有更好的开放性,而且,由于已经得到 IT 领域很多大型厂商的支持,Web 服务可以说已经是 IT 领域服务调用和集成的准标准。因此,Web 服务模式的应用在客观上将空间信息服务真正地融入 IT 领域,更好地服务于人类的日常生活提供良好的机制。

GeoAgent 和 Web 服务的集成模式主要包括以下几个方面:

(1) 把基于 GeoAgent 的空间信息服务包装成 Web 服务。可以根据 Web 服务的相关标准把基于 GeoAgent 的空间信息服务包装成 Web 服务,以便其他的服务和应用能够以更加开放、标准的方式来获取相应的空间信息服务。

(2) 利用 Web 服务中的有关标准来解决 Agent 领域中的问题。Web 服务中利用了大量被 IT 领域广为认可的标准,这些标准可以被用来解决 Agent 领域中的一些相关问题。例如,在 Agent 领域,特别是多 Agent 系统中,一个非常关键的难点就是每个 Agent 都必须能够清楚地说明“我在哪里”,以及“我能干什么”等问题。通过与 Web 服务技术的集成,GeoAgent 可以按照统一描述、发现与集成(UDDI)协议在 UDDI 注册中心中进行注册,也就是说,利用 UDDI 技术来构建 Agent 系统中的目录管理器,使得其他 GeoAgent 对自己有充分的认识 and 了解。当然,为了能够准确地描述和理解类似“我能干什么”这样的问题,可能还需要涉及到语义理解和语义匹配方面的工作。

(3) GeoAgent 调用其他 Web 服务。在 GeoAgent 中调用其他 Web 服务,就是让 GeoAgent 成为调用 Web 服务的客户,以便当 GeoAgent 中需要其他非空间信息服务、以其他机制实现的空间信息服务或者历史遗留系统时,能够以一种开放而标准的模式来获取所需的服务。

(4) 基于 GeoAgent 的 Web 服务流。这是一种综合性的集成模式,涉及到前面所提的所有模式。这种模式将由一个作为工作流引擎的 Agent 来解析和控制整个工作流的执行,并在工作流的执行过程中以 Web 服务的调用模式调用各种所需的服务,包括空间信息服务和非空间信息服务,当然,该引擎也可以通过 Agent 之间交互的模式来调用基于 GeoAgent

的空间信息服务。这种模式将能够充分发挥 Agent 之间的协作能力,利用 GeoAgent 的动态装配特性和 Web 服务的无缝集成特性,为各种应用提供多种粒度、组织灵活的服务。

#### 4 基于 GeoAgent 与 Web 服务的空间信息服务及应用集成

利用 GeoAgent 和 Web 服务的多种集成模式,可以构建基于 GeoAgent 与 Web 服务的空间信息服务及应用集成体系<sup>[1]</sup>,该体系能够为空间信息服务的实现模式和应用模式,为空间信息处理能力在不同层面的共享和互操作,以及空间信息服务和其他应用/服务之间的集成提供一个相对完整而有效的模式。如图1所示。其中,

第一层为数据层,用于存储和管理数据。该层利用元数据库来保存和管理各种数据(库)的元数据,并为应用系统提供所需数据的导航信息;

第二层为基于 GeoAgent 的空间信息服务层,该层利用 GeoAgent 技术把空间信息处理能力包装成了 GeoAgent 的

模式,通过 GeoAgent 的特点和优势来克服原有地理信息系统的不足,为空间信息服务的实现提供了更好的实现模式。这突出地表现为该模式使得空间信息服务能够很好地适应开放式的网络环境,能够提供各种粒度大小的服务,具有良好的共享和互操作机制,以及具有良好的系统扩展性等方面。其中,共享和互操作主要表现为:通过构件的注册、动态装配机制,以及构件管理器的相关功能,实现地理信息功能构件的共享和互操作。

在该层中,基于 GeoAgent 的空间信息服务能够通过 Agent 的模式与其他基于 Agent 的系统进行交互,充分发挥 Agent 的优势。

第三层为基于 GeoAgent 的 Web 服务层,该层通过 Web 服务描述语言把上一层中基于 GeoAgent 的空间信息服务输出成了标准的 Web 服务。通过 Web 服务的各种相关标准,为基于 GeoAgent 的空间信息服务与其他 Web 服务或者应用系统的集成提供了开放和标准的模式,从而实现应用程序跨越企业、平台、实现技术的无缝集成。

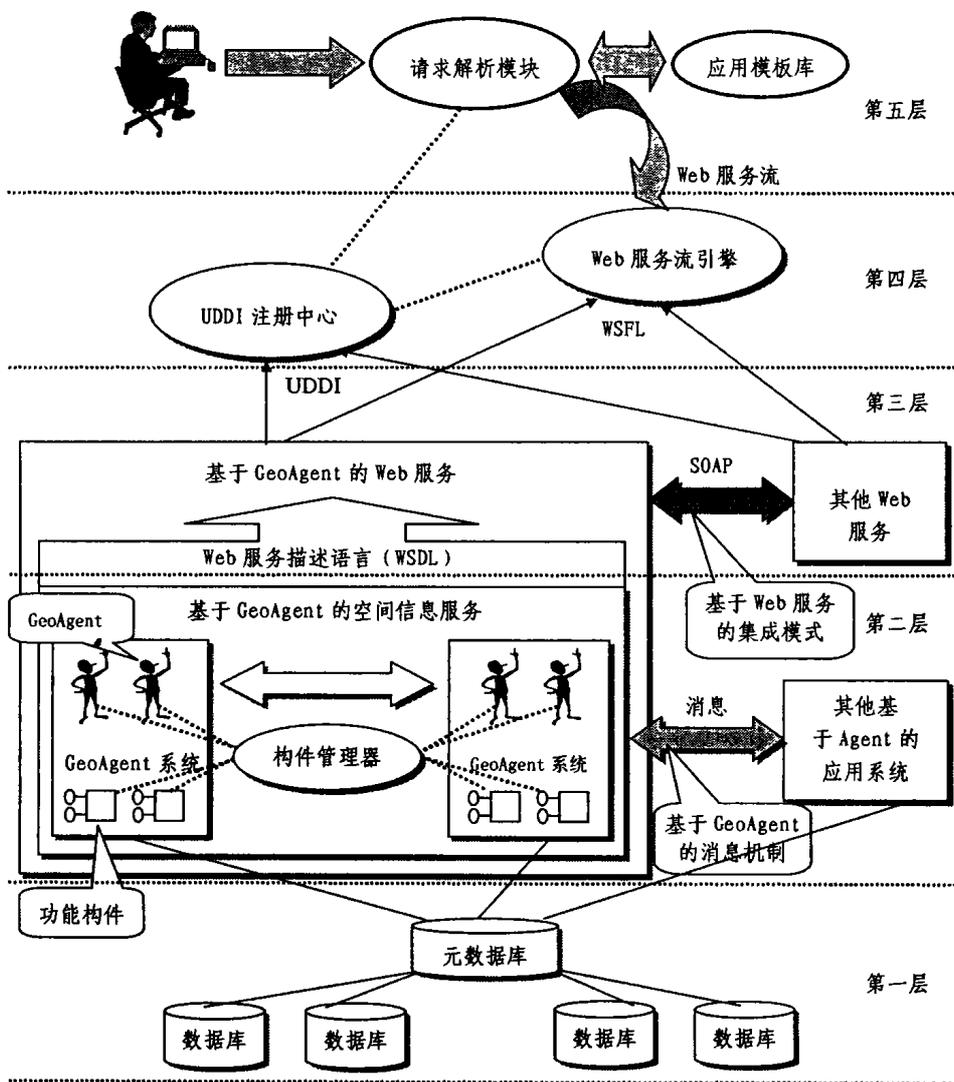


图1 基于 GeoAgent 和 Web 服务的空间信息服务及应用集成层次体系

该层的共享和互操作主要体现在通过 Web 服务的统一描述、发现与集成协议和基于简单对象访问协议来实现基于 GeoAgent 的空间信息服务与其他空间信息服务或者非空间信息服务之间在服务层次的共享和互操作。

第四层为基于 Web 服务的服务流层,该层通过 Web 服务流语言(WSFL)把处理某个综合性问题或者完成某个商业流程的一系列 Web 服务联系起来,形成了一个相对完整的服务流。并利用一个基于 Agent 的服务流引擎来解析和完成

服务流的执行,充分发挥 Agent 技术在工作流引擎实现方面的各种优势。

该层能够凭借 Web 服务跨越平台、技术边界的桥梁作用,实现跨越了技术和部门(商业)边界的流程建模,从而使得政府事务流程、商业流程和利用了大量 Web 服务的交易生命周期能够进行无缝的集成。

第五层是应用层,该层通过一个用户请求的解析模块在

(下转第77页)

和实线分别表示接收描述数目不同、冗余20%情况下,扩展的MD-SPIHT算法和本文算法的平均峰值信噪比,图中可见,接收描述大于3个时,两种算法平均峰值信噪比的结果基本相同,但在只接收到1、2个描述时,本文算法的平均峰值信噪比

高得多,图4为接收到6个描述中的2个描述时的解码重构图像,本文算法的视觉效果明显好于扩展的MD-SPIHT算法。无论是冗余或无冗余MDC,图1、2都显示丢失描述越少,平均峰值信噪比越高,即解码重构的视频质量越好。

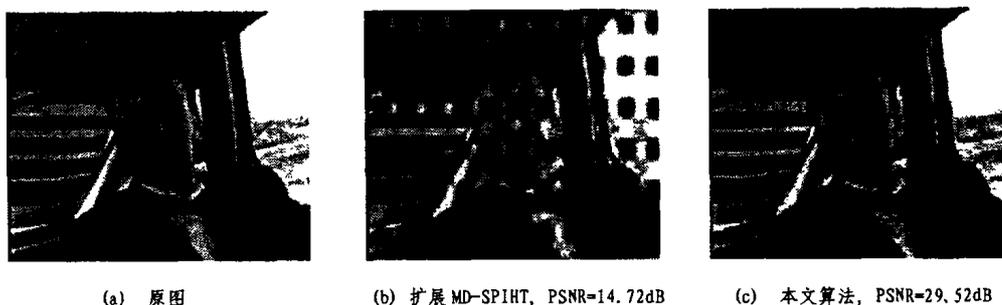


图4 Carphone 冗余20%、总比特率0.5bpp、接收二个描述时,第6帧解码图像

**结论** 针对视频传输中存在的误码问题,本文将MD-SPIHT方法扩展到3D-SPIHT,提出MDC与子波树恢复的联合抗误码算法,在接收端接收到的描述较少时,首先根据接收到的若干描述重构低质量的视频图像,然后采用差错隐藏方法恢复丢失的子波树。对本文算法的实验表明,在基本不增加数据量(无冗余)情况下,丢失1、2个描述时,仍能得到较好质量的重构视频;在有冗余情况下,只要接收到6个描述中的任意2个描述就能得到较好质量的重构视频;无论编码有无冗余,丢失描述越少,重构视频质量越高。

### 参考文献

- 1 Gamal A A E, Cover T M. Achievable Rates for Multiple Descriptions. *IEEE Trans. Inform. Theory*, 1982, IT-28(6): 851~857
- 2 Vaishampayan V A. Design of Multiple Description Scalar Quantizer. *IEEE Tans. Inform. Theory*, 1993, 39(3): 821~834
- 3 Ingle A, Vaishampayan V A. Dpcm System Design for Diversity Systems with Applications to Packetized Speech. *IEEE Trans. Speech and Audio Processing*, 1995, 3(1): 48~57
- 4 Wang Y, Orchard K T, Reibman A R. Multiple Description Image Coding for Noisy Channels by Pairing Transform Coefficients. In: *Proc. IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing*, June 1997. 419~424

- 5 Reibman A R, Wang Y, Orchard M T, Puri R. Multiple-Description Video Coding Using Motion-Compensated Temporal Prediction. *IEEE Trans on Circuits and Systems for Video Technology*, 2002, 12(3): 193~204
- 6 Wang Y, Reibman A R, Orchard M T, Jafarkhani H. An Improvement to Multiple Description Transform Coding. *IEEE Trans. On Signal Proc.*, 2002, 50(11): 2843~2854
- 7 Chan H-T, Huang C-L. Multiple Description and Matching Pursuit Coding for Video Transmission over the Internet. *IEEE ICASSP*, 2003, 1: 425~428
- 8 Yen-Chi L, Yucel A, Mersereau M. A Coordinated Multiple Description Scalar Quantizer and Error Concealment Algorithm for Error Resilient Video Streaming over Lossy Channels. *IEEE International Conference on Communications*, 2002, 2: 99~103
- 9 Miguel C, Mohr A, Riskin A. SPIHT for Generalized Multiple Description Coding. In: *Proc. of the Intl. Conf. on Image Processing (ICIP)[C]*, 1999, 3: 842~846
- 10 Said A, Pearlman W A. A new, fast, and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees. *IEEE Trans on Circuits and System for Video Technology*, 1996, 6(3): 243~249
- 11 Kim B-J, Pearlman W A. An embedded wavelet video coder using three-dimensional set partitioning in hierarchical trees (3D-SPIHT). In: *Proc. of the IEEE Data Compression Conf. Snowbird-UT. March 1997. 251~260*

(上接第74页)

理解用户请求的基础上,利用系统的应用模板库和UDDI注册中心保存的服务元数据,生成能够应对用户请求的Web服务流,并提交给Web服务流引擎作具体的解析和执行。

在理想模式下,系统的用户请求解析模块可以在分析用户请求的基础上完全自动地形成服务流,甚至可以通过引入界面Agent(Interface Agent)来学习用户的习惯和爱好,并在准确理解用户意图的基础上形成应对的服务流。当然,这种模式需要解决的问题很多,难度也很大。

此外,也可以根据实际情况采用基于应用模板的固定服务流模式和半自动的服务流生成模式。其中,前者可以通过人为的方式来形成面向某些特定请求的固定服务流,该模式要求定制服务流的人员对服务流中各种服务的功能以及服务之间的交互关系有比较清晰的了解;后者则是先通过人为的方式来生成应对某些请求的应用模板,然后再由应用程序根据用户的具体请求对应用模板作出局部的调整,最终形成应对请求的服务流。

**结束语** 本文提出了一种基于GeoAgent与Web服务的空间信息服务及应用集成体系,该体系能够充分利用GeoAgent和Web服务的特点和优势,以及GeoAgent和

Web服务之间的多种集成模式,克服现有地理信息系统在应用模式和集成模式等方面的不足,更好地满足数字城市对空间信息服务的需求,为数字城市中各种相关应用灵活地调用、集成各种粒度适宜、易于装配与集成的空间信息服务提供了良好的机制。

在后续研究中,还需要根据Agent领域和Web服务领域的最新研究进展,进一步研究GeoAgent间的协作机制、GeoAgent和Web服务之间的集成机制、Web服务流引擎、UDDI注册中心等内容。

### 参考文献

- 1 黄晓斌. 基于GeoAgent的空间信息服务与应用集成研究:[北京大学博士研究生学位论文]. 2002
- 2 Nwana H S, Lee L, Jennings N R. Co-ordination in Multi-Agent Systems. In: H. S. Nwana, N. Azarmi, eds. *Software Agents and Soft Computing: Towards Enhancing Machine Intelligence*, Lecture Notes in Artificial Intelligence 1198, Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg, 1996
- 3 黄晓斌,李琦. Agent技术在地理信息领域的作用. *计算机科学*, 2002, 29(9)
- 4 Vasudevan V. <http://www.xml.com/pub/a/2001/04/04/web-services/index.html>, A Web Services Primer, 2001