

面向物流的空间信息 Web 服务集成研究

肖桂荣, 聂 乔, 吴 升

(福州大学福建省空间信息工程研究中心, 空间数据挖掘与信息共享教育部重点实验室, 福州 350002)

摘要: 本文针对物流空间信息 Web 服务所涉及的服务获取、集成和应用等主要问题, 以 OGC Web 服务框架为基础, 将空间信息服务延伸到物流领域, 建立了物流空间信息服务集成体系结构和 Web 服务的集成模式, 明确了物流空间信息服务体系的构成要素及其内在关系。在此基础上, 扩展和细化了物流空间信息的服务元素, 设计了 Petri 网的服务组合模型和面向物流的空间信息 Web 服务引擎 LogisticsWeb, 提出一种新的物流空间信息服务的动态访问、实时获取与协同集成的解决方案。最后, 以 Web 服务的集成模式, 开发了相应的服务引擎和软件系统, 有效地实现了物流空间信息服务的协同集成和动态组合, 充分体现了将空间信息服务与物流管理融合的实践意义。

关键词: 空间信息服务; Web 服务; 服务集成; 物流

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00630

1 引言

物流过程具有明显的空间尺度和空间特征, 客观上要求将空间信息技术与现代物流管理进行有效集成。现代物流无论是在决策层面上, 还是在运作层面上, 都需要空间信息的支持^[1]。空间信息技术在物流领域的应用主要有物流服务设施空间查询、物流配送、货物与车辆跟踪、设施选址决策、车辆路径规划等^[2-4]。这些系统在不同的应用环境中独自发展, 形成了各自的 GIS 数据模型和功能组织结构。

随着面向服务体系结构的提出与应用, 带来了新的 GIS 软件技术的革命, 为空间信息技术与各个行业领域的集成应用提供了更为便捷的途径。目前, Web 服务技术得到了空前的发展和应用, 它是目前解决跨平台系统集成与互操作问题最优良的技术方案之一^[5-8], 在多源异构的空间数据整合、数据服务、系统集成架构、功能服务共享与知识发现等方面取得了丰硕的研究成果^[9-11]。采用 Web 服务的集成技术来实现物流空间信息服务的集成应用, 将空间信息的特征与服务延伸到物流应用领域, 是解决物流系统与空间信息系统集成的有效方

法^[12-15]。

但是, 面向物流领域的空间信息服务集成需要解决处理物流复杂业务的服务元素高效发现与协同集成机制, 以及满足不同物流应用需求的可靠稳定的服务组合模型等关键问题。本文设计了 OGC Web 服务框架的服务集成体系结构和 Web 服务的集成模式, 开发了基于 Petri 网的服务组合模型和物流空间信息服务引擎, 有效地解决了物流空间信息服务的动态访问与获取, 按需组合与集成的问题, 提供了一种新的物流空间信息服务动态、协同集成的应用方案。

2 空间信息 Web 服务的集成体系结构

物流空间信息服务是空间信息 Web 服务的具体应用, 以往的系统集成研究更多地关注于网络的空间信息数据的相互透明访问和服务功能的相互调用。本文更关注空间信息处理与分析功能在物流领域的动态获取与协同集成, 强调功能服务组件之间相互调用的实时性与协作性, 使物流信息系统与 GIS 等技术的集成转变为实时协同集成。

本文以 OGC Web 服务框架为基础^[16-18], 针对

收稿日期: 2011-06-02; **修回日期:** 2011-09-02.

基金项目: 资源与环境信息系统国家重点实验室开放基金(2010KF0008SA); 福建省高校产学研合作科技重大项目(2011H6011)。

作者简介: 肖桂荣(1972-), 男, 博士, 副研究员。研究方向: 地理信息系统与空间信息网络服务。

E-mail: xiaogr@fzu.edu.cn

物流领域对空间信息处理与分析的应用需求,研究了物流空间信息服务的集成体系,从服务协同集成机制、服务元素分类及服务组合 3 个层次细化并扩展物流空间信息服务集成体系(如图 1 所示),主要包含了以下内容:

(1)建立物流空间信息 Web 服务协同集成机制,包括了服务内容的事务构建、集成策略、性能管理、服务质量、安全等。这些内在机制是支撑物流空间信息 Web 服务协同集成系统性能稳定可靠的基础。

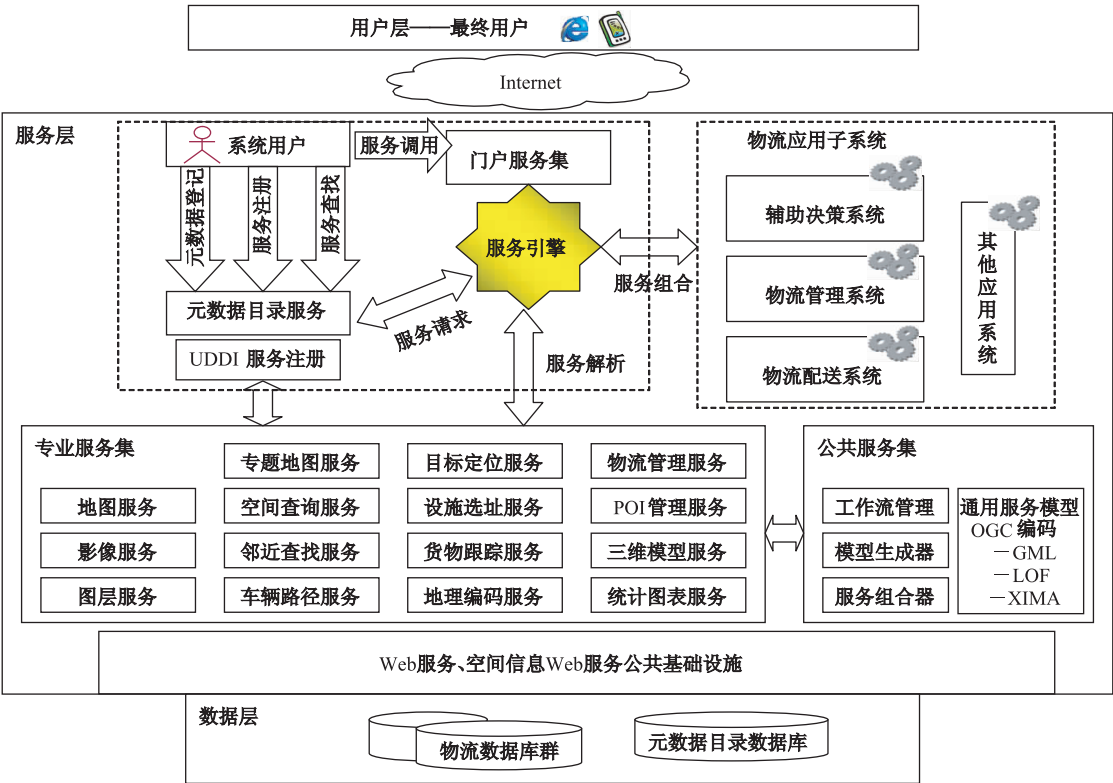


图 1 物流空间信息服务集成体系结构

Fig. 1 Architecture of logistics spatial information service integration

(2)自主扩展和组织物流空间信息 Web 服务元素,按物流领域复杂业务应用分为专业服务集、公共服务集、门户服务集和基础服务集四类。专业服务集是物流空间信息分析与应用的服务集合,属于物流空间分析的专业服务元素,是构建物流空间信息服务平台的重点,也是实现服务元素按需组合的可靠保证。公共服务集是通用的 Web 服务系统具有的服务集合,包括 Web 服务中的工作流的装配与管理的服务、各类服务模型生成与管理的服务、通用服务模型等,是达到服务协同集成的关键。门户服务集是直接集成部署在表现层门户上提供用户使用的服务集合,大部分为基本功能服务,可以看成是门户服务组件,如用户认证服务、资源列表服务等,保障了服务集成的简捷与实用性。基础服务集主要是为服务的注册、请求、解析和组合等服务的集合,包括元数据目录服务、服务引擎等,用

于解决服务集成中对服务元素的高效发现与动态获取。

(3)建立空间信息服务与物流管理服务的服务组合机制与模型,通过公共服务集的协同机制和基础服务集的动态获取机制,将各类专业服务集根据应用的需要,实现与不同的物流应用系统按需组合与协同集成,如地理编码服务、物流路径优化服务等。同时,各类服务元素经过服务组合又能生成新的服务,按服务的粗粒度和服务集成机制与符合 Web 服务规范的物流行业应用系统实时集成,实现物流空间信息服务的协同共享与互操作。

3 集成模式与组合模型

3.1 面向物流空间信息的 Web 服务的集成模式
在物流空间信息服务集成体系的框架下,本文

设计了开放标准的 Web 服务集成模式,为物流空间数据、物流位置信息的空间分析处理,提供了基于 Web 发现、存取、集成的互操作与协同支撑环境,提出了一种能够有效实现服务协同集成过程中涉及的动态访问与获取的技术方案。基本思路如下:

(1)按 OGC Web 服务规范组织和封装服务元素。将有关物流空间信息方面的服务独立组织,利用 Web 服务中的有关标准定义空间信息服务封装包,把物流空间数据与空间处理功能封装成物流空间 Web 服务。再将物流管理的专业信息,按 Web 服务规范封装成物流专题信息 Web 服务。这种方法有效提高了物流应用的服务专属性和服务粒度适用性。

(2)基于 Web 的分布式服务发现与访问工具的开发。建立物流空间元数据目录服务,提供能够

在 Web 环境下发现、访问和获取物流空间信息服务资源的机制,提供动态检索和访问 Web 上的物流空间数据和信息处理资源的实现途径,同时也能规范服务资源的访问,提高系统的服务质量和性能。

(3)构建 Web 服务引擎的无缝集成模式。以服务集成引擎的方式,管理所有的物流空间信息服务资源,封装所有物流空间信息处理与分析的逻辑,为用户提供逻辑一致的服务调用和集成接口,形成标准化、协同化的应用集成,实现在线的物流空间信息 Web 服务的无缝集成。

基于 Web 服务思想的物流空间信息服务集成模式如图 2 所示。在具体应用时,服务使用者能够以网络动态、实时地调用物流空间信息服务引擎,实现物流空间信息的分析功能。也可以直接将功能服务与应用系统协同集成,实现面向服务的物流空间信息服务平台。

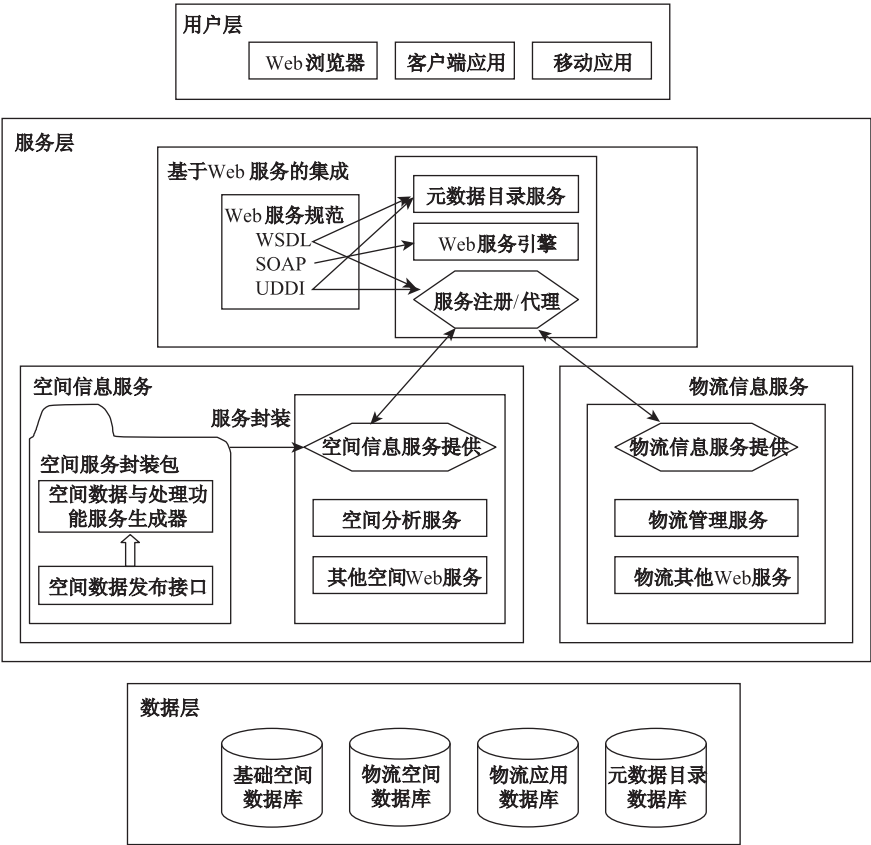


图 2 基于 Web 服务的集成模式

Fig. 2 Mode of integration based on web services

3.2 基于 Petri 网的服务组合模型

结合物流应用的复杂任务流程,需要探索一种面向应用需求的层次化的服务分类与查找方法,

本文设计了 Petri 网的服务组合模型。Petri 网是著名的业务流程建模技术,它是一种图形化的建模工具,能较好地描述离散事件的动态过程,并能

精确地描述事件的顺序、并发和冲突关系^[19-20]。

在基于 Petri 网的服务组合模型中,设定每个服务组合都有一个开始状态 i 和一个结束状态 o ,把每个服务元素定义为 S_i ,作为服务组合中的一个节点。在服务节点或服务组合状态节点间通过弧段链接,一个服务组合构成一个 Petri 网,其服务组合模型如图 3。

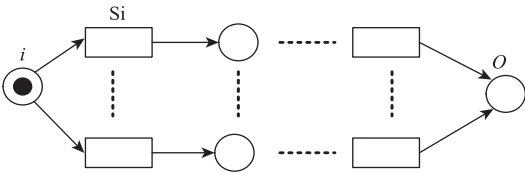


图 3 基于 Petri 网的服务组合模型示意图
Fig. 3 Model of service composition based on Net-Petri

基于 Petri 网的服务组合模型与表示业务执行过程的工作流相似,将物流空间信息服务集成看作是面向用户或服务组合过程,通过任务内容查找相应的服务元素,并根据元数据目录服务执行任务与服务匹配,再将各任务按应用需求的执行流程建立服务元素组合。

这种组合模型容易实现多粒度服务之间的组合。在该服务组合模型中,可以对任何一个组合节点按服务粒度进行扩展,使服务组合之间的关系简单明晰,有利于控制服务组合行为及关系分析。

4 应用实例

4.1 Web 服务引擎设计

按照上述的服务集成体系和集成模式,采用 ArcGIS server 9.3 作为空间信息服务开发平台,选择可视化建模工具 Rational Rose,以 Microsoft Visual SourceSafe 为开发支撑工具。设计了最核心的面向物流的空间信息 XML Web 服务引擎 LogisticsWeb,包括地图生成(MapImage)Web 服务、属性查询(Query)Web 服务、位置查找(Location Finder)Web 服务、邻近查找(Proximity)Web 服务、路径规划(Route Planner)Web 服务、POI 管理(POI Manager)Web 服务等基础服务。

开发的 LogisticsWeb 服务引擎提供了各组服务的 SOAP API 调用方法,以及 SDK 软件开发包,简化了将空间信息和相关功能集成到物流应用程序的难度。每组 Web 服务可编程的调用方法如图

4 所示。

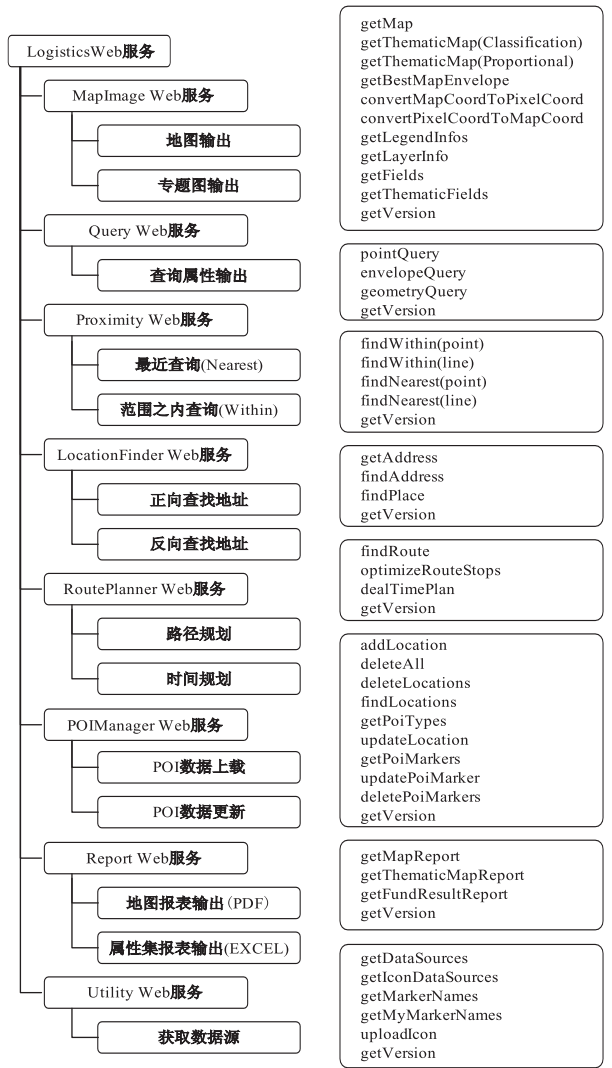


图 4 LogisticsWeb 服务引擎及其方法
Fig. 4 The engine of logistics information web services and its method

4.2 服务组合模型构建

在设计了面向物流的空间信息 Web 服务引擎的基础服务之后,需要按照服务组合模型和机制动态地获取服务资源,实现物流空间信息服务的按需组合。

以物流空间信息服务中车辆路径规划服务组合为例,先将车辆路径规划的应用需求分解为获取道路数据、获取位置数据、路径规划算法及道路匹配等各个任务。再通过元数据目录服务动态地从服务资源中获取相应的服务元素,任务与服务资源的对应关系如表 1。然后构建基于 Petri 网的车辆路径规划服务组合模型,如图 5 所示,将获取的服

务元素组合完成车辆路径规划服务,实现物流算法服务与空间信息服务的协同集成。

表 1 车辆路径规划任务与服务元素的对应表

Tab. 1 VRP task comparison with service elements

车辆路径规划任务	物流空间信息服务元素
获取不同尺度的道路数据	道路数据服务 S1
获取配送中心及客户点的位置数据	位置数据服务 S2
对获取的数据进行坐标转换	空间信息坐标转换服务 S3
路径规划算法(两阶段启发式算法)	物流计算模型服务 S4
车辆路径与道路数据的路径匹配分析	路径分析服务 S5
在道路数据层上显示规划的车辆路径	地图显示服务 S6

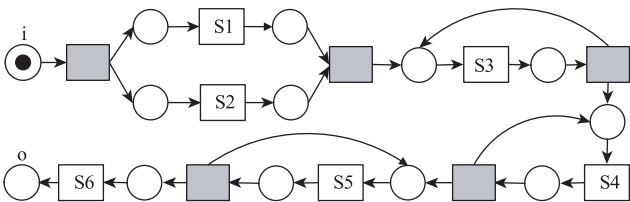


图 5 基于 Petri 网的车辆路径规划服务组合模型

Fig. 5 Service composition model of VRP based on Net-Petri

4.3 服务平台系统开发

考虑服务平台系统的稳定性和可扩展性,采用面向服务架构的多层软件体系,基于服务引擎 Logisticsweb SDK,以福州市为例,应用 ASP.NET 编程技术搭建了物流空间信息服务平台。平台提供了两类的车辆路径规划服务,一类是最短路径计算,另一类是路径拓扑关系推算,可用于复杂运输优化问题的进一步计算。开发的物流设施邻近查找服务,是空间缓冲区分析的应用,用于实现空间算子的物流资源查询,查找指定位置及指定范围内的物流设施,如图 6 所示。

通过 Logisticsweb 服务引擎,各种不同的物流应用系统不必进行底层的空间信息服务开发和空间数据处理,只需要将这此功能集成到各自的 Web 应用中,即可实现物流空间信息服务的协同集成,有效地保障了系统运行的稳定性和服务访问的可靠性。而对于最终用户而言,访问和应用物流空间信息服务平台的过程是完全透明的。



图 6 邻近查找服务

Fig. 6 Proximity finder web service

5 结语

本文面向物流领域的空间信息 Web 服务,设计了 OGC Web 服务框架的物流空间信息服务集成体系结构,构建了服务协同集成机制、服务元素分类和服务组合机制三个层次,提供了物流空间信息服务的集成机制和应用规范,使物流信息系统和空间信息服务系统有效实现协同集成。基于 Petri 网的服务组合模型和 Web 服务引擎技术的设计开发,为空间信息处理服务在物流领域不同层面的访问和集成,提供一个灵活稳定的服务获取与调用模式,能够很好地实现面向任务和应用的服务资源按需组合,达到了服务集成的动态性和协作性。

同时,通过系统开发应用表明,Web 服务引擎是服务协同集成运转的核心,Web 服务引擎技术实现了服务透明访问,各种服务元素都由服务引擎控制,并通过服务组合模型实现多粒度服务之间的动态组合,将整个服务体系的各个功能有机的组合在一起。因此,本文提出一种新的面向物流领域应用的空间信息服务动态、协同集成的应用方案和技术实现,有效解决了物流空间信息服务的动态访问、获取和协同集成的问题。对此,今后还需要深入研究空间信息服务在物流领域的特殊应用问题,如区

域物流对不同尺度道路匹配的自主服务,物流位置信息数据量增大对服务质量和性能的技术要求,以及云服务技术和智能本体的服务集成研究。

参考文献:

- [1] 张青,张文杰.论空间信息在现代物流中的作用[J].物流科技,2004,27(5):28-30.
- [2] 蔡少华.网络空间物流信息系统的分析与探讨[J].地球信息科学,2002,4(1):104-107.
- [3] 霍亮,毋河海.空间物流信息系统体系结构研究[J].测绘科学,2002,27(4):27-30.
- [4] 霍亮,李欣.3G技术与现代物流管理技术的集成模式研究[J].测绘科学,2003,28(3):59-61.
- [5] Wall L, Lader A. 构建 Web 服务和 .NET 应用程序. 康博译[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [6] Rob A. The Role of OpenGIS Interoperability Standards and Web Services Standards in SDI Development[C]. XML and OGC Conference, 2004.
- [7] Nogueras J, Zarazaga F J, Bejar R, *et al.* OGC Catalog Services: A Key Element for the Development of Spatial Data Infrastructures[J]. Computers & Geosciences, 2005, 31(2):199-209.
- [8] 温永宁,张宏.基于 Web 服务的分布式空间数据共享模型[J].计算机工程,2005,31(6):25-26.
- [9] 罗英伟,王文俊,汪小林,等.基于 Web Services 的城市空间信息服务集成框架研究[J].武汉大学学报(工学版),2003,36(3):95-99.
- [10] 张金区,诸云强,王卷乐,等.面向服务的地理多源数据虚拟整合及其可视化分析[J].地球信息科学学报,2010,12(5):613-619.
- [11] 高昂,陈荣国,赵彦庆,等.空间数据访问集成与分布式空间数据源对象查询[J].地球信息科学学报,2010,12(4):532-540.
- [12] Comito C, Gounaris A, Sakellariou R, *et al.* A Services-oriented System for Distributed Data Querying and Integration on Grids[J]. Future Generation Computer Systems, 2009,25(5):511-524.
- [13] 邬群勇,王钦敏.基于 WebServices 的空间信息应用集成解决方案研究[J].地球信息科学学报,2011,13(2):219-225.
- [14] 江利明,杨武年,韩玲玲.WebGIS 在数字城市空间信息服务中的应用研究[J].测绘通报,2005(10):60-63.
- [15] 王卷乐,游松财,谢传节,等.面向 Web 的地理数据共享服务平台架构设计[J].地球信息科学,2005,7(4):62-65.
- [16] Herring J. The OpenGIS Data Model[J]. Photogrammetric engineering & remote sensing, 1999, 65(5):585-588.
- [17] Peter L. Interoperability and OpenGIS[J]. Geo-Information-Systems, 2000(1):23-37.
- [18] Joshua L. OpenGIS Discussion Paper: OpenGIS Web Services Architecture[M]. Open GIS Consortium, 2003.
- [19] 孙丽君,胡祥培,王征.车辆路径规划问题及其求解方法研究进展[J].系统工程,2006,24(11).
- [20] Rachid H, Boualem B. A Petri Net-based Model for Web Service Composition[J/OL], <http://crpit.com/confpapers/CRPITV17Hamadi.pdf>.

Study on Integration of Logistics Oriented Spatial Information Web Services

XIAO Guirong, NIE Qiao, WU Sheng

(Spatial Information Research Center, Fujian Province, Fuzhou University;

Key Laboratory of Spatial Data Mining & Information Sharing of Ministry of Education, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Logistics essentially refers to material entities movement process with distinct spatial measurement and spatial characteristics, where integration and application of spatial information techniques and other modern techniques of logistics management are needed. This is a new interdisciplinary research fields where to extent spatial information services combined with web services and geospatial analysis to the area of logistics management, and then integrate the concept of spatial information services into modern logistics services system to carry out logistics oriented spatial information web services access, inte-

gration and application. What's more, the key point to analyze logistics spatial phenomenon from the geographic perspective. Based on OGC web service framework, this paper we have put forward design and built the architecture of logistics spatial information services mainly include the mechanism for service integration, high-efficiency call and service composition and the model of integration based on web services, which clear its inherent elements and the relationship. Besides, we designed and developed the mechanism for service composition based on Net-Petri and Logistics Web of web service engine, which resolved the problems of dynamic access, high-efficiency call and real-time integrate to the logistics spatial information services. This work provided a new way and measure to the spatial information services being further developed and applied in the logistics area. By this way, even though the logistics information system constructors don't have a professional GIS background, they can also call spatial information service in their own programs. According to our study, the means of techniques of integrating and applying the logistics spatial information services, which achieve the dynamically composited and collaboratively integrated effectiveness and the practical experience for logistics spatial information service system construction.

Key words: spatial information services; web services; services integration; logistics