

一个面向服务的 LBS 开放框架^{*})

林俞先 李琦 曾晓瑜 殷崎栋

(北京大学数字地球工作室 北京大学遥感与地理信息系统研究所 北京 100871)

摘要 随着面向服务体系结构的发展和 Web 服务技术的日益成熟,对现有的 LBS 体系框架提出了新的要求。本文以服务共享为核心,给出了包括数据层、服务层和应用层的 LBS 开放体系框架。对 LBS 中基本服务和复杂服务进行了讨论,数据获取,数据分析和移动终端的位置计算作为服务为各类 LBS 应用所共享。研究了通过服务组合技术对复杂服务和业务流程建模,以及服务流程执行中服务节点的具体实例选择。最后通过一个原型系统的实现,对本文研究的可行性和有效性进行了验证。

关键词 基于位置的服务,服务共享,服务组合,服务选择

An Open Service-Oriented Architecture for LBS

LIN Yu-Xian LI Qi ZENG Xiao-Yu YIN Qi-Dong

(CyberSIG Studio, Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University, Beijing 100871)

Abstract The architecture of location-based service should be developed to meet the need of SOA and Web services. This paper proposes an open architecture of LBS based on services sharing, which composed of data tier, service tier and application tier. The basic service and complex service in LBS is discussed and data visiting, analyzing and computing can all be visited as services by LBS applications. Services composition is proposed to model the complex service and workflow, and then the service instance selection is implemented in the execution of process. In the end a prototype system is given to validate the feasibility of the architecture.

Keywords Location-based service, Service sharing, Service composition, Service selection

1 引言

基于位置的服务(location based services, LBS)是指为移动对象提供包括位置信息在内的各种信息服务,广义的 LBS 泛指向用户提供包括位置及相关信息的服务。LBS 能够广泛支持需要动态地理空间信息的应用,满足出行路线、移动黄页、决策调度等的要求。定位技术和空间信息技术是 LBS 的基础,面向服务的体系结构(Service Oriented Architecture, SOA)和 Web 服务技术对现有 LBS 体系架构提出了新的要求,这就是以服务共享为核心,移动终端的定位,以及空间信息的获取都以服务方式为各类 LBS 应用所共享。

当服务作为 LBS 应用开发的基本元素时,就意味着在 LBS 应用中来源于不同提供者的数据、软件和应用系统能以一种松散耦合的方式被使用、整合及协同,实现共享。Web 服务目前是实现分布式 LBS 最好的环境,当前 Web 服务应用模式不断普及,LBS 应用中出现了一些基本服务,这些服务不是很复杂,这也是服务可重用的重要条件之一。在实际的 LBS 应用中,单一的、简单的 LBS 服务通常无法满足应用需求,根据特定的应用背景和需求按照一定的粒度进行合理的服务集成,即采用 Web 服务组合技术(Web Services Composition, WSC)集成多个服务,形成服务的组合流程来完成任务。本文探讨了 LBS 中的基本服务,并基于服务和组合技术整合 LBS 应用中的计算和数据资源,面向政府部门、企业和社会公众提供

基于位置的信息服务,构建各类 LBS 应用系统。

2 面向服务的 LBS 开放框架

面向服务的 LBS 开放框架如图 1 所示,以服务作为整合、管理、访问 LBS 中的信息资源的基本元素,自下而上,包括三个层次,即数据层、服务层和应用层。

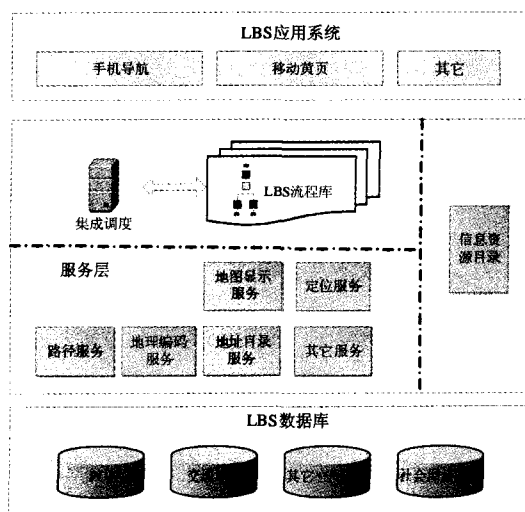


图 1 面向服务的 LBS 开放框架

^{*})国家 973 计划资助项目:网格环境下空间信息智能服务及应用示范(2006CB701306)。林俞先 博士研究生,主要研究领域为数字城市、空间信息科学;李琦 教授,博士生导师,主要研究领域为数字城市与数字地球、空间信息科学与技术、智能空间计算等;曾晓瑜 博士研究生;殷崎栋 博士研究生。

数据层包括支持 LBS 应用的空间数据与非空间数据,空间数据以 POI(Point of Interesting, 感兴趣点)和交通路网数据为主,非空间数据是与位置相关的社会经济数据。在我国,由于地理地址编码具有特殊性和复杂性,也可建立专门的地理地址数据库以满足用户对地址空间详细的查询要求。

服务层提供支撑 LBS 应用的服务,由一系列分布的应用服务器提供的相应服务组成。各应用服务器提供的是诸如路径分析、地理编码、POI 查询等基本服务,基本服务通过服务组合形成新的复杂服务,对服务流程的描述存在 LBS 流程库中。在信息资源目录注册和发布各应用服务器节点提供的 LBS 基本服务和经过组合的复杂服务,支持应用对服务的检索、定位、获取。集成调度服务器对服务层中的信息按需调度,包括对各服务节点的状态进行监控。

服务中间层屏蔽了底层数据的异构性,为社会公众、政府部门和企业 LBS 应用提供服务,通过对服务接口的调用开发诸如手机导航、城市旅游信息、车辆调度等应用系统。

3 LBS 的服务与服务组合

3.1 LBS 中的基本服务

为了分散和简化应用逻辑,提高服务可重用性,单个 Web 服务都不可能做得非常复杂,因此现实中复杂的应用需要组合多个简单的 Web 服务^[1]。另一方面,运行在不同平台之上的 Web 服务可能是以不同的方式创建、用不同程序语言实现、由不同供应商提供的,服务的请求需要根据特定的应用背景和需求进行合理的服务组合。

可以引用的最小服务单位称之为基本服务^[2],复杂 Web 服务由基本服务构成。LBS 中的服务以空间信息服务为主,还包括非空间信息服务。Microsoft 基于 Microsoft .NET 平台推出 MapPoint,可以集成到 Microsoft 的办公应用系统中,基于地址、兴趣点、经纬度等位置提供相关背景(如地图和地址)服务、路径选择服务、邻近搜索服务和距离计算服务等 LBS 服务。ESRI 推出的 ArcWeb Services,兼容了 OGC (OpenGIS Consortium, 开放式地理信息系统协会)部分标准,提供路径、POI 查询、制图、地理编码等与 LBS 相关的服务。

OGC 的 OpenLS (OpenGIS Location Services, OpenGIS 位置服务)规范^[3]为基于位置的应用服务提出了相关标准接口和协议,OpenLS 定义了 LBS 的五类核心服务:

(1)网关服务 (Gateway Service):提供对移动终端的定位,由定位中心提供。定位中心可以是 GMLC (Gateway Mobile Location Center, 由 GSM 和 UMTS 定义)或者 MPC (Mobile Positioning Center, 由美国国家标准协会定义)。采用 OMA (Open Mobile Alliance, 开放移动联盟)的 LIF (Location Interoperability Forum, 位置互操作论坛)提出的 MLP^[4] (Mobile Location Protocol, 移动位置协议)作为定位中心与 LBS 应用之间的接口协议。

(2)地址目录服务 (Directory Service):提供在线的地址目录,地址目录的类型可以是黄页、宾馆指南等,本服务也即是大多数数据服务器提供的 POI 服务,用以发现最近的或指定的地点、产品或服务。在服务请求中会提交用户位置,用户位置可以是当前移动终端的位置,也可以是其它类型的位置。

(3)地理编码服务 (Geocode Service):包括地理编码服务和反向地理编码服务。给出一个地名、街道地址或者邮政编码,返回经纬度这样的地理位置是正向地理编码;反之给出一个地理位置,得到一个和其匹配的一个完整、标准化的地名、

街道地址或者邮政编码即为反向地理编码,

(4)路径服务 (Route Service):用户指定起始点和结束点,可以提供一条满足最快、最短,或者其它用户喜好的方式的一条用户路径,导航服务可认为是路径服务的增强。

(5)地图表现服务 (Presentation Service):对 POI 数据、AOI (Area of Interesting, 感兴趣区)数据、交通数据的查询结果可视化,并可叠加相关地理信息数据,最终提交能在终端显示的地图。

OpenLS 对服务的定义侧重于空间信息服务,这五类核心服务覆盖了大部分 LBS 应用中的空间信息服务。不论是 Microsoft、ESRI,还是其它服务节点提供的 LBS 服务基本在 OpenLS 定义的这五类核心服务范畴中,可以认为这五类服务也即是 LBS 中的基本服务,构成了一个 LBS 应用系统所需服务的子集或是全集。其它的诸如公交换乘、遥感影像、天气等空间信息服务是对核心服务的扩展,粒度较细,也可作为 LBS 中的基本服务。LBS 中的非空间信息服务,主要是订餐、订票、预定宾馆等,通过一些电子商务站点提供的专门接口访问,这里不做重点研究。

3.2 LBS 中的服务组合与服务选择

LBS 的服务组合即对现有的一组 LBS 服务按照一定的业务逻辑进行组合,构建执行流程,可以通过组合 Web 服务构建复杂服务,乃至建立功能强大的 LBS 应用系统。对 LBS 的服务组合,这里研究两个问题:(1)服务组合的建模,定义组合服务内部的逻辑及时序关系;(2)服务的动态选择,选择匹配的服务作为具体实例供服务组合流程调用。

服务组合的建模目前多数研究均集中在业务流程描述语言上,目前对 Web 服务组合的描述语言以 BPEL (Business Process Execution Language for Web Services, Web 服务的业务过程执行语言)最为广泛接受,是 W3C 组织的推荐标准,它是工作流、WSFL 和 XLANG 协作的产物,是一种基于 XML 的、平台无关的业务过程建模和执行语言。它提供了一种简单的、基于标准的方法,来对现实世界中的业务过程进行描述,通过 BPEL 执行引擎,这些描述可以被实例化后执行。用 BPEL 定义了业务流程,实际上就定义了一个由现有服务组成的新 Web 服务。

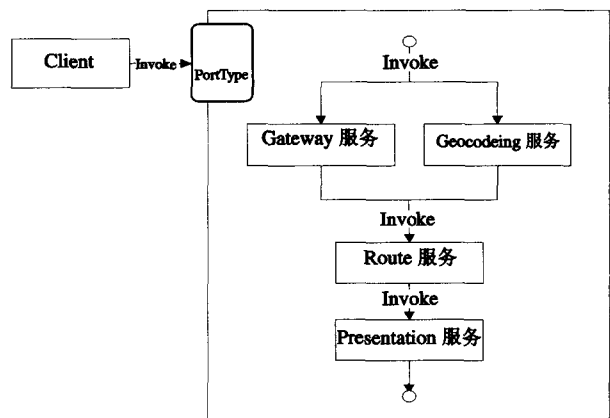


图 2 一个 LBS 组合流程示例

LBS 典型的用例包括有“我现在在什么位置?”、“离我最近的饭店在哪里?”、“从当前位置到某个地址的最佳路径是什么?”等。有的用例只需调用一个 LBS 基本服务完成,如回答“我现在在什么位置?”,可以调用网关服务完成。而要回答“从当前位置到某个地址的最佳路径是什么?”,就需要组合网

关服务、地理编码服务、路径服务和地图表现服务,如图2所示。此流程的逻辑如下:调用网关服务获得移动设备当前位置,调用地理编码服务可以将目的地的地址信息转换成位置信息,并行执行网关服务与地理编码服务后得到当前位置和目的地位置,然后调用路径服务得到最佳路径,最后通过地图表现服务将路径信息叠加其它图层信息作为请求结果。可以通过 BPEL 对这一流程进行描述,新的组合 Web 服务的接口使用一组端口类型来提供类似其他 Web 服务的操作,BPEL 流程能够以 WSDL 语言进行描述,组合的服务作为一个整体服务为其它应用调用,调用生成的组合服务即调用此 BPEL 描述的业务流程。

对于一个 LBS 服务组合流程的执行过程,由完成相应功能的多个服务结点参与。在实际应用中,能够提供类似功能的服务通常不是唯一的,这些服务往往在服务属性和质量等方面存在很大差异,需要根据实际应用情况和一系列规则来进行服务的选择。服务动态选择^[5,6]需根据服务组合流程逻辑,计算所需服务与待选服务语义相似度,即根据服务满足组合流程结点功能需求的程度,选择相似度最高的服务作为与服务流程结点匹配的服务。当前有一些对服务匹配算法和服务实例动态选择模型的研究,如 Velasco Juan^[7]通过 Web 服务共享本体的支持提供了一种自动化的服务发现与匹配策略;Lee^[8]提出了一种包括宏观与微观两层次的匹配算法,微观匹配算法通过属性匹配以及匹配度的判断为服务查询请求提供了有效的服务功能匹配机制,而宏观匹配则通过确定满足业务需求与请求约束的服务,并将其用来组合整个的业务流程。然而事实上很难为一个流程中的服务找到若干与之完美匹配的对应,原因有许多,比如,输入输出参数的数目不同,或者是输入输出参数的语义含义不同。LBS 以处理空间信息为主,如各服务节点能够按照一定规范开发标准化的服务,如按照 OGC 的 OpenLS 规范,这样不同服务提供者就能提供具有相同调用接口、能够实现相同(或相似)功能的一组服务,这就提高了服务匹配成功率。实际 LBS 系统服务组合中,在服务匹配前提下,需要根据一定的策略,如最低代价、最快响应时间、服务可靠性等选择最适合的 Web 服务作为服务结点的具体实例供服务组合流程调用。

3.3 服务的注册与发现

Web 服务的注册与发现是 Web 服务系统架构中的一个重要部分,使用 UDDI (Universal Description, Discovery and Integration, 通用描述,发现,集成)来发布、查找服务。在 LBS 应用中,LBS 信息资源目录是服务的注册和发布中心,是一个对服务描述的存储库,各服务节点在此发布它们的服务的 WSDL 文件,支持服务的检索、定位和获取,LBS 应用在此查找可用的服务并获取 WSDL 文件。LBS 信息资源目录同样支持组合服务流程对服务的发现,在此搜索相匹配的服务。经过 Web 服务组合创建满足特定应用需求的新服务也在 LBS 信息资源目录中发布,提供给各类 LBS 应用。

在 LBS 各服务资源节点是分布的,应用也是分布的。LBS 服务层提供的是一个逻辑统一的视图,形成分布式服务节点,集中式服务发布,最终建成一个跨部门、分布式、可运行 LBS 服务系统。LBS 信息资源目录对用户提供的是一站式访问的一站式服务资源总目录,是应用访问的入口,作为 LBS 应用中的服务代理,对 LBS 服务资源进行统一的导航、检索和定位,这样就要求确保整个 LBS 信息资源目录的注册信息是实时更新的。

4 原型的实现

基于本文研究思路,结合数字城市工程实践,在一系列 CyberSIG Studio 应用服务器的支撑下,设计并实现了面向服务的开放式 LBS 原型系统,如图3所示,主要包括客户端、应用服务器,以及服务平台三部分。

(1)客户端为手机、PDA 等移动终端,以无线通信方式接入 WAP 网关,若是固定客户端则通过互联网直接接入。

(2)LBS 应用服务器处理应用逻辑,向服务平台提交服务请求,并将处理结果返回客户端。

(3)服务平台由数据服务器、定位服务器、信息资源目录服务器、模型服务器和集成调度服务器组成。数据服务器和定位服务器提供 LBS 所需的基本服务;在信息资源目录服务器进行服务的注册与发布;在模型服务器装配服务,实现复杂服务;集成调度服务器对服务进行调度,同时监控服务进程。

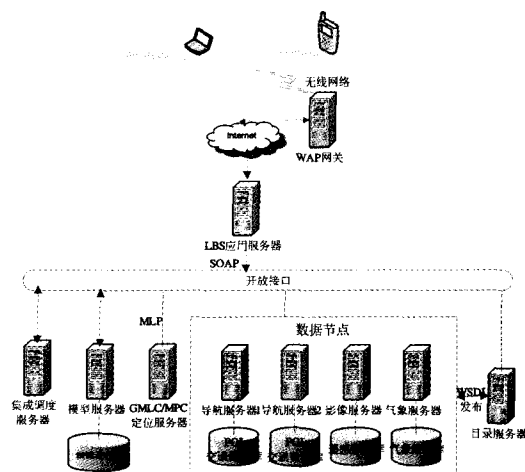


图3 面向服务的 LBS 应用原型的设计

构成服务平台有五个部分。

(1)数据服务器:以空间信息服务为主,也提供非空间信息服务。在原型系统中包括四个数据节点,数据节点1和数据节点2是导航数据服务器,由 POI 和交通路网数据支撑,提供 POI、地理编码、路径导航、地图表现等服务,接口参考了 OpenLS 规范,数据节点2是数据节点1的备用服务。数据节点3是影像服务器,以 OGC 定义的 WMS (Web Mapping Service) 接口提供可叠加的正射遥感影像服务。数据节点4是气象数据服务器,以 XML 提供查询地点的气象信息。

(2)定位中心:在原型实现中采用了移动定位中心提供的测试接口,定位中心实现 LIF-MLP 接口,并按照 Web 服务进行了封装。定位中心得到 LBS 应用服务器提交的移动终端用户的 MSISDN 或 IMSI 标识,采取特定的定位技术,获得用户的经纬度位置信息。

(3)服务资源目录服务器:即服务注册中心,是一个服务描述的存储库,数据服务器和定位服务器在此发布它们的服务的 WSDL 文件。LBS 应用服务器在此查找可用的服务并获取 WSDL 文件,模型服务器进行服务组合时,亦从此查找服务信息。

(4)模型服务器:即 BPEL 流程管理器,模型服务器初步实现了服务的动态装配,可运行业务实例,提供了 BPEL 控制台,用以解释、执行、监视、管理和调试 BPEL 流程,以图形拖

(下转第 167 页)

$RM(a_2)$ 为 $\{\{17, 18\}, \{2, 16\}, \{3, 4\}, \{5, 13\}, \{7, 16\}\}$, $RM(a_3)$ 为 $\{\{2, 16\}, \{3, 14\}, \{7, 16\}\}$, $RM(a_4)$ 为 $\{\{20, 21\}, \{5, 13\}, \{8, 11\}\}$, $RM(a_5)$ 为 $\{\}$, $RM(a_6)$ 为 $\{\{2, 7\}, \{3, 4\}, \{7, 16\}\}$ 。根据此 ArM 表可知原信息表中只有 $\{a_7, a_6, a_8, a_1\}$ 四个属性时, 对象 $\{2, 7, 16\}$ 、对象 $\{3, 4\}$ 、对象 $\{5, 13\}$ 、对象 $\{8, 11\}$ 、对象 $\{17, 18\}$ 、对象 $\{20, 21\}$ 将被分别分在一类中, 故此时的分类为: $\{\{u_1\}, \{u_2, u_7, u_{16}\}, \{u_3, u_4\}, \{\}, \{u_5, u_{13}\}, \{u_6, u_{22}\}, \{\}, \{u_8, u_{11}\}, \{u_9\}, \{u_{10}, u_{23}\}, \{\}, \{u_{12}\}, \{\}, \{u_{14}\}, \{u_{15}\}, \{\}, \{u_{17}, u_{18}\}, \{\}, \{u_{19}\}, \{u_{20}, u_{21}\}, \{\}\}$ 。各类的样本数: $\{1, 3, 2, 0, 2, 2, 0, 2, 1, 2, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 2, 0, 1, 2, 0\}$, $\chi^2 = \frac{(1-1)^2}{1} + \frac{(3-1)^2}{1} + \frac{(2-1)^2}{1} + \frac{(0-1)^2}{1} + \frac{(2-1)^2}{1} + \frac{(2-2)^2}{2} + \frac{(0-1)^2}{1} + \frac{(2-1)^2}{1} + \frac{(1-1)^2}{2} + \frac{(2-2)^2}{1} + \frac{(0-1)^2}{1} + \frac{(1-1)^2}{1} + \frac{(0-1)^2}{1} + \frac{(1-1)^2}{1} + \frac{(1-1)^2}{1} + \frac{(0-1)^2}{1} + \frac{(2-1)^2}{1} + \frac{(0-1)^2}{1} + \frac{(1-1)^2}{1} + \frac{(2-1)^2}{1} + \frac{(0-1)^2}{1} = 16 < \chi_{\alpha}^2(r-1) = 31.40$, 故认为此分类与原分类服从相同的分布。

所以这时 $R = \{a_7, a_6, a_8, a_1\}$ 即为原信息系统的一个近似约简。

结束语 本文出的近似约简算法的时间复杂度仍为 $O(n)$, 但其约简后的属性大大减少。本例中原有 9 个属性, 经过属性约简后剩 7 个属性, 但经过本算法近似约简后的属性仅为 4 个, 在显著水平 $\alpha = 0.05$ 下与原信息系统服从相同的分布。

(上接第 98 页)

拽方式对 BPEL 流程建模。在模型服务器的 BPEL 引擎执行流程前, 需要生成一个流程描述符, 它特定于 BPEL 服务器, 必须重写它才能在不同 BPEL 引擎上运行 BPEL 流程。本模型服务器的流程描述符是包括 BPEL 流程 ID, BPEL 源文件名、合作伙伴链接的 WSDL 文件等, 是一个 XML 文件。

(5) 集成调度服务器: 调度服务, 可视化服务配置和运行状态, 判断各种空间信息资源的稳定度、是否在线, 为 LBS 应用服务器的服务选择时提供服务的服务质量 (QoS) 信息。在模型服务器执行流程实例过程中, 集成调度服务器能将流程中各服务的执行状态 (如正在运行、已完成) 信息传给模型服务器。

在此原型系统中, 面对不同 LBS 应用需求, 在 LBS 应用服务器只需处理应用逻辑, 功能模块通过对服务平台的服务调用实现, 各服务节点提供的基本服务可以满足应用需求的, 就直接调用该子服务, 对复杂的服务的调用, 通过模型服务器对流程模型的执行获得。这样一方面充分利用了共享的服务资源, 另外一方面确保了应用系统开发的灵活性和快速性。

结束语 在 LBS 应用中对空间数据有着日益增加的需求, 绝大部分应用系统不具备完善和快速更新空间数据的能力, Web 服务接口所定义的消息与平台和语言无关, 均可与 Web 服务程序通信, 进行数据交换, 当 LBS 应用中第三方数据以 Web 服务的方式提供, 就屏蔽了底层异构数据管理的复杂性, 可实现数据的快速共享。同时, 在 LBS 中对移动终端位置的定位技术也较多, 按照国际相关接口协议将其封装为 Web 服务也减少了系统开发的难度。本文的实践证明, 在

这样的约简使大信息系统在基本保留原风格的情况下尽可能少地保留属性, 即尽可能多地约简属性, 为后期的系统处理节约了大量的处理时间。

参考文献

- 1 Pawlak Z. Rough Sets. International Journal of Information and Computer Sciences, 1982, 11: 341~356
- 2 Pawlak Z. Rough Sets: Theoretical Aspects of Reasoning about Data. Kluwer Academic Publishers, Boston, London, Dordrecht, 1991
- 3 Pawlak Z, et al. Rough Sets. Communications of the ACM, 1995, 38(11): 89~95
- 4 Blum A, Langley P. Selection of Relevant Feature and Examples in Machine Learning. Artificial Intelligence, 1997, 72: 245~271
- 5 Almuallim H, Dietterich T. Learning Boolean Concepts in the Presence of Many Irrelevant Features. Artificial Intelligence, 1994, 69(1-2): 279~305
- 6 Kira K, Rendell L. The Feature Selection Problem: Traditional Methods and A New Algorithm. In: Proceedings of the Tenth National Conference on Artificial Intelligence, Menlo Park, AAAI Press/The MIT Press, 1992. 129~134
- 7 Modrzejewski M. Feature Selection Using Rough Sets Theory. In: Proceedings of the European Conference on Machine Learning, Vienna, 1993. 213~226
- 8 Skowron A. The Discernibility Matrices and Functions in Information Systems, Intelligent Decision Support-Handbook of Applications and Advances of Rough Sets Theory, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 1992. 331~363
- 9 秦中广. 基于粗糙集的交叉研究及其在中医诊断的应用: [博士论文]. 华南理工大学, 2002. 15~29
- 10 张文修, 等. 粗糙集理论与方法. 北京: 科学出版社, 2001
- 11 赵选民, 等, 编. 数理统计. 北京: 科学出版社, 2002

LBS 应用系统中将常见的数据访问、分析处理、计算通过服务平台集成起来, 并采用服务组合技术灵活的根据业务逻辑构造新的服务, 注册后为各类的 LBS 应用提供可访问的服务接口, 具有很好的开放性。服务平台的不同服务节点会提供相似服务, 无论应用系统对子服务的直接调用, 或是复杂服务对子服务的组合都需要对其动态选择, 对服务语义匹配有严格的要求在本文实践中, 假设服务选择中待选的相似服务是严格匹配的, 按照服务的 QoS 对服务进行了动态选择。在分布式的环境下, 各子服务的状态是确保系统正确执行的关键, 当一个服务出现问题, 备用服务的平滑的动态切换也是进一步需要解决的问题。

参考文献

- 1 岳昆, 王晓玲, 周傲英. Web 服务核心支撑技术: 研究综述. 软件学报, 2004, 15(3)
- 2 Tosic V, Mennie D, Pagurek B. On Dynamic Service Composition and Its Applicability to E-Business Software Systems. WOBS'01 (Workshop on Object-Oriented Business Solutions), Budapest, 2001
- 3 OGC. OpenGIS Location Services (OpenLS): Core Services. <http://portal.opengeospatial.org>
- 4 OMA. <http://www.openmobilealliance.com/tech/affiliates/lif/lifindex.html>
- 5 唐宇, 何凯涛, 陈萃, 等. 空间信息栅格体系与服务聚合. 国防科学技术大学学报, 2005, 27(2)
- 6 王桂玲, 李玉顺, 姜进磊, 等. 一种服务网格动态信息聚合模型及其应用. 计算机学报, 28(4)
- 7 Velasco Juan R, Castillo Sergio F. Mobile agents for web service composition. Lecture Notes in Computer Science, 2003
- 8 Lee J. Matching algorithms for composing business process solutions with web services. Lecture Notes in Computer Science, 2003
- 9 Kim J-C, Heo T-W, et al. Ubiquitous Location Based Service. In: Proceedings of the 8th International. IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Vienna, 2005