

基于 Web 服务发展分布式网络监测

李 波¹, 李 兵¹, 彭金莲², 许 博¹

(1. 解放军理工大学 指挥自动化学院, 江苏 南京 210007; 2. 海南大学, 海南 海口 571101)

摘 要:传统的区域网络监测系统只能监测以监测服务器为中心的局部区域。文中提出了虚拟监测子域的概念,研究了基于 Web 服务技术在区域网络监测系统的集合上构建分布式网络监测系统的技术。各区域网络监测系统的监测功能被定义为 Web 服务并发布,其管理者通过调用 Web 服务制定虚拟监测子域,实现分布式网络监测功能。一个分布式网络监测原型系统的试验结果表明,这种分布式网络监测系统能够很好地满足监测大型网络区域和网络管理多样性的需求。

关键词:网络监测;分布式;Web 服务

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)08-0200-05

Developing Distributed Network Monitoring & Measurement Based on Web Services

LI Bo¹, LI Bing¹, PENG Jin-lian², XU Bo¹

(1. Institute of Command Automation, PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, China;

2. Hainan University, Haikou 571101, China)

Abstract: The traditional regional network monitoring & measurement system (NMMS) can monitor and measure only the server-centric local area. The concept of virtual monitoring & measurement sub-area is put forward, and the technique of building a distributed network monitoring & measurement system based on the set of NMMS is explored. The network monitoring & measurement functions of NMMS are defined as web services and published, the managers establish the virtual monitoring & measurement sub-area by calling Web service. Therefore, the distributed network monitoring & measurement functions can be obtained. The experimental results of a distributed monitoring & measurement prototype system show that this distributed NMMS can satisfy demands of building monitoring & measurement large scale of networks and diversity of network management.

Key words: network monitoring & measurement; distributed; Web service

0 引 言

尽管分布式监测已成为现有网络监测系统的关键特性,并得到了广泛部署^[1],然而这种分布性普遍处于网络设备和代理层级,局限于建设各个孤立的区域性系统。一个现实的问题是,这些区域性监测系统的管理者仅能够覆盖自己负责的区域,从而形成了大量彼此独立的“管理岛”。随着大型、分布式新型网络应用的不断发展,其缺陷和局限性也越来越明显,难以适应当前和未来网络管理的需要,需要引入新型分布式网管方法^[2-5],而随着网络区域的不断扩大和网络应用的多样性,真正解决网络管理问题之道往往依赖于来自网络不同部分观察的相关性^[6]。因此,需采取多层

面的分布式网络监测机制,在网络的多个位置采用多种测量技术从不同层面对网络进行测量,由此才能获得反映网络整体运行状况的监测数据^[1]。

文中的研究目的是,如何基于各个独立的区域监测系统,以经济有效的技术途径,设计实现新型分布式网络监测平台,将网络监测的分布性扩展到功能应用和用户需求层面。

1 分布式网络监测平台的模型

文中研究怎样基于现有区域监测系统的功能,灵活构建一种能够覆盖任意网络区域的网络监测平台。使多个区域监测系统在分布式网络监测平台的支持下,共享资源,协同工作,形成分布式监测功能。下面对分布式监测系平台进行形式化描述。

定义 1 区域监测系统 M_i : M_i 的监测范围包括监测子域 D_i , D_i 包含了 M_i 下辖的所有管理对象,记为 G_i , G_i 的功能集合记为 F_i 。

收稿日期:2012-01-11;修回日期:2012-04-24

基金项目:江苏省自然科学基金项目(BK 2010133)

作者简介:李 波(1986-),男,硕士研究生,CCF 会员,研究方向为网络测量、网络管理;李 兵,副教授,硕士生导师,研究方向为计算机网络。

定义2 虚拟监测子域 V_i : V_i 包括非监测子域 D_i 的其他监测范围的任意子集 \bar{D}_i 。 V_i 包含的所有管理对象,记为 VG_i ,其功能集合记为 VF_i 。

定义3 分布式监测平台 D : 设 D 的监测范围 DM 包括多个监测子域 DM_i , DM_i 下辖的所有管理对象为 DG_i , DG_i 的功能集合记为 DF_i ; 并且 $D_i + \bar{D}_i \subset DM_i$, $F_i + VF_i \subseteq DF_i$, DF_m 可以对应多个功能策略异构的监测子域。

分布式网络监测平台设计的基本思想是:通过分布式通信机制使多个区域监测系统协作,通过获取对方的监测对象信息和状态,进行协同操作,实现对监测范围 DM 和监测功能集合 DF 的扩充。

一般地,分布式网络监测平台的概念模型如图1所示。网络中运行有多个区域监测系统 M_1, M_2, \dots, M_n , 其监测范围分别为 G_1, G_2, \dots, G_n , 功能集合分别为 F_1, F_2, \dots, F_n 。通过分布式网络监测平台建立虚拟监测域 V_1, V_2, \dots, V_n , 实现了原本无法实现的网络监测功能 VF_1, VF_2, \dots, VF_n 。

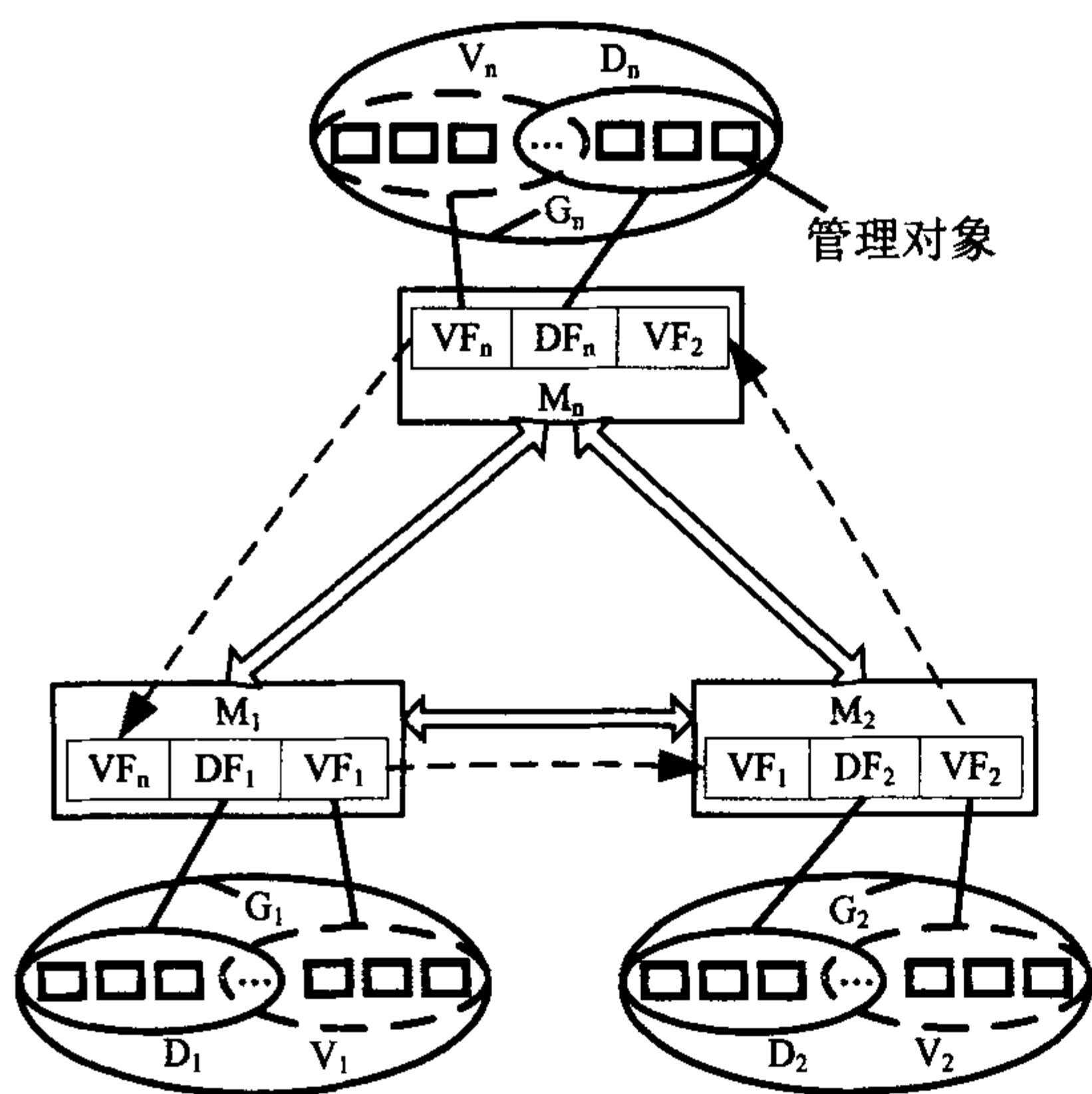


图1 分布式网络监测平台的概念模型

分布式网络监测平台的监测范围扩展到 $G_i \cup V_j$ ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$), 功能集合扩展为 $F_i \cup VF_j$ ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$)。在理想状态下,每个监测系统所能达到的最大监测范围可覆盖全网,表示为 G_a :

$$G_a = \left(\bigcup_{i=1,2,\dots,n} (G_i \cup V_j) \right) \quad (1)$$

每个监测系统的最大功能集表示为 F_a :

$$F_a = \left(\bigcup_{i=1,2,\dots,n} (F_i \cup VF_j) \right) \quad (2)$$

G_a 和 F_a 也即是分布式网络监测平台理论上可以达到的监测区域和功能集合。事实上,相对于区域监测系统,分布式网络监测平台远超出监测范围和功能集合进行的简单合并,体现了以下两方面的优势:

(1) 集成网络监测区域: 能够将原来各自独立的网络监测域综合成为一个范围更大、覆盖任意区域的

网络监测域。许多在各自独立网络监测域无法发现和无法理解的异常现象,就可能得到解释、分析和解决。由于这种综合是按需定义的,各个域监测者之间是完全的对等关系,可以根据实际情况自由组织,从逻辑上集成监测区域,具有很强的灵活性,对于解决特定期、特定区域的网络监测问题非常有用。

(2) 增加分布式网络监测功能: 一个从本地执行的网络监测功能与一个从远程某个(些)特定位置执行的效果有时是完全不同的,而本地不具备的网络监测功能可以委托远程某个(某些)监测者帮助或共同完成。而且这些功能能够在不改变现有监测者功能的基础上加以实现。

构建分布式网络监测系统要解决的关键问题:

(1) 如何定义虚拟监测对象。各监测者需要了解其他监测者能够提供哪些自己需要的服务或对象,这些对象如何表示和标识。

(2) 如何设计监测协议。各个区域监测系统监测者需要理解对方的请求,或者为对方提供所需服务,并且要保证这些信息传输的有效性和安全性。

(3) 如何监测维护虚拟监测子域的运行。各个区域监测系统独立运行,需要时可相互协作形成新的功能,因此应当处理好两者之间独立和协调的关系。同时,需要定义一些服务以沟通协调本地监测域和虚拟监测域的功能。

2 基于Web服务技术设计和实现分布式网络监测平台

根据以上分析,认为Web服务技术可以作为解决以上问题的方案。基于Web服务的分布式监测平台架构具有如下特点:

(1) 封装性和跨平台性好。Web服务是一种成熟的技术,有各种规范的协议标准,接口可以用XML描述与发现^[7],允许在不同平台上、使用不同语言编写的各种程序基于标准的方式相互通信^[8]。

(2) 松耦合。为保证区域监测系统各自独立运行,而又能够相互协作,构成虚拟监测域,这要求各区域监测系统采用松耦合机制。而Web服务恰好能够提供这种机制。

(3) 安全有效通信。网上林立的防火墙是监测系统通信的最大威胁,而Web服务通过简单对象访问协议(SOAP, simple object access protocol)在Web上提供软件服务,而SOAP通常基于HTTP实现^[9,10],可以穿越防火墙进行通信,也可以用SSL方案来保证网络监测通信方面的安全。

(4) 易实现。Web服务不像其他现有的分布式计算技术需要复杂的接口,而且著名厂商(如IBM、Mi-

crosoft 等)大都提供了成套开发工具以支持快速生成和部署 Web 服务^[11], Web 服务的开发人员主要关注业务逻辑并实现调用接口即可。

2.1 平台架构和 workflow

Web 服务体系架构通常包括服务提供者、服务注册中心和服务请求者三个角色^[12]。基于 Web 服务的分布式网络监测平台架构如图 2 所示。平台总体上可分为两部分,即多个监测管理者和一个管理协调者。根据 Web 服务体系结构中的角色划分,图 2 中各个区域监测系统的监测管理者既是网络监测服务的提供者,也是网络监测服务的请求者,而管理协调者则完成服务注册中心的功能。

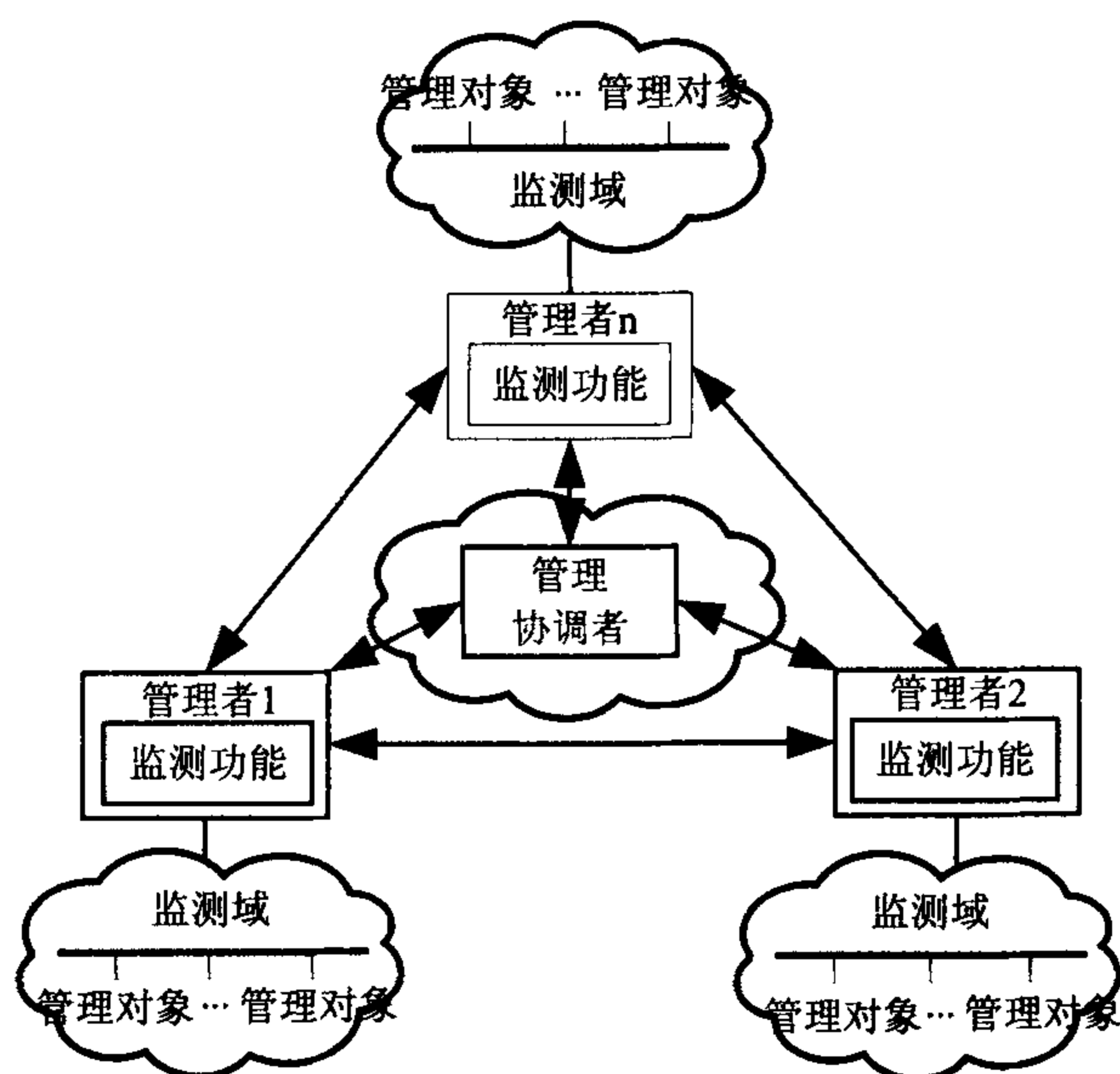


图2 分布式网络监测平台架构

逻辑上,可以将分布式网络监测平台的工作过程看作是提供 Web 服务的过程。包括以下主要步骤:

(1) 获取虚拟管理对象及监测功能信息(发布 Web 服务)。

欲协同其他监测系统实现分布式监测功能,首先要知道其监测管理者的管理对象信息和监测功能信息。各监测管理者将自身管理对象信息集合和监测功能形成 Web 服务,通过管理协调者发布以供其他管理者调用。考虑到系统效率和信息安全性,监测管理者发布的管理对象信息主要包括对象标识、对象名称和对象 IP 地址等。

(2) 制定虚拟监测域(查找、调用 Web 服务)。

虚拟监测域定义包括设置监测域名称、选择虚拟管理对象、定义监测策略和监测结果返回策略。管理者为虚拟监测域设定名称标识,通过管理对象信息的 Web 服务选取虚拟管理对象;然后定义虚拟监测策略,这个工作与定义本地监测策略类似,一般通过 Web 服务的参数接口进行设置;最后定义监测结果返回策略,即该虚拟监测域运行产生的结果数据如何返回,包括

数据统计和返回时间间隔、返回结果数据的起始时间和截止时间等。对于虚拟监测任务,往往无需知道每一条监测记录的详细信息,只需返回一段时间内监测数据的统计结果即可。

(3) 维护虚拟监测域(Web 服务调用过程管理)。

监测管理者定义好虚拟监测域并委托相关监测系统执行后,需要对监测过程进行管理。管理内容包括维护监测域状态、修改监测策略等。监测管理者每定义一个虚拟监测域,管理协调者即建立一条任务记录,存入任务状态表,用于保存该虚拟监测域的状态信息,包括监测域名称、运行监测域的服务器名称、任务建立时间、最近修改时间、监测域当前状态等,管理者可以随时查询这些信息。

在虚拟监测域运行过程中,监测管理者可根据需要重新定义监测策略,并可通过相关的 Web 服务方法对监测域进行暂停和启动操作。

(4) 获取监测结果(返回 Web 服务调用结果)。

监测系统收到来自其他监测管理者的监测服务请求后,将相应的虚拟监测域放入到任务列表,由本地监测功能模块调度执行。同时根据该域的监测结果返回策略,建立一条数据传输任务记录,该记录包括对应的虚拟监测域名称、结果数据传输起始时间、截止时间、数据统计时间间隔等信息。

2.2 平台的模块设计及功能结构

2.2.1 监测管理者模块

监测管理者模块的内部结构如图 3 所示。它主要包括管理对象、监测功能模块、Web 服务模块、Web 服务器软件和服务后台管理进程。

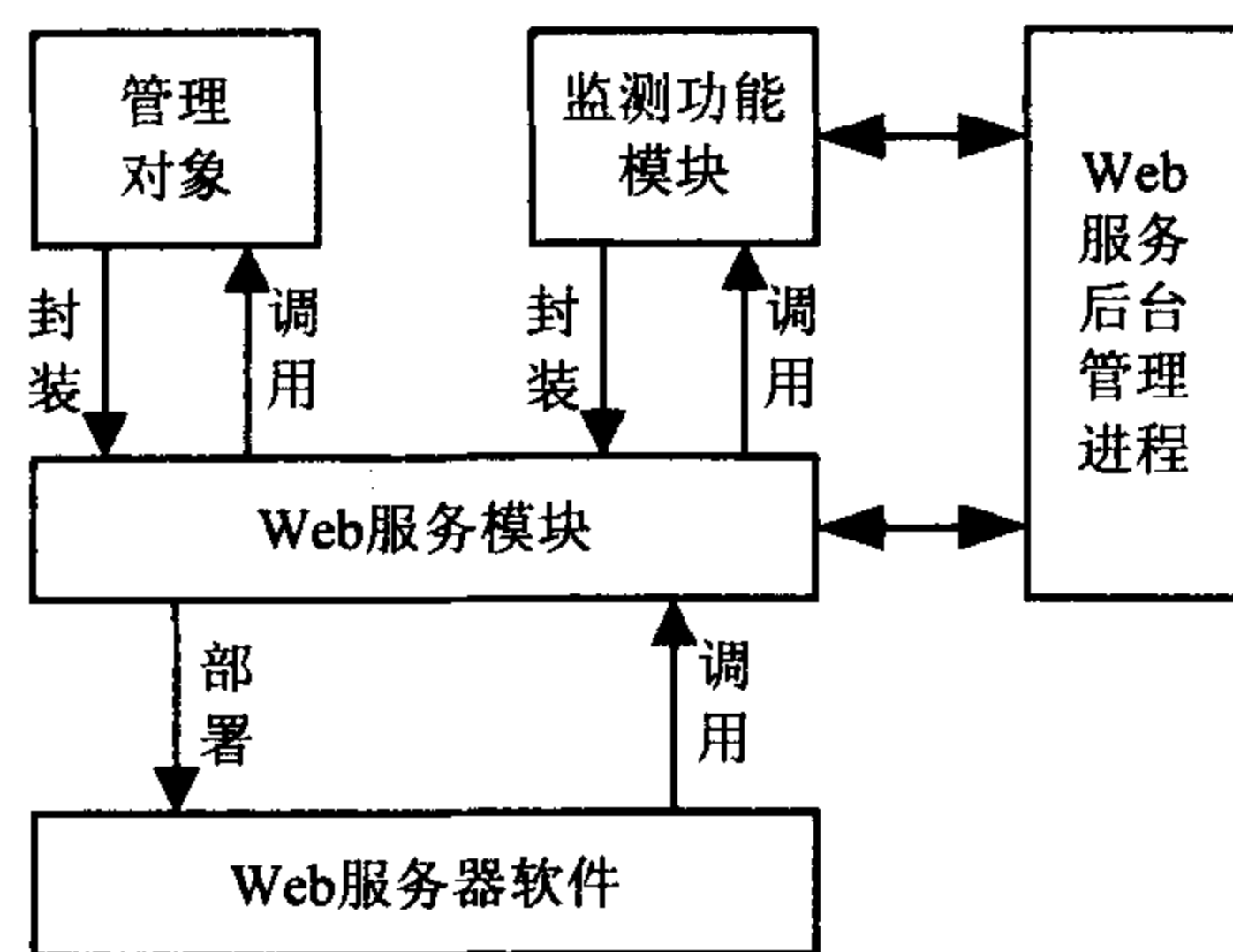


图3 监测管理者模块结构

管理对象和监测功能模块是监测管理者原有的构件(即没有进行分布式扩充前的管理者构件),管理对象的集合代表了监测管理者管理域的覆盖范围,监测功能模块是网络监测系统实现的功能集合,体现了区域网络监测管理者的能力范围和所能提供的服务。

Web 服务模块是区域网络监测系统实现的 Web 服务集合。如果各管理者所提供的监管信息和功能当作一种服务的话,在它们提供给其他监测管理者形成

虚拟监测子域并为之所用之前,需要通过 Web 服务模块进行封装,这样才能基于 Web 服务标准以彼此理解的语法语义来交换管理信息和数据。

Web 服务器软件是 Web 应用的载体,用以部署 Web 服务并提供 Web 操作,运行在操作系统上。如 Windows 系统中常用的互联网信息服务(Internet Information Services, IIS),以及各平台上通用的 Apache、Tomcat 等 Web 服务器软件。

Web 服务后台管理进程负责管理和维护系统上的 Web 服务,包括 Web 服务与网管功能之间的协同、Web 服务调用的过程管理等。

2.2.2 管理协调者模块

管理协调者基于 Web 服务体系中的统一描述、发现与集成(Universal Description, Discovery and Integration, UDDI)注册中心^[13]功能增值开发,以协调各个区域监测系统监测管理者提供的功能,从而形成虚拟监测子域的功能。

管理协调者模块的组织结构如图4所示,主要包括 Web 服务器软件、用户管理、服务发布、服务查找、状态管理和数据库等几个部分。

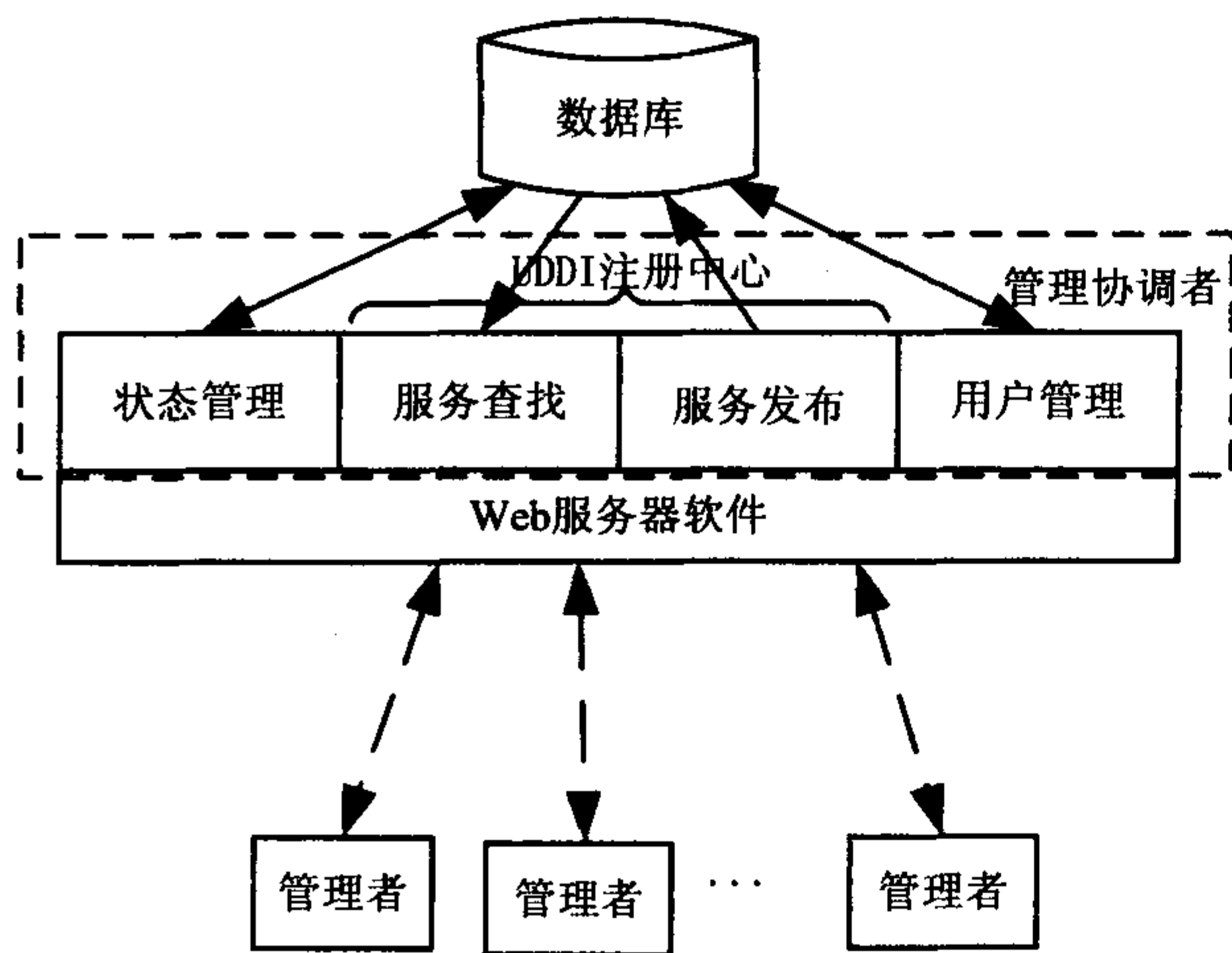


图4 管理协调者模块结构

其中 Web 服务器软件用以部署管理协调者实现的各种 Web 应用。数据库用以存储用户信息、各种状态信息和 Web 服务信息等。用户管理、服务发布、服务查找以及状态管理是管理协调者自身的功能模块。

用户管理包括用户注册和认证、用户信息管理等。监测管理者定制了某种监测功能并作为 Web 服务发布前,必须要在管理协调者上注册,使得其他监测管理者能够找到和使用。服务发布和服务查找模块实现 UDDI 注册中心的功能。服务发布模块接受用户发布的 Web 服务,并将服务信息存入数据库。服务查找模块提供服务目录和搜索功能,便于用户快速查找所需的 Web 服务。状态管理模块用以维护虚拟监测子域状态信息和监测系统运行状况,为用户实施各种行为

提供参考和依据。

3 系统原型测试与分析

为了验证文中提出的基于 Web 服务的分布式网络监测技术,对所实现的原型平台进行了测试。

在 100 Mbps 以太网试验环境中,有 3 台运行 Windows XP 系统的主机 A、B 和 C,还有一台网络被监测设备 D,它们分别位于相连的局域网中。其中主机 A 和 B 上分别运行网络性能监测系统,是监测管理者,可测量从监测管理者到被测对象之间的时延、丢包率和可用带宽等特性;主机 C 担当监测管理者和管理协调者双重角色,而网络被测设备 D 与 C 同在一个监测域中。在没有分布式功能支持前,A、B 和 C 仅面向自身本地监测域,只能获取监测域内部的网络性能信息。在分布式网络监测体系下,通过管理协调者 C,A 可以获取从服务器 B 到 A 域以及 B 到 C 域中所有监测对象的相关信息。

构造了如下试验:监测管理者 A 要掌握监测管理者 B 到 C 域中某个监测对象 D 之间的网络状况,连同自己监测 D 的信息,共同做出决策。在原型平台的支持下,上述试验的过程执行步骤如图5所示。

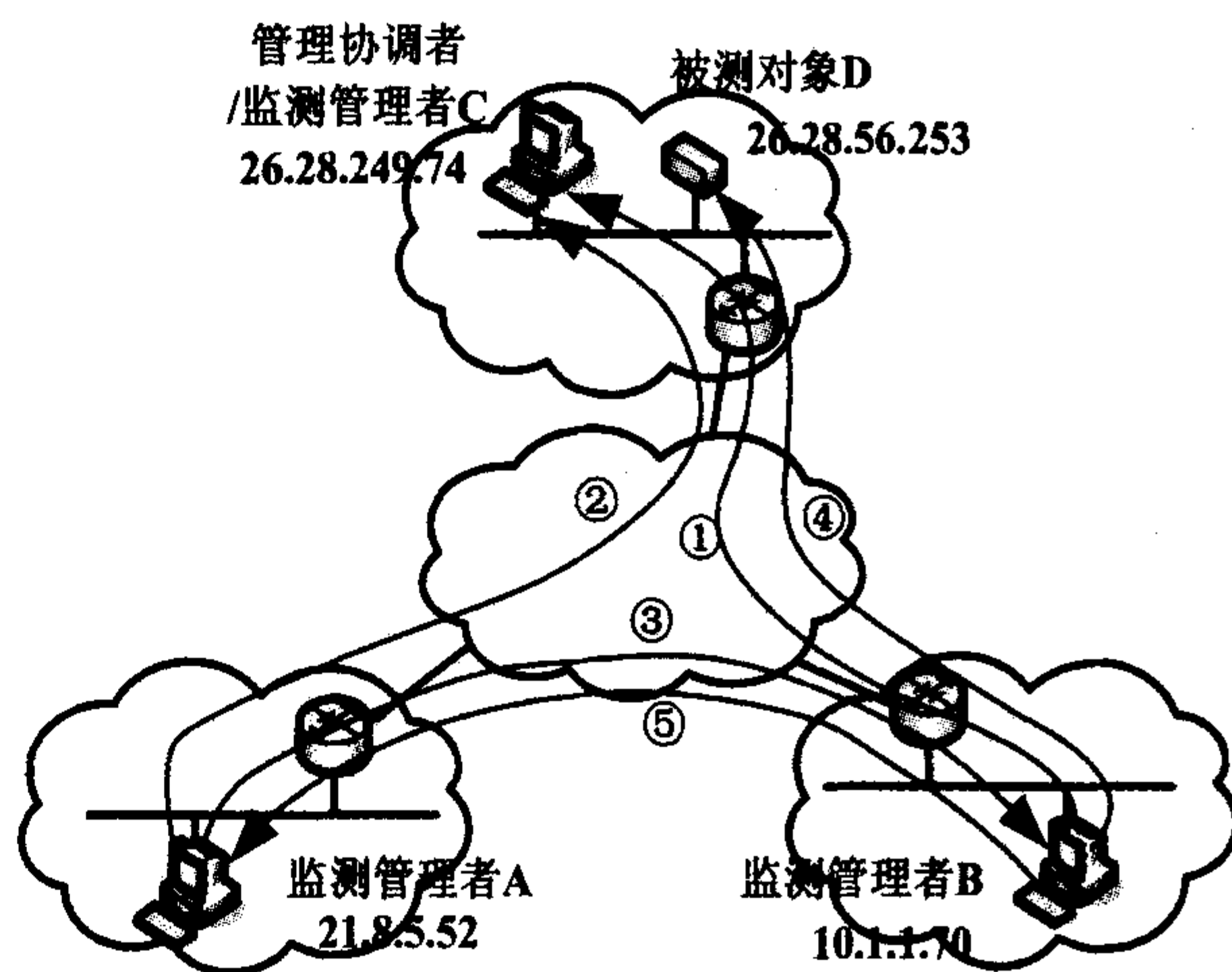


图5 试验过程及其结果

(1)发布网络监测 Web 服务。监测管理者 A、B 和 C 通过管理协调者 C 注册,将网络监测功能和管理对象信息封装成 Web 服务并发布。

(2)查找网络监测 Web 服务。A 在 C 上通过浏览服务目录或使用搜索功能,找到 B 的虚拟监测域功能信息以及 C 的管理对象信息的 Web 服务,获取服务参数和接口地址。

(3)调用网络监测 Web 服务。A 设置虚拟监测域名和相关监测策略,调用 B 的网络监测功能,实现 B 对对象 D 的监测。

(4)执行网络监测功能。B 按照 A 设置的参数,建立虚拟监测域,监测到 D 的网络状况。虚拟监测域

的主要测量参数设置如下。监测对象及 IP:D/26. 28. 56. 253;监测时间间隔:1 分钟;短包长度:100;短包数量:10;长包长度:1000;长包数量:10。

(5) 获得网络监测结果。B 结束对 D 的网络监测,将结果数据返回给 A。A 同时也获得了对 D 的网络监测结果。监测结果见表 1。

表 1 监测结果

监测对象标志	D/26. 28. 56. 253	
监测管理者	B/10. 1. 1. 70	A/21. 8. 5. 82
监测时间间隔	1 分钟	1 分钟
监测起始时间	2011-12-6 11:11:04	2011-12-6 11:11:06
监测截止时间	2011-12-6 20:34:48	2011-12-6 20:34:50
平均时延(ms)	40. 6	13. 4
丢包率(%)	0. 27	0
IP 可用性(%)	100	100

从表 1 可见,如果 A 仅从本监测域出发观察到 D 的监测参数,得到一切正常的结论,而此时结合 B 到 D 的监测参数,就能够发现两者之间存在较大的时延和一定丢包率,说明其中的网络状况并不是太好,需要加强管理和维护。同理,在此试验平台上,容易实现对许多原先无法涉及区域和方面的管理。

4 结束语

传统的区域网络监测系统只能监测以监测服务器为中心的局部区域,从而形成了大量彼此独立的“管理岛”。文中提出了虚拟监测子域的概念,研究了基于 Web 服务技术在区域网络监测系统的集合上构建分布式网络监测系统的技术。构建了一个分布式网络监测原型平台,试验结果表明这种分布式网络监测系统能够很好地满足大型网络区域和网络管理多样性的需求,系统具有良好的扩展性和通用性,实现代价较低。

下一步将设计研究更多实用的分布式网络监测功

能。

参考文献:

[1] 李钟辉,王继龙,田 斌. 网络全息测量与分析技术[J]. 清华大学学报(自然科学版),2011,51(4):536-541.

[2] 陈 鸣. 论网络管理技术的综合化、分布化、动态化和人工智能化[J]. 通信学报,2000,21(11):75-81.

[3] Pras A, Schonwalder J, Burgess M, et al. Key Research Challenges in Network Management [J]. IEEE Communications Magazine, 2008, 45(10):104-110.

[4] Klie T, Gebhard F, Fischer S. Towards Automatic Composition of Network Management Web Services[C]//10th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management. Munich:[s. n.], 2007:769-772.

[5] Kotsopoulos K, Lei P, Hu Y F. A SOA-based information management model for next-generation network[C]//ICCCE 2008. [s. l.]:[s. n.], 2008:1057-1062.

[6] Clark D, Shenker S, Falk A. GENI Research Plan[EB/OL]. 2007-04-23. <http://www.geni.net/>.

[7] Bray T, Paoli J, McQueen C M S, et al. Extensible Markup Language (XML) 1. 0 (Fifth Edition) [EB/OL]. 2009. <http://www.w3.org/RR/REC-xml>.

[8] 郜震霄,肖田元,范文慧,等. 基于 Web 服务的协同优化平台[J]. 系统仿真学报,2008,20(19):5286-5290.

[9] Object Management Group. WSDL-SOAP to CORBA interworking[S]. 2003.

[10] 赵 洁,沈苏彬. Web 服务访问控制的设计和实现[J]. 计算机技术与发展,2010,20(10):159-162.

[11] Jeong B, Lee D, Lee J, et al. Support for seamless data exchanges between Web services through information mapping analysis using kernel methods[J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(1):358-365.

[12] 廖祝华,刘建勋,刘毅志,等. Web 服务发现技术研究综述[J]. 情报学报,2008,27(2):186-192.

[13] 岳 昆. Web 服务核心支撑技术:研究综述[J]. 软件学报, 2004, 15(3):5-10.

本刊可优先安排发表的四类来稿

- (1)代表计算机学科最高学术水准,具有重大创新或理论与技术水准的原创性学术文稿。
- (2)获国家自然科学基金或其他各类重要基金资助项目以及重大奖项的文稿(注明基金名称和项目编号)。
- (3)能反映本学科领域最新发展趋势、最新热点技术,具有独创性、新颖性、探索性、实用性的文稿。
- (4)凡第一作者为 CCF(中国计算机学会)会员的文稿。

作者:	郭志伟, 李玮, 张涛, 王攀峰
作者单位:	郭志伟(解放军理工大学气象学院,江苏南京211101), 李玮,张涛,王攀峰(航空气象所,北京100085)
刊名:	计算机技术与发展
英文刊名:	Computer Technology and Development
年, 卷(期):	2012(8)

参考文献(13条)

1. 李钟辉;王维龙;田斌 网络全总测量与分析技术[期刊论文]-清华大学学报(自然科学版) 2011(04)
2. 陈鸣 论网络管理技术的综合化、分布化、动态化和人工智能化 2000(11)
3. Pras A;Schonwalder J;Burgess M Key Research Challenges in Network Management 2008(10)
4. Klie T;Gebhard F;Fischer S Towards Automatic Composition of Network Management Web Services 2007
5. Kotsopoulos K;Lei P;Hu Y F A SOA-based information management model for next-generation network 2008
6. Clark D;Shenker S;Falk A GENI Research Plan 2007
7. Bray T;Paoli J;McQueen C M S Extensible Markup Language(XML) 1.0(Fifth Edition) 2009
8. 郁震霄;肖田元;范文慧 基于Web服务的协同优化平台[期刊论文]-系统仿真学报 2008(19)
9. Object Management Group WSDL-SOAP to CORBA interworking 2003
10. 赵洁;沈苏彬 Web服务访问控制的设计和实现[期刊论文]-计算机技术与发展 2010(10)
11. Jeong B;Lee D;Lee J Support for seamless data exchanges between Web services through information mapping analysis using kernel methods 2009(01)
12. 廖祝华;刘建勋;刘毅志 Web服务发现技术研究综述[期刊论文]-情报学报 2008(02)
13. 岳磊 Web服务核心支撑技术:研究综述[期刊论文]-软件学报 2004(03)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfx201208052.aspx