

# 异构网络管理系统间动态协作体系结构<sup>①</sup>

## An Architecture for Dynamic Coordination Between Heterogeneous Network Management Systems

章 玥 李文璟 邱雪松 孟洛明

(北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室 北京 100876)

**摘 要:** 电信运营要求网络管理系统之间能够有效地实现动态协作。该文分析了网络管理系统间的异构性和紧耦合性对其进行动态协作产生的限制,利用 Web Services 技术和面向服务的思想,将网络管理系统的网络管理功能以管理服务的形式提供,提出了一个异构网络管理系统间动态协作体系结构,分析了体系结构中存在的层次关系及体系结构中各成员的交互过程。该体系结构有效地屏蔽了网络管理系统之间的异构性,具有较好的松耦合性和动态协作能力。

**关键词:** 网络管理 体系结构 协作 Web 服务 业务流程

电信业务的部署、运营和维护要求从全局全网出发,网络管理系统之间需要通过有效的动态协作来自动化实现电信运营中的业务流程,从而快速提供和有效保障通信业务。然而,网络管理系统在其设计和实现的过程中,所采用的技术和管理协议存在很大的差异,形成了多种异构的网络管理系统。在传统网络管理体系结构中,网络管理系统之间采用层次型的管理者/代理者交互模型来交换管理信息,形成了一种紧耦合的层次关系。网络管理系统之间的异构性和紧耦合性使得网络管理系统之间的动态协作难以实现。因此,要实现网络管理系统之间的动态协作,需要对传统网络管理体系结构进行改进,打破网络管理系统之间紧耦合关系,使用一种标准的松耦合的方法来屏蔽网络管理系统之间的异构性,研究异构网络管理系统间的动态协作体系结构。

Web Services 作为一种分布式技术,具有与平台无关、封装性良好、松散耦合等特点,它可以有效地屏蔽各个应用所具有的不同接口,被广泛地用于系统集成中。同时,Web Services 领域的服务组合技术已被广泛地用于服务间协作的自动化实现。将 Web Serv-

ices 技术引入到网络管理中也已经得到了人们的关注<sup>[1]</sup>。

本文在对网络管理系统间的协作现状进行分析的基础上,利用 Web Services 技术和面向服务的思想,将网络管理系统提供的管理功能封装成管理服务,对 Web Services 自身体系结构进行扩展,提出了异构网络管理服务间的动态协作体系结构,分析了该体系结构中存在的层次关系以及体系结构中各成员的交互过程,并给出了该体系结构中关键成员的结构。该体系结构有效地屏蔽了网络管理系统之间的异构性,具有良好的松耦合性和较强的动态协作能力。

### 1 网络管理系统间协作现状分析

文献<sup>[4]</sup>指出,系统之间的紧耦合性主要表现在接口的紧耦合性和技术的紧耦合性上。目前,网络管理系统间的接口多采用 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)技术来实现。尽管基于 CORBA 的网络管理充分利用了 CORBA 作为分布式计算技术的特点,将接口与实现相分离,在很大程度上改善了接口

<sup>①</sup> 基金项目:国家自然科学基金重大研究计划项目(90604020),国家自然科学基金面上项目(60572121),长江学者和创新团队发展计划(IRT0410),新世纪优秀人才支持计划(NCET-05-0113),北邮-IBM 中国研究院联合研究开放课题:异构网络管理系统间的动态协作架构研究

的紧耦合性;然而 CORBA 中的接口与执行环境并没有分离,即 CORBA 要求通信的双方必须使用 CORBA 平台,通过 ORB 进行互连。这就使得网络管理系统之间仍具有技术上的紧耦合性,集中体现在对 CORBA 平台的依赖性上。

一般情况下,跨多个网络管理系统的网络管理功能多采用集中式协作方式实现,即在多个作为协作参与者的网络管理系统之间,存在一个作为协作点(Coordinator)的中间系统来与这些网络管理系统进行交互,并负责管理它们之间的依赖关系。网络管理系统之间的紧耦合性要求中间系统与其交互的各网络管理系统之间明确彼此提供的通信接口,这对网络管理系统之间进行动态协作产生了一定的限制,主要表现在以下几个方面:

(1) 异构网络管理系统之间的动态协作严重依赖于中间系统的可靠性和健壮性。

(2) 参与协作的异构网络管理系统在协作过程中难以动态加入或退出。

(3) 作为协作参与者的异构网络管理系统成为协作点的代价太高,协作难以通过性能和可扩展性较好的分布式方式实现。

## 2 异构网络管理系统间动态协作体系结构

为了解决网络管理系统之间存在的异构性和紧耦合性问题以及目前异构网络管理环境下网络管理系统之间动态协作尚存的问题,我们利用 Web Services 技术和面向服务的思想设计了一个基于 Web Services 的异构网络管理系统间动态协作体系结构。以下将首先介绍异构网络管理系统间动态协作体系结构的构成、体系结构中各成员的功能及各成员之间可以进行的操作类型,然后分析该体系结构中存在的层次关系及交互过程,最后给出体系结构中关键成员的设计。

### 2.1 体系结构概述

异构网络管理系统间动态协作体系结构如图 1 所示。该体系结构是对 Web Services 自身三角角色和三操作的面向服务体系结构的继承和扩展。

异构网络管理系统间动态协作体系结构具有四个成员,分别是:MSU(管理服务用户,Management Service User),NMS(网络管理系统,Network Management System),MSC(管理服务组合器,Management Service

Composer),和 MSR(管理服务注册中心,Management Service Registry)。各成员的定义和功能如下:

(1) MSU 通过访问管理服务来使用相应的管理功能,相当于 Web Services 体系结构中的“服务请求者”。它可以直接使用网络管理系统提供的服务(即 NMS 的直接用户),也可以使用经过各种组合后的上层综合网络管理服务(即 MSC 的用户)。

(2) NMS 对外提供管理服务,相当于 Web Services 体系结构中的“服务提供者”。异构网络管理系统间动态协作体系结构存在两种管理服务,分别是基本管理服务 BMS(Basic Management Service)和组合

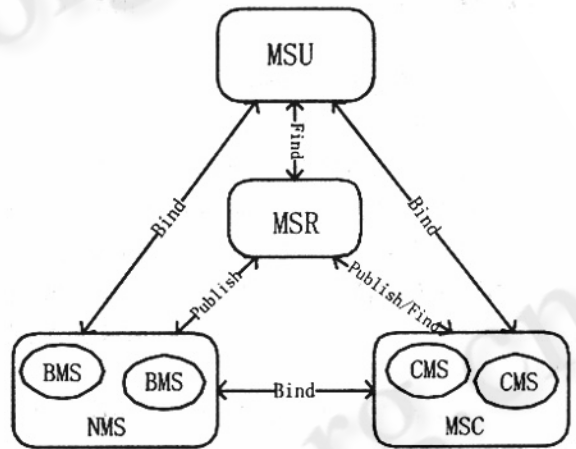


图 1 异构网络管理系统间动态协作体系结构

管理服务 CMS(Composite Management Service)。其中,BMS 完成基本的网络管理功能,如网络监视、通知上报等;而 CMS 完成较高级的管理功能,这类管理服务通常由多个 BMS 或 CMS 按照一定的规则协作完成,如业务开通、端到端业务指配等。本文中,NMS 一般完成 BMS 功能。

(3) MSC 是新增成员,它是为了满足电信运营对网络管理提出的动态协作的需求而提出的。当单个 NMS 提供的管理功能不能满足 MSU 的需求时,可以根据管理需求通过 MSC 设计出相应的业务流程 BP(Business Process),在 MSR 中找到符合相关要求的管理服务,利用服务组合技术将这些管理服务动态组合成 CMS,最终完成复杂的网络管理任务。

MSC 是一种具有双重身份的成员。一方面,MSC 对外提供管理服务,相当于 Web Services 体系结构中

的“服务提供者”。另一方面, MSC 一般完成 CMS 功能,在利用服务组合技术来实现 MSC 中跨 NMS 的管理功能时,需要使用 NMS 所提供的管理服务来构造更高级的管理服务,这时它又相当于 Web Services 体系结构中的“服务请求者”。

(4) MSR 完成管理服务的注册、查找和目录等管理功能,相当于 Web Services 体系结构中的“服务注册中心”。NMS 和 MSC 将其提供的管理服务发布在 MSR 上,MSU 通过查找 MSR 来获得所需管理服务的描述信息。而 MSC 除了可将自己提供的服务发布在 MSR 上之外,它在进行服务组合时,也可以通过查找 MSR 来获得所需服务的描述信息,从而构造相应的高级管理服务。

### 2.2 体系结构中各成员之间的操作

异构网络管理系统间动态协作体系结构中的四个成员之间继承了原有 Web Services 体系结构中的发布 (publish)、查找 (find) 和绑定 (bind) 三种操作进行交互。它们两两之间可以进行的操作分别如下:

(1) NMS - MSR, MSC - MSR: 发布。NMS/MSU 通过发布操作将其实现的管理服务发布到 MSR 上,以便 MSU 查找到相关的服务描述信息。

(2) MSU - MSR, MSC - MSR: 查找。MSU 通过查找操作来在 MSR 中发现符合其需求的管理服务的描述信息,以便进行后续的绑定操作。MSC 在利用服务组合技术描述 BP 的过程中,需要通过查找操作在 MSR 中发现符合其需求的管理服务,以完成 BP 的定义工作。

(3) MSU - NMS, MSU - MSC, MSC - NMS: 绑定。MSU 通过绑定操作来使用 NMS/MSU 提供的管理服务,MSU 使用的是 BMS 还是 CMS 对于 MSU 来说是透明的。当 MSC 中的 BP 被执行时,MSU 需要通过绑定操作来使用 BP 所涉及的由 NMS 提供的管理服务。

### 2.3 体系结构中的层次关系及交互过程

在异构网络管理系统间动态协作体系结构中, NMS 提供的 BMS 是完成协作的基本单元, MSC 中的 BP 对参与协作的管理服务之间的依赖关系进行了描述,它们之间存在一种层次关系,如图 2 所示。其中, NMS 提供的 BMS 位于服务层,而 MSC 中的 BP 位于服务层之上的协作层。服务层与协作层之间通过 CMS 相关联。当 MSU 使用的管理是 CMS 时,MSU 对

管理服务在服务层的调用便转化为 BP 在协作层的执行。

在服务层,MSU 通过使用管理服务来完成管理目标。为了使 MSU 能够顺利使用其所需的管理服务,体系结构中的各个成员需要完成的工作如图 3,具体描述如下:

(1) NMS 根据管理需求预先实现相应的管理服务;

(2) NMS 将其实现的管理服务描述信息发布到 MSR 中;

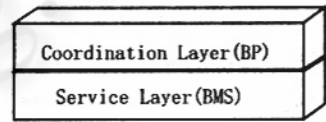


图 2 体系结构中的层次关系

(3) MSU 查找 MSR 来发现其所需的管理服务描述信息;

(4) MSU 利用查找所得的管理服务描述信息来绑定并使用 NMS 提供的管理服务。

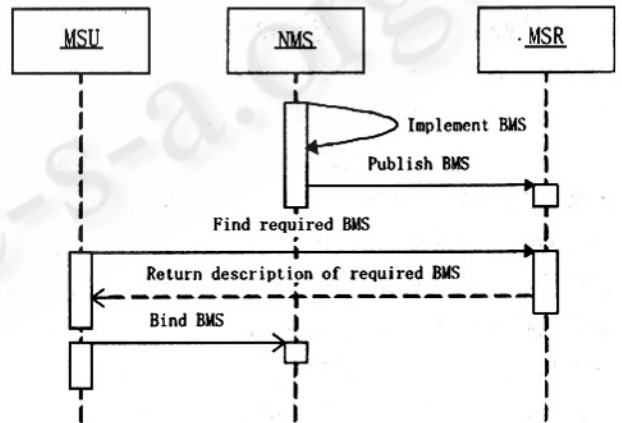


图 3 体系结构成员在服务层的交互过程

在协作层,BP 反映了一组相互协作的管理服务之间的依赖关系。动态协作体系结构中的各个成员为实现管理服务之间的动态协作需要完成的工作如图 4,具体描述如下:

(1) MSU 将管理需求提交给 MSC, MSC 通过人为或自动化的方式对管理需求进行分析和分解, 设计出相应的 BP, 然后根据 BP 的功能需求在 MSR 中查找所需的管理服务。

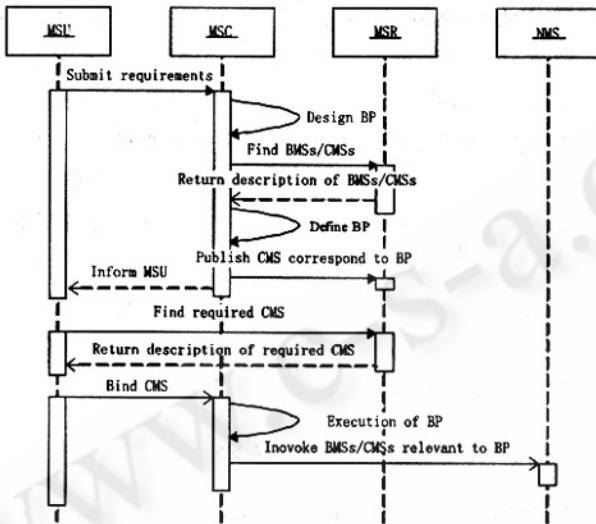


图 4 体系结构成员在协作层的交互过程

务描述信息, 使用服务组合语言将 BP 形式化描述为可被流程执行引擎执行的流程定义。

(3) MSC 根据流程定义描述出一个 CMS, 并将其发布到 MSR 上以便 MSU 使用, 该 CMS 可以提供与流程定义相对应的 BP 实现的功能。

(4) MSU 通过 MSR 获取到上述 CMS 的描述信息, 并调用此 CMS 来完成管理任务, CMS 由执行引擎执行其中对应的流程定义来实现。

### 2.4 体系结构中关键成员的结构

在异构网络管理系统间动态协作体系结构中, 作为新增成员的 MSC 在管理服务的协作过程中充当协作点的角色。 workflow 管理中的 workflow 管理系统具有与 MSC 相似的作用, 于是我们参照 WfMC (Workflow Management Coalition, Workflow Management Coalition) 对 workflow 管理系统的定义<sup>[5]</sup>, 设计了 MSC 的体系结构, 如图 5 所示。

在 MSC 体系结构中, MSC 包括流程定义工具、流程监控工具、流程执行引擎和流程定义库四个部分。与 MSC 存在交互关系的实体包括流程设计者/流程监控者、MSR、MSU、网络中的管理服务 MS (Management Service) 和其他 MSC。MSC 与这五个实体之间分别存在五个接口, 这五个接口的作用分别描述如下:

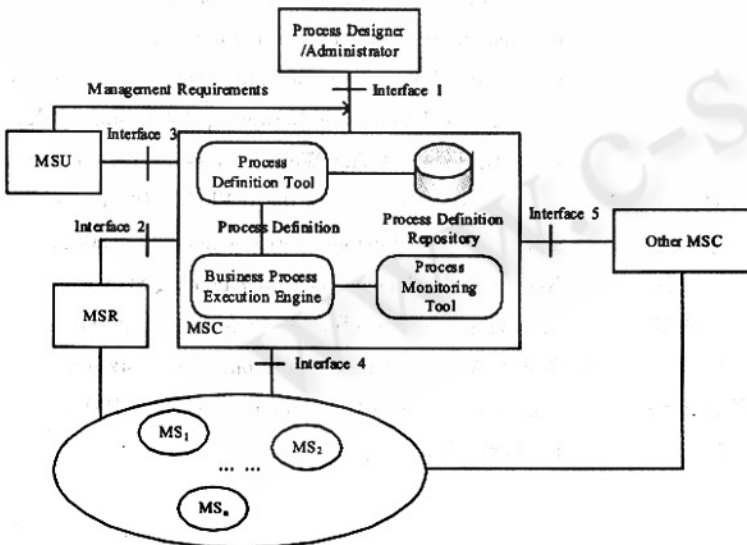


图 5 MSC 的体系结构

(2) MSC 根据其获得的各个符合要求的管理服

接口 1: 一般是人机交互界面, 流程设计者可以通过接口 1 来使用流程定义工具完成流程设计工作, 流程监控者也可以通过接口 1 来使用流程监控工具对流程实例的执行情况进行管理。接口 1 属于 MSC 的内部接口, 面向 MSC 的直接操作人员。该接口独立于本文提出的异构网络管理系统间动态协作体系结构而存在。

接口 2: 在使用流程定义工具设计流程时, 可通过接口 2 在 MSR 中查找符合要求的服务信息; 还可以通过接口 2 将与设计好的流程定义相对应的 CMS 的服务描述信息发布到 MSR 上。接口 2 完成服务的注册, 发布和查找操作。

接口 3: MSU 通过接口 3 调用 CMS, 接口 3 完成服务的绑定操作, 此时 MSC 处于服务提供者角色。

接口 4: 当 CMS 被调用时, MSC 中的执行引擎通过接口 4 来调用网络中的管理服务。接

口 4 完成服务的绑定操作,此时 MSC 处于服务请求者角色。

接口 5: MSC 通过接口 5 与其他 MSC 进行交互来实现分布式协作。接口 5 相当于 WfMC 定义的工作流管理系统<sup>[5]</sup>中的接口 4。

### 3 特点分析

本文提出的异构网络管理系统间动态协作体系结构具备以下特点:

(1) 面向服务。各个管理系统将其提供的管理功能抽象成管理服务,管理服务对外显示标准的服务描述,MSU 可以通过开放互操作的方式访问它。相对于传统网络管理体系结构采用的面向对象技术,管理服务有效的屏蔽了网络管理系统之间的异构性,MSU 可以更好的关注于如何更高效的使用管理服务提供的管理功能。

(2) 松耦合性。体系结构中的各成员之间均为松耦合的关系。传统网络管理体系结构中管理者与代理者之间的紧耦合关系被打破。MSU 无需预先知道 NMS 提供的管理服务有哪些,也无需事先关心它要使用的管理服务是由哪个 NMS 提供的,它可通过与 MSR 的交互来动态获得 NMS 提供的管理服务的信息。当管理服务不再可用时,MSU 也可以重新查找并使用由其他 NMS 提供的功能相同的管理服务。

(3) 较强的动态协作能力。在协作过程中,协作所涉及的管理服务直至执行流程定义时才会被调用,因此业务流程及其形式化描述(即流程定义)均可以被随时调整。而在传统网络管理体系结构中,对业务流程进行修改很可能需要调整多个网络管理系统之间的交互接口。另一方面,MSC 与 MSC 之间以及 MSC 与管理服务之间的接口均具有良好的互操作性,MSC 可以通过它与其他 MSC 之间的交互接口来实现分布式协作。而传统网络管理体系结构中各网络管理系统之间的协作接口纷繁复杂,分布式协作实现困难。

此外,该动态协作体系结构还具有较好的可用性和可伸缩性,并继承了 Web Services 体系结构的一些优点,如底层技术支持的广泛性及实现门槛低等。

### 4 结束语

异构网络管理系统间动态协作体系结构充分利用了 Web Services 技术松耦合和面向服务等特点,将网络管理系统的网络管理功能以管理服务的形式提供,将网络管理系统之间的动态协作转化为管理服务之间的协作,并利用服务组合技术来完成管理服务之间的动态协作,有效地克服了传统网络管理体系结构中异构网络管理系统间动态协作存在的问题。由于管理服务的完成协作的基本单元,因此如何以一种标准的方式利用现有的服务描述方法对管理服务进行描述是下一步需要研究的内容。

### 参考文献

- 1 Li M, Sandrasegaran K. Network Management Challenges for Next Generation Networks. In: Proceedings of the IEEE Conference on Local Computer Networks 30th Anniversary (LCN05), 2005. 593 - 598.
- 2 Thurm B. Web services for network management - a universal architecture and its application to MPLS networks. In: Proceedings of 27th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks, 2002. 463 - 472.
- 3 Chen L, Li M. Using Web Services in TMN environment. In: Proceedings of the IEEE EEE05 international workshop on Business services networks, 2005.
- 4 Newcomer E, Lomow G. Understanding SOA with Web Services: Addison - Wesley Professional, 2004.
- 5 Workflow Management Coalition. The workflow reference model version 1.1. WfMC - TC00 - 1003: Winchester, 1995.