

下一代网络业务管理服务器

闫丹凤, 杨放春

(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:下一代网络(NGN)中,业务管理服务器是业务支撑环境的核心组件之一。目前业务管理服务器的系统结构和运行机制无法满足 NGN 业务开放的需求,该文基于开放体系架构和构件技术提出了业务管理服务器的开放体系结构 SMSOA,采用层次化构件设计,同时增加业务管理级别控制中心,基于策略解决多业务管理级别控制问题,提出了有效方法保证业务管理执行的可靠性。

关键词:下一代网络;业务支撑环境;业务管理服务器;软件构件

Service Management Server in NGN

YAN Dan-feng, YANG Fang-chun

(State Key Laboratory of Networking and Switching Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876)

【Abstract】 In NGN, service management server is one important function entity of service support environment. But it is difficult for the structure and mechanism of current service management servers to support NGN service management requirements. Service management server open architecture is designed based on layered components. Multiple management level control is resolved through policy-based management level control center. A method demonstrated by a simulation experiment is presented to improve execution reliability of service management.

【Key words】 next generation network(NGN); service support environment; service management server; software component

业务支撑环境是NGN的核心组成部分,负责业务管理的业务管理服务器(service management server, SMS)是业务支撑环境的核心设备之一。SMS虽然具有独立功能实体的特质,但还没有独立、统一的体系结构模型,大多SMS功能被集成于应用服务器(application server, AS)中实现。现有SMS无法满足NGN业务管理的新需求:(1)NGN业务开放带来对业务管理的开放需求。随着NGN的业务开放,业务调用者不仅满足于使用NGN业务,大部分的调用目的是对业务集成后的二次运营,在运营业务的过程中,要靠业务管理保证业务可靠、受控、经济地运营。(2)相同业务被多种类业务运营商运营会产生不同的业务管理需求,业务提供商需要提供业务管理开放构件为第三方业务提供商提供业务管理创建的手段。(3)多种角色参与业务管理产生的分级业务管理控制需求。这些需求在现有业务管理系统中很难实现,因此,需要为SMS建立新的体系结构、开放模式和业务管理控制手段。本文针对这些问题,基于开放体系架构、构件技术^[1]、策略技术^[2]展开对SMS的研究。

1 业务管理服务器的体系结构

在 NGN 业务管理服务器的实际研发过程中发现,建立构件化的体系结构对系统功能的开放是十分重要的,而构件复用频度决定了构件设计的合理性。SMS 的体系结构研究中对传统构件技术应用方法做了灵活的改进,实际数据证明 SMS 中的构件复用频度较高。

1.1 基于软件构件的设计思路

软件构件技术是软件工程中的重要技术之一,是软件复用的核心^[1],在软件领域具有广泛应用。但是,大多软件的构件划分是根据系统功能按照纵向划分的^[3,4],根据软件系统的功能模块划分构件,使构件容易总结,但是新功能增加时,已有构件不够灵活,不容易经过组合直接满足需求,还要自

底向上增加新构件,系统扩展性、灵活性差。纵向划分方法适合NGN业务管理服务器中系统管理部分的构件设计,因为这部分功能相对固定、变化性小。而对变化大、变化快的NGN业务管理应用,需要转换思路,采用横、纵向结合的方法设计构件。该方法主要是按照构件的粒度、复用率与管理应用的耦合度将构件横向分为多个层次,在每个层中再按照功能纵向划分构件。在软件工程的构件研究中有类似分层次和粒度划分构件的方法^[1],但是没有对构件的横、纵向的划分标准进行详细规定。

构件分层原则:(1)上层构件的粒度要大于底层构件的粒度。(2)底层构件的复用率要高于上层构件的复用率。(3)底层构件和上层构件与管理应用的耦合度不同。文献[5]的研究中强调了耦合度对构件复用的影响,与管理应用耦合度低的构件的可复用潜力更大。

1.2 SMS 开放体系结构 SMSOA

根据构件分层的划分原则,提出了以层次化构件为核心的 NGN 业务管理服务器开放体系结构模型。

图 1 的业务管理服务器开放体系结构(service management server open architecture, SMSOA)中包括业务管理提供环境、系统管理、管理级别控制中心、接口适配和总管模块。

业务管理执行环境是 SMS 的核心,采用层次化构件划分方法设计 SMS 管理应用构件:(1)元构件层(meta-component layer)由若干个元构件组成,元构件实现平台与系统的抽象和封装,目的是为复合构件层(compound component layer)和业务管理业务层(service management service layer)提供与平台

作者简介:闫丹凤(1972-),女,博士研究生,主研方向:下一代网络,业务支撑环境,业务管理技术;杨放春,博士生导师

收稿日期:2006-11-07 **E-mail:** yandf@bupt.edu.cn

和业务管理应用无关的组成部件。元构件要能够适应现有的和未来的业务管理功能,做到与业务管理功能无关,因此,元构件的粒度很小,完成的是基本的操作,如数据访问、计算、数据输入/出、接口建立等。(2)位于元构件层之上的复合构件层包括具有一定复用率的不同粒度的构件,直接可以实现业务管理应用。复合构件层和元构件层具有本质的区别,复合构件可以做到与业务管理应用相关,根据复用和功能需求设计构件粒度。元构件层和复合构件层的2层结构既可以保证元构件层的相对稳定,又可以通过复合构件层提供具有高复用效率的构件,快速集成应用。业务管理调用者通过开放的构件很容易组合出所需的业务管理应用。(3)为了使业务管理调用者可以直接利用已有的业务管理服务,增加了业务管理业务层,以业务的形式提供 NGN 的业务管理服务,这样业务管理调用者通过调用 AS 中的业务和 SMS 中的业务管理业务得到了完整的 NGN 业务提供。

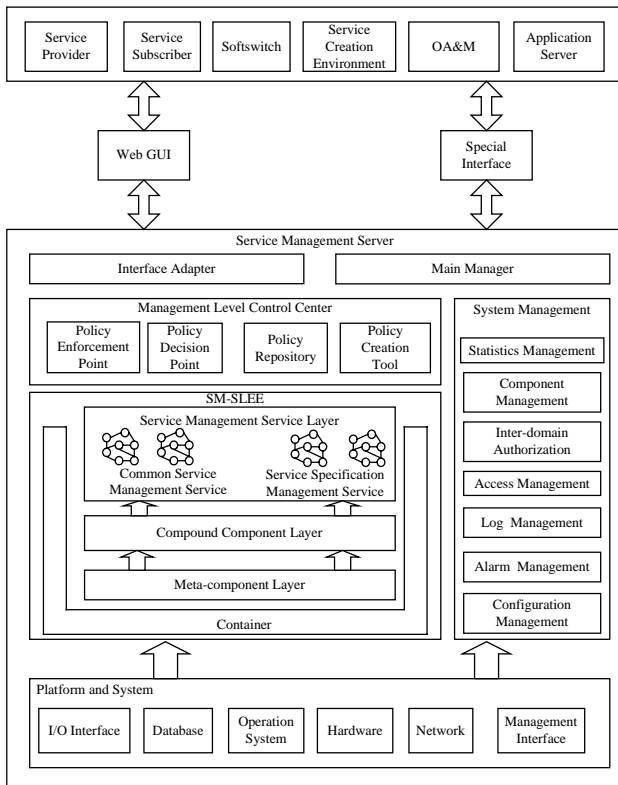


图1 业务管理服务器的开放体系结构

元构件层、复合构件层和业务管理业务层构成了 SMSOA 提供业务管理能力的核心模式,虽然在形式上业务管理业务和复合构件没有本质区别,但是业务管理业务的复用率很低,如果合并业务管理业务层和复合构件层将增加复合构件的管理和维护难度,增大系统负担,不可取。因此, SMSOA 的3层体系结构具有支持软件复用、开放、灵活、降低系统复杂度的优点。

SMS 通过用户界面或专有接口对外与电信网络中的运营系统、AS、网管系统、业务提供者、业务用户进行交互,提供服务。除了业务管理执行环境, SMSOA 还包括:(1)系统管理部分,如构件管理、接入管理、统计管理,系统管理功能相对固定,不需要采用分层的构件化处理。(2)接口适配模块负责对外建立基于不同接口协议的通路,实现协议的适配,保证业务管理部分与对外协议的无关性,有利于系统核心的稳定。(3)总管模块负责整个系统内部的行为调度,模块

之间的协调。位于 SMSOA 底层的是平台和系统,包括具体的平台硬件、操作系统、系统软件、数据库、网络资源、I/O 接口等。

1.3 构件复用频度计算

软件复用的度量准则包括可复用性度量、复用成熟度模型、经济模型等,这些度量准则包括对全部可复用部件的度量,如设计文档、框架、代码、数据、需求、计划等^[1]。对 SMSOA 采用这些方法显得过于复杂,按照上述原理,对 SMSOA 的构件复用频度进行测量,如果 SMSOA 的复用频度较高,说明构件的设计是符合需求目标的。对复用构件进行形式化描述以便计算构件复用频度。

定义 构件是一个六元组 $C = \langle n, t, r, i, o, s \rangle$, 其中, n 代表构件的名称; t 代表构件类型; r 代表构件成员的关系,是个有向图,如果是元构件 r 就是一个点图; i 代表构件的输入条件; o 代表构件的输出条件; s 代表构件的语义。业务管理业务是一个特殊的构件,不是以复用率为目标的,而是对外提供业务管理服务。复合构件以复用率为目标。 r 描述构件成员的关系,用二元组 $r = \langle v, e \rangle$ 表示,边 v 代表构件之间的控制关系和数据流动关系;有向图的顶点 e 代表构件活动,就是构件的集合; d 代表业务管理业务的数据和条件集合,是 $i \times o$ 的子集。

一个元构件被复合构件复用表示为 $C_m \in C_g(r)$, C_m 在 C_g 的 r 图中出现的次数表示为 $f(C_m, C_g(r))$, 那么 C_m 在全部构件中被复用的次数表示为

$$\varphi_{C_m} = \sum_{i=1}^j f(C_m / C_{g_i})$$

其中, j 代表重用 C_m 的构件数量。

构件的复用频度表达为

$$\tau = \frac{\varphi_{C_m} * 100\%}{N_c}$$

其中, N_c 为全部构件被复用的总次数; τ 为该构件实例被复用的次数与全部构件实例被复用的次数比值。

下面计算元构件的软件复用频度,复用表中使用5个元构件的复合构件为呼叫量统计构件、有效性控制构件、用户服务质量协商构件。一个构件的复用频度是评价构件设计是否合理的重要指标之一。另外,构件复用成本、粒度等也是设计构件需要参考的指标。表1的统计实例中得到的 τ 在6%~31.25%之间,元构件数量为5个,每个构件的平均复用频度为20%,由于构件功能差异,60%的元构件超过了平均复用频度。

表1 构件复用频度统计表

元构件名称	被复合构件 复用总次数	全部构件被 复用次数	复用频度 /%
Data Access	5	16	31.25
Calculation	4	16	25
Interface	5	16	31.25
Report	1	16	6.25
Branch	1	16	6.25

2 基于策略的管理级别控制

NGN 的业务管理控制与传统电信网有显著不同。NGN 的业务开放导致业务管理者的身份复杂化和多样化,不仅包括业务提供商本身,还有第三方业务提供商、业务用户等。这与传统电信网中业务管理仅仅被一家业务运营商控制的局面完全不同,在开放的 SMS 体系结构中,对业务管理者的管理级别需要严格控制,否则将会造成越权管理,后果十分严重。

为了解决业务管理级别的动态控制，在SMS中增加业务管理的管理级别控制中心(management level control center)，通过MLCC控制详细的与上下文相关的业务管理访问和调用，作为独立的角色参与到业务管理的开放行为中。策略技术^[6]是实现灵活行为控制的方法之一，MLCC实现了基于策略的管理级别控制，业务管理者需要根据业务管理服务的访问规则制定管理级别控制策略，在业务管理服务被调用时首先通过MLCC的策略决策，再根据结果进行策略的执行，具体的业务管理服务的提供被封装在执行的策略中。策略判断时，业务管理服务调用者的行为、时间、网络状况、调用者属性作为策略的输入条件。下面是一个MLCC控制策略的定义：

```

IF Service is S1
  IF Service Customer is L1
    THEN Management Level is Service Provider
  ELSE IF Service Customer is L2
    THEN Management Level is Limited Service Provider
  ELSE IF Service State is S2
    THEN Management Level is Service Customer
END

```

确定的管理级别以一个内部管理级别标签(management level label)的方式分配给服务调用者，调用者需要携带 MLL 进行各项操作。业务管理的执行环境在提供被调用时根据调用者的 MLL 提供具体服务。如果 MLL 丢失或出错，业务管理的执行环境将报告 MLCC 当前调用者的行为和状态，请求 MLCC 重新发送 MLL。有 MLCC 参与的业务管理流程见图 2。

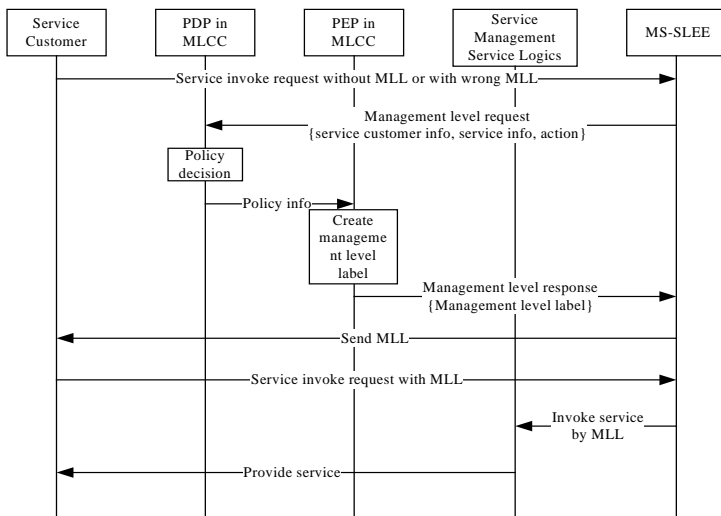


图 2 MLCC 参与的业务管理调用流程

3 业务管理的可靠性保证

与业务支撑环境中负责业务执行的应用服务器相比，SMS 的业务管理任务执行效率不是衡量 SMS 最关键的指标，因为 SMS 中的业务管理功能的执行对实时性要求不高。但是 SMS 对一个服务执行的连贯性、可靠性要求很高。当系统从故障中恢复时，需要保证故障前业务执行状态的恢复。通过增加业务状态点 ServiceStatusPointList 和系统状态点 SystemStatusPointList 来记录执行状态，确保状态可恢复。在业务管理任务执行前设置状态点保存间隔、数量，每个正在执行的业务管理业务都携带一个状态点数组，业务执行成功后，业务实例结束，状态点被删除，同时 SMS 的系统状态点保存系统的状态，作为硬盘数据保存。状态点的记录规则：

(1)发现被管理对象-业务实例、业务数据发生变化时，作状态保存，记录存储在内存中。(2)根据状态点间隔作数据库操作保存数据。状态点的记录方法是小间隔作内存数据记录，大间隔写数据库。

状态点的增加虽然会增加系统负载，但是影响很小。如图 3 所示，在循环并发执行 5 个业务管理实例的仿真试验中，增加状态点的系统负载和没有增加状态点的系统负载相差不多，对 SMS 系统的整体运行没有不良影响。

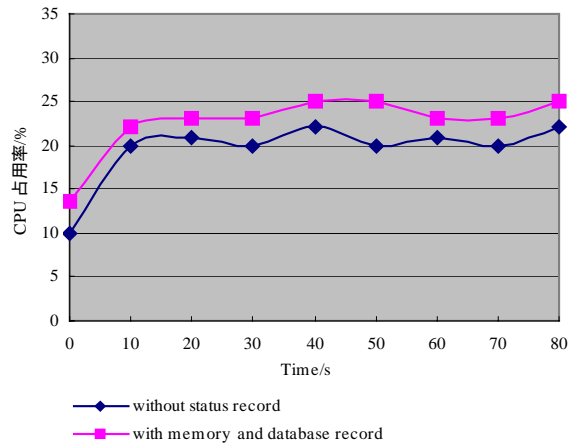


图 3 状态点对系统负荷的影响

当系统负担不断增加时，由状态点引起的系统负荷(这里以 CPU 占用率为参考值)比例也是很小的。状态点的增加很好地保证了业务管理任务执行的连贯性和可靠性，提高了业务管理服务的整体执行效果。

4 结束语

下一代网络业务管理服务器是下一代网络业务层的核心设备之一，目前针对业务层的 SMS 的研究大大落后于 SMS 运行的网络环境需求，在开放性、通用性、可靠性、灵活性方面不能适应发展现状。本文的主要创新点有 3 个：(1)提出了以开放、软件复用为目标，分层次的构件化体系结构，对业务管理网络环境和业务管理应用都具有很好的适应性。(2)利用策略技术的优势实现业务管理开放后引入的多级别管理控制问题。(3)提出在业务管理执行中增加状态点的方法改善业务管理功能执行的可靠性。仿真实验证明，状态点的增加提高了 SMS 任务执行的可靠性，而且没有增加系统负担。

参考文献

- 1 杨芙清, 梅宏, 李克勤. 软件复用与软件构件技术[J]. 电子学报, 1999, 27(2): 68-51.
- 2 Wallenius E. Policy Based Network and Service Management Model for 3/4G Networks[C]//Proc. of ICT'03. 2003.
- 3 Liu Yu, Gao Yong, Wang Yinghui. A Component-based Geo-workflow Framework: A Discussion on Methodological Issues[J]. Journal of Software, 2005, 16(8): 1396-1406.
- 4 Ommering R. Software Reuse in Product Populations[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2005, 31(7).
- 5 Basili V R, Rombach H D, Bailey J. Ada Reusability and Measurement[R]. University of Maryland, Technical Report: CS-TR-2478, 1990.
- 6 Kanada Y O, Keefe B J. Rule Based Building Block Architecture for Policy-based Networking[J]. Journal of Network and Systems Management, 2003, 11(3): 253.