

具有 QoS 保障的组合服务管理框架

武和波, 杨志义, 隋玉磊, 杨晓宁, 杨 刚

(西北工业大学 计算机学院, 陕西 西安 710129)

摘 要: 在可信服务中间件架构的基础上设计了一种具有 QoS 保障的组合服务管理框架, 在此框架下提出了 QoS 规划算法和服务选择算法. 利用上层的重协商机制和下层的组合服务调度机制为服务提供双层的 QoS 保障, 以最大化的满足用户的 QoS 需求. 最后通过实验证明了框架和算法的有效性.

关键词: QoS 规划; QoS; 组合服务; QoS 保障

中图分类号:

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)07-0102-04

Composite Service Management Framework for QoS Guarantee

WU He-bo, YANG Zhi-yi, SUI Yu-lei, YANG Xiao-ning, YANG Gang

(School of Computer, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract: In this paper, a composite service management framework with QoS guarantee is presented, which is based on trustworthy service middleware architecture. In this framework, algorithms for QoS plan and service selection are presented. In addition, re-negotiation mechanism in upper layer and composite service scheduling mechanism in lower layer together provide two-layer QoS guarantee, which maximizes users' QoS requirements. Finally the experiments ensure the validity of the proposed framework and corresponding algorithms.

Key words: QoS plan; QoS; composite service; QoS guarantee

1 引言

随着网络 and 软件技术的快速发展, 以 Web Service 为代表的服务计算已经成为网络计算的主流模式和重要发展方向. 由于服务计算环境的松散化、独立性、异构性等多种不确实因素的特点, 使得服务消费者对于服务的实时性、安全性、可靠性等非功能属性的要求越来越严格. 服务质量 (Quality of Service, QoS), 是指描述计算机系统和通信网络非功能特性的综合指标, 用于衡量使用一个服务的满意程度^[1]. 服务计算在可信性方面的研究尚处于起步阶段, 大部分研究工作集中在提高服务计算可靠性和安全性两个方面.

虽然文献[2-5]众多的工作基于 QoS 保障的思路, 从可靠性、安全性等非功能属性角度对服务计算进行了研究, 尤其是通过对原子服务进行组合来最

大化满足用户需求的研究值得关注, 但是较少从可信 QoS 分解角度来对保障组合服务整体需求进行研究. 用户往往只针对组合服务提出其 QoS 需求, 因此文中采用 QoS 分解的思路来解决.

2 TSM 体系结构

可信服务中间件 TSM 是西北工业大学研发的面向网络化可信操作系统环境的组合服务可信 QoS 保障中间件. TSM 项目以可信操作系统环境为背景和平台, 研究提高服务系统可信性的技术方法. TSM 中间件采用层次化的体系结构设计, 为服务组合提供了可信 QoS 规划和原子服务可信 QoS 保障功能, 如图 1 所示. 交互层用 BPEL 语言描述服务的工作流程, 并且接收用户对组合服务的 QoS 要求, 然后传递到 QoS 规划层; QoS 规划层应用一种 QoS 分解模型来配置各个服务实体的 QoS 值; 服务

收稿日期: 2010-09-25; **修回日期:** 2010-10-28

基金项目: 国家“八六三”计划项目(2006AA01Z162); 国家××预研基金项目(06004089); 国家核高基项目(2009ZX01043)

调用层包括一个服务注册管理器和一些虚拟的组管理器,它支持实时 QoS 监控,选择合适的服务实体和运行期错误诊断;资源层是扩展自 JBOSS 服务器的基础设施,用来支持上层对资源的要求。

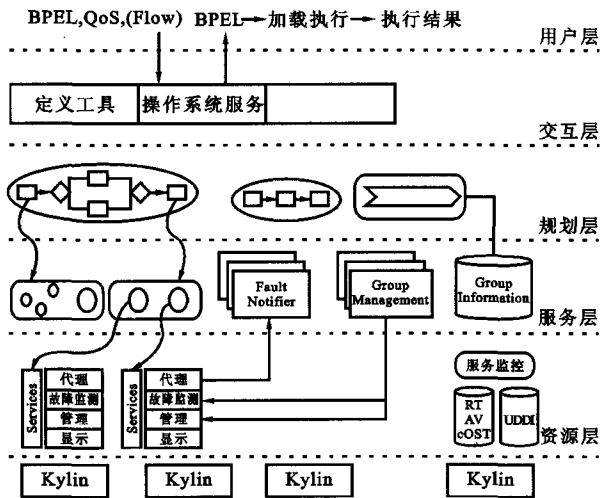


图1 TSM 架构

3 组合服务管理框架

3.1 形式化定义

为便于建模与算法设计,现给出以下形式化定义。

定义1 服务. 是暴露在网络上的物理或逻辑资源的一种合乎逻辑的表现。

定义2 服务实体. 就是实现了服务的方法的一种实体,它可以是一个进程或者线程。

定义3 虚拟服务组. 是基于组的服务冗余管理,每一个服务都由多个提供相同服务的实体来组成,由一个虚拟的“服务组”来管理这些服务实体,每个组中服务实体的数量是可以动态变化的。

3.2 组合服务管理框架

文中基于可信服务中间件的架构的规划层和服务层提出的一种具有双层 QoS 保障的组合服务管理框架,如图2所示。用户通过 TSM 在交互层所提供的工具定义流程的可信 QoS 需求,并与流程描述一起提交给 CSMF 进行规划处理;QoS 规划模块可以从注册模块中获取所需服务的原子服务信息,对组合服务的总体可信 QoS 需求分解为对每个原子服务的单独可信 QoS 需求。同时服务请求/分配模块根据规划好的信息在服务实体集合中选择合适的服务实体,通过自适应服务调度技术进行 QoS 保障。如果仍不能满足组合服务的 QoS 需求,则调用重协商模块进行二次规划。

CSMF 框架的核心模块在图2中用深色表示。

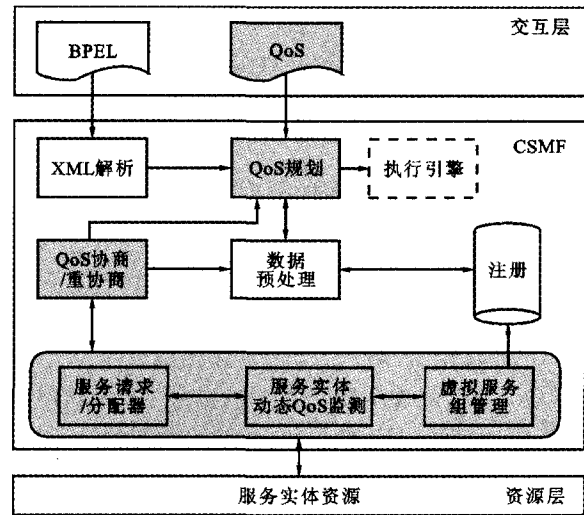


图2 CSMF 结构

在 QoS 规划模块中提出渐近式 QoS 规划算法,用以分解用户的 QoS 需求为组合服务中各原子服务的单独 QoS 需求。最下面的虚拟服务模块通过自适应服务调度技术来进行 QoS 的第一层保障。中间协商模块,在第一层保障失效的情况下进行 QoS 降级、二次规划、重协商等进行第二层的 QoS 保障。XML 解析模块解析用户输入的 BPEL 文件以得到组合服务的结构信息。数据预处理模块为每一个流程 QoS 创建一个数据暂存库,使得重协商时不需要再次数据预处理。注册模块实时得到服务实体的实时信息,作为 QoS 规划的依据。通过 QoS 规划及双层 QoS 保障满足组合服务整体的可信 QoS 需求。最终根据规划信息,修改 BPEL 文档中的 Endpoint 对应为所选择的最佳服务实体。

3.3 可信 QoS 规划

QoS 具有多个维度,如实时性、可信性、费用等。用户对组合服务的多维 QoS 要求,用一个 m 维的向量 $(u_{q1}, u_{q2}, \dots, u_{qm})$ 来表示;用户对每一个维度需求的权值用 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}$ 表示;正规化之后的用户总体 QoS 需求为 u_{qos} ;组合服务用一个集合 $S_{composite} = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ 来表示,每一个元素代表一个服务。相应的虚拟服务组的集合用 $Groups = \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$ 表示,其中 S_i 对应于 g_i ,而 g_i 中包含若干个服务实体 $\{se_1^i, se_2^i, \dots, se_k^i\}$ 。

假设 m 维的 QoS 需求, n 个服务组的 QoS 计算可以表示为一个 $m \times n$ 的矩阵方程:

$$Q_{groups} = \begin{bmatrix} q_{1,1} & q_{1,2} & \cdots & q_{1,m} \\ q_{2,1} & q_{2,2} & \cdots & q_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ q_{n,1} & q_{n,2} & \cdots & q_{n,m} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中,每一行代表一个组 g_i ,每一列代表 QoS 的一个维度.对于每一个服务组的 QoS 计算如下:

$$NQoS_{groups} = NQ_{groups} * W^T \quad (2)$$

算法 1 QoS 规划

① 扫描组合服务中所有原子服务的第 j ($1 \leq j \leq m$) 维 QoS 能力的最大值,如果小于 uq_j 的值,则返回不能满足用户第 j 维 QoS 需求.

② 用公式(2) 计算每一组 g_i 的 QoS 值.

③ 计算组合服务中每一个原子服务 $dqos_i$ 所规划的 QoS 值:此原子服务所对应的服务组在整个服务组之和所占的比重乘以用户的总体 QoS 需求 $uqos$ 即:

$$dqos_i = NQoS(g_i) \times \frac{uqos}{\sum_{i=1}^n NQoS(g_i)} \quad (3)$$

算法 2 服务选择

① 对于虚拟服务组 g_i ($1 \leq i \leq n$),组下每一个服务实体 SE_i , 根据式(2) 计算所有维度 QoS 值 $seqos_h$.

② $\text{int min} = \infty$,记录与原子服务 QoS 是否最为接近.

③ $\text{list target SE}[n]$,记录根据算法 1 规划后所要选择的服务实体信息.

④ 服务实体选择并记录:

if $\text{min} > |dqos_i - seqos_h|$ then

$\text{min} = |dqos_i - seqos_h|$

$\text{target SE}[i] = se_i^h$

3.4 QoS 保障

本节论述原子服务的双层可信 QoS 保障方法.

3.4.1 自适应服务调度技术

自适应服务调度技术力求为原子服务可信 QoS 提供一种基于变粒度、层次化反馈控制的动态保障机制.根据规划结果和当前服务实体的信息进行动态的服务实体组创建,以及根据算法 2 选择合适的服务实体.其原理如图 3 所示.

可信 QoS 监测模块实时监测并记录每个服务调用请求的执行状况,自适应保障策略模块周期性调用可信 QoS 监测模块查询最近时间内的可信 QoS 水平.通过与额定可信 QoS 指标比较,保障策略模块判断虚拟可信服务的 QoS 约束是否正按照计划得到满足.若发现当前可信 QoS 指标与计划偏离,保障策略模块会及时通过服务节点本地服务管理、服务重组、服务迁移等措施对 CSMF 的运行状态进行调整,这构成了整个自适应 QoS 保障系统的

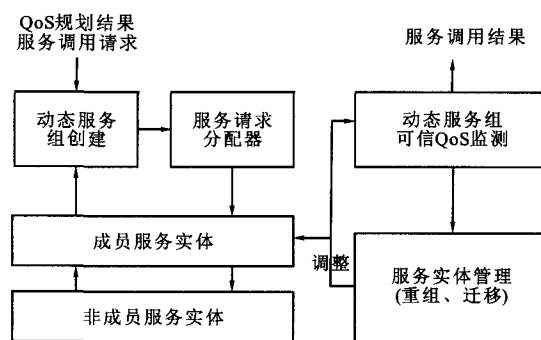


图 3 自适应分布式调度框架

反馈控制环.

3.4.2 协商/重协商机制

对于一次规划结果,服务组层按照当前的 QoS 规划进行服务组管理,如果通过服务组层以及资源层的自适应可信 QoS 保障技术仍无法满足应用流程的 QoS 要求时,则由服务组层调用 QoS 重协商模块对 QoS 降级并进行二次规划.因为可信 QoS 规划是将流程的可信 QoS 需求合理分配到每个原子服务的可信 QoS 指标上,如果服务组层的自适应调度技术无法保障用户的 QoS 需求得到满足,则一定是由于一个或几个原子服务的可信 QoS 能力没有达到规划结果的要求.此时服务组管理层调用重协商模块,并在调用的过程中,将未达到 QoS 规划要求的原子服务的当前 QoS 信息作为参数传递.该 QoS 信息也是原子服务当前真实的测量值,同时存贮至注册中心,以备规划使用.重协商模块接受更新的原子服务的 QoS 能力,覆盖数据预处理模块中相应的原子服务的 QoS 信息,并使用新的原子服务的 QoS 信息进行再次规划.

4 实验与分析

为评估在 CSMF 框架下提出的 QoS 规划算法以及两层 QoS 保障机制的有效性,用图 4 所示的组合服务做为实验事例.

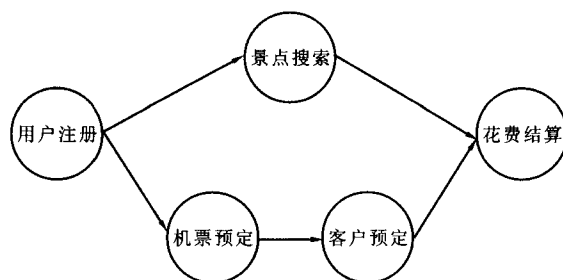


图 4 组合服务事例

图 4 中所示的组合服务由五个服务组合而成,分别为用户注册、景点搜索、机票预定、客房预定、花

费结算等服务. 这些服务共同完成旅行服务. 分别映射为底层的虚拟服务组 group 0~group 4.

本次实验用六台不同配置的 PC 机, 具体配置如表 1 所示.

表 1 实验机器配置

配置信息	三台服务器	三台客户端
CPU	3.00GHz Intel(R) Core2 Duo	2.00GHz Intel(R) Pentium 4
RAM	2GB	512MB
操作系统	Kylin	Windows XP
实验平台	扩展 JBOSS 服务器	

每一个包括服务实体列表的原子服务与服务组从 1 到 5 如表 2 所示. 服务实体的部署情况如表 3 所示.

表 2 服务实体与服务组

虚拟服务组	服务实体	虚拟服务组	服务实体
group 0	se ₁ ¹ se ₂ ¹	group 3	se ₁ ⁴ se ₂ ⁴ se ₃ ⁴
group 1	se ₁ ² se ₂ ²	group 4	se ₁ ⁵ se ₂ ⁵
group 2	se ₁ ³ se ₂ ³	—	—

表 3 服务实体与主机

主机	服务实体	主机	服务实体
Host1	se ₁ ² se ₄ ¹ se ₅ ¹	Host4	se ₂ ² se ₃ ²
Host2	se ₁ ¹ se ₂ ²	Host5	se ₃ ⁴
Host3	se ₁ ³ se ₂ ⁴	Host6	se ₁ ¹

针对用户对组合服务的可信 QoS 需求, 重点从响应时间和可信 QoS 接纳率两个维度进行实验. 其中响应时间的范围在 0~4s, 接纳率的范围在 0.8~1 之间. 结合图 4 所示组合服务的工作流程, 在一个小时的连续运行时间内设置 20 组用户对组合服务的可信 QoS 需求集合, 每一组包含 100 个 QoS 需求. 本实验分为两部分:

第一部分: 使用 CSMF 框架的原型系统在持续运行一个小时内, 随机的捕获一个 QoS 需求集合在这种框架下的接受情况. 如图 5 所示.

图 5 中小方块代表每一个组合服务的 QoS 需求, 小方块表示被接受, 即满足用户的 QoS 需求; 小圆圈表示不能满足用户 QoS 需求而被拒绝接受. 两条虚线把区域分成①、②、③、④四个部分. 而①、②、③三个部分的区域表示 QoS 需求超出了组合服务在接纳率或者响应时间维度的最大能力. 而区域④中有 98% 的 QoS 需求能够满足用户的需求.

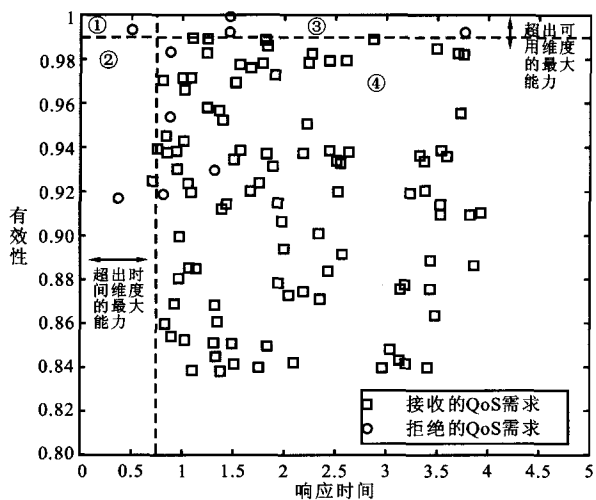


图 5 一个 QoS 请求集合的接纳率

第二部分: 分为两种情况的实验, 一种不使用 CSMF 框架连续运行一个小时, 针对每个原子服务选择服务实体集合中的一个固定服务实体进行调用; 另一种采用 CSMF 框架连续运行一个小时. 实验结果比较如图 6 所示. 左边图示响应时间的比较结果, 右边图示 QoS 接纳率的比较结果.

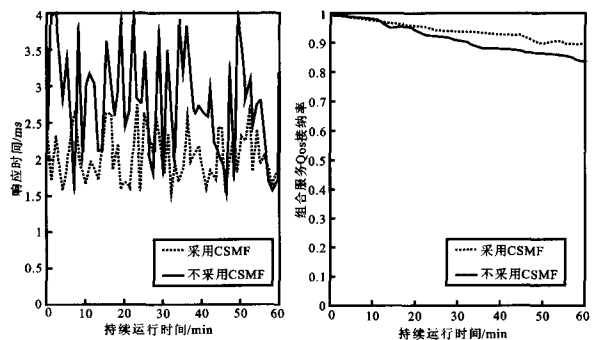


图 6 组合服务的响应时间和接纳率

图 6 中显示的数据为组合服务每分钟的平均响应时间和接纳率. 可以显著看出当执行时应用 CSMF 中提出的 QoS 规划及保障方法时组合服务的平均响应时间短且稳定, 且接纳率一般在 0.9 以上.

5 结束语

文中设计了基于可信服务中间件的具有 QoS 保障的组合服务管理框架 CSMF, 并在这种框架下提出 QoS 规划算法和两层 QoS 保障方法. 实验结果表明, CSMF 能够为用户只关注组合服务的总体 QoS 需求, 并且对组合服务的 QoS 提供最大化的可信保障.

(下转第 109 页)

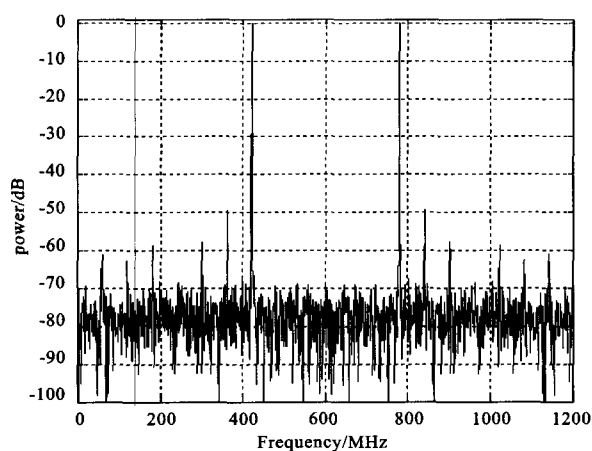


图6 420MHz输入下I路信号频谱图

表1 采样有效位数

ENOB(bit)	310MHz	420MHz	610MHz
DI	6.660	7.266	6.586
DQ	7.286	7.126	6.660

6 结束语

通过测试结果,在高达1.2GHz采样率下,ADC08D1500有效位数在6.5bit以上,有效降低高速信号频率,以资源换取了速度。FPGA控制具有灵活性和易删改特点,设计应用具有很大灵活性。本设

计方案可以在电子对抗、高分辨率雷达和全极化微波辐射计等对待采样信号带宽要求很高的领域中推广应用。

参考文献:

- [1] Xilinx. Virtex-5 FPGA data sheet :DC and switching characteristics [EB/OL]. [2010-03-13]. www.xilinx.com/support/documentation/user_guides/DS202, 2009.
- [2] National Semiconductor. High performance, low power, dual 8-Bit, 1.5 GSPS A/D converter [EB/OL]. [2010-03-13]. <http://www.national.com/ds/DC/ADC08D1500.pdf>, 2007.
- [3] 田耘,徐文波,胡彬,等. Xilinx Ise Design Suite 10. x FPGA 开发指南[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.
- [4] 肖玲妮,袁增贵. Protel 99 SE 印刷电路板设计教程[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
- [5] 姚四改. Protel 99 SE 电子线路设计教程[M]. 上海:上海交通大学出版社,2008.

作者简介:

陆浩 男,(1988-),博士研究生.研究方向为高速数字相关器、极化微波辐射计研究。

王振占 男,(1969-),理学博士,研究员.研究方向为微波遥感新技术及应用技术。

(上接第105页)

参考文献:

- [1] Aurrecoechea C, Campbell A T, Hauw L. A survey of QoS architectures[J]. Multimedia Systems, 1998;138-151.
- [2] Erradi A, Masheshwari P. wsBus:QoS-aware middleware for reliable web services interactions [J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2004,30(5):311-327.
- [3] Sheth A, Cardoso J, Miller J, et al. Qos for service-oriented middleware [C]//Proceedings of the Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics. Orlando, FL:IEEE, 2002.
- [4] Li Y, Sun K, Qiu J, et al. Self-reconfiguration of service-based systems; A case study for service level a-

greements and resource optimization [C]//IEEE International Conference on Web Services. Beijing: IEEE, 2005:266-273.

- [5] Zeng L, et al. QoS-aware middleware for web services composition[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2004,30(5):311-327.

作者简介:

武和波 男,(1986-),硕士研究生.研究方向为分布式与可信计算。

杨志义 男,(1952-),硕士生导师.研究方向为嵌入式软件环境仿真。