



杰出青年人才发展专项计划年度进展报告书

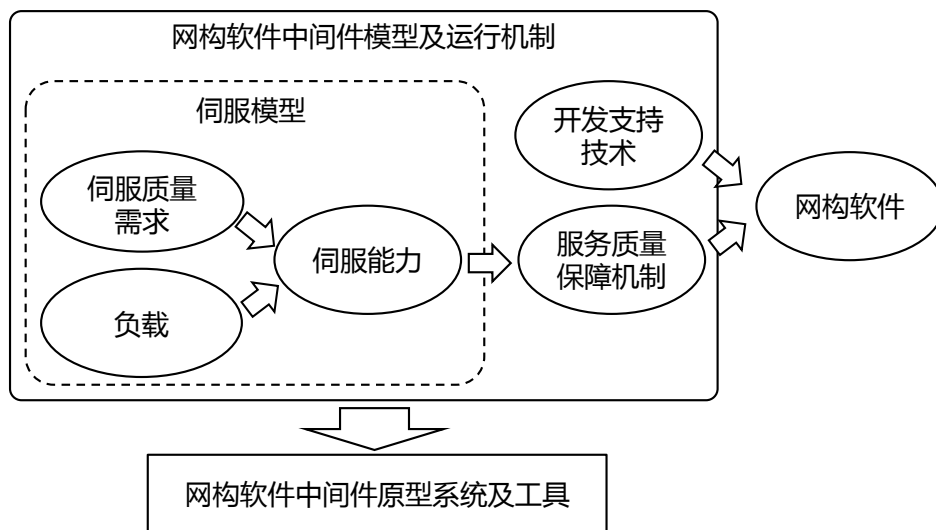
(2010 年度)

姓名	钟华	课题名称	面向可信和服务质量的中间件平台模型及关键技术
资助金额	175 万	课题起止时间	2009. 08~2013. 07
资助类别	应用基础研究	所在部门	软件工程技术研发中心

研究工作主要进展和阶段性成果（含论文、研究生培养等）

本年度研究工作主要进展如下：

课题从基于网络的复杂软件的可信和服务质量等目标着手，研究网构软件中间件伺服模型、相应中间件体系结构及其服务质量保障机制和技术，以及面向可信和服务质量的网构软件应用开发支持技术，课题的研究路线如下图所示：



经过近 1 年的阶段研究工作，具体完成情况如下：

- 在网构软件中间件平台模型的研究方面，研究了网构软件中间件伺服模型，从负载、伺服质量、伺服能力三方面进行建模，刻画了网构软件中间件面向可信与服务质量的运行机理与行为特征；
- 在网构软件中间件体系结构的研究方面，研究了基于 OSGi 架构的网构软件容器自我管理集群，支持面向可信与服务质量的体系结构演化与伺服能力自主管理；

- 在网构软件中间件支撑关键技术的研究方面，重点研究了服务质量驱动的网构软件中间件平台运行时资源诊断、容量规划和应用部署规划等面向可信与服务质量的伺服支撑机制；研究了基于应用语义的松弛事务处理机制，提供业务级应用可靠性保障；
- 在网构软件应用开发的关键支持技术方面，重点研究了基于模型的伺服能力评估、非功能特性保障能力的注入、服务质量敏感的服务化组件评估与选择、面向可信与服务质量的数据集成流程优化、模型驱动的网构软件优化部署等技术，分别在设计期、编码期和部署期提供开发支撑；

以上研究结果已经在相关的国内外刊物或是国际会议发表，或已申请发明专利与软件著作权。

具体来说，本课题一年来在如下方面进行了研究，并取得一定进展：

(1) 网构软件中间件伺服模型

网构软件是基于网络的复杂软件，其可信与服务质量的保障由于受到系统的外部负载变化和内部环境变化的影响，而面临严重挑战。网构软件依托于网络软件中间件进行构建、运行和管理，因此其可信与服务质量需求能否得到满足与网构软件中间件的伺服行为密切相关。为了能够准确地刻画网构软件中间件的伺服行为和可信与服务质量保障的关联，课题从负载、服务质量需求以及伺服能力等三个方面建模网构软件中间件的伺服模型，通过负载特征建模分析负载变化趋势；通过伺服质量评估对多个可信与服务质量属性进行综合评估，利用模糊化处理得到整体质量评价；动态评估网构软件中间件的伺服能力，基于反应式适应和主动式适应两种适应模式，对外部负载和内部环境的动态变化进行适应，建立的伺服模型原理如下图所示。

服务能力允许时提供最佳的服务质量，而在伺服能力不够时则以保障核心服务为主要目标，最大限度的保障最基本的质量需求。

(3) 模型驱动的体系结构伺服能力评估

网构软件的早期设计决策，对软件的质量特性具有重要的影响。与开发完成后采用“事后”策略进行修正相比，可以有效降低开发代价。

伺服能力是具有运行时特征的一种非功能属性，在分析运行时属性时，需要考虑目标运行平台的影响。分布式系统的伺服能力，除受到自身设计因素的影响外，还受到中间件层的影响。为对分布式体系结构的性能进行准确的评价，需要将中间件对伺服能力的影响反映到分布式体系结构的描述中。

本方法最大的特点是能自动引入中间件对组件运行所带来的额外开销。在本方法的帮助下，设计人员可以使用与平台无关的方法对系统建模。而完整的包含中间件细节的模型，会自动的通过分析组件类型和中间件平台信息构造出来。输入是 UML 模型所描述的软件系统体系结构模型，性能数据通过 OMG 组织的 SPT (UML Profile for Scheduling, Performance and Time) 标注给出。性能影响因素则保存在性能影响因素库中，包括中间件自身或其它中间件服务的性能影响因素。编织则首先分析输入信息，再利用分析结果搜索相关的性能影响因素，最后将其组合到用户输入模型当中。图中的复合模型是组合后的模型。模型评估集成了其它基于模型的预测工具，本课题采用了分层排队网模型 (LQN)。模型评估的主要工作则是将软件体系结构转化为一种可以分析求解的性能模型。评估结构则可以辅助分析人员分析当前设计下的系统性能。

(4) 基于分布式适配模型的动态服务协同技术

在理想状况下，服务组件可以无缝地连接起来，从而实现正确的服务协同流程。然而在实际的应用中，由于服务组件是由独立的企业开发实现，无法在开发阶段就预测到其所有潜在的交互可能，因此服务组件之间总是存在各种差异性，从而难以实现正确的服务协同。这种差异性不仅体现在操作层次（单个方法的输入输出层次满足一致性要求），而且还体现在服务的行为层次（服务方法调用的时序关系必须满足一致性的要求）。通常采用构造适配器的方法，从服务组件外

部对交互消息和行为进行协调,以弥补服务之间的差异,从而实现服务组件之间的正确交互。适配机制可以在不改变服务实现的前提下,增加服务协同的正确性,从而提高服务组件的复用性。

针对上述问题的研究,我们提出了一种自上而下的基于分布式适配的服务协同的解决方法。首先,基于 CSP 严格刻画全局服务协同流程,从全局角度描述了服务之间的公共交互消息和协同的契约关系。将角色信息引入服务协同目标,并基于角色将服务协同流程映射为 P2P 的分布式协同流程,针对 CSP 流程结构建立了系列基于角色的映射规则,并保证了 Trace-Equivalence 语义正确性,使得使用映射规则能保障 P2P 模式下的分布式执行满足协同目标。基于抽象服务接口和源服务组件实现可适配一致性的检查,在不满足可适配的条件下识别失配位置和失配模式,能够适配的情况下则给出适配器的自动构造方法。

(5) 模型驱动的网络软件部署约束检查和冲突消解

网构软件因其结构规模复杂、实现方式和运行环境机构、节点分散以及较高的动态性为此类软件的部署工作带来了困难,基于模型的部署方法是应对网构软件部署问题的主要策略。网构软件部署过程的目标主要体现在以下几个方面:

- 成功: 部署过程成功执行,所部署的网构软件能够正常启动和执行;
- 满足需求: 保证部署后的系统的功能和非功能需求的满足,主要体现在运行环境提供的服务、资源能够满足网构软件的需求;
- 安全: 部署操作不会对环境已有系统产生影响,发生冲突;部署操作活动可回滚、可撤销

上述目标主要从网构软件部署过程的组件、环境、资源、服务之间的调用和依赖关系、以及软件安装执行顺序和网构软件部署语法几个方面对软件部署过程提出了相关约束,只有在满足约束的前提条件下,才能够保证整个部署过程的执行目标。

因此,本课题组研究了模型驱动的网络软件部署约束和冲突消解机制,建立一致的部署和配置模型,对部署过程涉及到的软件、环境、资源实体以及调用和依赖关系进行显示描述;基于部署模型进行约束分析,提出不同的约束描述和验证方法,当验证过程检测到对约束的违背时采取相应的冲突消解策略进行修改。

首先，分析网构软件的部署特点，建立了可扩展的网构软件部署核心元模型，通过核心的应用组件、运行环境、资源、服务、关系类型以及部署操作的抽象建模，对应用和环境的，同时从组件和参数配置两个层面进行依赖关系的显示刻画。

其次，通过分析抽象建立起部署约束类型框架并定义相应的部署约束模板，针对不同的约束类型实施相应的约束验证策略，以确保部署模型和部署过程的正确。

发表/录用的主要文章列表：

1. Xiulei Qin, Jun Wei, Hua Zhong, Tao Huang. A Two-Phase Approach to Subscription Subsumption Checking for Content-Based publish/Subscribe Systems. In Proceedings of the 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications(AINA2010), 20 – 23 April, 2010 Perth, Australia.

2. 王伟，张文博，魏峻，钟华，黄涛. 一种资源敏感的 Web 应用性能诊断方法，软件学报 2010, 21(2):194~208.

申请了 2 中国发明专利：

1. 一种 Web 应用性能异常侦测方法（200910079404.3）
2. 一种 ETL 流程中异常数据检测方法（200910081511.X）

注册登记了 5 项软件著作权：

1. 服务流程协作适配器开发软件 V1.0（2010SR000386）
2. 高可靠性的应用层组播通信系统 V1.0（2010SR000394）
3. 面向服务质量的中间件性能测试软件 V1.0（2010SR000879）
4. Web 应用性能异常诊断软件 V1.0（2010SR000901）
5. JCA 适配器开发工具软件 V1.0（2010SR003033）

毕业硕士研究生 1 名。

下一年度工作计划，包括国内外合作与交流计划

下一年度计划

1. 面向重要应用模式与领域包括云计算、物联网等的中间件理论与技术的研究工作，进一步加强对网构软件中间件伺服模型的研究；
2. 面向可信与服务质量需求的动态监控、虚拟化集群环境下的多粒度自主监控技术研究；
3. 可信度与服务质量导向的协商式部署及部署单元动态迁移机制、网构软件中间件服务动态协同配置机制研究；
4. 网构软件中间件非功能特性保障能力的注入方法研究。