

文章编号:1000-582X(2007)02-0070-05

# 基于 OGSA 的网格 workflow 管理系统研究与实现\*

孙 跃,陈春平,任江洪

(重庆大学自动化学院,重庆 400030)

**摘 要:** 网格应用已逐渐从科学应用领域发展到商业及制造领域,这些领域的工作常以 workflow 的方式进行. 为了建立网格上的 workflow 管理模型,在分析了网格环境特点的基础上,采用一种混合式的网格 workflow 引擎,并基于此引擎给出了一个网格上的 workflow 管理系统的参考模型设计. 通过试验,证明了设计初衷是可行的.

**关键词:** 网格; workflow 管理系统; workflow 引擎; OGSA

**中图分类号:** TP393.4

**文献标识码:** A

网格作为未来网络技术发展的重要方向,其主要目标是实现各种资源的全面共享. 资源共享的范围已从最初阶段集中于计算资源,逐步发展到各种物理与智力资源(例如科学仪器、制造设备、传感器网络等). 随着可共享资源范围的扩展,网格的应用领域也从最初的科学计算领域拓宽到制造、设计等商业应用领域. 人们在商业领域的工作模式常常是一种流程的方式,例如一件产品的制造流程,常常包括设计、采购原材料、通过制造过程,最后上市. 这种流程就是所谓的工作流.

怎样在异质的分布式网格环境下建立 workflow 管理系统,实现 workflow 的自动建立、执行与管理是网格研究中一个有待解决的问题. 目前,业已见到的一些网格 workflow 方面的研究<sup>[1-3]</sup>主要集中在将现有的 workflow 管理系统向网格环境进行移植. 但网格环境有其自身的特点,例如强异质性、跨边界性等,这些特点决定了,只是简单地将传统的工作流系统向网格上移植,并不能解决网格面临的问题.

笔者在对网格环境下 workflow 管理系统面临的问题进行分析的基础上,提出了一种混合式的 workflow 引擎,并基于此引擎给出网格 workflow 管理系统的参考设计.

## 1 网格环境的特点

1) 强异质性. 传统的工作流管理系统常常是在一个组织内部建立,面向内部的系统集成. 在这样的环境里,计算平台通常是相同的. 但在网格环境中,一个工

作流的子任务常常可能由完全不同的计算平台来完成,例如通过 Condor 或 Ganglia 建立的计算集群有着完全不同的物理特性.

2) 高动态性. 传统的位于封闭环境中的 workflow 管理系统,其面对的计算资源的数量、性质以及分布通常是固定的. 而网格环境是一个开放的环境, workflow 管理系统需要管理和利用的资源数量、性质和分布是在不断的变化之中. 需要从这些高动态性的资源中选择出适合当前任务的资源. 网格下的 workflow 管理系统将面对一个比传统系统大得多的求解状态空间.

3) 跨边界性. 如前所述,网格下 workflow 管理系统需要工作在不同的计算平台上,这些平台也常常属于不同的所有者. 不同的所有者对不同资源的使用约定是不同的,网格下的 workflow 管理系统必须遵守这些约定.

## 2 混合式的网格 workflow 引擎

workflow 引擎是 workflow 管理系统的核心部件,主要负责 workflow 定义的解析, workflow 子任务的执行,执行情况的监控. 传统的工作流引擎主要有集中式和全分布式 2 种方式<sup>[4]</sup>(图 1).

集中式的工作流引擎在整个系统中只有一个中心单一引擎,由其对所有的工作流定义进行解析,并控制所有子任务的执行. 很明显这样的结构不适于网格的情况: 1) 单一引擎中的单一执行器不适应面对网格资源具有强异质性的情况; 2) 工作流引擎的故障,会造成整个系统的崩溃,不能达到分布式系统所必须的鲁

\* 收稿日期:2006-10-11

作者简介:孙跃(1960-),男,教授,主要研究方向为非接触式供电,仿真网格,电话(Tel.):023-65111779;

E-mail:syue06@cqu.edu.cn.

棒性要求.

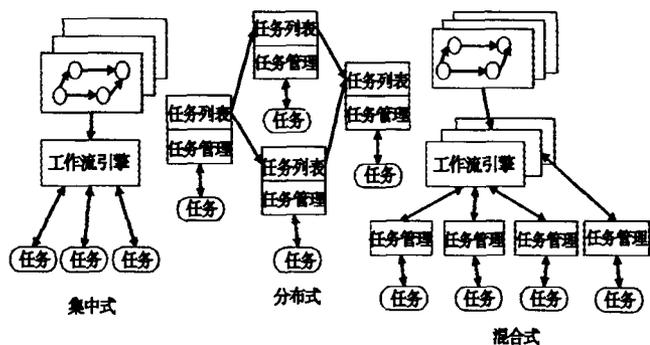


图 1 workflow 引擎比较

全分布式的工作流引擎系统中有多个分布的工作流引擎,通过这些引擎的相互协作来完成系统任务.这些分布的引擎内都有路由信息,会根据情况决定是否和何时激活它自己的执行器和当它完成时通知它继任的其他引擎.但引擎的相互协作在目前而言是较难解决的问题:针对总任务的在各分布式引擎间的子任务的规划分解,需要在子引擎间不断进行协商,没有达成协商结果的情况经常发生,这种协商的过程也降低了系统运行的效率.

针对以上情况,笔者提出了一种混合式的网格 workflow 引擎(图 2),将 workflow 引擎的核心部件(解析器和执行器)进行分解.系统中只有一个解析器,负责对 workflow 定义进行集中解析.多个分布在不同计算环境中的执行器负责执行解析器分配的子任务.集中的解析器对 workflow 的分析,避免了分布式 workflow 引擎对 workflow 的解析需要不断进行协商的问题,有利于优化 workflow 解析的结果,并提高系统效率.分布式的执行器具有针对不同资源的适配器,避免了集中式引擎在网格环境中对异质资源适应性不好的问题,也从整体上提高了系统的可靠性.

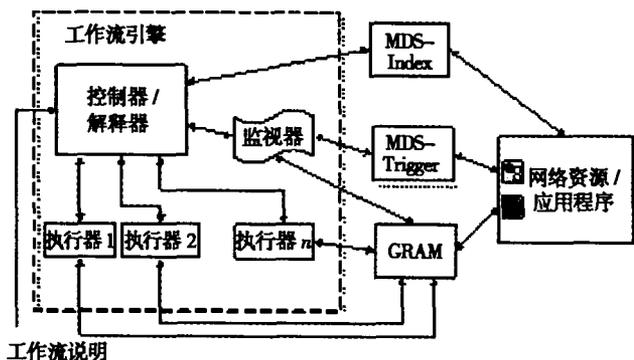


图 2 混合式 workflow 引擎

如图 2 所示,笔者也给出了一种基于 GT4 (Globus Toolkit4, Globus 工具包)的网格 workflow 引擎的参考设计. GT4 是基于 OGSA (Open Grid Services Architecture, 开放式网格服务体系架构) 网格体系架构的最新版本,它进一步强化了 OGSA 面向服务的特点,许多基础

网络组件(例如 MDS、GRAM)都直接以网格服务(Grid Service)的形式出现. GT4 引进了 WSRF (Web Service Resource Framework, Web 服务资源框架)规范,并结合 WS - Notification、WS - Address 等规范,相对于 GT3 能够以一种更规范,更能与现有的 Web Service 的方式兼容的方式编写网格服务.另一方面,GT4 在网格服务的执行效能、安全性上相对于旧版本也有较大提高.

从图 2 可见,其中的虚线框内即是混合式的工作流引擎,除了有一个集中的解析器和多个分布式的执行器外,还有一个重要的监控部件.解析器在接受网格 workflow 定义解析请求后,会从 GT4 的 MDS - Index 获取有关网格资源的状态信息. MDS - Index 中保存有不断更新的网格资源的相关信息.根据网格资源的信息,解析器会向执行器派发不同的子任务.在与 GRAM (Globus Resource Allocation Manager, Globus 资源分配管理)的合作下,完成子任务的执行.监视器从 MDS - Trigger (GT4 的网格资源信息触发器,当所监控的网格资源发生状态等变化时会根据定义执行相关动作)采集资源的相关变化信息,从 GRAM 收集任务的执行信息.解析器会根据监视器收集的信息对 workflow 的执行进行动态调整,以保证 workflow 任务的成功完成.

### 3 基于混合式 workflow 引擎的 workflow 管理系统

#### 3.1 网格 workflow 管理系统特点

workflow 管理系统负责对 workflow 定义的生成、workflow 的执行、监控及异常处理等进行全面的管理.网格上的 workflow 管理系统相对于传统的工作流系统主要有以下特点:

##### 1) 不断变化的组织模型

在生成 workflow 定义时必须考虑任务所在组织的组织结构,及参与者的角色,例如一个设计图纸的审批是在一个层次化的设计组织内进行的,在不同层次的设计人员对图纸有着不同的审批权,也就会有着不同的行为.传统环境中的这种组织模型是相对固定的.而网格中的虚拟组织<sup>[5]</sup> (Virtual organizations) 是一种为着共同目的组合起来的跨传统组织边界的相对临时的组织,其模型是不断变化的.网格 workflow 的决策需要参考这些虚拟组织模型.

##### 2) 多样化的 workflow 数据管理方式

workflow 的初始数据资源以及子任务产生的数据随着 workflow 的推进而在子任务间不断传递.传统的工作流管理系统是在相对封闭固定的环境之中,数据的处理与传递方式较为单一,并且可以人为控制保持其统一.但网格环境的易质性使这些数据的处理模式很难保证统一.并且网格常常处理一些计算量较大的任务,其中间数据的数据量很大,保证这些大量数据在子任务间的可靠传递是网格下的 workflow 管理系统必须解决



这些生成的 workflow 描述会送给 workflow 引擎进行解析并执行,为了支持 BPEL4WS 的解析及执行,在实现 workflow 引擎时引入了 BPEL4J 这个 BPEL4WS 运行环境. BPEL4J 的灵活应用机制使研究者可以较容易地完成 workflow 引擎执行器的灵活部署.

## 2) 用户接口

用户接口包括 2 个方面,一个是 workflow 功能的调用接口,使 workflow 的用户能在自己编写的工作程序中直接调用网格 workflow 管理系统的功能;另一个用户的可视化界面,能够直接观察 workflow 的执行情况. 相对于第一个方面,因为所有的网格 workflow 管理系统的组成部分都是一个基于 WSRF 标准的网格服务,用户编写的基于 workflow 的网格应用能同 workflow 系统模块一样使用这些服务,而做到与网格 workflow 管理系统的完全融合,这同时也表明提出的这种基于网格服务的 workflow 管理系统的设计有着很好的扩展性.

## 3) 监控子系统

监控子系统主要获取 2 方面的信息:1)从 workflow 引擎获取 workflow 执行信息,并提供人工控制 workflow 执行的功能(例如 workflow 的中断、恢复等);2)为解决如前文所述网格环境不断变化的虚拟组织结构给 workflow 系统的决策带来的难题,监控系统还必须不断监控虚拟组织的组织结构变化,为 workflow 的分析提供依据.

研究现在还处于一个较初步的阶段,混合式的 workflow 引擎的初步设计已经部署在网格试验床上,可以通过基于 Eclipse 的 Rich client platform 平台建立的工作流编辑器查看生成的 workflow,并观察其执行情况(如图 4). 用户接口现在也能通过 MDS-Index 向 workflow 用户提供一些基本的功能,但还不完善,但已能证明最初设想的一些初衷.

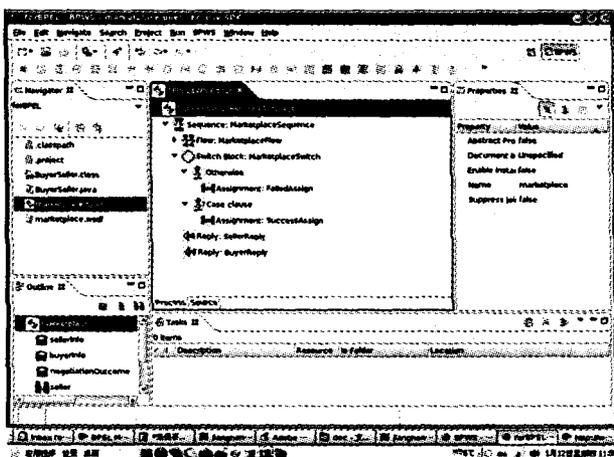


图 4 BPEL 解析结果问题

## 4 结 语

笔者从分析传统运行环境和网格运行环境对于 workflow 管理系统的异同出发,提出了混合式的网格 workflow 引擎结构,并基于这种结构给出了一个网格 workflow 管理系统的参考设计,这种设计能较好地解决网格环境组织结构不断变化、跨所有者边界等. 通过试验,也初步证明了设计初衷.

笔者进一步将把工作集中在 2 个方面:1) workflow 的自动生成和验证. 目前 workflow 的生成还需要较多的认为干预,自动化程度不同. 将把 workflow 的生成看成一个给定任务目标和确定独立行为(单个的网格服务),寻找完成目标途径的规划问题进行研究,提高 workflow 生成的自动化程度;2) 网格的面向服务的体系结构特点,使其 workflow 模型相对传统环境下的 workflow 模型有更大的复杂性,将从 Multi-Agent 的角度出发研究网格服务之间的交互与协调模式,以其更好地发挥网格的特点.

## 参考文献:

- [1] KEYURGOR, DHEEPK RA, SHAKEB ALI, et al. Scalable enterprise level workflow and infrastructure management in a grid computing environment [C]. Cardiff, wales: 2005 IEEE international symposium on cluster computing and the Grid, IEEE Cat. No. 05EX1055, 2005, 2:661-700.
- [2] ALTINTAS I, BIRNBAUM A, BALDRIDGE KK, et al. A framework for the design and reuse of grid workflows [C] // Lect Notes Comput sc, [Beijing] [s. n.]. 2004.
- [3] BUBAK M, GUBALA T, KAPALKA M, et al. Workflow composer and service registry for grid applications [C]. Future generation computer systems. Elsevier B. V., 2005, 21: 79-86.
- [4] HWANG, SOONWOOK. Grid workflow: a flexible framework for fault tolerance in the grid [D]. California: University of Southern California, 2003.
- [5] FOSTER I, KESSELMAN C, TUECKE S1. The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations [J]. International Journal of Supercomputer Applications, 2001, 15 (3): 200-221.
- [6] IBM, MICROSOFT, BEA, et al. Business process execution language for Web services [EB/OL]. [2001-07-10] [2004-10-12]. <http://dev2dev.bea.com/technologies/web-services/BPEL4WS.Jsp>.

## Grid Workflow Management System Research and the Realization Based on the OGSA

SUN Yue , CHEN Chun-ping, REN Jiang-hong

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Grid applications have evolved from science research to business and manufacture field, in these fields, tasks always process in workflow mode. In order to found a workflow management system in grid, the authors adopt a hybrid grid workflow engine after analyzing the characteristics of grid environment and give a referenced model of workflow management system in grid that is based on the engine. Through the examination, the authors prove the original intention is feasible.

**Key words:** grid; workflow management system; OGSA

(编辑 侯 湘)



(上接第 60 页)

- [5] 陈寅健,李荔,李国通,等. 移动卫星突发通信全数字接收机设计[J]. 应用科学学报,2001,19(1):20-23 .  
[6] 侯伯亨,顾新. VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计[M].

西安:西安电子科技大学出版社,1997 .

- [7] 王诚,薛小刚,钟信潮. FPGA/CPLD 设计工具[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.

## Improved Signal Detecting Algorithm for Burst Communication

FENG Wen-jiang, WANG Hong-xia, HOU Jian-hui, LI Guo-quan

(College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Signal detecting is the first task for Burst communication. The paper proposes an improved double sliding window algorithm to detect burst signal based on the feature of preamble sequence. Additionally, theory analysis and computer simulation of the improved algorithm are also made in several typical channels. At last, the algorithm is realized with FPGA, and the result indicates that the improved algorithm can detect burst signal only within the time of 6 symbols, obviously improving the capability of signal detecting algorithm.

**Key words:** burst communication; signal detecting; double sliding windows algorithm

(编辑 李胜春)