

网格资源描述模型 GLUE+ 在 ACCENT 中的应用

吴凌江, 武虹, 肖海力, 张宏海, 迟学斌

(中国科学院网络信息中心超级计算中心, 北京 100080)

摘要: 基于 GLUE 模型, 建立网格应用资源描述模型, 与 GLUE 模型中原有的计算资源描述模型和存储资源描述模型集成在一起, 形成面向多站点、多应用的网格资源描述模型 GLUE+, 以 GLUE+ 模型中的计算资源服务、存储资源服务和应用资源服务所提供的数据为基础, 实现了网格的计费服务系统 ACCENT。

关键词: 网格资源; 资源描述; 计费服务; 模型

Application of Grid Resource Description Model GLUE+ in ACCENT

WU Ling-jiang, WU Hong, XIAO Hai-li, ZHANG Hong-hai, CHI Xue-bin

(Super Computing Center of Computer Network Information Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

【Abstract】 This paper discusses a grid resource description model based on GLUE in detail. GLUE+ provides three models—Application Element(AE), Storage Element(SE), and Computing Element(CE). AE is a model for grid application resource, CE is a model for grid computing resource and SE is a model for grid storage resource. ACCENT is developed by following the model, and it provides accounting service for the grid users and resource providers.

【Key words】 grid resource; resource description; accounting service; model

1 概述

网格作为国家级高性能计算和信息服务的战略性基础设施, 其目的是将分布异构的各种资源通过高速互联网络连接并集成起来, 共同解决一些缺乏有效研究办法的重大应用研究问题^[1]。目前, 网格研究存在瓶颈, 其中之一就是如何将资源整合起来并进行有效的描述和管理。在大型网格计算应用中, 针对多应用资源信息的特点, 在资源描述模型中应该对特定应用资源信息提供支持, 使不同用户根据需求选择相应的应用资源。多站点、多应用往往是这类系统的突出特点, 这种环境下的网格资源具有更强的异构性、动态性和自治性, 对网格资源描述提出了更高的要求, 因此, 资源描述成为网格研究急需解决的关键问题^[2]。

通过分析国内外关于网格资源描述的发展现状和研究 GLUE(Grid Laboratory Uniform Environment)^[3]信息模型之后, 发现其共同存在的问题是缺乏对应用信息的描述, 而缺乏 Killer Application 是制约网格研究本身发展的关键性因素, 因此, 本文在 GLUE 模型的基础上, 提出建立网格研究的应用资源模型 AE, 与 GLUE 中的计算资源模型 CE 和存储资源模型 SE 等集成在一起, 形成面向多站点、多应用的 GLUE+ 模型, 同时, 以 GLUE+ 模型中的计算资源服务、存储资源服务和应用资源服务提供的数据为基础, 实现网格的计费服务系统—ACCENT(Accounting Element)。

2 GLUE+ 模型的实现

针对 GLUE 模型缺乏对特定应用资源系统描述等缺点, 本文提出了 GLUE+ 信息模型, 该模型旨在对网格资源进行系统、全面的分类描述, 在 GLUE 模型基础上增加了对应用资源信息服务的支持, 为网格环境中的各种分布异构的资源定义了一致命名、结构以及属性, 为网格用户及应用程序提供

了一个统一的资源视图。

2.1 GLUE+ 模型体系结构

图 1 是用 UML 类图表示的 GLUE+ 模型的整体结构。

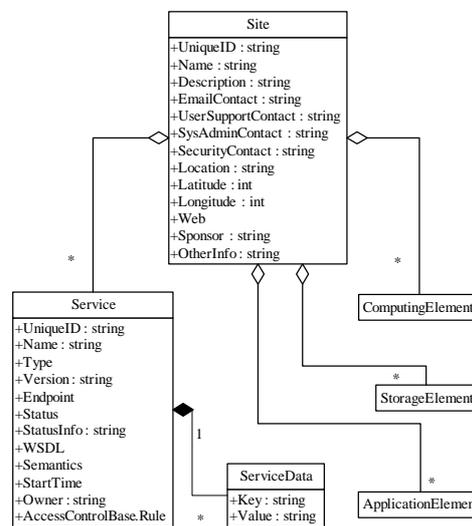


图 1 GLUE+ 模型总体结构 UML 类图

从图中可以看出, GLUE+ 模型主要有以下模块构成: Site,

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目“中国国家网络运行管理技术研究”(2006AA01A118); 国家“863”计划基金资助项目“中国国家网络监控管理系统研究”(2006AA01A117)

作者简介: 吴凌江(1982-), 男, 硕士研究生, 主研方向: 网格计算; 武虹, 高级工程师; 肖海力, 工程师; 张宏海, 助理研究员; 迟学斌, 研究员、博士生导师

收稿日期: 2007-12-23 **E-mail:** wulingjiang@gmail.com

Service, CE(Computing Element), SE(Storage Element) 和 AE(Application Element)。Site 是一个管理层次的概念, 一个站点中的服务和资源通常是被相同的一组工作人员安装和进行管理。Service 实体描述了网格服务的通用属性, 作为进一步创建具体服务模型的基础。GLUE+提供了 3 种模型对各类资源进行描述, 分别是: CE, SE 和 AE。模型 CE 和 SE 在 GLUE 中已有定义, 分别用来描述计算资源和存储资源的模型。AE 是在 GLUE 模型的基础上进行扩展而建立的, 弥补了 GLUE 模型在应用资源描述方面的缺失, 并描述应用资源的模型。

2.2 CE 和 SE 模型简介

目前, GLUE 已经为网格资源定义了一套计算服务 CE 和存储服务 SE 的信息模型。

CE 信息模型的 UML 类图如图 2 所示。目的是描述提供给一组用户或虚拟组织(Virtual Organizations, VO)的计算服务的信息。

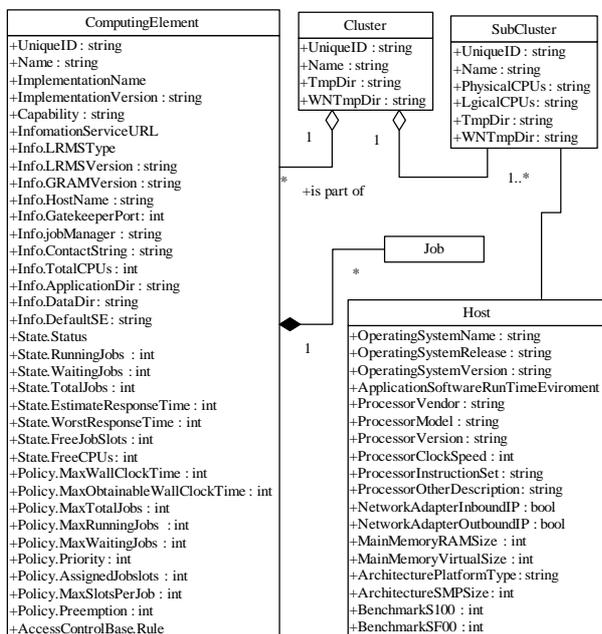


图 2 CE 的 UML 类图

CE 模型中的主要实体如下: Computing Element, Cluster, Sub Cluster, Location 和 Host。其中, Computing Element 是 CE 的核心实体, 它是一个队列的入口, 主要描述相应队列被赋予计算资源的信息; Cluster 由 Sub Cluster 或 Host 构成, 可以对应一个或多个 Computing Element。Sub Cluster 实体描述一组同构的、地理位置邻近的机器的总体信息; Host 实体描述一个计算节点的具体的配置信息。

SE 信息模型是对存储资源进行抽象描述的模型。图 3 是 SE 模型的 UML 类图。存储资源是通过不同服务进行管理, 包括数据的权限控制、配额管理以及磁盘空间管理等, SE 模型对这样的一组服务建立了模型。SE 中的主要实体如下: Storage Element, Storage Area, Storage Library, Control Protocol, Access Protocol。其中, Storage Element 是 SE 模型的核心实体, 用来描述负责存储资源服务的信息; Storage Area 从一个抽象的层次看存储资源, 用户或者 VO 可以通过相应的权限控制策略对 Storage Area 进行操作; Access Protocol 实体和 Control Protocol 实体描述了 SE 传输文件的策略。

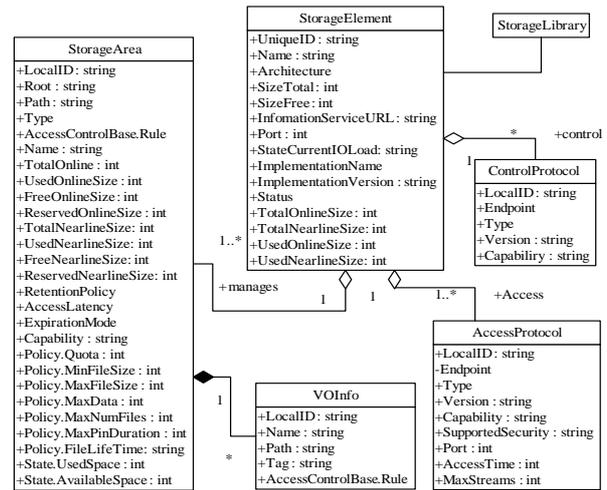


图 3 SE 的 UML 类图

2.3 AE 模型的建立

中国国家网格在二期建设中已经整合了包括材料科学、环境科学、生物信息、气象学等各个领域的 11 种应用, 并且为这些应用网格提供了相应的软/硬件资源。应用服务模型 AE 是在这 11 个网格应用的基础上提出的。图 4 是应用服务模型 AE 的 UML 类图。

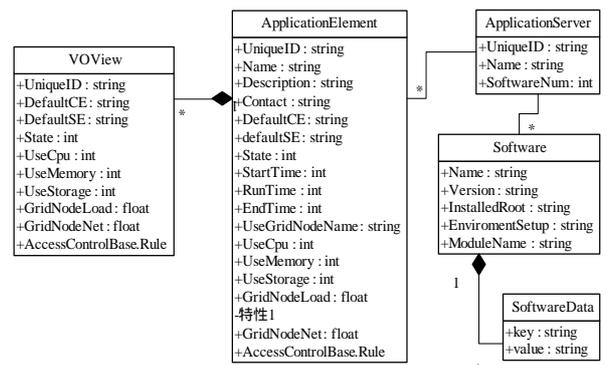


图 4 AE 的 UML 类图

从图 4 可以看出, AE 模型由 5 个主要的实体组成, 分别是: AE(Application Element), VOView, AS(Application Server), Software, Host。

AE 是模型中的核心实体, 它主要有以下 5 个方面的描述信息: (1)Standard, 包含和具体应用无关的通用属性; (2)Extension, 包含和具体应用系统相关的属性; (3)Event, 包含和具体应用相关的事件; (4)Policy, 一组和应用相关的策略信息; (5)AccessControlBase, 关于用户或虚拟组织的授权认证的信息。一个 AE 就代表了一个应用资源的入口, 该 AE 会被赋予这种应用所需要的各种资源信息, 包括硬件资源和软件资源, 从用户的角度看, 所用的应用资源都是通过 AE 体现, 用户可以通过访问 AE 来使用网格中的应用资源。表 1 是 AE 所有属性的列表。本地资源管理系统可以赋予 AE 一组具体策略, 使得不同用户组看到的 AE 的状态是不一样的, 通过引入 VOView 这一实体概念来实现这种机制, 通常是每一个 VO 对应一个 VOView 实体, VOView 定时向用户或者 VO 报告 AE 的状态, 当用户或 VO 的授权信息和 AccessControl Base.Rule 属性中的值相匹配时, 用户和 VO 就可以按照 VOView 所报告的 AE 的状态来使用该 AE 所对应的应用资源。

表 1 AE 属性

属性	类型	描述
UniqueID	String	应用唯一 ID
Name	String	应用的名称
Description	String	应用的描述信息
Contact	String	应用联系人信息
DefaultCE	String	默认选择的 CE
DefaultSE	String	默认选择的 SE
State	Int32	应用当前的状态,有:提交,运行,完成,失败
StartTime	Int32	应用开始时间
RunTime	Int32	应用已经运行的时间
EndTime	Int32	应用结束时间
UseGridNodeName	String	应用运行的网格节点的名称
UseCpu	Int32	应用消耗的 CPU
UseMemory	Int32	应用消耗的内存
UseStorage	Int32	应用占用的存储空间
GridNodeLoad	Float	应用所在网格节点系统负载
GridNodeNet	Float	应用所在网格节点网络负载
ExceptionType	Int32	异常事件的类型
ExceptionDescription	String	异常事件的详细描述
AccessControlBase.Rule	ACL_t	授权信息

AS(Application Server)是对一组同构的、邻近的以及能够提供某一种或几种应用服务的机器资源的总体描述。对于 AS 所描述的这样一组机器，它们在地理位置上是邻近的，都装有一种或多种软件包，能够提供相应的应用资源服务。所安装的软件的信息用 Software 来描述，AS 和 Software 是一对多的关系。AS 中的机器的具体资源信息用 Host 实体来描述，AS 和 Host 是一对多的关系。表 2 是 AS 所有属性的列表。

表 2 AS 属性

属性	类型	描述
UniqueID	string	AS 唯一 ID
Name	String	AS 的名称
SoftwareNum	Int32	所装软件包种数

Software 实体用来描述在该 AS 中所能用的软件包的信息。Software 实体除了包含与软件无关的总体信息外，还和一个 Software Data 的实体有关系，该实体描述了和这个具体软件相关的信息。Software 和 Software Data 是一对多的关系，Software 的所有属性见表 3。

表 3 Software 属性

属性	类型	描述
Name	String	软件包的名称
Version	String	软件包的版本
InstalledRoot	String	在文件系统安装目录
EnvironmentSetup	String	设置环境变量的脚本
ModuleName	String	作业提交前需要加载的模块

3 基于 GLUE+模型的计费服务 ACCENT 的实现

为了合理分配、使用有限的资源，使大量资源的拥有者愿意加入网格，网格环境必须包括计费服务。计费服务追踪记录网格用户消耗的资源的情况，包括计算资源、存储资源和应用资源等，对资源拥有者提供的资源进行经济补偿。ACCENT(Accounting Element)是基于资源描述模型 GLUE+实现的网格计费系统，为网格用户和资源拥有者提供了计费服务。

ACCENT 建立在 GLUE+模型上，它以 GLUE+模型中的计算服务 CE、存储服务 SE 和应用服务 AE 提供的数据为基础，准确地记录并有效统计用户和应用对资源的使用情况。GLUE+信息模型为各种监控资源的状态信息以及它们的相互关系定义了一致命名和结构属性，从上至下可以包含组织、服务、应用、集群、主机、软件等主要资源实体类型，其中，计算服务模型 CE 提供了用户使用的计算资源的数据信息；

存储服务模型 SE 提供了用户使用存储资源的数据信息；应用服务模型提供了用户使用的应用资源的数据信息。ACCENT 系统实时监控这 3 个模型所提供的数据信息，结合计费策略，为用户和资源拥有者提供计费服务，ACCENT 系统的总体结构如图 5 所示。

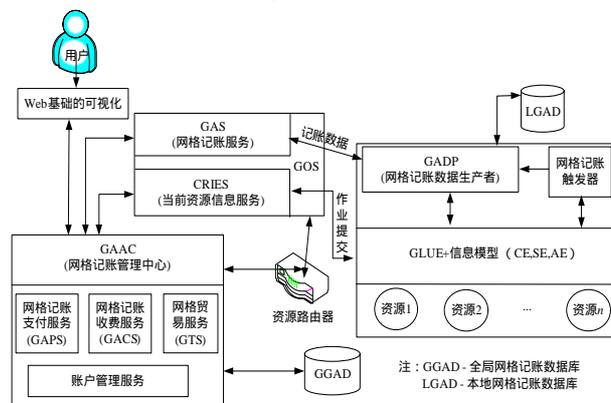


图 5 ACCENT 系统结构

从图中可以看出，ACCENT 系统主要由以下几个模块组成：网格计费数据生产者(Grid Accounting Data Producer, GADP)，网格计费服务(Grid Accounting Service, GAS)，当前资源信息服务(Current Resource Information Service, CRIS)，网格计费管理中心(Grid Accounting Administrate Center, GAAC)。

GADP 运行在集群中的某一台机器上，负责收集作业使用本集群资源的监控数据，当一个作业完成时，GADP 被触发，通过 GLUE+模型中的计算服务 CE、存储服务 SE 和应用服务 AE 收集资源使用信息，并写进本地数据库(Local Grid Accounting Database, LGAD)中。

网格计费服务 GAS 运行在每个网格节点的网格服务器上，负责本网格节点内所有作业的计费数据的整理、保存和封装，并以标准服务的形式对外提供计费数据访问接口，响应网格计费管理中心发来的数据请求。

当前资源信息服务 CRIS 运行在每个网格节点的网格服务器上，负责监控本网格节点当前状态的资源信息，并将收集到的数据以标准服务的方式对外提供接口，供网格计费管理中心访问以及对本网格节点的查询。

网格计费管理中心 GAAC 运行在网格管理中心，主要由网格计费支付服务(Grid Accounting Pay Service, GAPS)、网格计费收费服务(Grid Accounting Charge Service, GACS)和网格贸易服务(Grid Trade Service, GTS) 3 个部分组成，负责调用网格计费服务，接收并整理来自 GAS 所有作业的资源使用信息，并根据 GTS 中的资源单价计算出某个作业的花费，完成收费。GTS 的作用主要是完成资源定价，它综合考虑了 CRIS 与网格资源提供者的要求。

4 结束语

本文提出并建立应用资源描述模型，集成于 GLUE 模型中，与计算资源描述模型和存储资源描述模型共同形成面向多站点、多应用的 GLUE+信息模型。并进一步在 GLUE+模型的基础上实现了网格计费服务系统 ACCENT。为了将 ACCENT 系统用于多站点、多应用的网格环境中，下一步的工作将会进一步完善 ACCENT 计费系统，重点研究网格运行管理的经济模型，面向多类别网格资源的多粒度网格计费技术和资源计费的策略管理等。(下转第 45 页)