

基于语义与 QoS 联合扩展的网格计算资源共享^①

The Sharing of Grid Computing Resources Based on the Extension of Semantics and QoS

曾联明^{1,2} 吴湘滨¹ 刘彦花¹ (1.中南大学 地学与环境工程学院 湖南 长沙 430083;

2.佛山科学技术学院 信息中心 广东 佛山 528000)

摘要: 由于 UDDI 对服务功能缺乏语义描述能力,使得只能提供基于关键字的服务搜索机制;UDDI 数据除了分类信息的基本验证外不提供其它信息的验证,因此其共享质量难以保证。设计了基于 UDDI 扩展的网格服务发现平台,用 RDF/RDFS 对数据源进行描述并映射到 UDDI,使其支持语义搜索;通过在 UDDI 中添加关于服务质量的属性实现对网格计算资源的动态监测,以提高网格服务质量。支持向量机算法的网格部署实验表明,该共享模式具有很高的实用价值。

关键字: 网格计算 共享 QoS 语义 UDDI

1 引言

网格是把地理位置上分散的资源集成起来的一种基础设施^[1]。网格计算有效地整合零散分布资源,把独立的计算机联合在一起,解决普通 PC 机难以完成的高性能计算问题^[2]。网格用户使用网格计算资源时,需要同步获知网格资源的变化。因此,需要动态的更新机制实现对网格节点及其资源的管理,以方便网格用户对网格资源的利用。UDDI(Universal Description, Discovery and Integration, 统一描述、发现和集成)是为解决 Web 服务的发布和发现问题而制订的技术标准。由于对缺乏语义搜索功能和服务质量(Quality of Service, QoS)保障,目前的 UDDI 难于完全满足需求,必须对其结构和规范进行扩展。本文设计的基于 UDDI 服务扩展的网格计算资源共享模式,提出了具有语义和 QoS 支持的网格服务发现和表示的实现方法和步骤,使得用户能更准确地查询和表示服务,并且是有效的服务。

2 基于UDDI的网格计算资源共享模式

基于 UDDI 的网格计算资源,引入了服务的概念^[3],网格用户通过 UDDI 相关协议及其接口实现与计算资源的交互和协同,从而达到共享目的^[4]。为此, UDDI 提供了一种编程模型和数据模式,它定义了与注册中心通信的规则^[5],主要通过四种核心数据模型来存储服务的元数据^[6],如图 1 所示。

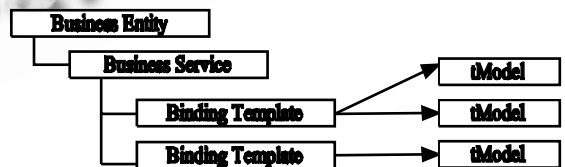


图 1 构成 UDDI 的核心数据模型

每一个独立发布的网格服务都是使用一个 Binding Template 结构来建模。基于网格服务在 Binding Template 的 tModel 中提供的调用规范的相关信息,程

^① 基金项目:国家自然科学基金(40473029)

收稿时间:2009-02-05

序员按照服务的调用规范编写程序，通过 Keyed Reference 中的 Key Value 通配符机制增强了对与远程策略表达式相关联的 tModel 和 UDDI 实体的查询。

3 基于UDDI扩展的网格计算资源共享

3.1 扩展 tModel 的属性以获取 QoS 信息

UDDI 关键字(Key Value)通配符机制规范没有考虑服务过滤和选择的问题，进而不能确保其发现的服务能够满足用户的 QoS 需求。UDDI 数据结构规范中的 CategoryBag 数据类型是服务发现应用开发接口规范的可选参数之一，可以用 CategoryBag 元素来表达用户对 QoS 的需求。

包含在 tModel 实体 CategoryBag 中的信息可以被用于定位和引用用户所发布的 UDDI 信息。本文所讨论的扩展，是基于 tModel 实体的扩展。扩展的 tModel 通过采用 CategoryBag 列表中的多个 Keyed Reference 的名/值(KeyName/Key Value)对来表示 QoS 变量枚举集合和各个元素，将具体网格服务的 QoS 属性元数据表示出来。网格用户获取的 QoS 信息主要是可用资源节点的资源状态、资源使用情况、网络线路信息等信息，具体包括 CPU 型号、最大可用内存大小、最大可用存储空间、当前状态、QoS 评级等。

3.2 在 tModel 嵌入 RDF/RDFS 语句以支持语义发现

UDDI 在服务发现上存在分类精度不高和语义描述能力缺乏两大缺陷，限制了其实现完全交互的需要。

RDF(Resource Description Framework，资源描述框架)是由 W3C 推荐在 Web 建立语义交互的标准，允许用户添加任意的结构到他们的文档中，提供了一个可扩展的数据模型用来解决复杂的本体表示技术，其动机是为 web 资源的描述提供一个元数据标准。RDF 的基本结构是一个(对象-属性-值)的三元组:Subject-Predicate-Object，通常写为 Predicate (Subject, Object)来表示他们的关系。

RDFS(RDF Schema)是 RDF 的扩展和补充，RDF 提供的仅仅是一些基本的原语，描述的是资源与资源之间的关系，RDFS 则定义了资源以及属性的层次关系，还定义了属性的定义域和值域，丰富了 RDF 的表述能力。RDF/RDFS 主要包括核心类、核心特性、核心约束三个部分。常用的语句包括：类定义语句 rdfs:Class、rdfs:subClassOf；属性定义语句 rdfs:Property、rdfs:subPropertyOf；类域和属性域

语句 rdfs:domain 和 rdfs:range；rdf:type 语句用于声明类的一个实例资源。

在 tModel 中嵌入 RDF/RDFS 语句，是将 RDF/RDFS 语句三元组 Predicate (Subject, Object)与和 tModel 中的 tModelKey(tModelKey, Value)进行映射，文献[7]介绍了一种映射方法，本文参照此方法，将三元组修正为 KeyedReference->tModelKey (tModelKey, KeyedReference->Key Value)，Keyed-Reference 存在于 tModel 的 CategoryBag 列表，如图 2 所示。

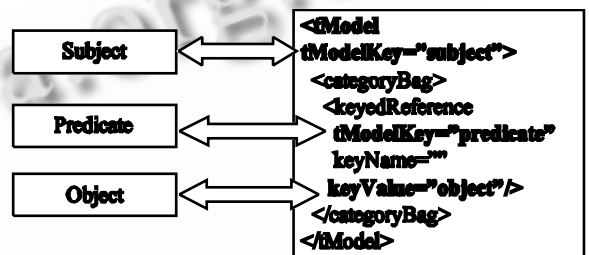


图 2 RDF 与 tModel 映射图

在使用 tModel 表达 RDF/RDFS 前，需要先用 tModel 对 RDF/RDFS 的核心类和特性以及约束进行定义，即需要先实现 RDF/RDFS 概念到 tModel 的映射，没有定义过的 RDF/RDFS 概念，将不能被正确识别，如图 3 所示为几组常用 RDF/RDFS 概念在 tModel 中的定义[8]。



图 3 常用 RDF/RDFS 概念在 tModel 的定义示例

4 网格计算资源共享服务实现

试验以支持向量机算法的网格部署为例,以 Alchemi 为网格中间件,建立在 UDDI 服务上,在 .net 环境下实现网格计算资源的共享。假设用户要在网格中使用一个 SVM 算法进行图像分类。用户首先需要知道有没有这样的网格服务,进而再了解如何调用这个服务,同时还要得到网格计算资源的运行状态等反馈信息(QoS 信息),以了解能否使用该服务。表 1 描述了一个网格节点的 QoS 信息的表示方法:最大 CPU>3.0GMHZ;可用内存:512M;最大存储空间:120G。

表 1 扩展 tModel 的属性表示 QoS 信息

```
<tModel tModelKey="uuid:
ebd81a18-ae10-43aa-82ee-b3eab498e9c8">
  <name>uudi-org:网格 QoS</name>
  <description xml:lang=" en " > 网格计算的
QoS</description>
  <categoryBag>
    <keyedReference
      tModelKey="      uuid:75c846e1-5573-
4d02-ae83-dd21e49dbc74"
      keyName=" 最大 CPU"
      keyValue=" >3.0G MHZ " />
    <keyedReference
      tModelKey="
uuid:75c846e1-5573-4d02-ae83-dd21e49dbc74"
      keyName=" 可用内存"
      keyValue=" 512M" />
    <keyedReference
      tModelKey="
uuid:75c846e1-5573-4d02-ae83-dd21e49dbc74"
      keyName=" 最大存储空间"
      keyValue=" 120 G" />
  </tModel>
```

注:本段扩展实现了由 uuid:ebd81a18-ae10-43aa-82ee-b3eab498e9c8 表征的名称为网格 QoS 的对象,其一个 QoS 属性(由 uuid:75c846e1-5573-4d02-ae83-dd21e49dbc74 标识)下枚举的三个(KeyName,KeyValue)列表对,以体现 QoS 的最大 CPU、可用内存、最大存储空间的信息。

文献[9]介绍了一种连续参数的表示方法。要想获得动态的 QoS 信息,必须采用动态策略,调用 UDDI 的 API,对 QoS 进行动态更新。

以选择一个 C-SVM 支持向量机,核函数为高斯核函数(RBF),超参数 C 的值为 128,的值为 0.125 进行图像分类的服务为例,采用在 tModel 中嵌入 RDF/RDFS 进行扩展的方法,以支持语义功能的发现服务,该映射表示如下表 2。

表 2 嵌入 RDF/RDFS 扩展以支持语义

```
<tModel tModelKey="SVM"
  <categoryBag>
    <keyedReference
      tModelKey=" rdfs:subClassOf"
      keyName=" 子类关系"
      keyValue=" rdfs:Resource" />
    <keyedReference
      tModelKey=" rdf:type"
      keyName=" type 关系"
      keyValue=" rdfs:Class" />
  </categoryBag>
</tModel>
```

注:本段扩展实现了对 SVM 对象及其两个属性 rdfs:subClassOf和rdf:type从 RDF/RDFS到tModel的映射。用来说明 svm 是一个类(由 rdf:type 及其值 rdfs:Class 界定),而且是一个资源子类(rdfs:sub ClassOf 及其值 rdfs:Resource 界定)。

```
<tModel tModelKey="C-SVM"
  <categoryBag>
    <keyedReference
      tModelKey=" rdfs:subClassOf"
      keyName=" C-SVM 是 SVM 的一个子类"
      keyValue=" SVM" />
    <keyedReference
      tModelKey=" rdf:type"
      keyName=" type 关系"
      keyValue=" rdfs:Class" />
  </categoryBag>
</tModel>
```

注：本段扩展实现了对 C-SVM 对象及其两个属性 `rdfs:subClassOf` 与 `rdf:type` 从 RDF/RDFS 到 tModel 的映射。用来说明 C-SVM 是一个 SVM 的子类。

```
<tModel tModelKey=" Kernel 核函数"
  <categoryBag>
    <keyedReference
      tModelKey=" rdfs:property"
      keyName=" kernel 是 C-SVM 的一个属性"
      keyValue=" C-SVM" />
    <keyedReference
      tModelKey=" rdf:type"
      keyName=" type 关系"
      keyValue=" rdfs:Class" />
  </categoryBag>
</tModel>
```

注：本段扩展实现对 kernel 核函数的映射，说明其是一个 C-SVM 属性(由 `rdfs:property` 及其值 C-SVM 界定)，同时说明其本身也属于一个类(由 `rdf:type` 及其值 `rdfs:Class` 界定)，即其可以包含多种具体的核函数。

```
<tModel tModelKey=" 高斯核函数"
  <categoryBag>
    <keyedReference
      tModelKey=" rdfs:property"
      keyName=" 属性关系"
      keyValue=" Kernel 核函数" />
    <keyedReference
      tModelKey=" rdf:type"
      keyName=" 属性实例"
      keyValue=" RBF " />
  </categoryBag>
</tModel>
```

注：本段扩展体现了高斯核函数与 Kernel 核函数的一个属性关系，说明 RBF 是高斯核函数的一个实例。

```
<tModel tModelKey=" C"
  <categoryBag>
```

```
<keyedReference
  tModelKey=" rdfs:property"
  keyName=" 属性关系"
  keyValue=" C-SVM" />
<keyedReference
  tModelKey=" rdfs:type "
  keyName=" 属性实例"
  keyValue=" 128" />
</categoryBag>
```

注：//本段扩展用来实现 C 参数的映射，说明其与 c-svm 的属性关系，并给出值 128

```
</tModel> <tModel tModelKey=" "
  <categoryBag>
    <keyedReference
      tModelKey=" rdfs:property"
      keyName=" 属性关系"
      keyValue=" C-SVM" />
    <keyedReference
      tModelKey=" rdfs:type "
      keyName=" 属性实例"
      keyValue=" 0.125" />
  </categoryBag>
</tModel>
```

注：//本段扩展用来实现参数的映射，说明其与 c-svm 的属性关系，并给出值 0.125

试验结果表明，采用在 tModel 中嵌入 RDF/RDFS 进行语义扩展的方法，能够使发布在网格中的 SVM 共享资源被准确地发现，用户根据 SVM 相关的参数信息和网格服务信息，可以很容易地在网格上使用 SVM 资源，进行分类作业的提交，并得到分类结果。

5 结语

网格环境下资源的定位和发现，是实现资源共享的有力保障，基于语义和 QoS 联合扩展的网格资源共享模式研究和实现，增强了网格共享资源的生存能力，有很大的实用价值，如何解决 RDF/RDFS 在表达能力和逻辑严格性方面的不足，这也是今后需要研究的方向。

(下转第 185 页)

参考文献

- 1 Foster I. The Grid: A New Infrastructure for 21st Century Scienc. *Physics Today*, 2002,55(2):42 - 47.
- 2 王义立. 网格计算: 现状与进展. *微电子学与计算机*, 2006,23(10):181 - 186.
- 3 郭立文, 杨扬, 翟正利, 等. 一种基于 OGSA 的网格信息服务系统. *北京科技大学学报*, 2006,28(10):1001 - 1004.
- 4 Luther A, Buyya R, Ranjan R, *et al.* Alchemi: A NET-based Grid Computing Framework and its Integration into Global Grids. Vol.1: Australia, University of Melbourne: Grid Computing and Distributed Systems Laboratory, 2003:1 - 17.
- 5 Pastore S. The service discovery methods issue: A web services UDDI specification framework integrated in a grid environment. *Network and Computer applications*, 2008,31(2):93 - 107.
- 6 郭得科, 任彦, 陈洪辉, 等. 一种 QoS 有保障的 Web 服务分布式发现模型. *软件学报*, 2006,17(11):2324 - 2334.
- 7 王郁晰, 鲍泓. 基于 UDDI 的语义元数据定义及映射. *计算机工程与应用*, 2007,43(11):171 - 174.
- 8 Moreau L, Miles S, Papay J. *et al.* Publishing Semantic Descriptions of Services. In: *Semantic Grid Workshop*, New York: Academic Press, 2003:48 - 54.
- 9 严体华, 王宝树. 一种支持 QoS 的军事网格 UDDI 改进方法. *系统工程与电子技术*, 2007,29(10):1674 - 1676.