

云计算环境下的一种高效的资源管理策略

赵宏伟^{1,2} 宋宝燕³ 邵一川^{1,2}

(沈阳大学信息工程学院 沈阳 110044)¹ (辽宁省物联网信息集成技术工程技术研究中心 沈阳 110043)²
(辽宁大学计算机科学与技术学院 沈阳 110036)³

摘 要 通过考虑云计算环境下的服务器资源负载严重、资源描述方式单一以及资源配置方法效率不高的问题以及云计算本身的特点,根据本体论和多代理机制提出一种高效实用的基于域(DOMAIN)和虚拟组织(Virtual Organization i. e. VO)的完全分布的、高效的资源配置策略。在这个策略中,每个节点都采用 CCSM(Cloud Computing System Model)体系结构,该体系结构根据本体论引入了多代理的分层结构,并利用本体论表达语义信息来对资源进行管理,根据分层结构可以减少远程访问的时间,提高访问效率。根据语义信息来获得对概念的统一理解形式,过滤掉无关信息以缩小查询范围,并利用概念关联进行推理以实现查询请求的泛化,由此可以提高查询过程中的查全率和查准率。

关键词 云计算,本体,OWL,虚拟组织,域

中图法分类号 TP311.12 **文献标识码** A

High-effect Resource Management Strategy in Cloud Computing Environment

ZHAO Hong-wei^{1,2} SONG Bao-yan³ SHAO Yi-chuan^{1,2}

(School of Information Engineering, Shenyang University, Shenyang 110044, China)¹

(Liaoning Information Integration Technology Engineering Technology Research Center of Internet of Things, Shenyang 110043, China)²

(School of Computer Science and Technology, Liaoning University, Shenyang 110036, China)³

Abstract Considering the disadvantages of traditional Cloud Computing system and the characteristics of Cloud Computing, according to the Multi-Agent principle and ontology, a high-effect resource management strategy which adopts the completely distributed structure based on DOMAIN and virtual organization (VO) was proposed. In the strategy, each of metadata system adopts the architecture called CCSM(Cloud Computing System Model), which adopts Multi-Agent Hierarchical structure and semantic method to manage service resource. According to semantic information, CCSM can obtain the consistent concept of query, reduce the inquiry scope, and realize the extensive request of query based on concept connection, which can enhance precision and recall in inquiring process.

Keywords Cloud computing, Ontology, OWL, Virtual organization, DOMAIN

1 引言

云计算^[1,2]是一种计算方式,通过互联网将资源“以服务”的形式提供给用户和应用系统,而用户和应用系统不需要了解、知晓或者控制支持这些服务的技术基础架构“云”。云计算也是一种商业计算模型,它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上,使用户和各种应用系统能够根据需要获取计算力、存储空间和各种软件服务。

目前关于“什么是云计算”,全球各大公司、科研机构以及云计算爱好者等都有各自不同的理解。一些国际知名的大公司都不约而同地将各自未来的发展与云计算紧密地联系在一起。它们根据各自对云计算的理解,设计并实现了自己的云计算平台^[3],例如:Google 就有好几个这样的“云”,其他 IT 巨头,如微软、雅虎、亚马逊(Amazon)也有或正在建设这样的“云”。届时,只需要一台能上网的电脑,不需关心存储或计算发生在哪朵“云”上,一旦有需要,就可以在任何地点用任何设

备,如电脑、手机等,快速地计算和找到这些资料,再也不用担心资料丢失。通过阅读大量关于云计算技术的资料,本文认为“云”是网络上为用户和应用系统提供服务的一个平台,在这个平台中有能够满足用户和应用系统需求的不同类型的服务和供其它应用使用的各种服务资源。

本文通过对云计算系统进行深入的研究后发现,云计算系统中的主服务器在响应客户或者应用请求的同时,还要定期与集群内的从服务器进行通信,以管理整个集群中的设备和资源,这样主服务器的负载会非常严重。并且,云计算系统缺乏语义信息的支持,无法保证查全率和查准率。为了解决以上的问题,本文基于本体论和多代理的思想,以本体论^[4,5]原理和多代理技术^[6,7]作为理论基础而提出一种层次化的资源管理模型,把具有相似目标和特征的资源划分在同一域(DOMAIN)或虚拟组织 VO^[8]中,以分担主服务器的负载,提高查找的效率。另外,为了描述这些域(DOMAIN)或虚拟组织 VO,该机制引入了针对域(DOMAIN)和 VO 的语义信息,

到稿日期:2011-03-15 返修日期:2011-04-29 本文受沈阳市科技计划(F10-048-2-00)资助。

赵宏伟(1976—),男,硕士,副教授,主要研究方向为网格计算、云计算、物联网,E-mail:zhw30@163.com。

分别将域(DOMAIN)和虚拟组织 VO 的特征抽象为一些共有的、常用的概念和描述这些概念的属性等,从而有利于查全率和查准率的提高。

本文第 2 节介绍相关工作;第 3 节描述云计算系统结构及其特点;第 4 节具体介绍每个节点的模型及各部分的组件功能和基于本体的服务匹配过程;最后给出实验数据,得出结论并提出下一步的研究工作。

2 相关工作

云计算是分布式计算和网格计算的发展,是基于 Internet 互联网的计算机技术的开发和使用,是一种新兴的商业计算模式。从不同角度可以将其分为狭义云计算、广义云计算,狭义云计算解释为提供资源的网络被称为“云”,“云”中的资源^[9]在使用者看来是可以无限扩展的,并且可以随时获取,按需使用,随时扩展,按使用付费。这种特性经常被称为像水电一样使用 IT 基础设施。广义云计算可以解释为一种资源池,也称为“云”,“云”是一些可以自我维护 and 管理的虚拟计算资源,通常为一些大型服务器集群,包括计算服务器、存储服务器、宽带资源等。云计算将所有的计算资源^[10,11]集中起来,并由软件实现自动管理,无需人为参与。这使得应用提供者无需为繁琐的细节而烦恼,能够更加专注于自己的业务,有利于创新和降低成本。

本论文主要针对在云计算环境下,通过设计云计算系统的体系结构资源的发现方式以及提高资源查找的效率,来构建高效率的云计算系统的研究。本项目涉及本体论、多代理和数据库等相关理论和技术。针对本项目的研究内容,国内外相关工作介绍如下。

(1)GFS 的体系结构

GFS(Google File System)是 Google 公司推出的 Google 文件系统的简称,能够满足该公司对迅速增长的数据的处理要求。Google 文件系统是一个可扩展的分布式文件系统,适用于大型的、分布式的、对大量数据进行访问的应用。它运行在普通的廉价硬件设备上,能够为大量用户提供总体性能较高的服务以及容错功能,但是缺乏语义信息的支持。

(2)Hadoop 的体系结构

Hadoop 是一个由 Apache 基金会所研发的开放源代码的并行运算编程工具和分布式文件系统。用户在不熟悉底层实现细节的情况下,使其能够开发分布式应用程序,充分利用集群的高速运算和大容量存储的能力。Hadoop 主要包括如下几个组成部分。

Hadoop Core 提供了一个分布式的文件系统(HDFS)和支持 MapReduce 的分布式计算框架。

HBase 构建在 Hadoop Core 之上,是一个可扩展的分布式数据库。

Pig 也是构建在 Hadoop Core 之上,是一个并行计算的高层数据流语言和执行框架。

Zookeeper 是一个高可用并且高可靠的协同系统,用于关键共享状态的更新。

Hive 是构建在 Hadoop Core 之上的数据仓库基础设施,用来进行数据汇总和数据集分析。

在 Hadoop 文件系统中,主服务器在响应客户或者应用请求的同时,还要定期与集群内的从服务器进行通信,管理整个集群中的设备和资源。这样主服务器的负载会非常严重,容易造成网络通信瓶颈。

(3)Amazon 弹性云

Amazon 将他们的云平台称为弹性计算云(elastic compute cloud,简称 EC2),是最早提供远程云平台服务的公司。Amazon 将自己的弹性计算云建立在公司内部的大规模集群计算的平台上,而用户可以通过弹性计算云的网络界面去操作在云平台上运行的各个实例(instance)。用户使用实例的付费方式由用户的使用状况决定,即用户只需为自己所使用的计算平台实例付费,运行结束后计费也随之结束。但 Amazon 一般只支持对各个实例关键字的查询,并且没有包含语义元数据的内容,由于缺乏语义信息的支持而无法保证查全率和查准率,查询结果往往不能令用户满意。

综上所述,现存的大多数云计算系统都存在一些弊端。为此,提出了一个基于域(DOMAIN)和虚拟组织(Virtual Orange, VO)的完全分布的系统结构,应用本体论和多代理思想,可有效提高资源和服务的搜索效率。下文将讨论相关系统体系结构及其原理。

3 云计算系统结构

云计算系统结构负责实现服务资源信息的注册、查询、更新、维护和监控等功能。基于分布式的思想,本文的云计算系统结构的设计采用了基于域(DOMAIN)和虚拟组织(Virtual Orange, VO)的完全分布的系统结构。基于 DOMAIN 和 VO 完全分布的云计算系统结构逻辑上包括 3 层:DOMAIN 层、VO 层、服务资源层。DOMAIN 层:由 DOMAIN 节点组成,与 VO 节点类似,每个 DOMAIN 节点负责集中管理该域内所有虚拟组织的元信息;另外,DOMAIN 节点还具备 DOMAIN 节点的选择和查询转发等功能。

VO 层:由 VO 节点组成,每个 VO 用来表示该 VO 内所能提供服务的特征,并提供虚拟组织内服务的动态和静态元信息的统一访问。与 DOMAIN 节点类似,每个 VO 节点负责集中管理该虚拟组织内,所有服务资源节点的元信息;另外,多个 VO 之间可以通过一定的算法进行相互传递和转发信息。

服务资源层:包括级别较低的服务资源的元信息,能使具有相似性的服务资源聚簇在一起,包括服务资源元信息的发布、查找等请求,发出请求的所有用户都存在于资源层,这些用户是服务的提供者或使用者。另外,在每一个 VO 内都存在一个主节点,如图 1 所示,主节点的作用是负责 VO 之间的信息转发。下一节将从体系结构设计方面,详细介绍 CCSM 的工作原理。

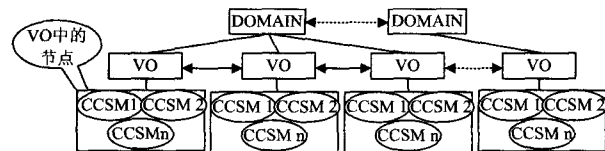


图 1 基于语义的完全分布的云计算系统体系结构

4 CCSM(Cloud Computing System Model)

云计算的节点资源管理模型 CCSM 中包括语义代理、查

询代理、资源代理,它们是云计算系统服务资源的管理单元,能够统一灵活地收集、访问一个或多个的动态、静态服务资源。其组件结构如图2所示,主要功能模块说明如下。

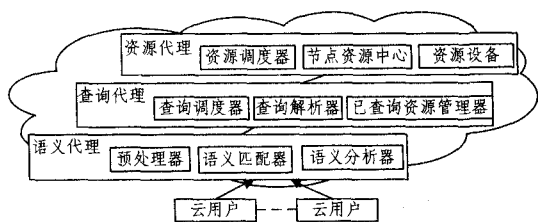


图2 单个节点数据中心结构图

4.1 多代理的基本原理

代理源于分布式人工智能领域,随后引申到其它计算机技术研究领域。代理是指在一定环境下自主运行,它具有这样的特征:自治性,代理可以在没有人或其它代理直接干预的情况下运作,而且对自己的行为和内部状态有某种控制能力;社会性,代理和其它代理通过某种代理语言进行信息交流;反应性,代理能够理解周围的环境,并对环境的变化做出实时响应;能动性,代理不仅能简单地对其环境做出反应,而且能够通过接受某些启动信息,表现出有目标的行为。多代理由多个代理组成,它们之间相互协作,相互作用,以完成某些复杂任务或目标。多代理协作求解问题的能力超过单个代理,与单个代理相比,多代理系统有如下特点:每个成员代理仅拥有不完全的信息和问题求解能力,不存在全局控制;数据是分散或分布的;计算过程是异步,并发或并行的。CCSM的代理层采用语义代理、查询代理、资源代理组成的多代理机制,来对节点进行管理和控制。

4.2 云计算系统中节点的组成

云计算系统中的每个节点代理层由多个代理组成,包括语义代理、查询代理、资源代理,不同代理的基本描述如下。

4.2.1 语义代理

语义代理主要为用户提供“人性化”的查询模式,不需要用户掌握查询规则和查询语法,并借助本体对用户查询的关键词进行语义推理,得出用户查询的语义信息,从而实现语义查询。语义代理主要由预处理器、语义匹配器、语义分析器组成。

(1)预处理器:根据 DOMAIN 和 VO 的语义描述信息对输入的查询请求进行分词、概念标准化、过滤和信息泛化,以实现供需双方在概念上的统一,并通过智能推理来扩大查询范围。

(2)语义匹配器:将预处理后的查询请求依据语义信息进一步进行查询匹配,并计算匹配度,以获取功能上与用户需求相似的服务或 VO。

(3)语义分析器:根据语义匹配后的匹配结果判断用户提出的查询请求能否在本 VO 或本 DOMAIN 范围内解决,并负责将查询请求发送或转发给查询代理,同时,维护其他 DOMAIN 的位置表。

4.2.2 查询代理

查询代理根据语义代理生成统一的查询接口,便于多代理对资源进行检索,解析用户需要的资源。查询代理由查询调度器、查询解析器和已分配资源管理器3部分组成。

(1)查询调度器:接收来自语义代理的处理信息,根据语

义代理处理的结果或资源代理的请求,处理查询的请求。同时,维护其他 VO 的位置表。

(2)查询解析器:将来自查询调度器的任务请求分解,并把计算和数据资源请求分为一类,程序资源请求分为一类,分别放入计算和数据资源请求队列、程序资源请求队列。

(3)已分配资源管理器:负责管理由分配给用户的资源形成的已分配资源池并且维护已分配资源信息表。

4.2.3 资源代理

资源代理根据查询代理解析的结果,找到用户需要的服务资源。资源代理包括资源调度器、节点资源中心和资源设备。

(1)资源调度器:接收查询解析器解析后的任务请求,并查找所需要的服务资源。同时,维护其他资源调度器中心位置表。

(2)节点资源中心:负责管理节点内部的全部资源,这些资源形成可用资源池并且维护可用资源信息表。

(3)资源设备:也称为可用资源池,是由成百上千台设备共同组成的。其主要作用是存储云计算系统环境里的资源,定期与节点资源中心联系,报告设备状况和设备内资源的情况。

4.3 CCSM 维护的数据信息

基于 VO/ Domain 的本体信息依照本体语言 OWL 规范来描述某一 DOMAIN(VO),包括在其范围内注册的所有 VO (服务资源)、描述这些 VO(服务资源)的所有属性以及属性间的包含、同义、反义等概念关联。如图3所示,提供服务资源名为 Order VO 的虚拟组织的本体描述信息,该 VO 由订购不同类型的商品等多个与订购相关的服务资源聚集而成,并通过订购数量、订购报价、订购产品名称等多个属性来对这些服务资源进行描述。

```
<owl:Ontology rdf:about="# Order VO">
...
</owl:Ontology>
<owl:serviceset>
    <owl:service rdf:id="# Product Shoes">
        .....
    </owl:service>
    .....
</owl:serviceset>
<owl:propertystet>
    <owl:objectproperty rdf:id="# order price">
        <owl:samepropertyas>
            <owl:objectproperty rdf:about="# order nums"/>
        </owl:samepropertyas>
        <rdfs:subpropertyof>
            <owl:objectproperty rdf:about="# order Item"/>
        </rdfs:subpropertyof>
        .....
    <rdfs:domain>
        <owl:service rdf:about="# Sales"/>
        .....
    </rdfs:domain>
</owl:objectproperty>
```

图3 基于本体的 VO 描述 OWL 语言

DOMAIN 的位置表维护着其它 DOMAIN 的位置信息。VO 的位置表维护着其它 VO 位置的信息。资源调度器的位置表信息维护着其它资源调度器的位置信息。

4.4 服务资源的发现策略

云计算系统的服务资源的发现策略,能够根据用户或应用的请求信息,智能地查找注册在云计算平台上的服务资源,并选择最适合的服务返回给用户或应用。具体的发现策略如下。

(1)云计算系统的语义代理首先接收通过验证的用户请求,并将查询请求发送给预处理器,进行标准化处理,然后转发给语义匹配器。

(2)语义匹配器将预处理后的查询请求依据语义信息进一步进行查询匹配,并计算匹配度,以获取功能上与用户需求相似的服务或 VO,再将请求转发给语义分析器。

(3)语义分析器分析该请求能否在本 DOMAIN 得到解决,如果可以,将请求转发给查询代理,则执行(4)。否则,将用户请求转发到相应的 DOMAIN,重新执行(2)。

(4)查询代理接收到来自语义代理的处理信息后,根据语义代理处理的结果,分析查询请求能否在本 VO 内得到解决,如可以,转到(5),否则,将用户请求转发到相应的 VO,重新执行(3)。

(5)资源代理接收到查询代理解析后的用户请求,就本地或 VO 内集群的节点查找所需要的服务资源,并将检索到的服务资源通过云计算系统返回给用户。

5 CCSM 性能测试

5.1 查准率和查全率

查准率和查全率是针对云计算系统服务资源搜索质量的评价,是对搜索结果同用户需求间相关性的量化。本系统测试采用与订购相关的虚拟组织。测试结果表明,平均查全率和查准率分别达到 80%和 91%,比传统的基于关键字传统的服务资源的查找方式有明显改进。

5.2 查询响应时间

对于响应时间,针对不同的云计算系统设计方案进行分析并比较。除了本文提出的设计方案,另两种方案中,一个是集中式云计算系统,它将整个服务资源统一管理;另一个是由中央云计算系统和局部云计算系统组成的分层的元数据系统。影响查询响应时间的因素包括查询请求的数量(Query Number, QN)和服务资源总量, QN 和服务总量越大,需要处理的时间就越长。集中式元数据系统、分层的元数据系统和完全分布的元数据系统在整系统中服务总数为 50、查询请求服务资源数量为 120 时,查询响应时间的对比如图 4 所示,其中 3 条曲线分别表示:a)集中式元数据管理系统中查询响应时间;b)分层的元数据系统云计算系统的查询响应时间;c)CCSM 云计算系统服务资源的查询响应时间。

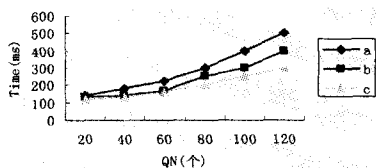


图4 3种不同结构云计算系统的查询响应时间对比

由于 CCSM 云计算系统事先将用户和服务划分成若干 DOMAIN 和 VO,因此用户提出的查询请求在所属 DOMAIN 和 VO 范围内被满足的概率相对要高,进而缩小了查询范围;若需要转发,可充分利用缓存技术即 CCSM 中的已查询资源代理,来缓存远程的服务资源的查找信息。所以 c)同 a)、b)比较,查询速度明显要快,而且随着 QN 的增加,这种优势越发明显。

结束语 本文给出了在云计算环境下的一种高效的服务资源管理策略。在这个策略里主要设计了基于多代理和本体的云计算系统的体系结构,这个体系结构采用的是基于 DOMAIN 和 VO 的完全分布的云计算系统,在云计算系统中每个节点采用的是 CCSM 模型。最后给出了实验结果,通过实验结果可以看出,基于 DOMAIN 和 VO,并采用 CCSM 模型的云计算系统能高效地管理各种分布的服务资源,它不仅能带来更好的可扩展性和系统可用性,而且有效地提高了查询服务资源的全面性与精确性。下一步,将针对服务资源的一致性、服务资源的复本管理和服务资源的匹配算法等方面进行进一步的研究。

参考文献

- [1] 张为民,唐剑峰,等.云计算:深刻改变未来[M].北京:科学出版社,2009
- [2] 陈康,郑纬民.云计算:系统实例与研究现状[J].软件学报,2009,20(05):1337-1348
- [3] 郑湃,崔立真.云计算环境下面向数据密集型应用的数据布局策略与方法[J].计算机学报,2010,30(8):1473-1479
- [4] Aktas M S, Pierce M. Designing Ontology's and Distributed Resource Discovery Services for an Earthquake Simulation Grid[C]// Proc. of the GGF11 Semantic Grid Applications. Honolulu USA, 2004:1-6
- [5] Brickley D, Guha R V. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema [OL]. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-schema-20040210/>, 2004
- [6] 曾万鹏,周绪波,等.基于多代理的网格任务调度研究[J].计算机科学,2005,32(03):36-39
- [7] 张国敏,陈鸣.基于多代理的网格动态资源自维护机制[J].通信学报,2006,27(11):135-138
- [8] Ian F, Carl K, Steven T. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations [J]. International Supercomputer Applications, 2001, 15(3):132-135
- [9] 文明波,丁治明.适用于云计算的面向查询数据库数据分布策略[J].计算机科学,2010,37(9):168-172
- [10] 田冠华,孟丹詹.云计算环境下基于失效规则的资源动态提供策略[J].计算机学报,2010,33(10):1860-1870
- [11] 王洪雨.云计算中动态数据迁移的关键技术研究[D].大连:大连海事大学,2010