Journal of Computer Applications
计算机应用,2013,33(8):2147 -2150
ISSN 1001-9081
CODEN JYIIDU
2013-08-01
http://www.joca.cn

文章编号:1001-9081(2013)08-2147-04
doi:10.11772/j.issn.1001-9081.2013.08.2147

云计算中基于优先级和费用约束的任务调度算法

武小年[1*],邓梦琴[1],张明玲[1],曾　兵[2]
(1.桂林电子科技大学 信息与通信学院,广西 桂林 541004;　2.保密通信重点实验室,成都 610041)
(*通信作者电子邮箱 xnwu@guet.edu.cn)

摘　要:针对云计算中的服务质量保证问题,提出一种基于优先级和费用约束的任务调度算法。该算法通过计算任务优先级和资源服务能力,分别对任务和资源进行排序和分组,并根据优先级高低和服务能力强弱建立任务组和资源组间的调度约束关联;再通过计算任务在关联资源组内不同资源上的完成时间和费用,将任务按优先级高低依次调度到具有任务完成时间和费用折中值最小的资源上。与 Min-Min 和 QoS-Guided-Min 算法的对比实验结果表明,该算法具有良好的系统性能和负载均衡性,并降低了服务总费用。

关键词:云计算;任务调度;服务质量;优先级;费用约束
中图分类号:TP393.027　　**文献标志码**:A

Task scheduling algorithm based on priority and cost constraint in cloud computing

WU Xiaonian[1*], DENG Mengqin[1], ZHANG Mingling[1], ZENG Bin[2]
(1. *School of Information and Communication, Guilin University of Electronic Technology, Guilin Guangxi* 541004, *China*;
2. *Science and Technology on Communication Security Laboratory, Chengdu Sichuan* 610041, *China*)

Abstract: Concerning the service quality assurance in cloud computing, a task scheduling algorithm based on priority and cost constraint was proposed. Firstly, it computed the priority of tasks and the service ability of resources, then made sorting and grouping for tasks and resources respectively, and set the scheduling constrained relationship according to the priority and service ability between task groups and resource groups. Furthermore, the completion time and cost of tasks spent on different resources located in the related resource group were calculated, and finally each task was scheduled in turn onto a resource with minimum time-cost tradeoff value according to its priority. The simulation results show that, compared with Min-Min and QoS-Guided-Min, the proposed algorithm achieves better performance and load balancing, and reduces the overall service cost.

Key words: cloud computing; task scheduling; Quality of Service (QoS); priority; cost constraint

0　引言

云计算作为一种新型的商业计算模式,采用虚拟化技术,将大量计算资源、存储资源与软件资源链接在一起,形成大规模的共享虚拟资源池,为用户提供廉价的按需服务[1]。与此同时,云计算强调商业模式下的用户服务质量(Quality of Service, QoS)、服务等级协定(Service Level Agreement, SLA)、安全及隐私需求[2]。任务调度是云计算的重要组成部分。云计算的服务质量保证需要通过其任务调度策略来实现,这对任务调度提出了新的需求。

任务调度算法的设计与算法的应用环境和调度目标密不可分。早期的传统任务调度算法如轮询法、先来先服务(First Come First Served, FCFS)、有向非循环图(Directed Acyclic Graph, DAG)等,以及启发式算法[3]包括随机负载均衡(Opportunistic Load Balancing, OLB)算法、最小完成时间(Minimum Completion Time, MCT)、Min-Min、遗传算法(Genetic Algorithm, GA)和 A* 等,在其各自应用环境和调度目标下都具有较好的调度效果,但其并不能直接应用于云计算。

考虑到云计算的服务质量保证,一些新的任务调度算法被提出。文献[4]给出了一种 QoS 保证机制,并可通过 SLA 对不能满足用户需求的服务寻求赔偿。文献[5]针对面向服务的体系结构(Service-Oriented Architecture, SOA)系统设计了一种服务选择算法,其根据用户对信任程度、响应时间和费用成本的多维 QoS 需求为用户推荐服务。文献[6]通过对资源性能模糊聚类,根据任务计算资源偏好并在不同聚类中选择资源,以获得满意的调度效果。文献[7]提出一种基于伯格(Berger)模型的作业调度算法,其通过对任务的 QoS 偏好分类和对资源的公平性约束,将作业分配到最优的资源调度执行。此外,在网格计算和 Web 服务中也有一些关于 QoS 调度的思想,如文献[8]基于 Min-Min 算法,把带宽作为用户的 QoS 要求,保证具有高 QoS 的任务可以在不需要长时间等待的情况下获得高 QoS 的资源。另外,云计算的负载均衡[9-10]、调度安全[11-12]等问题也被考虑。

本文提出了一种基于优先级和费用约束的任务调度(Task Scheduling based on Priority and Cost Constrain in Cloud Computing, TS-PCC)算法。该算法通过计算任务的优先级和

收稿日期:2013-02-27;**修回日期**:2013-04-09。
基金项目:国家自然科学基金资助项目(61100185);保密通信重点实验室基金资助项目(9140C110404110C1106);广西自然科学基金资助项目(2012GXNSFAA053224);广西教育厅基金资助项目(201010LX156,CD10066X);广西研究生教育创新计划项目(2010105950810M18)。
作者简介:武小年(1972-),男,湖北监利人,副教授,硕士,主要研究方向:分布式计算、信息安全;　邓梦琴(1987-),女,江西南昌人,硕士研究生,主要研究方向:任务调度;　张明玲(1985-),女,山东枣庄人,硕士研究生,主要研究方向:任务调度;　曾兵(1974-),男,四川成都人,副研究员,硕士,主要研究方向:信息安全。

《计算机应用》Journal of Computer Applications

资源的服务能力,分别对任务和资源进行排序与分组,并建立组间调度约束关联;加权计算任务完成时间和费用,将任务调度到关联资源组内具有最小任务完成时间和费用的资源上,在获得高性能的同时,提供服务质量保证。

1 任务调度模型

1.1 任务模型

云计算的任务可分为元任务和依赖任务,元任务之间相互独立,而依赖任务之间存在先后约束的关系。本文只考虑元任务,并假设任务均为计算任务。

以 $T(n)=\{t_1,t_2,\cdots,t_i,\cdots,t_n\}$ 表示任务集,其中:$n\in\mathbf{N}$,$t_i(i\in[1,n])$ 表示第 i 个任务。以一维向量表示任务 t_i 的多维属性,则 $t_i=(t_{ID},t_{user},t_{right},t_{urgency},t_{length},t_{Rr})$,各属性含义如下:

1)t_{ID} 为任务的唯一性编号。

2)t_{user} 为任务的创建者唯一标识。

3)t_{right} 为任务创建者的用户权限类别,在此,定义用户权限类别 $t_{right}\in\{A,B,C\}$。

4)$t_{urgency}$ 为任务的急迫程度,设 $t_{urgency}\in\{urgent,high,middle,ignored\}$。

5)t_{length} 表示任务的长度,代表的是任务的计算量,这个值越大则表示计算量越大。在此,不评估包含循环结构任务的计算量大小。

6)t_{Rr} 表示任务对资源的能力需求,包括资源的计算能力、通信能力和存储能力,并分别用 t_{comp}、t_{BW}、t_{sto} 表示,即 $t_{Rr}=\{t_{comp},t_{BW},t_{sto}\}$。

1.2 资源模型

以 $R(m)=\{r_1,r_2,\cdots,r_j,\cdots,r_m\}$ 表示资源集,其中:$m\in\mathbf{N}$,$r_j(j\in[1,m])$ 表示第 j 个资源。以一维向量描述资源 r_j 的不同特性,即 $r_j=(r_{ID},r_{provider},r_{service},r_{Cap},r_{Cost})$,各属性含义如下:

1)r_{ID} 为资源在数据中心中的唯一性编号;

2)$r_{provider}$ 为资源的提供商标识;

3)$r_{service}$ 为资源所提供的服务名称;

4)r_{Cap} 表示资源的能力,包括资源的计算能力、通信能力和存储能力,则 $r_{Cap}=\{r_{comp},r_{BW},r_{sto}\}$;

5)r_{Cost} 为资源的收费标准,包括资源在任务计算、带宽分配和存储分配上的单位服务价格,即 $r_{Cost}=\{\alpha,\beta,\gamma\}$。

2 TS-PCC 算法

2.1 任务优先级计算

依据任务的多方面属性来为任务设定优先级,以反映任务的重要程度。而任务的用户权限类别反映了用户的等级,是任务能否被优先服务的基础;任务的急迫程度表达了任务自身的重要性;任务的长度表明了任务的工作量大小。因此,综合考虑任务的用户权限类别、急迫程度和长度来计算任务优先级。

为实现任务多属性优先级计算,本文对相关数据预先进行标准化处理。数据标准化处理主要包括对数据的同趋化处理和无量纲化处理;数据同趋化处理是因不同性质数据直接加总时不能在综合结果中正确反映其作用力,故先考虑改变数据性质,使所有数据对测评方案的作用力同趋化,以获得加总后的正确结果;数据无量纲化处理则解决数据的可比性。以 Y_{ij} 表示任务 t_i 的第 j 个属性的标准化处理结果,则 Y_{ij} 的计算方法如下:

$$Y_{ij}=(x_{ij}-m_j)/S_j \tag{1}$$

其中:x_{ij} 表示任务 t_i 的第 j 个属性值;m_j 是所有任务第 j 个属性的平均值,$m_j=\frac{1}{n}(x_{1j}+x_{2j}+\cdots+x_{nj})$;$S_j$ 为所有任务第 j 个属性的平均绝对偏移,$S_j=\frac{1}{n}(|x_{1j}-m_j|+|x_{2j}-m_j|+\cdots+|x_{nj}-m_j|)$。

以 $P(t_i)$ 表示任务 t_i 的优先级,以 t_{nr_i}、t_{nu_i} 和 t_{nl_i} 分别表示对任务 t_i 属性 t_{right}、$t_{urgency}$ 和 t_{length} 的标准化处理结果,则采用加权的方式计算任务优先级公式如式(2)所示:

$$P(t_i)=\varepsilon_1\times t_{nr_i}+\varepsilon_2\times t_{nu_i}+\varepsilon_3\times t_{nl_i} \tag{2}$$

其中:$i\in[1,n]$;ε_1,ε_2,$\varepsilon_3\in[0,1]$ 是权重因子,且 $\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3=1$。

2.2 资源服务能力计算

基于优先级计算并对任务进行排序,可以将具有高优先级的任务调度到更优的资源上,提供优化的资源分配,保证服务质量。

为表达资源的能力,采用式(3)计算资源的总服务能力:

$$S(r_j)=\sqrt{(r_{nc_j})^2+(r_{nB_j})^2+(r_{ns_j})^2} \tag{3}$$

其中:$S(r_j)$ 表示资源 r_j 的总服务能力;r_{nc_j}、r_{nB_j} 和 r_{ns_j} 分别为资源 r_j 的计算能力 r_{comp_j}、通信能力 r_{BW_j} 和存储能力 r_{sto_j} 的数据标准化结果,其计算方法同式(1)。

2.3 完成时间和费用计算

降低任务的完成时间和执行费用,是提高服务质量的重要保证。任务的完成时间[3]、执行费用定义和计算方法如下。

定义 1 预期执行时间指单个服务在零负载情况下执行完单个任务花费的时间。以 pt_{ij} 表示任务 t_i 在资源 r_j 上的预期执行时间,则

$$pt_{ij}=t_{length_i}/r_{comp_j} \tag{4}$$

其中:t_{length_i} 表示任务 t_i 的长度,r_{comp_j} 表示资源 r_j 的计算能力。

定义 2 任务的平均预期执行时间是单个任务在所有资源零负载的情况下执行时间的平均值。若资源总数为 m,以 $avpt_i$ 表示任务 t_i 的平均预期执行时间,则

$$avpt_i=\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}pt_{ij} \tag{5}$$

定义 3 预期完成时间是任务被指定资源执行完成的预期时间,其为任务在指定资源上的预期执行时间与资源执行该任务时的最早可用时间之和。以 ct_{ij} 表示任务 t_i 在资源 r_j 上的预期完成时间,以 $st(j)$ 表示资源 r_j 的最早可用时间,则

$$ct_{ij}=pt_{ij}+st(j) \tag{6}$$

定义 4 任务的预期费用是任务 t_i 在资源 r_j 上执行的费用。费用计算分别针对任务的计算费用、带宽费用和存储费用。以 pc_{ij} 表示任务 t_i 在资源 r_j 上的预期费用,则

$$pc_{ij}=\alpha\times r_{comp_j}\times pt_{ij}+\beta\times t_{BW_j}+\gamma\times t_{sto_j} \tag{7}$$

其中:α、β、γ 分别为资源 r_j 在任务计算、带宽分配和存储分配上的单位服务价格;r_{comp_j} 表示资源的计算能力;t_{BW_j}、t_{sto_j} 分别为资源分配给任务的通信带宽和存储空间。

定义 5 任务的预期平均费用是任务 t_i 分别在所有资源上执行费用的平均值。若资源总数为 m,以 $avpc_i$ 表示任务 t_i 的预期平均费用,则

$$avpc_i=\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}pc_{ij} \tag{8}$$

定义 6 时间—费用折中是对任务 t_i 在资源 r_j 上的完成

《计算机应用》Journal of Computer Applications

时间和费用的折中处理结果。以 ρ_{ij} 表示时间 — 费用折中值,则

$$\rho_{ij} = \omega_1 \times \frac{ct_{ij}}{avpt_i} + \omega_2 \times \frac{pc_{ij}}{avpc_i} \tag{9}$$

其中:ω_1,ω_2 为任务在资源上的完成时间和费用的加权因子,且 $\omega_1 + \omega_2 = 1$。ρ_{ij} 越大,表示任务在资源上的完成时间和费用越高;反之越低。

2.4　TS-PCC 算法描述

TS-PCC 算法思想如下:首先对任务指定属性进行标准化处理,并计算任务的优先级;根据任务优先级对任务进行排序并分组;计算资源的总服务能力并分组,并建立任务组和资源组的调度约束关联;分别计算每个任务在关联资源组内不同资源上的预期执行时间和预期费用,在此基础上计算任务的平均预期执行时间和平均费用,并计算每个任务在关联资源组内不同资源上的时间—费用折中值;最后将任务调度到任务在资源中的最小时间—费用折中值对应的资源上。算法过程具体描述如下:

1)任务的属性标准化处理。按照式(1)对任务的用户权限类别、急迫程度和任务长度进行标准化处理。

2)任务的优先级计算。依据式(2)采用加权方法计算任务的优先级。

3)任务排序。根据任务优先级对任务进行非递增排序,优先级值越大任务优先级越高。

4)采用式(3)计算资源总服务能力并根据能力对资源排序。

5)任务—资源分组及组关联。分别将任务和资源分为两组,并建立不同任务组与不同资源组的调度约束关联,即高优先级任务组中的任务都将被调度到高服务能力资源组的资源上,低优先级任务组的任务只能调度到低服务能力资源组的资源上。

6)按照式(4)和(7)计算任务在关联资源组中各资源上的预期执行时间和预期费用。

7)按照式(5)和(8)计算任务的预期平均执行时间和预期平均费用。

8)按照式(6)计算任务的预期完成时间,并构造对应的任务—资源完成时间矩阵。

9)根据式(9)计算任务的时间—费用折中值并构造成对应的时间—费用折中矩阵。

10)按照任务排序,依次将任务映射到时间—费用折中矩阵中任务所在列最小时间—费用折中值对应的资源上,并更新任务—资源完成时间矩阵,直到所有任务都被映射完成。

11)任务调度。按照任务—资源映射关系完成任务调度。

3　仿真实验

云计算是一个开放的平台,其通过数据中心完成对资源的管理,并向用户提供服务。服务提供商通过域代理进行云服务注册,用户则通过云用户中心注册,并获取服务信息。域代理针对用户的服务需求,根据调度策略查找满足用户需求的服务,并完成调度。云计算任务调度实施框架如图 1 所示。

本文采用澳大利亚墨尔本大学 Rajkumar Buyya 等开发的 Cloudsim 仿真平台模拟了图 1 所示的云环境任务调度过程并进行仿真实验。在扩展并重编译的 CloudSim 仿真平台上,分别实现了 Min-Min[3]、QoS-Guided-Min[8] 和本文的 TS-PCC 算法,并对比测试了上述算法的时间跨度、负载均衡和服务费用。在仿真测试中,实验环境设置如下:

1)虚拟机:每个虚拟机包含一个处理器,设置计算能力范围为[400,900],通信带宽范围为[8,10],存储能力范围为[2000,2500]。

2)用户任务:根据用户请求创建用户任务,任务长度的属性值分布在区间[10000,30000];任务对资源的计算能力需求范围为[200,500],通信能力需求范围为[5,8],存储能力需求范围为[500,1000]。

3)参考 SinaAppEngine[13] 的服务价格,设置各资源的单位服务价格 $\alpha = 0.00003$,$\beta = 0.002$,$\gamma = 0.0015$。

4)根据不同属性的重要性,设置优先级加权因子 ε_1,ε_2,ε_3 分别为 0.5,0.3,0.2。

5)对折中任务的完成时间和执行费用,设置 ω_1 和 ω_2 分别为 0.5 和 0.5。

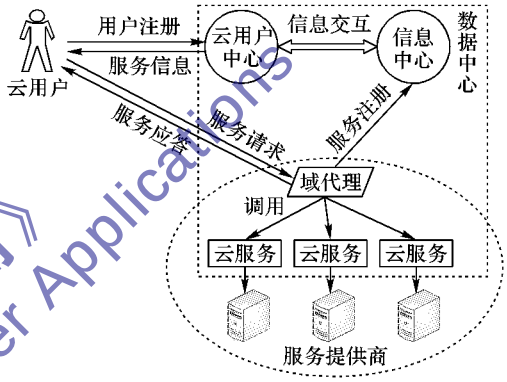

图 1　云计算任务调度实施框架

在同样的测试环境和条件下,对上述三种算法在 40 个虚拟机上分别针对多组不同任务数量在不同指标上的测试结果分别如下。

实验 1　时间跨度对比测试。

时间跨度是指从第一个任务开始执行到最后一个任务执行结束的时间,值越小,算法调度性能越好。三种算法时间跨度的测试结果如图 2 所示。

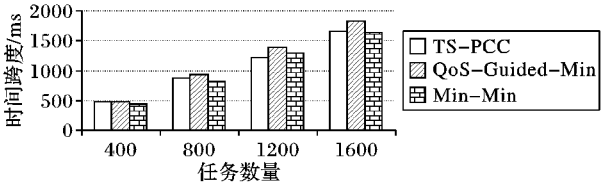

图 2　三种算法的时间跨度测试结果

从图 2 可以看出,TS-PCC 算法具有与 Min-Min 相近的时间跨度,QoS-Guided-Min 的时间跨度则略高。这是因为三者具有同级的时间复杂度 $O(m \times n^2)$,其中:m 为资源数量,n 为任务数量。TS-PCC 算法尽管考虑了服务质量保证问题,增加了计算开销,但其在调度时以时间跨度来衡量,从而能获得良好的调度性能。

实验 2　负载均衡对比测试。

负载均衡采用相对标准差(Relative Standard Deviation,RSD)表示。$RSD = S/\bar{x}$,其中:$S = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$ 是样本标准偏差,表示样本参数的离散程度;$\bar{x}$ 是样本均值。RSD 值越小,虚拟机的负载均衡性越好。三种算法负载均衡的测试结果如图 3 所示。

《计算机应用》 Journal of Computer Applications

从图 3 可以看出,TS-PCC 算法具有最好的负载均衡性,这主要是因为 TS-PCC 算法除了与 Min-Min 和 QoS-Guided-Min 算法一样根据完成时间进行资源选择外,在任务调度中还进行了任务与资源的分组,并设置了任务组与资源组的调度约束关联,其在资源优化分配的同时,也使得任务能够更均衡地调度到不同的资源上,提高了系统的负载均衡性。

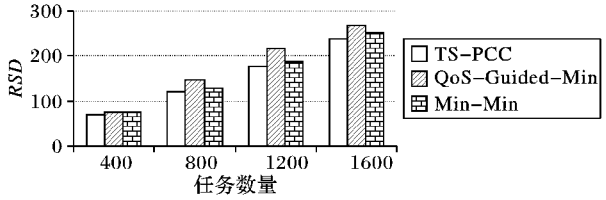

图 3 三种算法的负载均衡测试结果

实验 3 服务总费用对比测试。

服务总费用是所有用户所有任务的服务总费用。三种算法总费用测试结果如图 4 所示。

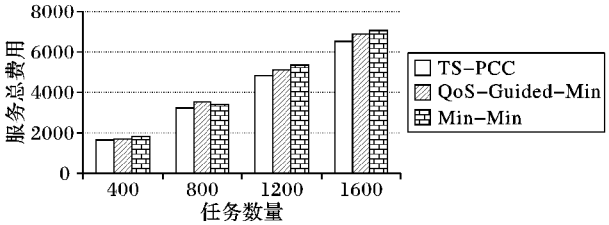

图 4 三种算法的服务总费用测试结果

从图 4 可以看出,TS-PCC 算法的服务总费用略低于另外两种算法,这是因为在任务调度过程中,TS-PCC 算法将费用作为任务调度的依据,使得其最终的总费用略低于另外两种算法。但在实验中也发现,通过调整完成时间和费用的权重,增加费用比重,降低完成时间比重,会使 TS-PCC 算法的总费用进一步降低,但时间跨度则相应增加。

4 结语

本文提出一种基于优先级和费用约束的任务调度算法。该算法通过对任务优先级和资源服务能力的计算,从而对任务和资源进行排序与分组,并建立组间调度约束关联;再通过计算任务在关联资源组内不同资源上的完成时间和费用,将任务调度到具有最小完成时间和费用折中值的资源上。仿真测试结果表明该算法降低了任务的服务费用,并获得良好的性能和负载均衡。未来的工作中,将进一步考虑资源性能动态预测、调度安全等问题。

《计算机应用》Journal of Computer Applications

参考文献:

[1] WEISS A. Computing in the clouds [J]. NetWorker, 2007, 11(4): 16 - 25.

[2] MISHRA A, JIN R, DURRESI A. Cloud computing: networking and communication challenges [J]. IEEE Communictions Mgzine, 2012, 50(9): 24 - 25.

[3] BRAUN T D, SIEGEL H J, BECK H, *et al*. A comparison of eleven static heuristics for mapping class of independent tasks onto heterogeneous distributed computing systems [J]. Journal of Parallel and Distributed Computing, 2001, 61(6): 810 - 837.

[4] STNTCHEV V, SCHRÖPFER C. Negotiating and enforcing QoS and SLAs in grid and cloud computing [C]// GPC '09: Proceedings of the 4th International Conference on Advances in Grid and Pervasive Computing. Berlin: Springer-Verlag, 2009: 25 - 35.

[5] ZHAO L P, REN Y Z, LI M C, *et al*. Flexible service selection with user-specific QoS support in service-oriented architecture [J]. Journal of Network and Computer Applications, 2012, 35(3): 962 - 973.

[6] 李文娟, 张启飞, 平玲娣, 等. 基于模糊聚类的云任务调度算法[J]. 通信学报, 2012, 33(3): 146 - 154.

[7] XU B, ZHO C, HU E, *et al*. Job scheduling algorithm based on Berger model in cloud environment [J]. Advances in Engineering Software, 2011, 42(7): 419 - 425.

[8] HE X S, SUN X-H, von LASZEWSKI G. QoS guided scheduling algorithm for grid computing [J]. Journal of Computer Science and Technology, 2003, 18(4): 445 - 451.

[9] 郑湃, 崔立真, 王海洋, 等. 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, 33(8): 1472 - 1480.

[10] DHINESH BABU L D, KRISHN P V. Honey bee behavior inspired load balancing of tasks in cloud computing environments [J]. Applied Soft Computing, 2013, 13(5): 2292 - 2303.

[11] XIAO Y P, LIN C, JIANG Y X, *et al*. Reputation-based QoS provisioning in cloud computing via Dirichlet multinomial model [C]// Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Communications. Piscataway: IEEE, 2010: 1 - 5.

[12] WANG W, ZENG G S, TANG D Z, *et al*. Cloud-DLS: dynamic trusted scheduling for cloud computing [J]. Expert Systems with Applications, 2012, 39(3): 2321 - 2329.

[13] Sina. SinaAppEngine [EB/OL]. [2013 - 03 - 08]. http://sae.sina.com.cn/?m=front&=rte.

(上接第 2146 页)

[5] 刘少伟, 孔令梅, 任开军, 等. 云环境下优化科学工作流执行性能的两阶段数据放置与任务调度策略[J]. 计算机学报, 2011, 34(11): 2121 - 2130

[6] 苏佰川, 张国义, 等. 基于社会网络的 Web 服务选择算法的研究[J]. 微型机与应用, 2012, 31(6): 46 - 49

[7] BANSAL S K, BANSAL A, BLACK M B. Trust-based dynamic Web service composition using social network analysis [C]// BASNA 2010: Proceedings of the 2010 IEEE International Workshop on Business Applications for Social Network Analysis. Piscataway: IEEE, 2010: 1 - 8.

[8] MAAMAR Z, SANTOS P, WIVES L, *et al*. Using social networks for Web services discovery [J]. IEEE Internet Computing, 2011, 15(4): 48 - 54.

[9] MAARADJI A, HACID H, DAIGREMONT J, *et al*. Towards a social network based approach for services composition [C]// ICC'10: Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Communications. Piscataway: IEEE, 2010: 1 - 5.

[10] 陈世展, 冯志勇, 王辉, 等. 服务关系及其在面向服务计算中的应用[J]. 计算机学报, 2010, 33(11): 2068 - 2083

[11] 林聚任. 社会网络分析: 理论、方法与应用[M]. 北京: 北京师范大学出版集团, 2009.

[12] FROUNCHI K, CHANDRASEKARAN P, IBRAHIMI J, *et al*. A QoS-aware Web service replica selection framework for an extranet [C]// CCECE'06: Proceedings of the 2006 IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering. Piscataway: IEEE, 2006: 1380 - 1384.

[13] BJORKQVIST M, CHEN L Y, BINDER W. Optimizing service replication in clouds [C]// Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference. Piscataway: IEEE, 2011: 3307 - 3317.