

改进人工蜂群算法的云计算资源调度模型

卓 涛¹, 詹 颖²

(1 贵州理工学院 信息与网络中心, 贵州 贵阳 550003; 2 贵州大学 计算机学院, 贵州 贵阳 550025)

摘 要: 针对传统资源调度算法存在资源利用率低等缺陷, 提出一种基于改进人工蜂群算法的云计算资源调度模型(IABC). 首先建立云计算资源调度问题的数学模型, 然后采用人工蜂群算法进行求解, 并将个体当前最优值及随机向量引入到蜂群搜索过程中, 加快搜索速度, 提高搜索能力, 最后找到云计算资源调度的最优方案, 并采用仿真实验验证算法的有效性. 仿真结果表明, IABC 算法不仅解决了传统资源调度算法存在的缺陷, 提高了云计算资源利用率, 而且大幅度减少了任务的完成时间.

关键词: 云计算; 资源调度; 人工蜂群算法; 任务分配

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)07-0147-04

Scheduling Model Cloud Computing Resource Based on Improved Artificial Bee Colony Algorithm

ZHUO Tao¹, ZHAN Ying²

(1 Center of Information and Network, Guizhou Institute of Technology, Guiyang 550003, China;

2 College of Computer, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: The traditional resource scheduling algorithms have some defects such as low resource utilization, this paper proposed a novel cloud computing resource scheduling model based on improved artificial colony algorithm (IABC). Firstly, mathematical model of cloud computing resource scheduling is established, and then artificial colony algorithm is used to solve this problem, and the optimal value of individual and random vector are introduced into the colony search process to accelerate search speed and improve the search ability, finally the optimal scheduling scheme of cloud computing is found and the simulation experiments is carried out test performance. The simulation results show that the proposed algorithm has solved the defects of traditional resource scheduling algorithm and has improved the utilization rate of the cloud computing resources and significantly reduce the completion time of the task.

Key words: cloud computing; resource scheduling; ABC algorithm; task allocation

1 引言

云计算集成了网格计算、分布式计算和并行计算等技术, 通过网络将各种资源打包成服务, 为各类用户提供多种可用资源和服务, 这样要求云计算资源分配方式能够满足不同用户的需求, 使用户能够获得良好的服务质量(quality of service, QoS), 因此设计性能优异的云计算资源调度算法至关重要^[1-2].

针对云计算资源的调度问题, 许多学者对其进行了相应的研究, 提出了大量的云计算资源调度算法^[3]. 最为传统的算法为静态调度算法, 其将全部任务分配到相应的资源节点上, 但是在云计算资源调度过程中, 资源需要动态申请与释放, 且必须考虑资源消耗的成本, 因此传统调度算法难以满足云资源调度要求, 导致云计算资源浪费十分严重^[4-5]. 云计算节点资源具有异构性、分布性、动态性等特点, 当前主要采用动态算法对云计算资源调度问题进行求

解^[6]. 遗传算法、粒子群算法、蚁群算法、进化算法、模拟退火算法具有较好的搜索能力,而且大量研究结果表明,云计算资源调度实际上是一种 NP 难题,因此,这些启发式算法成为云计算资源调度问题主要研究方向^[7-10]. 但是这些调度算法均存在各自的不足,如在不同云计算环境下算法性能差异性大,易陷入局部最优等^[1]. 人工蜂群(Artificial Bee Colony, ABC)算法是一种基于群体智能的随机优化算法,其模仿蜜蜂群的觅食行为,蜜蜂根据分工进行相应活动,实现蜂群信息的共享和交流,从而找到问题的最优解. 人工蜂群算法具有控制参数少、易于实现、计算简单等优点,为云计算资源调度问题求解提供了一种新的研究工具^[12]. 但是同其他一些智能优化算法一样,人工蜂群算法也存在着容易出现早熟收敛、容易陷入局部最优等缺点^[13].

针对传统资源调度算法存在资源利用率等缺陷,提出一种改进人工蜂群算法的云计算资源调度模型(IABC). 首先建立云计算资源调度问题的数学模型,然后采用改进人工蜂群算法进行求解,获得云计算资源的最优调度方案,并进行仿真实验,以验证算法的有效性. 仿真结果表明, IABC 算法解决了传统资源调度算法存在的缺陷,提高了云计算资源利用率,大幅度减少了任务的完成时间.

2 云计算资源调度问题描述

云计算系统在保证资源得到最大利用的同时,尽可能为用户提供高质量服务,但云计算系统资源有限,经常出现资源竞争现象,只能采用资源调度算法将任务合理进行分配,从而防止出现多个任务争抢一个资源现象. 对于任一计算资源 VM_i , 可采用如下形式进行描述:

$$VM_i = \{CPU, Memory, BandWidth, MIPS, Cost, \dots\} \quad (1)$$

式中, Memory 为内存大小; Bandwidth 为网络带宽; CPU 为 CPU 数目; Cost 为运行成本; MIPS 为 CPU 执行的指令数目.

云计算用户提交的任务可以具体描述如下:

$$Task_i = \{Length, PesNumber, FileSize, OutputSize, CPU, Memeory, BandWidth, \dots\} \quad (2)$$

式中, OutputsSize 和 Filesize 分别表示输出文件和输入文件大小; Length 为任务长度.

在云计算系统中, $Task[i]$ 表示第 i 个任务; $VM[j]$ 表示第 j 个资源, 那么 $Task[i]$ 在 $VM[j]$ 上执行时间为 $time(Task[i] \rightarrow VM[j])$, 对于一个云

计算资源调度方案 X , 其总完成时间为

$$Time(X) = \max_{j=1}^l \sum_{i=1}^k Time(Task[i] \rightarrow VM[j]) \quad (3)$$

式中, l 为云计算资源的数量; k 为任务数量.

3 IABC 算法的云计算资源调度模型

3.1 人工蜂群算法(ABC)

标准 ABC 算法包括 3 种蜜蜂: 雇佣蜂、观察蜂以及侦察蜂, 每只雇佣蜂对应一个确定的蜜源, 每个蜜源的位置代表问题的一个可行解, 雇佣蜂的数目与蜜源数相等, 蜜源质量根据蜜量来决定; 观察蜂根据相关概率值来选择雇佣蜂, 并对其进行跟随, 其概率计算方式为

$$p_i = fit_i / \sum_{i=1}^{SN} fit_i \quad (4)$$

式中, fit_i 为蜜源位置的适应度值.

在搜索空间中, 雇佣蜂和观察蜂的蜜源位置更新方式为

$$v_{ij} = x_{ij} + \varphi_{ij}(x_{ij} - x_{kj}) \quad (5)$$

式中, j 为随机整数; $j \in \{1, 2, \dots, D\}$; φ_{ij} 是 $[-1, 1]$ 间的随机数, 其控制 x_i 位置邻近蜜源产生方式, 这一搜索过程即邻域搜索过程.

如果一个蜜源被改进的次数超过了预设的“limit”值, 则该蜜源被视为已经枯竭而被抛弃, 且此蜜源处的雇佣蜂成为侦察蜂, 被放弃的蜜源将会被侦察蜂找到的新蜜源所代替, 更新方式为

$$x_{ij} = x_j^{\min} + \text{rand}(0, 1)(x_j^{\max} - x_j^{\min}) \quad (6)$$

3.2 改进的人工蜂群算法

3.2.1 适应度值的计算方式

在标准 ABC 算法中, 在找到一个新蜜源 v_i 后, 评判它的优劣由式(7) 来进行计算:

$$fit_i = \begin{cases} \frac{1}{1 + f_i} & (f_i \geq 0) \\ 1 + \text{abs}(f_i) & (f_i < 0) \end{cases} \quad (7)$$

式中, f_i 是目标函数在 v_i 上所取得的函数值.

改进的人工蜂群算法中, 直接用函数的值(即式(4) 的值) 来代替上述复杂的适应度值, 这样的适应度计算简化了算法的过程.

3.2.2 雇佣蜂的搜索方式

通过对标准 ABC 算法的研究, 发现雇佣蜂搜索方式(式(5)) 只是在第 i 个蜜源附近随机选取一个蜜源 k , 而没有利用现有的任何信息, 这样随机得到一个好的蜜源和不好的蜜源的概率是相等的, 导致算法的局部搜索能力较弱, 本文借鉴差分进化算

法,对 ABC 算法进行改进,将个体当前最优值引入到雇佣蜂的搜索方式中去,来提高算法的局部搜索能力.在改进 ABC 算法中,个体当前最优值记为 x_{best} , x_{best} 表示每只蜜蜂记住的自己到目前为止发现的最好位置;另外,还引入一个随机扰动项,以防止算法陷入局部最优,这样雇佣蜂的搜索方式变为

$$v_{ij} = x_{ij} + \varphi_a(x_{best,j} - x_{ij}) + \varphi_b(x_{r1j} - x_{r2j}) \quad (8)$$

式中, φ_a 和 φ_b 是 $[-1, 1]$ 之间的随机数; v_{ij} 是代替 x_{ij} 的新蜜源位置.

在式(8)中,第1部分表示该蜜蜂的历史最好位置对当前位置的影响,它指引当前的搜索方向向历史最优位置靠拢,代表局部搜索能力;第2部分是一个随机向量,由两个随机位置的差值所得,是对前面两部分的值产生的扰动,防止搜索陷入局部最优,代表全局搜索能力.

采用3个准测试函数: Sphere、Rosenbrock 和 Rastrigin 对 ABC 算法和 IABC 算法的性能进行对比测试,所有算法的运行结果如图1所示.对图1进行分析可以看出,对3个准测试函数, IABC 算法的性能均优于 ABC 算法,对比结果表明, IABC 算法在对蜜源邻域的搜索过程中引入了个体当前最优值及随机向量,加快算法收敛速度,在一定程度上防止多峰问题易陷入局部最优的不足,提高算法的搜索能力,获得了更优的结果.

3.3 ABC 算法的云计算资源调度流程

综合上述可知,基于改进人工蜂群算法的云计算资源调度流程图如图2所示.

4 仿真实验

4.1 小规模任务的调度算法比较

当云计算资源数量10个时,将10~100用户任务随机分配到资源节点进行实现调度,然后采用 ABC、IABC、GA、PSO 算法对求解云计算调度的方案,各种方案的任务完成时间如图3所示.对图3的任务完成时间进行分析,可以得到如下结论:

(1)相对于 GA、PSO 算法, ABC 算法的完成任务时间更短,但当用户任务的数量较小时,不同算法性能没有什么差异.

(2)相对于 ABC 算法, IABC 的性能得到一定的提升.

4.2 大规模任务的调度算法性能比较

由于现代云计算的任务都是成千上万的数量出现,因此当云计算资源数为100,用户任务的数量为

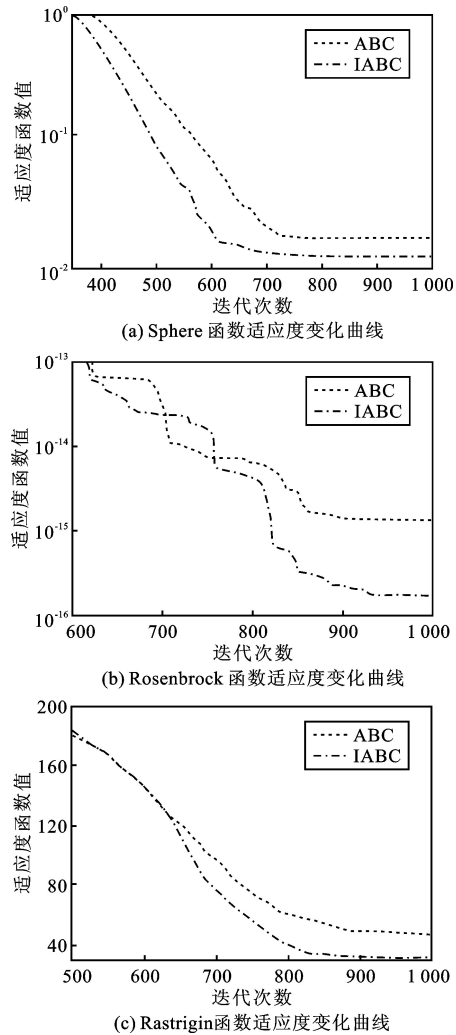


图1 人工蜂群算法改进前后的性能对比

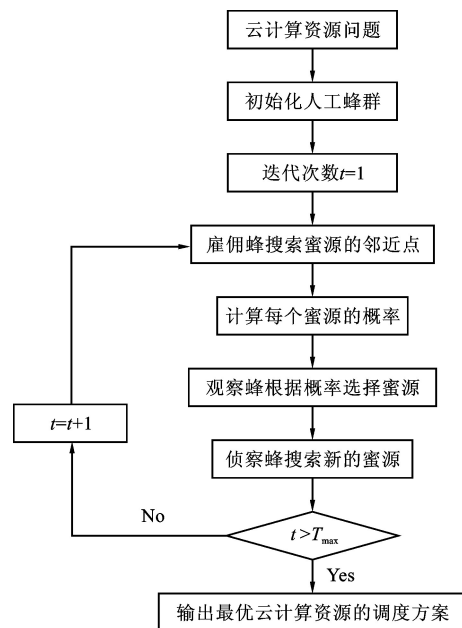


图2 IABC 算法的云计算资源求解流程

10 000~100 000 的情况下,采用 ABC、IABC、GA、

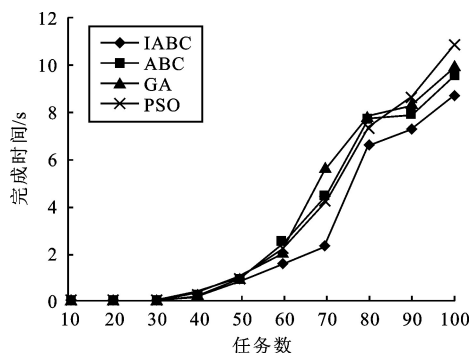


图3 小规模任务的算法性能比较

PSO 算法对求解云计算调度问题进行求解,各种算法任务完成时间如图 4 所示.对图 4 的任务完成时间进行分析:

(1)随着任务数增加,任务间竞争云计算资源十分激烈,冲突概率越来越大,所有算法完成任务时间相应增多.

(2)当用户任务数量达到 50 000 时,ABC、GA、PSO 算法的任务完成时间已经相当大了,IABC 算法的优势就得到体现,其完成时间变化相当的慢,而且远远小于 ABC、GA、PSO 算法的任务完成时间.

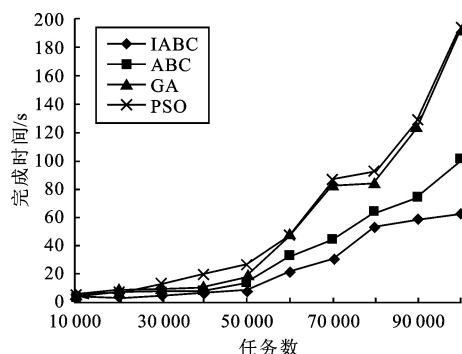


图4 大规模任务的算法比较

4.3 各资源节点的负载比较

当用户任务数量为 10 000,将所有任务分配到 7 个云计算资源节点进行实现,ABC、IABC、GA、PSO 算法的各资源节点负载情况如图 5 所示.对图 5 进行分析:

(1)在所有算法中,GA 的节点负载最不平衡,而 ABC 算法要优于 PSO 算法,IABC 的节点负载最均衡,整体性能更优.

(2)对比算法均不同程度的出现了处理能力强的资源却分配到较少的任务,处理能力差的资源出现了任务较繁重的现象.

(3) IABC 算法具有控制参数少、易于实现、计算简单等优点,不会陷入局部最优,因此获得了更加理想的云计算资源调度方案.

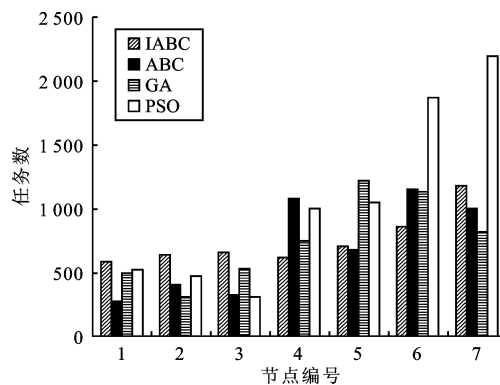


图5 不同算法的各资源负载情况

5 结束语

针对当前云计算资源调度算法存在收敛速度慢,资源利用率不足等缺陷,利用人工蜂群算法控制参数少、易于实现、计算简单等优点,提出一种改进人工蜂群算法的云计算资源调度模型.仿真结果表明,相对于遗传算法、粒子群算法和传统人工蜂群算法,本文算法不仅找到了理想的云计算资源调度方案,任务完成时间急剧减少,而且克服了当前云计算资源调度算法存在的不足,提高了云计算资源利用率,在现代大规模云计算中有着广泛的应用前景.

参考文献:

- [1] 李乔,郑啸.云计算研究现状综述[J].计算机科学,2011,38(4):32-37.
- [2] Marco A, Michael K. Use of run time predictions for automatic co-allocation of multi-cluster resources for iterative parallel applications [J]. Parallel Distrib, Comput, 2011, 7(1):1388-1399.
- [3] Iosup A, Ostermann S, Yigitbasi M. Performance Analysis of cloud computing services for many-tasks scientific computing [J]. IEEE Trans on Parallel and Distributed System, 2011,22(6): 931-945.
- [4] 刘永,王新华,王朕,等.节能及信任驱动的虚拟机资源调度[J].计算机应用研究,2012,29(7):2479-248.
- [5] 方锦明.云计算中虚拟资源调度的决策系统[J].计算机测量与控制,2011, 19(12):3145-3148.
- [6] 李建锋,彭舰.云计算环境下基于遗传算法的作业调度[J].计算机应用,2011,31(1):184-187.
- [7] 华夏渝,郑骏,胡文心.基于云计算环境的蚁群优化计算资源分配算法[J].华东师范大学学报:自然科学版,2010(1):127-134.
- [8] 刘万军,张孟华,郭文越.基于 MPSO 算法的云计算资源调度策略[J].计算机工程,2011,37(11):43-48.

(下转第 155 页)

的情况下,其重构精度更高且对不同的信号重构的效果都很好。

参考文献:

- [1] Donoho D L. Compressed sensing[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2006, 52(4): 1289-1306.
- [2] Dai W, Milenkovic O. Subspace pursuit for compressive sensing signal reconstruction[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2009, 55(5): 2230-2249.
- [3] Needell D, Tropp J A. CoSaMP: iterative signal recovery from incomplete and inaccurate samples[J]. Applied and Computational Harmonic Analysis, 2009, 26(3): 301-321.
- [4] Candes E J, Romberg J, Tao T. Robust uncertainty principles: exact signal reconstruction from highly incomplete frequency information[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2006, 52(2): 489-509.
- [5] Candes E J, Tao T. Decoding by linear programming

[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2005, 51(12): 4203-4215.

- [6] 裴文炯,李少东,杨军. 压缩感知中四种贪婪类算法重构信号性能研究[J]. 空军雷达学院学报, 2012, 5(4): 145-149.
- [7] Tropp J A, Gilbert A C. Signal recovery from random measurements via orthogonal matching pursuit [J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2007, 53(12): 4655-4666.

作者简介:

汪鲁才 男, (1969-), 博士, 教授. 研究方向为图像处理与模式识别.

赵延昇 男, (1987-), 硕士. 研究方向为数字图像处理.

林海军 男, (1980-), 博士, 副教授. 研究方向为图像处理与模式识别.

刘文卫 男, (1986-), 硕士. 研究方向为数字图像处理.

(上接第150页)

- [9] 申丽君, 刘丽, 陆锐. 基于改进免疫进化算法的云计算任务调度[J]. 计算机工程, 2012, 38(9): 208-210.
- [10] Xu B M, Zhao C Y, Hua E Z, et al. Job scheduling algorithm based on Berger model in cloud environment [J]. Advances in Engineering Software, 2011(42): 419-425.
- [11] 左利云, 左利锋. 云计算中基于预先分类的调度优化算法 [J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(4): 1357-1361.
- [12] 刘愉, 赵志文, 李小兰, 等. 云计算环境中优化遗传算法的资源调度策略[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2012, 48(4): 378-384.

[13] Karaboga N. A new design method based on artificial bee colony algorithm for digital IIR filters [J]. Journal of the Franklin Institute, 2009, 346(4): 328-348.

[14] 胡珂, 李迅波, 王振林. 改进的人工蜂群算法性能 [J]. 计算机应用, 2011, 31(4): 1107-1110.

作者简介:

卓涛 女, (1978-), 讲师. 研究方向为软件工程与云计算技术.

詹颖 女, (1978-), 讲师. 研究方向为计算机网络.