

一种基于移动 Agent 的分布式并行计算模型

逢 华¹, 王 龙², 王剑辉¹

(1. 沈阳师范大学教育技术学院, 辽宁 沈阳 110034;

2. 辽宁大学信息学院, 辽宁 沈阳 110036)

摘 要:针对传统的分布式并行计算方案所存在的缺点,提出了一种基于移动 Agent 技术的分布式并行计算模型。在简单介绍移动 Agent 技术后,给出了基于移动 Agent 的分布式并行计算模型,并详细叙述了该模型的具体工作过程和实施方案。模型设计完成后,用此模型来解决计算量很大的数值计算问题。首先利用数学工具分析设计出该问题的适合于分布式并行计算的方案,然后依照模型实现实验程序。实验测试表明根据该模型实现的分布式并行计算程序具有较高的加速比和并行效率,并有效地提高了分布式并行计算的稳定性、灵活性、可扩展性和移动性。

关键词:移动 Agent; 分布式计算; 并行计算; 圆周率

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)02-0070-03

A Distributed Parallel Computing Model Based on Mobile Agent

PANG Hua¹, WANG Long², WANG Jian-hui¹

(1. College of Education Technology, Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China;

2. College of Information, Liaoning University, Shenyang 110036, China)

Abstract: In order to solve the problems of the traditional distributed parallel computing plan, a distributed parallel computing model based on mobile Agent is presented. The mobile Agent technology is simply introduced. The work process of this model is depicted in detail and the implementation scheme is given. After the model design, the model is used to overcome the numerical computation problems which have a very large amount of computation. First the project of the problem was analyzed and designed by using mathematical theory, then the test program was coded with this model. The experiment shows that the speedup and the parallel efficiency of this program based on this model are high enough, and the stability of the distributed parallel computing is improved, as well as the flexibility, the expansibility and the mobility.

Key words: mobile Agent; distributed computing; parallel computing; circular constant

0 引 言

现代计算机技术极大地促进了计算科学的发展。随着人们对计算速度要求的不断提高,越来越多的用户希望能够使用并行计算的环境,另一方面,随着网络带宽和计算机性价比的不断提高,Internet 网上现在已经具有海量的计算机资源,如何利用这些现有资源进行分布式并行计算已经成为当前并行计算领域研究与应用的热点^[1-5]。

传统的分布式并行计算设计方案是:用远程方法的形式实现计算子程序,并分布在网络系统中的 n 台远程计算机上,然后通过本地主机并发调用,从而实现并行计算的操作。这种方案存在着以下的缺点:

(1) 远程计算机依赖于本地主机,被动地接受服务,一旦本地主机出现问题,整个系统就将瘫痪。

(2) 整个系统对网络的稳定性要求太高。

(3) 系统环境配置繁琐,难以达到现代移动计算的要求。

(4) 动态可扩展性差,当系统在运行时无法添加新的计算终端。

为了克服传统设计方案的缺点,文中提出了一种基于移动 Agent 技术的分布式并行计算模型。

1 移动 Agent 技术

移动 Agent 是一种具有一定智能性的执行某种任务的程序,它能够在网络中的各计算机间迁移,在一台计算机上根据要求挂起后移动到另外一台计算机上继续执行,最后返回计算结果^[6,7]。

移动 Agent 系统包括两个部分:移动 Agent 和移动 Agent 服务环境^[8]。移动 Agent 在移动 Agent 服务环

收稿日期:2010-06-18;修回日期:2010-09-19

基金项目:国家自然科学基金项目(60703068);德意志研究联合会(DFG)基金资助项目(PT6333072003)

作者简介:逢 华(1978-),女,辽宁沈阳人,讲师,研究方向为计算机网路、计算机辅助教育等。

境中实现迁移和运行,并通过 ACL 语言与其它 Agent 通信。移动 Agent 的结构模型如图 1 所示^[7]。

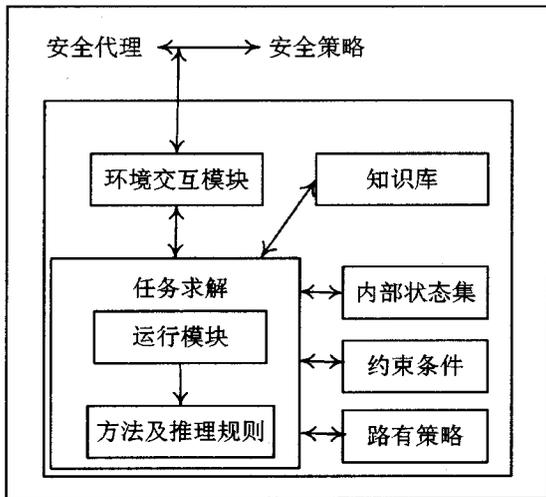


图 1 移动 Agent 的结构模型

移动 Agent 具有移动性和自主性的特点^[9,10]。移动 Agent 的移动性和自主性正好可以解决传统的分布式并行计算设计方案存在的不足。因此,将移动 Agent 技术应用于分布式并行计算完全可行,并且具有非常好的实用价值。

2 基于移动 Agent 的分布式计算模型

为了克服传统设计方案的缺点,文中提出了一种基于移动 Agent 技术的分布式并行计算模型,如图 2 所示。

模型中,本地主机上包含主计算 Agent、主任务管理 Agent 和主分布检测 Agent。计算初始,主任务管理 Agent 将计算任务分解,主计算 Agent、主任务管理 Agent 和主分布检测 Agent 分别根据任务分解情况复制本身形成多个任务计算 Agents、任务管理 Agents 和任务分布检测 Agents,主任务管理 Agent 将分解后的各个子计算任务分别赋给主计算 Agent 和各任务计算 Agents,最后各组任务 Agents 和与其对应的计算子任务和完整的计算任务分别迁移到多个远程计算机上实现计算。迁移完成以后,各计算机之间就没有本地主机和远程计算机之分,每一个参与计算的计算机既能独立运行,又能通过分布检测 Agent 相互协调,形成一个点对点模式的计算网络。计算过程中,通过分布检测 Agents 的检测,如果发现某台计算机已经完成计算或者有新加入的计算机,就再按照上面的步骤进行操作,直到整个计算完成。

从图 2 可以看出整个计算过程只有小部分是在线

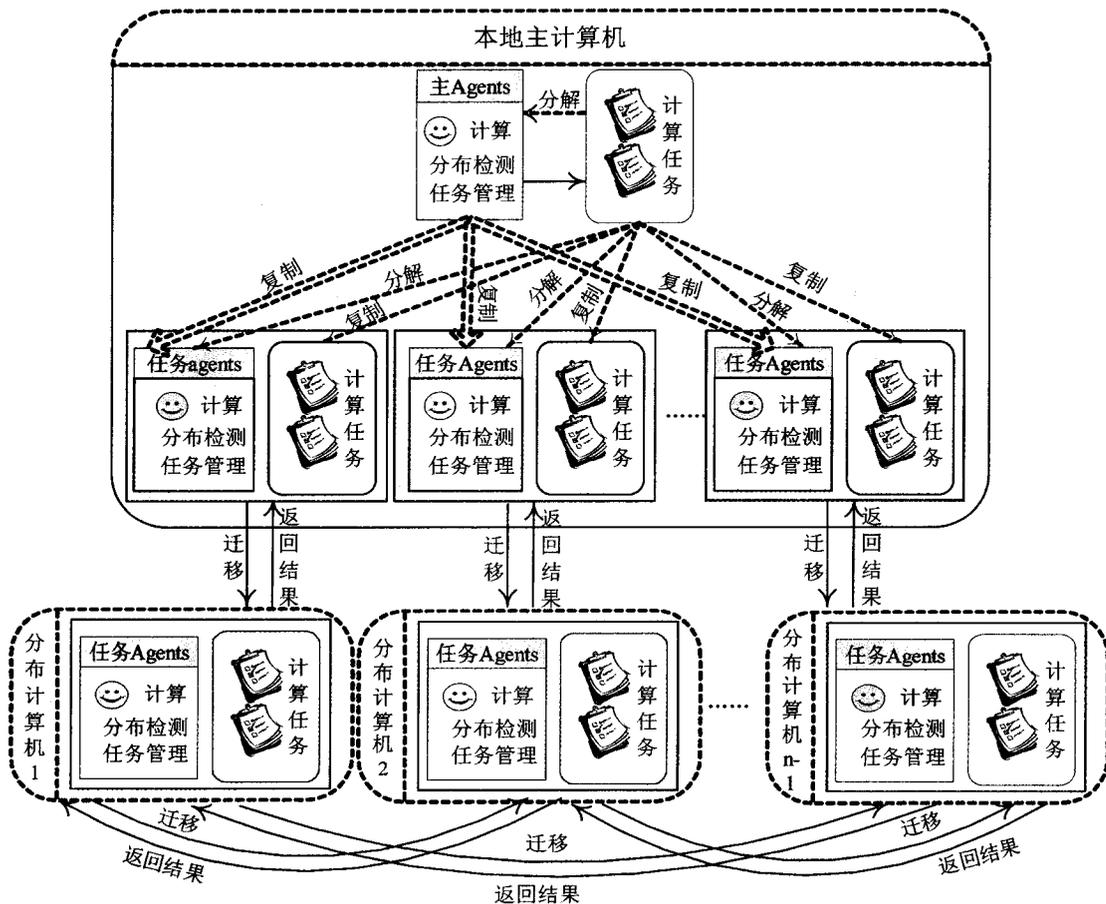


图 2 基于移动 Agent 的分布式并行计算模型

操作,从而降低了对本地主机的依赖性及对网络稳定性的要求;运行时可以动态地添加计算终端,提高了系统的可扩展性;同时,由于整个系统只需要对本地主机进行配置,因此提高了系统的移动计算性。

3 实验讨论

3.1 分布式并行计算的设计

对于计算量很大的数值计算问题,采用分布式并行计算是缩短计算时间的有效途径之一,首先要利用数学工具分析设计出该问题的适合于分布式并行计算的方案,例如高精度 π 值的计算,就是一个典型的并行计算实例。从微积分的知识可知^[11]:

$$\pi = \int_0^1 \frac{4}{1+x^2} dx \tag{1}$$

这里采用梯形计算公式,求式(1)的数值积分。假设将区间分成 n 等份, $h = 1/n$, 记 $x_i = i * h, i = 0, 1, \dots, n$, 即有:

$$\int_0^1 \frac{4}{1+x^2} dx = \sum_{i=0}^{n-1} \left[\frac{h}{2} \left(\frac{4}{1+x_i^2} + \frac{4}{1+x_{i+1}^2} \right) - \frac{h^3}{12} \left(\frac{4}{1+\varepsilon_i^2} \right)'' \right] \tag{2}$$

对于给定的精度 ε , 可以确定:

$$n = \lceil \sqrt{\frac{4}{3\varepsilon}} \rceil \tag{3}$$

$$\left| \int_0^1 \frac{4}{1+x^2} dx - \sum_{i=0}^{n-1} \left[\frac{h}{2} \left(\frac{4}{1+x_i^2} + \frac{4}{1+x_{i+1}^2} \right) \right] \right| < \varepsilon \tag{4}$$

即:

$$\pi = \sum_{i=0}^{n-1} \left[\frac{h}{2} \left(\frac{4}{1+x_i^2} + \frac{4}{1+x_{i+1}^2} \right) \right] \pm \varepsilon \tag{5}$$

从公式(5)可以看出,对于给定精度的 π 值的计算可以设计为一个 n 次的循环,将 n 次循环分布到网络上的 t 台计算机上执行可使计算时间缩短到大约单机计算的 $1/t$ 。

3.2 实验程序的实现

计算方案设计完成后,按照文中提出的计算模型,在 Aglets2.1 移动 Agent 平台下实现了实验程序。Aglets^[12] 是基于 Java 的移动 Agent 平台,它是符合 MASIF 和 FIPA 标准。系统所使用的软件及其版本为:操作系统 WindowsXP、Java 虚拟机 JDK1.5、开发和编译工具 Eclipse。

实现系统主要包括实现两个部分:移动 Agent 本身及移动 Agent 的服务环境。实现移动 Agent 首先要根据功能实现一个本地的智能 Agent,然后给智能 Agent 添加移动所需要的方法,最终实现一个独立的移动 Agent,其运行在公共的平台——Aglets 之上。

3.3 实验结果讨论

程序完成后,笔者及项目组其他成员进行了针对性的试验测试。将整个系统搭建在一个局域网中,网络中共有六台计算机,计算机的配置为:P4 3.0 的 CPU,1G 内存。实验数据如表 1、表 2 所示。

表 1 计算时间

精度 E	1e-12	1e-15	1e-17	1e-20
计算机数 P	计算时间 T(秒)			
1	11.28	353.12	3669.51	116028.31
2	10.56	191.23	1901.29	58307.11
3	9.78	122.82	1243.71	38807.10
4	9.05	90.31	924.31	29079.83
5	8.12	71.63	736.58	23252.38

表 2 加速比和并行效率

精度 E	1e-12		1e-15		1e-17		1e-20	
	Sp	Ep	Sp	Ep	Sp	Ep	Sp	Ep
2	1.07	53.5%	1.85	92.5%	1.93	96.5%	1.99	99.5%
3	1.15	38.3%	2.88	96%	2.95	98.3%	2.99	99.7%
4	1.25	31.3%	3.91	97.8%	3.97	99.3%	3.99	99.8%
5	1.39	27.8%	4.93	98.6%	4.98	99.6%	4.99	99.8%

表中 S_p 为加速比, $S_p = T1/T, E_p$ 为并行效率, $E_p = S_p/P * 100\%$ 。

从表 1 和表 2 的实验数据可以看出,当精度要求为 $1e-12$ 时,由于预处理及网络传输等时间的消耗,分布式并行计算的效果并不理想,但是随着计算精度的提高,单机运算需要的时间越来越长,分布式并行计算的效果越来越明显。随着计算机数量的增加,计算速度明显提高,并且该系统具有较高的加速比和并行效率,随着计算量的不断增大,并行效率也不断的增大,具有很好的并行性能。

为了验证基于移动 Agent 的分布式并行计算模型对网络的稳定性的依赖程度,用一台计算机在网络中发送大量的干扰数据,使可用带宽随机剧烈的变化,然后用另外五台计算机再次进行实验,实验数据如表 3 所示。

表 3 不同网络情况下的运行时间和并行效率

精度 E	网络带宽正常		网络带宽不正常	
	执行时间	并行率	执行时间	并行率
1e-15	71.63	98.6%	75.29	92.6%
1e-17	736.58	99.6%	742.17	98.9%
1e-20	23252.38	99.8%	23264.46	99.7%

从表 3 的实验数据可以看出基于移动 Agent 的分布式并行计算模型对网络的稳定性的依赖程度不高,具有很好的稳定性。

4 结束语

文中以移动 Agent 技术为基础,构造了一种新的分布式并行计算模型。移动 Agent 技术是人工智能与

XML 与其它两种的处理时间接近,故适当控制 XML 文件大小可以提高其处理性能,这也印证了 ICMA 采用分片的思想。

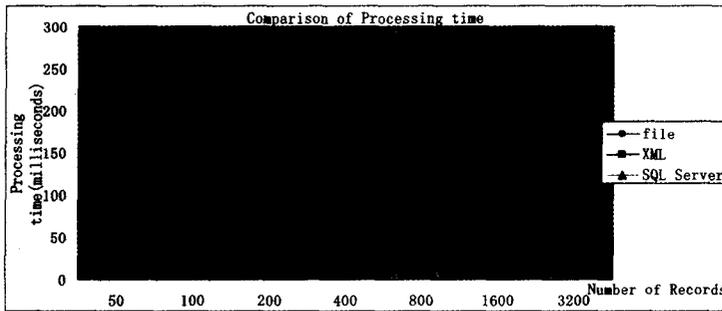


图 3 三种形式上下文的访问时间比较

4 结束语

文中提出的上下文集成框架,将 XML 技术贯穿其中,能够有效屏蔽普适计算中上下文和平台的异构。虽然在处理 XML 文件时性能较差,但结合 Agent 的特性,并采用减少上下文存储量和分片的策略,仍能提高上下文的处理效率,从而有效地支持普适服务。

参考文献:

[1] Weiser M. The computer for the twenty-first century [J]. Scientific American, 1991, 265(3):94-104.
 [2] 徐光祐,史元春,谢伟凯. 普适计算[J]. 计算机学报,2003, 26(9):1042-1050.
 [3] Dey A K, Salber D, Abowd G D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context

- Aware Applications [J]. Human - Computer Interaction, 2001,16(2-4): 97-166.
 [4] Lezerini M. Data integration: A theoretical perspective[C]// Proceedings of the Twenty-First ACM SIGMOD-SI-GACT-SIGART Symposium on Principles of Database Systems. [s. l.]:[s. n.],2002:233-246.
 [5] 朱光宇,李松年. 一种基于 XML 的数据收集与分发方法[J]. 计算机工程,2002,28(1): 257-259.
 [6] 李军怀,周明全,耿国华. XML 在异构数据集成中的应用研究[J]. 计算机应用, 2002, 22(9):10-12.
 [7] 周竞扬,陈韬略,陈道蓄,等. 一种高效可靠的移动 Agent 间通信机制[J]. 软件学报,2003,13(8):1470-1480.
 [8] 杨颖,张虎,陈湘国,等. 基于 Multiv-Agent 的多数据源 WebGIS 研究[J]. 计算机技术与发展,2006,16(6):121-122.
 [9] Foundation for Intelligent Physical Agents. Agent Communication Language[M]. Geneva, Switzerland:[s. n.],1997.
 [10] Kamran S, Marten W, van Sinderen. Middleware support for quality of context in pervasive context-aware systems[C]// Proceedings - Fifth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops. [s. l.]:[s. n.], 2007:461-466.
 [11] 姚全珠,赵朋飞. 发布关系数据为 XML 文档[J]. 计算机工程与应用,2007,43(15):160-162.
 [12] 南京邮电大学无线传感器网络研究中心. UbiCell 产品说明书[EB/OL]. 2008. http://www.wsns.net.cn.

(上接第 72 页)

分布式计算技术相结合的产物,有着很强的网络适应能力。基于移动 Agent 技术的分布式并行计算模型有效地解决了传统分布式并行计算方式在稳定性、灵活性、扩展性、移动性等方面存在的问题。

用这种新的分布式并行计算模型成功地解决了一些分布式并行计算问题,但由于实际工作中要求解的计算问题可能各种各样,如何构建一个更加通用的模型,使之更能符合用户层出不穷的要求,是下一步要研究的问题。

参考文献:

[1] Attiya H, Welch J. 分布式计算[M]. 第 2 版. 骆志刚,等译. 北京:电子工业出版社,2008.
 [2] Geist A, Beguelin A, Dongarra J, et al. PVM - A Users' Guide and Tutorial for Networked Parallel Computing[M]. Boston: MIT Press, 1994.
 [3] 郝水侠,李凡长. 构建一种多 agent 并行计算模型[J]. 计算机技术与发展,2006,16(5):71-73.
 [4] 付崇国,徐胜超. WAPM:适合广域分布式计算的并行编

程模型[J]. 计算机应用,2009,29(8):2161-2166.
 [5] 谢晓东,王勇,王忠群. 基于网络的并行计算系统模型[J]. 计算机技术与发展,2007,17(8):198-200.
 [6] 王龙,李晓光,钟绍春. 基于 K-近邻法及移动 agent 技术的垃圾邮件检测系统研究[J]. 计算机应用研究,2009, 26(7):2630-2632.
 [7] 张云勇. 移动 Agent 及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
 [8] Kotz D, Gray R S. Mobile Agents and the Future of the Internet [J]. ACM Operating Systems Review, 1999,33(3):7-13.
 [9] 谢毅,周晓峰. 一个基于移动 Agent 的 LBS 系统[J]. 计算机技术与发展,2006,16(5):177-179.
 [10] 张伟,刘东飞. 基于移动代理的网络管理技术[J]. 计算机技术与发展,2006,16(8):152-154.
 [11] 迟学斌. 高性能并行计算[EB/OL]. 2005-04. http://www.sccas.cn/gb/learn/download/presentation.pdf.
 [12] Aglets Software Development Kit (ASDK)[EB/OL]. 2002-03. http://www.trl.ibm.com/aglets.