

上海大学出版社

2006年上海大学博士学位论文 48



基于PDE. Mart的PSE 研究及其网格平台扩展

- 作者：毛国勇
- 专业：控制理论与控制工程
- 导师：张 武



上海大学出版社

2006年上海大学博士学位论文 48



基于PDE. Mart的PSE 研究及其网格平台扩展

- 作者：毛国勇
- 专业：控制理论与控制工程
- 导师：张武



Shanghai University Doctoral Dissertation (2006)

Research of PDE. Mart Based PSE and its Grid Extension

Candidate: Mao Guoyong

Major: Control Theory and Control Engineering
(Field of Computer Application)

Supervisor: Zhang Wu

Shanghai University Press

• Shanghai •

图书在版编目(CIP)数据

2006 年上海大学博士学位论文. 第 1 辑/博士学位论文编辑部编. —上海:上海大学出版社,2009.12

ISBN 978-7-81118-511-9

I. 2... II. 博... III. 博士—学位论文—汇编—上海市—2006 IV. G643.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 162521 号

2006 年上海大学博士学位论文

——第 1 辑

上海大学出版社出版发行

(上海市上大路 99 号 邮政编码 200444)

(<http://www.shangdapress.com> 发行热线 66135110)

出版人: 姚铁军

*

南京展望文化发展有限公司排版

上海华业装潢印刷厂印刷 各地新华书店经销

开本 890×1240 1/32 印张 264.75 字数 7 376 千

2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—400

ISBN 978-7-81118-511-9/G·513 定价: 1000.00 元(50 册)

上海大学

本论文经答辩委员会全体委员审查,确认符合上海大学博士学位论文质量要求.

答辩委员会名单:

主任:穆 默 教授,香港科技大学

委员:冯嘉礼 教授,上海海事大学 200135

贺鹏飞 教授,同济大学 200092

刘宗田 教授,上海大学 200072

程玉民 教授,上海大学 200072

导师:张 武 教授,上海大学 200072

评阅人名单:

齐 勇	教授,西安交通大学计算机系	710049
董小社	教授,西安交通大学计算机系	710049
乐嘉锦	教授,东华大学计算机学院	200051

评议人名单:

冯嘉礼	教授,上海海事大学信息学院	200135
刘天时	教授,西安石油大学计算机学院	710065
李德玉	教授,山西大学计算机学院	030006
李 青	教授,上海大学计算机学院	200072

答辩委员会对论文的评语

毛国勇的论文“基于 PDE. Mart 的 PSE 研究及其网格平台扩展”选题是目前大规模问题求解及网格计算研究的前沿领域,具有重要的理论和应用价值.

论文将最新的网格计算技术引入 PSE 研究中,其技术路线跟踪网格技术的最新发展,探索新技术,强调和注重网格计算与大规模问题求解的结合.所取得的主要创新成果包括:

- 1) 将基于网络的 PDE. Mart 移植到网格平台,对各个求解模块的调用通过服务实现,得到了面向服务的 PDE. Mart 架构;
- 2) 研究了 Web Services 技术的特点,对 SOAP RPC 方案的对象序列化、服务发布、描述及监控等多种技术都做了深入的探讨,并分析了基于此方案的服务调用的效率、资源占用率以及可扩展性等多种指标;
- 3) 针对 SOAP 序列化方案的缺点,给出了字节流消息服务以及带附件 SOAP 消息服务方案.对比了这三种方案的优缺点,并给出了最终的自适应混合方案,使网格平台的 PDE. Mart 既具扩展性,又能适应较大规模问题的求解;
- 4) 使用更高版本的 JDK,使用 HotSpot Java 虚拟机,重新设计了各类生成器和包装器,加快了 PDE. Mart 的求解速度,使用包装器方案添加了多种模块,丰富

了 PDE. Mart 的功能.

论文难度大,工作量大,具有创新性,是一篇优秀的博士论文. 论文条理清晰,写作流畅,表明作者具有坚实的计算机科学基础和相关专业宽广知识,具有较强的独立科研能力.

答辩委员会表决结果

经答辩委员会表决,全票同意通过毛国勇同学的博士学位论文答辩,建议授予工学博士学位.

答辩委员会主任: **穆默**

2006 年 5 月 23 日

摘 要

过去几十年来,问题求解环境(PSEs, Problem Solving Environments)一直是人们研究的热点之一. PDE. Mart 是一种新的基于网络的、用来求解偏微分方程的 PSE,是一种基于 Java 的协议. 它通过网络计算技术提供了一种求解 PDE(partial differential equations, 偏微分方程)的单一平台. PDE. Mart 全面面向对象,其灵活的框架设计使之能够高效率地与现有 PDE 系统的软件集成,构成基于网络的 PSE.

本文详细研究了 PDE. Mart 的设计思想,对它的三个部分: PDE - GUI、PDE - Server 以及 PDE - LIB 的系统结构做了改进;实现了 PDE. Mart 中多个预留的接口;提高了 PDE. Mart 求解的通用性,使之能够适用于各种类型的二维网格;增加了 PDE. Mart 在离散化、索引、代数求解、可视化对象生成等多个阶段的功能模块;为了使 PDE. Mart 的运行速度更快,系统资源占用率更低,同时也为 PDE. Mart 向网格平台的移植服务,本文还实现了软件平台的升级,改变了 Java 虚拟机的类型,并针对新虚拟机的内存机制,重新设计了各类包装器.

随着网格技术的发展,人们也开始研究基于网格平台的 PSE. 为了实现 PDE. Mart 从网络平台向网格平台的扩展,本文研究了多种网格技术,分析了网格的发展趋势,结合 PDE. Mart 的各个功能调用模块的特点,最终选择了最流行的、得到广泛支持的 Web Services 技术. 本文分析了 Web Services 的技术优势,并给出了使用 Web Services 技术的网格平台架构,使 PDE.

Mart 从一个面向对象的平台变为一个面向服务的平台。

使用开源的 Apache AXIS 作为 Web Services 开发平台,本文详细分析了使用 AXIS 的 RPC 服务时,从网络平台的各个生成器到网格平台的各个生成服务之间的转换.对 Java 对象的 SOAP 序列化、服务发布、服务描述、服务调用流程、客户端文件生成以及调用时的 SOAP 信息和 TCP 信息监控等多项技术都作了深入的研究。

针对 SOAP 序列化速度慢、效率低以及生成信息量大的特点,为了使基于网格的 PDE. Mart 能够求解较大规模的问题,本文还给出了基于字节流消息服务和带附件 SOAP 消息服务的方案,极大地降低了生成的信息量,同时加快了问题规模较大时的求解速度,并最终根据三种序列化的特点,给出了一种综合的方案。

最后,本文还针对它的可视化部分,分析了 PDE. Mart 原先使用的 VisAD 技术的特点,根据它显示速度慢的缺点,给出了另一种基于 Java 3D API 的方案,极大地提高了显示速度,并最终给出了一种两者结合的方案,使 VisAD 技术的优点也得以保留。

关键词 PDE. Mart, 网格平台, Web Services, JNI, Java 3D

Abstract

In the past several decades, research on Problem Solving Environments (PSEs) is very popular. PDE. Mart is a network-based PSE for solving partial differential equations (PDEs). It is a Java-based protocol. It provides a uniform platform for solving PDEs through network computing. It is also an object-oriented and flexible framework for building a network-based PSE through effective and efficient software integration with existing PDE systems from conventional machines.

In this paper, PDE. Mart and its design are deeply explored. The architecture of the three components of PDE. Mart: PDE - GUI, PDE - LIB, PDE - Server is modified to better fit its design. Many interfaces to be implemented in the future are finished. Now PDE. Mart becomes a universal platform that could be applied to various kinds of grids. Many functional modules in different solution phase, like discretization, indexing, solution and post-processing are added to the existing PDE. Mart. To make PDE. Mart a faster, less resource consumption platform, and for the implanting from the network-based platform to the grid-based counterpart, the underlying software were updated, the type of Java Virtual Machine (JVM) were changed. Different

types of wrappers were redesigned according to the memory mechanism of the new JVM.

With the development of grid technology, people are becoming more interested in grid-based PSE. To implant PDE.Mart to a grid-based platform, present status and trend of grid technologies were analyzed. The most popular and widely supported Web Services technology is finally adopted according to the characteristic of creators in PDE.Mart. The advantage of Web Services technology and the service-oriented-architecture of the grid platform based on it were introduced.

With the open source Apache AXIS as the Web Services developing environment, the conversion from creators in the network-based PDE.Mart to the service builder in the grid-based counterpart is illustrated when the RPC style service is used. Various technologies, like the serialization of java objects, the deployment and description of service, the workflow of service invoking, the generation of client side program, SOAP and TCP monitor of service information were deeply analyzed.

To overcome the disadvantage of RPC service using SOAP serialization, like low speed, high resource consumption, large amounts of resulting messages, such that grid-based PDE.Mart could be more applicable in large scale problem solving, other types of services, like byte stream message service and SOAP with attachment services were implemented. As a result, the amounts of messages generated

were greatly reduced and time is saved. A comprehensive scheme is also brought forward to make use of all advantages of these services.

Apart from the VisAD technology used in original PDE.Mart system, a much faster visualization scheme using Java 3D API is implemented; the final post-processing scheme based on these two technologies is given in the end.

Key words PDE.Mart, Grid Platform, Web Services, JNI, Java 3D

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 课题来源	1
1.2 PSE 概述	1
1.3 论文的主要研究内容	7
第二章 PDE. Mart 及其设计	9
2.1 PDE. Mart 的设计思想	9
2.2 PDE. Mart 平台	9
2.3 PDE - API	14
2.4 多层次双向包装器框架	16
2.5 本章小结	19
第三章 PDE. Mart 的体系结构及实现	20
3.1 PDE - GUI	20
3.2 PDE - LIB	25
3.3 PDE - Server	28
3.4 性能分析	42
3.5 本章小结	45
第四章 网格平台的设计思想	47
4.1 网格简介	47
4.2 网格的体系结构	49
4.3 几个典型的网格计算系统	49
4.4 网格的发展趋势	51

4.5	基于网格的 PDE. Mart 平台	53
4.6	本章小结	55
第五章 基于 Web Services 的系统平台结构		56
5.1	Web Services 技术	56
5.2	Web Services 开发平台	60
5.3	使用 AXIS 的整体实现方案	64
5.4	本章小结	66
第六章 网格平台的实现		67
6.1	区域对象生成服务	67
6.2	网格对象生成服务	84
6.3	离散对象生成服务	85
6.4	求解对象生成服务	87
6.5	基于 SOAP 序列化的性能分析	89
6.6	使用字节流消息服务	94
6.7	使用带附件的 SOAP 消息服务	98
6.8	最终解决方案	102
6.9	本章小结	102
第七章 PDE. Mart 的可视化		104
7.1	可视化技术介绍	104
7.2	使用 Java 3D API	105
7.3	使用 VisAD	112
7.4	VisAD 与 Java 3D API 的比较	114
7.5	本章小结	117
第八章 结论与展望		119
8.1	结论	119

8.2 展望	120
参考文献	121
致 谢	129

第一章 绪 论

1.1 课题来源

本课题来源于上海市高校网络 E 研究院 (SEC E-Institute) 以及香港 RGC Competitive Earmarked Research Grant, 项目编号: HKUST6111/02P.

1.2 PSE 概述

过去三十年中,人们一直都在研究问题求解平台 (PSEs, Problem Solving Environments). 1963 年, Culler 和 Fried 在他们创新性的工作“交互数学系统”中最早开始研究自动软件系统, 强调把重点主要放在应用程序层面而不是编程层面, 用计算机来解决数学问题. 近年来, 人们一直从事着科学及工程方面的 PSE 研究, 用于多种工业领域的 PSE 也已经出现. 虽然已经过去了许多年, 但关于 PSE 一直没有一个精确的定义. 以下是 Gallopoulos, Houstis, 以及 John Rice 给出的一个著名的关于 PSE 的定义: “PSE 是一个计算机系统, 它提供所有必需的计算组件, 用来解决某一类别的问题”^[1].

开发 PSE 的主要目的, 是为了以友好的界面提供软件工具和专家级的帮助给需要计算的科学家, 使他们能获得更高的研究效率. PSE 提供者能给予用户一个接口, 让他们得到高性能计算资源, 使他们从硬件/软件细节中解脱出来, 集中精力于应用程序. 合作、可视化、识知是 PSE 与其他单独的接口区分开来的三个主要性质, 要想成为高层次的解决复杂问题的 PSE 环境, 就必须包含这三个性质.