

Проект комиссии Президента
по модернизации и технологическому развитию экономики России
«Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров
в области суперкомпьютерных технологий и
специализированного программного обеспечения»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель экспертного совета
системы НОЦ СКТ, член-корр. РАН
В.В. Воеводин

" _____ " _____ 2011 г.

Программа дисциплины

«ОСНОВЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АЛГОРИТМИЗАЦИИ»

**230400 Информационные системы и технологии,
231000 Прикладная инженерия,
090900 Информационная безопасность и информатика»**

Разработчик: к.ф.-м.н., Фролов А.М.

Москва

Учебно-методический план курса лекций

«ОСНОВЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АЛГОРИТМИЗАЦИИ»

Фролов А.М.

1. Аннотация курса

Данный курс является курсом вариативной части профессионального цикла для студентов III года обучения в бакалавриате. Длительность курса 34 часа. В конце семестра сдается экзамен. Автор программы к.ф.-м.н. Фролов А.М. При чтении лекций используются компьютерные презентации.

2. Содержание дисциплины.

1. Принципы построения параллельных вычислительных систем

1.1. Необходимость

Ограничение максимальной производительности однопроцессорных ЭВМ. Постоянная необходимость решения задач, превышающих возможности современных ЭВМ (проблемы "большого вызова"). Необходимость коллективного режима решения задач. Автоматизация управления распределенных технических систем. Технические требования по снижению стоимости и повышению надежности.

1.2. Уровни параллелизма. Пути достижения параллелизма

Распараллеливание вычислений на уровне команд, выражений, программных модулей, отдельно выполняемых заданий.

Функциональные вычислительные устройства. Многоуровневая и модульная память. Конвейерные и векторные вычисления. Процессорные матрицы. Многопроцессорные вычислительные системы с общей и распределенной памятью (мультипроцессоры и мультикомпьютеры). Микропроцессорные системы.

1.3. Классификация вычислительных систем. Взаимосвязь классификаций.

Классификация М. Флинна (M. Flynn), Классификация Р. Хокни (R. Hockney), Классификация Л. Шнайдера (L. Snyder), Классификация Д. Скилликорна (D. Skillicorn)

1.4. Архитектурные решения параллельных компьютеров

Параллельные компьютеры с общей и распределенной памятью. Параллельные компьютеры с сетевой структурой

1.5. Проблемы параллельных вычислений

Существование последовательных алгоритмов (закон Амдаля). Повышение производительности последовательных компьютеров (закон Мура). Потери на взаимодействие и передачу данных (гипотеза Минского). Высокая стоимость параллельных систем (закон Гроша). "Последовательность" существующих алгоритмов и программного обеспечения. Зависимость эффективности параллельных вычислений от учета особенностей аппаратуры. Сложность разработки параллельных алгоритмов. Трудоемкость проверки правильности параллельных программ.

1.6. Декомпозиция и проектирование архитектуры системы

Декомпозиция системы. Архитектурные стили. Подсистемы. Примеры проектирования архитектуры.

1.7. Уровни декомпозиции объектов распараллеливания

2. Матричный подход к параллельной обработке данных

2.1. Матричные модели для решения прикладных задач

2.2. Развитие матричных моделей

2.3. Многомерные матрицы и технологии программирования

2.4. Принцип последовательно-параллельного программирования

3. Моделирование и анализ параллельных вычислений в графовом представлении алгоритма

3.1. Модели параллельных вычислительных систем

Компьютер с неограниченным параллелизмом (паракомпьютер). Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью. Модель конвейерной системы.

3.2. Модель вычислений в виде графа "операции – операнды"

Представление алгоритма в виде графа потока данных. Расписание параллельных вычислений. Показатель временной сложности алгоритма. Оценка времени выполнения алгоритма для паракомпьютера (предельное распараллеливание) и для систем с конечным количеством процессоров. Зависимость оценок от топологии графа алгоритма и необходимость оптимизации структуры графа. Способы получения оптимального расписания вычислений.

3.3. Описание схемы параллельного выполнения алгоритма

3.4. Определение времени выполнения параллельного алгоритма

3.5. Показатели эффективности параллельного алгоритма

3.6. Пример. Вычисление частных сумм последовательности числовых значений.

Последовательный алгоритм суммирования. Каскадная схема суммирования. Модифицированная каскадная схема. Вычисление всех частных сумм

4. Принципы разработки и моделирование параллельных программ

4.1. Принципы разработки параллельных методов

4.2. Моделирование параллельных программ

Разделение вычислений на независимые части. Выделение информационных зависимостей. Масштабирование набора подзадач. Распределение подзадач между процессорами

4.3. Этапы разработки параллельных алгоритмов

Выбор параллельного алгоритма. Реализация алгоритма в виде параллельной программы. Построение исполняемой программы для параллельной вычислительной системы. Параллельное исполнение машинной программы. Частные постановки: выбор оптимального алгоритма для конкретной вычислительной системы, нахождение наилучшей топологии вычислительной системы для решения определенной задачи, распараллеливание существующего алгоритма.

4.4. Параллельное решение гравитационной задачи N тел

Разделение вычислений на независимые части. Выделение информационных зависимостей. Масштабирование и распределение подзадач по процессорам. Анализ эффективности параллельных вычислений.

4.5. Характеристика некоторых параллельных процессов

5. Примеры алгоритмизации параллельных вычислений

5.1. Умножение матрицы на матрицу

Приводятся несколько алгоритмов решения данной задачи.

5.1. Другие задачи

Задача Дирихле. Явная разностная схема для уравнения Пуассона. Параллельные алгоритмы решения систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса. Первый алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса. Второй алгоритм решения СЛАУ методом Гаусса. Параллельный алгоритм решения СЛАУ методом простой итерации

3. Литература и Web-источники

Основная литература

1. Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. - Н.Новгород, ННГУ, 2001.
2. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.
3. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
4. Немнюгин С., Стесик О. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем - СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
5. А.В. Кудин, А.В. Линёв Архитектура и операционные системы параллельных вычислительных систем. *Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Информационные технологии и компьютерное моделирование в прикладной математике»*, Нижний Новгород, 2007, 73 с.

Дополнительная литература

6. Дейтел Г. Введение в операционные системы. Т.1.- М.: Мир, 1987.

7. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 3. Сортировка и поиск. - М.: Мир, 1981.
8. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. - М.: МЦНТО, 1999.
9. Корнеев В.В.. Параллельные вычислительные системы. - М.: Нолидж, 1999.
10. Корнеев В.В. Параллельное программирование в MPI. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.
11. П.Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.:Наука, 1977.
12. Хамахер К., Вранешич З., Заки С. Организация ЭВМ. - СПб: Питер, 2003.
13. Шоу А. Логическое проектирование операционных систем. - М.: Мир, 1981.
14. Andrews G.R. Foundations of Multithreading, Parallel and Distributed Programming. Addison-Wesley, 2000 (русский перевод Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. - М.: Издательский дом "Вильяме", 2003)
15. Barker, M. (Ed.) (2000). Cluster Computing Whitepaper <http://www.dcs.port.ac.uk/~mab/tfcc/WhitePaper/>.
16. Braeunni T. Parallel Programming. An Introduction.- Prentice Hall, 1996.
17. Chandra, R., Menon, R., Dagum, L., Kohr, D., Maydan, D., McDonald, J. Parallel Programming in OpenMP. - Morgan Kaufmann Publishers, 2000
18. Dimitri P. Bertsekas, John N. Tsitsiklis. Parallel and distributed Computation. Numerical Methods. - Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.
19. Fox G.C. et al. Solving Problems on Concurrent Processors. - Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988.
20. Geist G.A., Beguelin A., Dongarra J., Jiang W., Manchek B., Sunderam V. PVM: Parallel Virtual Machine - A User's Guide and Tutorial for Network Parallel Computing. MIT Press, 1994.
21. Group W, Lusk E, Skjellum A. Using MPI. Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface. - MIT Press, 1994.(<http://www.mcs.anl.gov/mpi/index.html>)
22. Hockney R. W., Jesshope C.R. Parallel Computers 2. Architecture, Programming and Algorithms. - Adam Hilger, Bristol and Philadelphia, 1988. (русский перевод 1

издания: Р.Хокни, К.Джессхоуп. Параллельные ЭВМ. Архитектура, программирование и алгоритмы. - М.: Радио и связь, 1986)

23. Kumar V., Grama A., Gupta A., Karypis G. Introduction to Parallel Computing. - The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1994

24. Miller R., Boxer L. A Unified Approach to Sequential and Parallel Algorithms. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 2000.

25. Pacheco, S. P. Parallel programming with MPI. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco. 1997.

26. Parallel and Distributed Computing Handbook. / Ed. A.Y. Zomaya. -McGraw-Hill, 1996.

27. Pfister, G. P. In Search of Clusters. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ 1995. (2nd edn., 1998).

28. Quinn M. J. Designing Efficient Algorithms for Parallel Computers. - McGraw-Hill, 1987. 29.Rajkumar Buyya. High Performance Cluster Computing. Volume 1: Architectures and Systems. Volume 2: Programming and Applications. Prentice Hall PTR, Prentice-Hall Inc., 1999. 30.Roosta, S.H. Parallel Processing and Parallel Algorithms: Theory and Computation. Springer-Verlag, NY. 2000.

31. Xu, Z., Hwang, K. Scalable Parallel Computing Technology, Architecture, Programming. McGraw-Hill, Boston. 1998.

32. Wilkinson B., Allen M. Parallel programming. - Prentice Hall, 1999.

Учебно-методические пособия

33. Афанасьев К.Е. и др. Многопроцессорные вычислительные системы и параллельное программирование. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2003.

34. Головашкин Д.Л. Методы параллельных вычислений. Ч. 1. - Самара: Самар. гос. аэрокосм, ун-т, 2002.

35. Головашкин Д., С.П. Головашкина С.П. Методы параллельных вычислений. Ч. 2: . - Самара: Самар. гос. аэрокосм, ун-т, 2003.

36. Деменев А.Г. Параллельные вычислительные системы: основы программирования и компьютерного моделирования. - Пермь: ПГПУ, 2001.

37. Дацюк В.Н. и др. Методическое пособие по курсу "Многопроцессорные системы и параллельное программирование. - Ростов-на-Дону: РГУ, 2000.

38. Дорошенко А.Е. Математические модели и методы организаций высокопроизводительных вычислений. Киев: Наукова думка, 2000.

39. Комолкин А.В., Немнюгин С.А. Программирование для высокопроизводительных ЭВМ. - СПб: Изд-во НИИ химии СПбГУ, 1998.

40. Сергеев Я.Д., Стронгин Р.Г., Гришагин В.А. Введение в параллельную глобальную оптимизацию. - Н. Новгород: ННГУ, 1998.

41. Старченко А.В., Есаулов А.О., Параллельные вычисления на многопроцессорных вычислительных системах. - Томск: ТГУ, 2002.

42. Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI: Пособие - Мн.: БГУ, 2002.

43. Фурсов В.А. и др. Введение в программирование для параллельных ЭВМ и кластеров. - Самара: СНЦ РАН, СГАУ, 2000.

44. Якововский М.В. Распределенные системы и сети. - М.: МГТУ "Станкин", 2000.

Информационные ресурсы сети Интернет

45. Информационно-аналитические материалы по параллельным вычислениям (<http://www.parallel.ru>)

46. Информационные материалы Центра компьютерного моделирования Нижегородского университета (<http://www.software.unn.ac.ru/ccam>)

47. Информационные материалы рабочей группы IEEE по кластерным вычислениям (<http://www.ieeetfcc.org>)

48. Introduction to Parallel Computing (Teaching Course) (<http://www.ece.nwu.edu/~choudhar/C58/>)

49. Foster I. Designing and Building Parallel Programs. - Addison Wesley, 1994. (<http://www.mcs.anl.gov/dbpp>)