

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

ННГУ_ВМК_ФИИТ_П307 (ПЧМ)

Цели и задачи курса

В учебном курсе рассматриваются вопросы построения и анализа эффективных параллельных алгоритмов из разных разделов численных методов: прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы алгебры разреженных матриц, методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, методы Монте-Карло. Лабораторный практикум начинается с изучения базовых возможностей технологий и современного инструментария при решении модельных задач и постепенно усложняется, охватывая широкий спектр параллельных алгоритмов, предназначенных для решения прикладных задач из разных предметных областей (физика, биология, финансы). Демонстрируются результаты вычислительных экспериментов, проводится их анализ.

Требования к слушателям

Знание учебного материала курсов М209 «Численные методы», П101 «Введение в параллельное программирование», П303 «Технологии параллельного программирования».

Описание курса

Основными учебными разделами курса являются:

- **Технологии и инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью** (*Технологии параллельного программирования*)¹ – 5 часов

Краткий обзор технологий параллельного программирования в системах с общей памятью (OpenMP, TBB, Cilk Plus, ArgBB) на основе выполнения лабораторных работ, обзор базовых возможностей пакета инструментов Intel Parallel Studio XE (Composer, Inspector, Amplifier).

- **Элементы компьютерной арифметики** – 5 часов

Числа с плавающей запятой и проблема их представления в памяти компьютера. Представление чисел с плавающей запятой в соответствии со стандартом IEEE-754. Погрешность вычислений, погрешность аппроксимации и методы их уменьшения/контроля.

- **Прямые методы решения СЛАУ** – 8 часов

Матрицы общего и специального вида. Метод исключения Гаусса, разложение Холецкого, метод прогонки. Недостаточная эффективность классических вариантов алгоритмов при использовании современных вычислительных архитектур. Идея блочной обработки данных.

Задачи разреженной алгебры. Структуры хранения разреженных матриц, типовые проблемы, возникающие при реализации основных операций над разреженными матрицами. Разложение Холецкого, проблема роста коэффициента заполнения матрицы при разложении, алгоритмы переупорядочивания матрицы, снижающие заполнение результирующей матрицы.

- **Итерационные методы решения СЛАУ** – 5 часов

Методы простой итерации и верхней релаксации, метод сопряженных градиентов. Способы их распараллеливания, теоретические и экспериментальные оценки ускорения, достигаемого за счет введения параллелизма.

¹ Данный раздел предназначен для повторения ранее пройденного учебного материала – в скобках приводится названия курса, в котором материал был рассмотрен первоначально.

- **Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных – 7 часов**

Вопросы параллельного решения дифференциальных уравнений в частных производных. Рассмотрены типовые уравнения в частных производных, для них построены разностные схемы, приведены последовательные и параллельные алгоритмы их решения.

- **Параллельные методы Монте-Карло – 6 часов**

Проблемы, возникающие при использовании случайных чисел при решении задач методами Монте-Карло. Способы генерации случайных чисел, как последовательные, так и параллельные; вопросы безызыточного распараллеливания метода.

Учебно-методическое обеспечение курса содержит:

- комплект электронных учебных материалов;
- презентации для проведения лекционных занятий;
- комплект лабораторных работ.

Ожидаемые результаты обучения

Обучаемые, успешно освоившие учебный курс, будут знать:

- численные алгоритмы решения систем линейных алгебраических уравнений, как прямых, так и итерационных, с матрицами как плотного, так и разреженного вида, алгоритмы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, а также методы Монте-Карло;
- условия применимости численных алгоритмов в практике;
- теоретические оценки трудоемкости численных алгоритмов
- представление вещественных чисел в виде с плавающей запятой в соответствии со стандартом IEEE 754, проблемы возможной потери точности при решении задач и некоторые методы преодоления этих проблем.

Обучаемые, успешно освоившие учебный курс, будут уметь:

- применять технологии разработки параллельных программ для решения типовых задач вычислительной математики;
- выполнять вычислительные эксперименты на высокопроизводительных вычислительных системах,
- проводить оценку эффективности выполняемых параллельных вычислений.

Учебная литература

1. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения). М.: Высшая школа, 2001.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Наука, 1987.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1977.
4. Самарский А.А. Введение численные методы. СПб.: Лань, 2005.
5. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. М.: Интернет-Университет Информационных технологий; Бином, 2007. 424 с.

Контактная информация:

доц. каф. МО ЭВМ, к.ф.-м.н. К.А. Баркалов