

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

ННГУ_ВМК_ФИИТ_П101 (ПП)

Цели и задачи курса

Учебный курс ориентирован на освоение набора знаний, умений и навыков, необходимого для успешного начала профессиональной деятельности в области параллельного программирования.

Отличительной особенностью учебного курса является его интегральный характер. Курс содержит как необходимые теоретические знания в области параллельных вычислений, так и практические умения и навыки по разработке параллельных программ.

Учебный курс может быть использован как вводный курс по параллельному программированию при подготовке специалистов физико-математического направления (бакалавриат, специалитет, магистратура) для образовательных программ основного и дополнительного образования (в т.ч. и для программ повышения квалификации и переподготовки кадров).

Требования к слушателям

Знание учебного материала курсов К101 «Введение в методы программирования-1», К102 «Введение в методы программирования-2», К210 «Алгоритмы и структуры данных», М207 «Дискретная математика», К206 «Архитектура вычислительных систем», К202 «Операционные системы». При выполнении практических и лабораторных заданий требуется владение методами программирования на алгоритмическом языке С.

Описание курса

Основными учебными разделами курса являются:

- **Цели и задачи введения параллельной обработки данных** – 2 часа
Важность проблематики параллельных вычислений.
- **Принципы построения параллельных вычислительных систем** – 4 часа
Обзор современных параллельных вычислительных систем. Классификация и оценка производительности. Понятие кластерных систем.
- **Модели вычислений и методы анализа эффективности** – 4 часа
Показатели эффективности параллельных вычислений: ускорение, эффективность, масштабируемость. Модель вычислений в виде графа «операции-операнды». Анализ модели: определение времени выполнения параллельного метода, оценка максимально достижимого распараллеливания, выбор вариантов распределения вычислительной нагрузки. Агрегация модели вычислений.
- **Анализ коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов** – 4 часа
Критерии оценки топологии сети. Алгоритмы маршрутизации и методы передачи данных. Типовые операции взаимодействия. Методы логического представления топологии сети. Оценка времени передачи данных для кластерных систем.
- **Технология разработки параллельных программ для многопроцессорных систем с распределенной памятью (стандарт передачи сообщений MPI)** – 6 часов
Общая характеристика стандарта MPI. Режимы передачи данных. Коллективные операции. Конструирование производных типов данных. Управление процессами. Создание логических топологий. Примеры: матричные вычисления, решение уравнений в частных производных.
- **Модели функционирования параллельных программ** – 6 часов
Представление параллельной программы как системы параллельно выполняемых процессов. Обеспечение взаимоисключения при использовании разделяемых ресурсов. Понятие семафоров и монитора. Моделирование состояния программы в виде графа «процесс-ресурс». Анализ модели: обнаружение и исключение тупиковых ситуаций. Применение сетей Петри. Типовые задачи взаимоисключения: проблема «производитель-потребитель», задача «обедающие философы» и др.
- **Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики** – 4 часа

Матричные вычисления (умножение матриц, транспонирование, решение систем линейных уравнений). Сортировка. Обработка графов. Оптимизация.

- **Технология разработки параллельных программ для многопроцессорных систем с общей памятью (стандарт OpenMP) – 2 часа**

Общая характеристика стандарта OpenMP. Создание параллельных областей. Разделение вычислительной нагрузки между потоками. Работа с данными. Синхронизация. Функции и переменные окружения. Сравнительная характеристика подходов параллельного программирования для систем с распределенной и общей памятью.

Учебный курс включает расширенный лабораторный практикум по параллельному программированию. Данный практикум содержит как технологические лабораторные работы по освоению технологий MPI и OpenMP, так и задания по разработке параллельных программ для решения сложных вычислительно-трудоемких задач.

Учебно-методическое обеспечение курса содержит:

- комплект электронных учебных материалов;
- презентации для проведения лекционных занятий (в т.ч. и полный комплект видео-лекций);
- комплект лабораторных работ;
- учебную систему «Параллельная лаборатория» (ПараЛаб) для изучения и исследования параллельных алгоритмов;
- библиотеку параллельных методов для решения задач вычислительной математики.

Ожидаемые результаты обучения

Обучаемые, успешно освоившие учебный курс, будут:

- применять параллельные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (матричные вычисления, сортировка, обработка графов, оптимизация);
- проводить анализ и декомпозицию вычислений на части, допускающих параллельное выполнение;
- разрабатывать параллельные программы для вычислительных систем с общей и распределенной памятью с использованием технологий OpenMP и MPI;
- выполнять вычислительные эксперименты на высокопроизводительных вычислительных системах;
- проводить оценку эффективности выполняемых параллельных вычислений.

Учебная литература

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. М.: Интернет-Университет Информационных технологий; Бинوم, 2007. 424 с.
2. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем. М.: Изд-во Московского университета, 2010. 544 с.
3. Корняков К.В., Кустикова В.Д., Мееров И.Б., Сиднев А.А., Сысоев А.В., Шишков А.В. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью: Учебник / Под ред. проф. В.П. Гергеля. М.: Изд-во Московского университета, 2010. 272 с.

Дополнительные сведения

Учебный курс обладает высокой степенью готовности для тиражирования. Материалы курса в полном объеме представлены на сайте кафедры математического обеспечения Нижегородского университета – см. <http://www.software.unn.ac.ru/ccam/?doc=14>.

Курс входит в состав библиотеки учебных материалов русскоязычного сайта компании Microsoft – см. <http://www.microsoft.com/Rus/Msdnaa/Curricula>. Вариант курса на английском языке представлен на сайте компании Microsoft <https://www.academicresourcecenter.net/curriculum/pfv.aspx?ID=6594>.

Курс можно изучить и сдать экзамен дистанционно на сайте Интернет-университета информационных технологий (<http://www.intuit.ru/department/calculate/paralltp>) и в системе дистанционного обучения Нижегородского университета (<http://e-learning.unn.ru>).

Разработка учебно-методического и программного обеспечения данного курса была поддержана компанией Интел (2002-2005) и компанией Майкрософт (2005-2007).

Сайт учебного курса: <http://www.hpcc.unn.ru/?doc=98>

Контактная информация: декан ф-та ВМК, д.т.н., проф. В.П. Гергель, gergel@unn.ru