

СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ И ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Авторы:

Вл.В.Воеводин, заведующий кафедрой Суперкомпьютеров и квантовой информатики, чл.-корр.РАН, профессор, д.ф.-м.н.

А.С.Антонов, вед.н.с. НИВЦ МГУ, к.ф.-м.н.

Содержание дисциплины

Введение в предмет. Введение, проблематика курса, суперкомпьютеры, параллельные вычисления, вычислительная сложность реальных задач, параллелизм и конвейерность, история параллелизма в архитектуре вычислительных систем.

Иерархия памяти, локальность вычислений, локальность использования данных.

Закон Амдала, следствия, суперлинейное ускорение. Показатели качества параллельных программ: ускорение, эффективность, масштабируемость.

Этапы решения задач на параллельных вычислительных системах.

Архитектура параллельных вычислительных систем. Компьютеры с общей и распределенной памятью. Компьютеры с общей и распределенной памятью, общая схема, достоинства и недостатки, две задачи параллельных вычислений. SMP, NUMA, ccNUMA архитектуры, примеры.

Компьютеры с общей памятью. Архитектура компьютеров с общей памятью. Архитектура многоядерных процессоров. Причины снижения производительности компьютеров с общей памятью.

Компьютеры с распределенной памятью. Архитектура компьютеров с общей памятью. Вычислительные кластеры. Сети в компьютерах с распределенной памятью. Латентность и пропускная способность. Метакомпьютинг, грид-технологии, облачные вычисления. Причины снижения производительности компьютеров с распределенной памятью.

Векторно-конвейерные компьютеры. Понятие векторной обработки. Архитектура векторно-конвейерных компьютеров. Векторизация программ. SSE/Altivec инструкции в современных процессорах. Причины снижения производительности векторно-конвейерных компьютера.

Параллелизм на уровне машинных команд. Суперскалярные архитектуры, компьютеры с широким командным словом (VLIW), концепция EPIC. Мультитрейдовость и гипертрейдинг.

Графические процессоры. Архитектура. Модель памяти, модель исполнения. Причины снижения производительности графических процессоров.

Параллельные вычислительные системы, перспективы. Формирования классов параллельных вычислительных систем. Проблемы создания компьютеров экзафлопсного уровня производительности.

Методы оценки производительности параллельных вычислительных систем. Введение единого числового параметра: MIPS, Mflops. Пиковая и реальная производительность компьютеров. Тест Linpack и его варианты. Наборы взаимодополняющих тестовых программ: STREAM, PCB, NPВ, NPCC, APЕX. Универсальность и специализация компьютеров, производительность спецпроцессоров.

Технологии параллельного программирования. Схемы параллельных программ и вычислительного процесса: SPMD, Мастер/Рабочие. Обзор технологий параллельного программирования. Технологии параллельного программирования: эффективность, продуктивность, переносимость.

Технологии параллельного программирования MPI (Send/Recv и Put/Get, MPI и MPI-2), OpenMP, Linda: структура параллельной программы, базовые конструкции, достоинства и недостатки, связь с архитектурой компьютера. Вспомогательный инструментарий для создания эффективных параллельных программ.

Введение в теорию анализа структуры программ и алгоритмов. Графовые модели программы. Граф управления и информационный граф программы, информационная и операционная история реализации программ. Взаимосвязь графовых моделей. Граф алгоритма. Информационная независимость операций и возможность их параллельного исполнения. Длина критического пути графа алгоритма как мера степени параллельности. Ярусно-параллельная форма графа алгоритма. Эквивалентные преобразования программ.