Параллельные алгоритмы

Якобовский Михаил Владимирович

2023.02.07

Рассматриваются основные проблемы и задачи, связанные с использованием высокопроизводительных вычислительных систем для решения вычислительно ёмких задач, методы разработки параллельных алгоритмов и программ для многопроцессорных вычислительных систем, архитектурные особенности многопроцессорных систем, существенно влияющие на эффективность параллельных алгоритмов. Изучаются современные технологии параллельного программирования. Формируются навыки параллельной обработки данных.

Тема 1. Современный компьютер – инструмент параллельной обработки данных

Области применения многопроцессорных систем. Рассматриваемые параллельные архитектуры. Пример параллельного алгоритма. Последовательный рекурсивный алгоритм. Параллельный рекурсивный алгоритм. Последовательное вычисление членов ряда. Последовательный матричный алгоритм. Параллельный матричный алгоритм.

Тема 2. Основные понятия и термины

Параллельная программа как ансамбль взаимодействующих последовательных процессов. Внутренний параллелизм. Сложение многоразрядных чисел. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов. Ускорение и эффективность относительно наилучшего последовательного алгоритма. Неравноправность условий выполнения и особенности алгоритмов - причины сверхлинейного ускорения. Формальное преобразование параллельного алгоритма в «наилучший» последовательный алгоритм. Априорная оценка эффективности параллельного алгоритма.

Тема 3. Модели параллельных программ

Вычислительные системы с распределенной памятью. Вычислительные системы с общей памятью. Гибридные архитектуры. Модель выполнения параллельной программы на распределенной памяти. Модель выполнения параллельной программы на общей памяти. Средства взаимодействия последовательных процессов. Свойства канала передачи данных. Методы передачи данных. Семафор. Барьерная синхронизация.

Тема 4. Базовые параллельные методы

Метод сдваивания. Быстрый алгоритм определения частичных сумм. Барьерная синхронизация на основе синхронных обменов. Стена Фокса. Метод геометрического параллелизма. Метод конвейерного параллелизма. Метод коллективного решения. Причины потери эффективности.

Тема 5. Параллельные алгоритмы сортировки данных

Постановка задачи. Последовательные алгоритмы сортировки. Число операций и время выполнения. Сортировка методом простого двухпутевого слияния. Пирамидальная сортировка. «Наилучший» последовательный алгоритм сортировки. Масштабируемые алгоритмы сортировки. Сети сортировки. Сеть четно-нечетной сортировки. Сеть обменной сортировки со слиянием Бэтчера. Сортировка больших массивов. Сравнение алгоритмов сортировки. Результаты численных экспериментов.

Тема 6. Алгоритмы генерация псевдослучайных чисел

Требования к генераторам псевдослучайных чисел для МВС. Линейно-конгруэнтные генераторы. М-последовательности. Проверка примитивности полиномов. Тестирование генераторов.

Тема 7. Декомпозиция сеточных графов

Примеры расчетных сеток. Критерии декомпозиции графов. Рекурсивная бисекция. Декомпозиция регулярных графов. Методы декомпозиции произвольных графов. Иерархическая декомпозиция. Спектральная бисекция. Алгоритм инкрементного роста. Декомпозиция больших сеток. Координатная рекурсивная бисекция. Двухуровневая стратегия обработки и хранения сеток.

Тема 8. Динамическая балансировка загрузки процессоров

Стратегии балансировки загрузки. Метод диффузной балансировки. Моделирование горения метанового факела. Постановка задачи динамической балансировки. Алгоритм серверного параллелизма. Последовательные и параллельные алгоритмы адаптивного интегрирования.

Тема 9. Визуализация сеточных данных

Клиент-серверная технология. Online или Offline визуализация: плюсы и минусы. Этапы визуализации. Визуализация изоповерхностей. Аппроксимация изоповерхности. Виды данных описывающих триангуляцию. Метод редукции. Заполняющие пространство триангуляции Параллельные алгоритмы построения аппроксимирующих триангуляций. Многоуровневое огрубление больших сеток. Примеры визуализации. Ввод-вывод сеточных данных. Со-отношение времени чтения данных и времени их обработки Распределенный ввод-вывод. Огрубление и сжатие скалярных сеточных функций.

Тема 10. Отказоустойчивые алгоритмы для многопроцессорных вычислительных систем

Экзафлопсные вычислительные системы, ввиду ожидаемо короткого периода их безотказной работы, требуют качественно новых решений для обеспечения самой возможности проведения длительных расчетов. Рассматриваются алгоритмы, обеспечивающие независимость времени проведения расчета от наличия в ходе вычислений отказов вычислительных узлов.