

Математическое обеспечение высокопроизводительных вычислений

Общие вопросы организации высокопроизводительных вычислений

- 1 Задачи, решение которых требует высокопроизводительных вычислений.
- 2 Специфика организации высокопроизводительных программ.
- 3 Высокая производительность как аспект программного кода.
- 4 Основные пути увеличения производительности программ.
- 5 Современные суперЭВМ, Grid & Cloud системы, спецвычислители.

Преобразование и оптимизация программ

- 6 Операционная и денотационная семантики программ.
- 7 Эквивалентные преобразования программ.
- 8 Графы потоков данных (DataFlow) и управления (ControlFlow).
- 9 Анализ алгоритмов на предмет выделения параллельных гранул.
- 10 Статическая и динамическая специализация программ.
- 11 Мемоизация (табулирование) результатов вычислений.
- 12 Частичные вычисления и глубокая специализация (суперкомпиляция) программ.
- 13 Практические методы трансформации кода. Использование DSL и спецкомментариев.

Масштабируемость программ и параллельные вычисления

- 14 Общее определение масштабируемости программ и смежные вопросы качества ПО.
- 15 Масштабирование и распараллеливание программ. Особенности параллельных вычислений.

- 16 Увеличение производительности при параллельных вычислениях. Закон Амдала. Гиперлинейное ускорение.
- 17 Статическое и динамическое распараллеливание программ.
- 18 Высокоуровневое распараллеливание программ. T-система и ее аналоги. Транзакционная память.
- 19 Балансировка загрузки параллельных узлов.
- 20 Логический и физический параллелизм. Диаграмма состояний процесса.
- 21 Блокировка и реактивация процессов. Процессы и потоки в контексте ОС.
- 22 Способы обмена данными между процессами. Общая память. Сообщения. MPI.
- 23 Активные сообщения.
- 24 Синхронизация процессов. Взаимное исключение, назначение, требования к реализации.
- 25 Общая классификация параллельных компьютеров и систем. Производительность параллельных компьютеров.
- 26 Кластерные компьютеры и их особенности.
- 27 Параллельные компьютеры с общей памятью.
- 28 Проблемы синхронизации. «Гонки» и взаимная блокировка.
- 29 Методы работы с общей (разделяемой) памятью.
- 30 Асинхронный ввод/вывод.
- 31 Принципы работы планировщика и быстрое переключение контекста процессов и нитей.
- 32 Поддержка нитей (потоков управления) на уровне ядра операционной системы.
- 33 POSIX API для потоков/мьютексов и параллельные конструкции стандарта языка C++.
- 34 Стандарт OpenMP.
- 35 Векторизация. Использование графических ускорителей для параллельных вычислений.
- 36 Динамический параллелизм в технологии CUDA.

Эффективное использование возможностей аппаратуры

- 37 Ограничения и слабые места современных компьютеров.
- 38 Решения, которые используются сегодня в высоко- и сверхвысокопроизводительных аппаратных комплексах.
- 39 Перспективные технологии создания высокопроизводительных вычислительных машин.
- 40 Анализ производительности программного обеспечения путем изучения машинного кода. Профилирование программного обеспечения.
- 41 Различные приемы, используемые компилятором для повышения производительности сгенерированного потока машинных инструкций.
- 42 Иерархия памяти. Эффективное использование кэш-памяти. Инструкция `prefetch`.
- 43 Учет специфики работы виртуальной памяти. Поддержка TLB на уровне ядра ОС.
- 44 Методы организации взаимного исключения. Атомарные операции.
- 45 Низкоуровневая векторизация программного кода. Расширения AVX2 и FMA.
- 46 Сравнение технологий параллельного программирования CUDA и OpenCL.
- 47 Выбора оптимального алгоритма в зависимости от структуры вычислительной системы.
- 48 Обзор гибридных и реконфигурируемых вычислительных систем.
- 49 Вопросы обеспечения отказоустойчивости вычислений.
- 50 Проблемы, связанные с производительностью виртуализованной аппаратуры. Паравиртуализация.