

Лекция Воеводина В.В. о суперкомпьютерах

Доклад

Сидоровская А. 6057/2

26.09.11

Воеводин Владимир Валентинович

- Член-корреспондент РАН
- Доктор физико-математических наук
- Профессор
- Зам. директора научно-исследовательского вычислительного центра МГУ им. М.В. Ломоносова по научной работе



«Суперкомпьютеры: незаметные гиганты»

Лекция №1

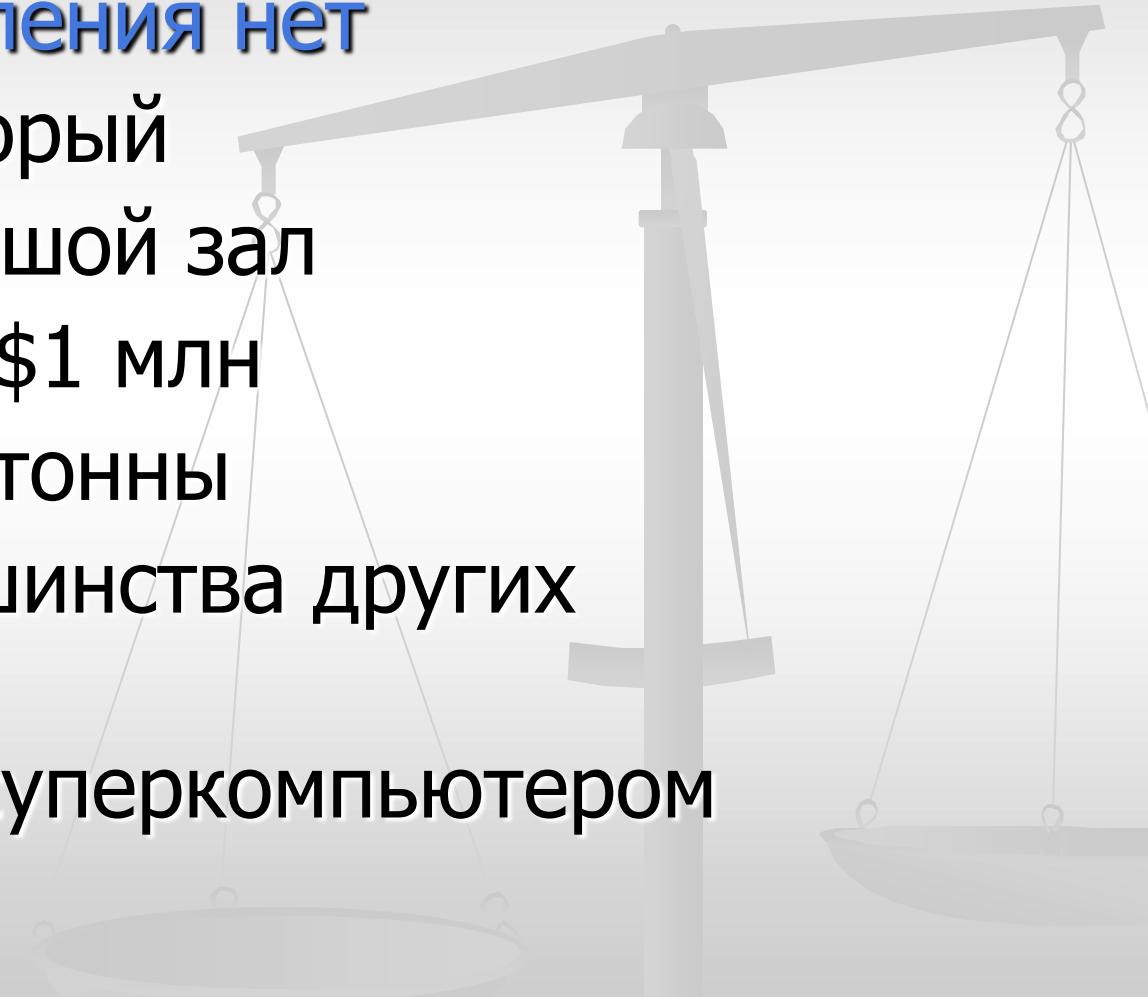
Что такое суперкомпьютер

Точного определения нет

Компьютер, который

- Занимает большой зал
- Стоит больше \$1 млн
- Весит больше тонны
- Быстрее большинства других компьютеров

можно назвать суперкомпьютером



Какими были первые суперкомпьютеры

- ЭВМ «Стрела», 1956 г.
 - 2000 оп/с
- ЭВМ «Сетунь», 1959 г.
 - Троичная система счисления
- ЭВМ «БЭСМ-6», 1968 г.
 - 1 млн оп/с



Современные суперкомпьютеры

- NEC “Earth Simulator”, 2002 г.
 - #1 top500 2003-2005
 - 35 Тфлоп/с
- IBM Blue Gene
 - 212 992 процессора
 - 478 Тфлоп/с
- IBM “RoadRunner”
 - 2 вида процессоров
 - 1,042 Пфлоп/с
- Fujitsu K Computer, 2011 г.
 - 8,77 Пфлоп/с



Top500 и Top50

- Top500 - самые мощные компьютеры мира
- Top50 - самые мощные компьютеры СНГ
- Сравнивается производительность теоретическая и фактическая

Суперкомпьютер «Ломоносов»

- Суперкомпьютер МГУ им. Ломоносова
- Производительность 1,37 Пфлоп/с
- Неоднородный
 - 4 вида процессоров
- Используется 43% вычислительной мощности
- #1 Top50
- #13 Top500

За счет чего увеличилась производительность

Изменения за 60 лет:

- Улучшение элементной базы
 - В 5000 раз уменьшилось время такта
- Улучшение производительности
 - В 10^{13} раз

Внедрение идей параллелизма в архитектуру процессора

- Параллелизм
- Конвеерность

Суперкомпьютеры с общей и с распределенной памятью

- + Простота параллельного программирования
- Сложность в добавлении новых процессоров
- Сложность параллельного программирования
- + Высокая производительность систем

Увеличение эффективности программ

Чем более универсальный процессор, тем сложней его эффективно использовать

Чем больше архитектура процессора позволяет увеличивать эффективность программы, тем сложней процесс разработки

Кластеры

- «Конструктор» для суперкомпьютеров
- Обычные процессоры
- Сетевые технологии
- MPI
- Доступность и дешевизна
- 410 в Top500 - кластеры

Распределенные вычисления

- Компьютер из компьютеров
- Соединение через Интернет
- Колossalный вычислительный ресурс
- Значительное время передачи
- Динамическое перераспределение ресурсов

"Суперкомпьютеры: огромные и незаменимые"

Лекция №2

Нужны ли суперкомпьютеры?

- Существуют такие сложные задачи, что для их решения нужен суперкомпьютер
- Эти задачи настолько важны, что они оправдывают высокую стоимость суперкомпьютера

Больше половины компьютеров из
Top500 используются в
промышленности

Использование суперкомпьютеров

- Моделирование нефтяных резервуаров
- Моделирование Crash Test
- Компьютерный дизайн лекарств
- Обеспечение полета спутника
- Моделирование климата
- Экологические и градостроительные задачи
- Криптография: проверка простоты числа
- Моделирование турбин самолета
- Киноиндустрия

Причины использования суперкомпьютеров

- Большая размерность задачи
- Дороговизна экспериментального исследования
- Перебор большой базы данных
- Колossalная сложность задач

Программа INCITE

- США
- Предоставление суперкомпьютерных ресурсов промышленным организациям
- Формулируется задача, если она признается достаточно важной, то организации предоставляются вычислительные ресурсы

Задача о счастливом билете

Билет с n -значным номером

Посчитать число счастливых билетов

- Сложность решения перебором $O(10^n)$
 - Даже при решении задачи на мощном суперкомпьютере n сильно ограничено
- Оптимальное решение $O(n^2)$
 - Не требует использования суперкомпьютера

Не всегда большая сложность задачи предполагает использование суперкомпьютера

Эффективность использования суперкомпьютера

- Увеличение числа процессов не всегда дает увеличение скорости работы
 - Начиная с какого-то значения процессы начинают друг другу мешать
- «Узкие места» – последовательные участки программы
 - Максимальное достижимое ускорение описывается законом Амдала
- Оценка эффективности применения алгоритма
 - Информационная структура алгоритма
 - Определение ресурса параллелизма
- Модификация алгоритма для улучшения параллелизма

Заключение



Вычислительная наука

Наука

- Теоретическая
- Экспериментальная
- Вычислительная
 - Теория как таковая не сформулирована
 - Эксперимент сложен или невозможен
 - Ставится вычислительный эксперимент
 - Точные хорошие результаты

Все это предпосылки к росту потребности в суперкомпьютерных технологиях

Проблемы

- Вычислительные мощности используются неэффективно
- Недостаточно развиты среды разработки программ для суперкомпьютеров
- Слабый механизм отладки
- Сложность разработки параллельного алгоритма
 - Увеличение ресурса параллелизма самого алгоритма
 - Учет особенностей вычислительной системы
 - Учет особенностей архитектуры процессоров
- Уменьшение универсальности и простоты в пользу эффективности

Интересные вопросы

- Применение идей параллелизма при проектировании современных процессоров
- Создание кластеров
- Программа INCITE
- Эффективные последовательные и параллельные алгоритмы
- Облачные вычисления