

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Кирьянов Андрей Константинович

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

В 2013 году журнал публикует лекции по информатике, прочитанные в центре «Интеллект». На диске к этому номеру журнала находится лекция А.К. Кирьянова. Аннотация и презентация к этой лекции приводятся ниже.

Целью данной лекции является ознакомление детей старшего школьного возраста с современными информационными технологиями, применяющимися в научных областях, требующих массивных вычислений.

В лекции показывается путь развития вычислительной техники для научных исследований с момента появления первых вычислительных машин на интегральных микросхемах.

Вводятся понятия «мэйнфрейм», «суперкомпьютер», «клUSTER» и поясняются различия между ними. Отдельно освещается роль развития телекоммуникационных сетей в становлении больших распределённых вычислительных систем.

Существенная часть лекции отводится описанию технологии «Грид» как одному из наиболее важных направлений развития технологий распределённых вычислений. Приводятся предпосылки к появлению данной технологии, а также примеры её приложения в различных научных областях.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

1964 год – фирма IBM создаёт семейство машин IBM360 (System 360). Это первые компьютеры третьего поколения (на интегральных микросхемах).

В СССР IBM/360 была клонирована под названием ЕС ЭВМ. Они были программно совместимы со своими американскими прообразами.

Считается, что семейство System 360 (рис. 1) является первым мейнфреймом. *Мейнфрейм* – это главный компьютер вычислительного центра с большим объемом внутренней и внешней памяти.

До 80-х годов развитие мейнфреймов определяло общее развитие вычислительной техники.

СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ

В общем случае, суперкомпьютер – это компьютер значительно более мощный, чем

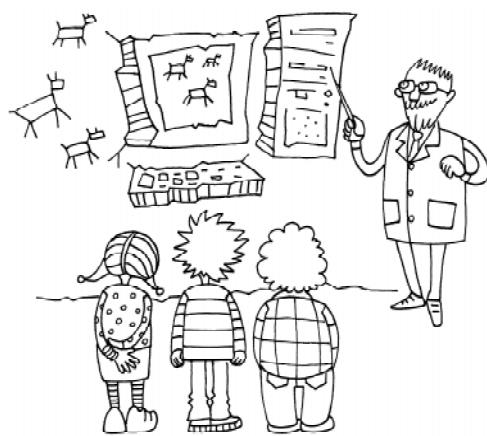




Рис. 1

доступные для большинства пользователей машины.

Появление термина «суперкомпьютер» принято связывать с компьютерными системами Сеймура Крея (CDC 6600, CDC 7600, Cray-1, Cray-2 (рис. 2)).

Происходит переход от скалярных процессоров к векторным процессорам, затем к параллельной работе нескольких векторных процессоров.

МИКРОПРОЦЕССОРЫ И ПК

В конце 70-х - начале 80-х годов прогресс в развитии микропроцессоров привёл к появлению персональных компьютеров.

Это же привело к смене магистрального направления развития суперкомпьютеров от векторно-конвейерной обработки к большому и сверхбольшому числу параллельно соединённых скалярных процессоров.

Сейчас массивно-параллельные системы могут объединять в себе сотни и даже тысячи отдельных процессорных элементов.



Рис. 2

МИРОВОЙ РЕЙТИНГ TOP500

Первое место занимает суперкомпьютер IBM Roadrunner (рис. 3), установленный в американской Национальной лаборатории в Лос-Аламосе, насчитывающий 129600 ядер. Его мощность составила 1105 терафлоп (флоп – число операций с плавающей запятой в секунду). Программа работ полностью засекречена.

Второе место – суперкомпьютер Cray XT5 (Jaguar) (рис. 4), установленный в Окридже (США), который имеет 150152 ядер. Мощность – 1059 терафлоп в секунду.

КЛАСТЕРЫ

Кластер – это система, в которых серийные процессорные модули объединены высокоскоростными коммутационно-связными средствами локальных сетей.

Преимущества:

- меньшая стоимость,
- надёжность,



Рис. 3



Рис. 4

- возможность наращивать вычислительную мощность,
- стандартизация программного обеспечения.

СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ В РОССИИ

В Межведомственном суперкомпьютерном центре в Москве расположен суперкомпьютер СК «МВС-100К» – HP Cluster Platform (рис. 5) на базе 4-ядерных процессоров Xeon 5400 (7920 процессорных ядер). Мощность – 71,28 терафлоп.

Кластер T-Platforms T60 (рис. 6) расположен в МГУ им Ломоносова (5000 ядер). Мощность – 47 терафлоп.

КЛАСТЕР БЕОВУЛЬФ (BEOWULF)

Беовульф – это мультикомпьютерная архитектура, которая может использоваться для параллельных вычислений.

Это система, обычно состоящая из одного серверного узла и одного или более клиентских узлов, соединенных при помощи некоторой сети.

Система построена из готовых промышленных компонент, например ПК, на которых может работать ОС Linux. Она не содержит специфических аппаратных компонентов и легко воспроизводима.

Серверный узел управляет всем кластером и является файл-сервером для клиентских узлов. Он также является консолью кластера и шлюзом во внешнюю сеть.



Рис. 5

СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Важнейшими направлениями являются:

- Развитие технологий локальных сетей.
- Появление глобальных компьютерных сетей, прежде всего – Интернет-технологии (программы и аппаратура).

ГРИД И РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Распределённые вычислительные инфраструктуры существовали и до Грид, но обычно они представляют собой локальные или специализированные системы:

- созданные для одной определённой цели или для отдельной группы пользователей,
- обычно количество пользователей ограничено,
- не допускается совместное использование ресурсов других организаций.

Грид идёт дальше и предполагает:

- различные типы ресурсов (не всегда одинаковые аппаратная часть, данные, приложения и политика администрирования),
- различные способы взаимодействия (различные группы приложений хотят взаимодействовать с Грид различными способами),
- доступ к ресурсам через границы административных доменов для нелокальных пользователей,
- динамическая природа ресурсов (ресурсы часто добавляются/удаляются/изменяются),



Рис. 6

– масштабируемость до всемирных размеров.

Для чего это нужно?

- Физика высоких энергий (симуляция, реконструкция, анализ, ...).
- Медицина / Здравоохранение (отображение, диагностика и лечение).
- Биоинформатика (геном человека, поиск новых лекарств, ...).
- Нанотехнологии (разработка новых материалов на молекулярном уровне).
- Инженерия (авиационная безопасность, проектирование...).
- Природные ресурсы и Окружающая среда прогнозирование погоды и катализмов.
- Материаловедение.

ПРЕДПОСЫЛКИ ГРИД

- Наличие во многих организациях высокопроизводительных вычислительных ресурсов (часто кластеров). Вычислительные скорости удваиваются каждые 18 месяцев (1986–2000: $\times 500$; 2001–2010: $\times 60$) (рис. 7).
- Развитие традиционных Интернет-технологий.
- Необходимость решения сложных научных, инженерных и бизнес-задач.
- Производительность на затраченный доллар.
- Стремительное развитие сетевой транспортной среды и технологий высокоскоростной передачи данных. Скорости сетей удваиваются каждые 9 месяцев (1986–2000: $\times 340\,000$; 2001–2010: $\times 4000$).

ЧТО ТАКОЕ ГРИД

Термин Грид был выбран по аналогии с энергетическими сетями (power grid) подобно тому, как при использовании энергосистем мы не интересуемся – какой конкретный электрогенератор выработал ток, который мы потребляем, при использовании компьютерного грида мы можем не заботиться о том – какой конкретно компьютер (или устройство хранения/передачи данных) в грид-системе выполнил нашу задачу

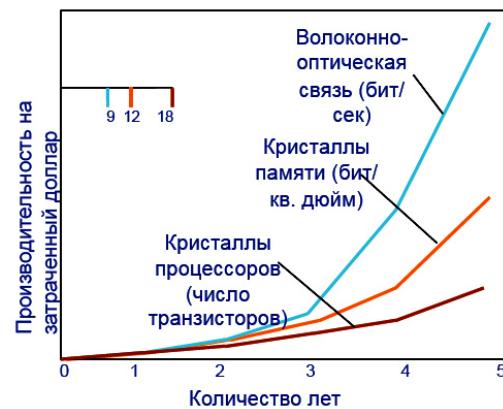


Рис. 7

Грид – это множество вычислителей (суперкомпьютеры, кластеры, персональные компьютеры, ...), средств хранения данных, специальных устройств, служб, которые могут динамически входить и покидать Грид-систему (рис. 8).

Они гетерогенны во всех аспектах.

Они могут быть географически распределены и соединены скоростными сетями передачи данных.

Они могут быть доступны по запросу для некоторого множества пользователей.

WWW И ГРИД

World Wide Web обеспечивает доступ к информации, которая находится на милли-

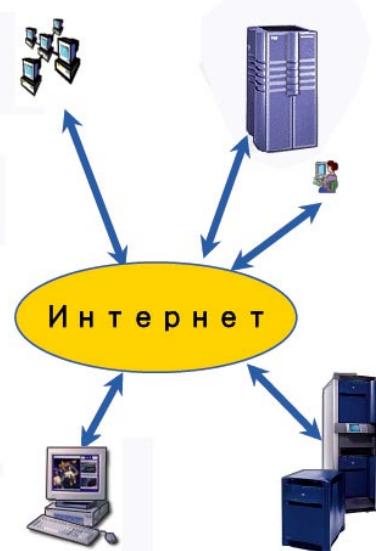


Рис. 8

онах различных серверов, географически распределённых по всему миру.

В отличии от WWW: Грид – это вычислительная инфраструктура, которая обеспечивает бесперебойный доступ к вычислительным мощностям и ресурсам хранения данных, распределённым по всему миру.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРИД

- Организация эффективного использования ресурсов для небольших задач, с утилизацией временно простояющих компьютерных ресурсов.

- Распределенные супервычисления, решение очень крупных задач, требующих огромных процессорных ресурсов, памяти и т. д.

- Вычисления с привлечением больших объемов географически распределенных данных, например, в метеорологии, астрономии, физике высоких энергий.

- Коллективные вычисления, в которых одновременно принимают участие пользователи из различных организаций.

Проект SETI@home

- Поиск следов внеземных цивилизаций.
- Обработка данных, полученных радиотелескопом Аресибо.
- Около 5 млн. участников.
- 1200 CPU лет в день.
- Постоянная вычислительная мощность ~34 TF (примерно такая, какая достигнута на Симуляторе Земли в Японии).
- Высокая степень гетерогенности ресурсов – более 77 различных типов процессоров.

Проект GIMPS

- <http://www.mersenne.org/>

- Поиск простых чисел Мерсенна. Числа Мерсенна имеют вид $M_p = 2^p - 1$, где p – простое.

- Самое большое известное на данный момент простое число $M_{43112609} = 2^{43112609} - 1$ было найдено в рамках проекта GIMPS в августе 2008 года. Оно состоит из 12 978 189 цифр!

- Ресурсы (на 10.06.2009):

- команд – 216,
- участников – 20888,
- процессоров – 115601,
- мощность – 38,497 терафлоп.

Проект WISDOM

- Приложение Drug Discovery, позволяющее вычислять вероятность прямого контакта между потенциальным лекарством и белком-мишенью.

- Первый в истории биомедицины сеанс массовой обработки данных (малярия):

- исследовано 46 миллионов посадочных лиганд,
- получено более 1 Тб данных,
- использованы ~1000 компьютеров из 15 стран, что составляет ~ 80 машино-лет,
- средний фактор ускорения – 600.

- Второй сеанс (птичий грипп):

- использованы ~5000 компьютеров из 27 стран, что составляет ~ 420 машино-лет
- получено более 2 Тб данных,
- средний фактор ускорения – 2000.



Наши авторы, 2013.
Our authors, 2013.

*Кирьянов Андрей Константинович,
научный сотрудник Петербургского
института ядерной физики
им. Б. П. Константина.*