

# Технология распределенных вычислений X-Com: возможности, задачи, направления развития

Вл.В. Воеводин, С.И. Соболев  
НИВЦ МГУ имени М.В. Ломоносова

Перспективные компьютерные системы: устройства, методы и концепции  
Россия, Таруса, 2-4 марта 2011 г.

# Распределенные вычисления

Распределенные вычисления - применение доступных разнородных компьютерных ресурсов, соединенных между собой каналами связи общего назначения, для решения вычислительно сложных задач

Типичные случаи использования:

- задаче не хватает имеющихся суперкомпьютеров
- нужно решить задачу подручными средствами
- выбор в качестве технологии программирования

# Распределенные среды и задачи

Свойства распределенных сред:

- масштабность
- географическая распределенность
- неоднородность
- динамичность
- различные политики администрирования

Свойства задач:

- высокий ресурс параллелизма
- минимизация коммуникаций

Организация вычислений:

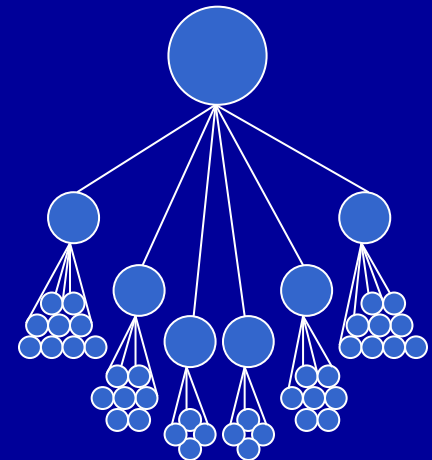
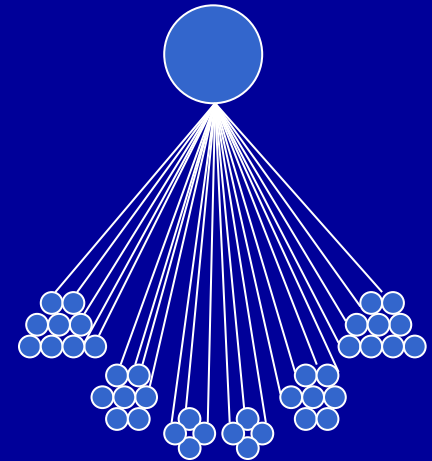
- клиент-серверная схема

# Примеры программных платформ

- Condor (1988, University of Wisconsin-Madison)
  - использование простаивающих ресурсов компьютеров в организациях
- BOINC (2002, UC Berkeley)
  - volunteer computing
- Hadoop (2005, Apache)
  - обработка больших массивов данных + распределенная ФС
- X-Com (2001, НИВЦ МГУ)

# X-Com: основные факты

- Инструментарий для организации и проведения распределенных расчетов
- Легкая переносимая система
- Основные принципы:
  - клиент-серверная архитектура
  - возможность построения иерархических распределенных сред



# X-Com: программирование и запуск задач

- Разбиение задачи на клиентскую и серверную части
  - серверная часть (разбиение и склейка порций):
    - 6-7 функций на Perl:
      - инициализация, номера первой и последней порций, генерация порции, обработка готовой порции, условия завершения, завершение
    - список файлов
  - клиентская часть (вычисления):
    - 2 функции на Perl:
      - инициализаций и запуск команды
    - описание запуска команды
- Компоновка файлов задачи, настройка конфигурационных файлов

# X-Com: пример серверной части задачи

```
package Power;                                     # Имя пакета = имя задачи

use vars qw (@ISA @EXPORT);                        # Определение списка экспортируемых функций,
use Exporter;                                     # не зависит от задачи, должно быть
@ISA = qw (Exporter);                             # обязательно
@EXPORT = qw (initialize getFirstPortionNumber getLastPortionNumber isFinished getPortion addPortion finalize);

sub initialize {
    my $taskArg = $_[0];                          # считываем аргументы задачи
    print STDERR "Power: initialization argument is $taskArg\n";
}

sub getFirstPortionNumber {
    return 1;                                     # номер первой порции = 1
}

sub getLastPortionNumber {
    return 50;                                   # номер первой порции = 50
}

sub isFinished {
    return 0;                                    # число порций задано, поэтому возвращаем 0
}

sub getPortion {
    my $N = $_[0];                               # получаем номер порции в $N
    my $prt = $N*2;                              # формируем содержимое порции ($N*2)
    print STDERR "Power: portion $N created, value is '$prt'\n";
    return $prt;                                 # отдаем порцию
}

sub addPortion {
    my ($N, $data) = ($_[0], $_[1]);             # получаем номер порции и результат
    print STDERR "Power: portion $N processed, result is '$data'\n";
}

sub finalize {
    print STDERR "Power is finished.\n";         # завершение расчета
}

1;                                               # эта единица в конце файла должна быть обязательно
```





# X-Com: особенности

- Режимы работы на вычислительных узлах:
  - монопольно
  - по занятости
  - через системы управления заданиями:
    - Cleo, Torque, LoadLeveler, Unicore, ...
- Подсистема управления заданиями
  - последовательный и параллельный запуск задач
  - требования задач к ресурсам узлов
- Визуализация хода расчета:
  - встроенная «техническая»
  - внешние модули, читающие данные из XML

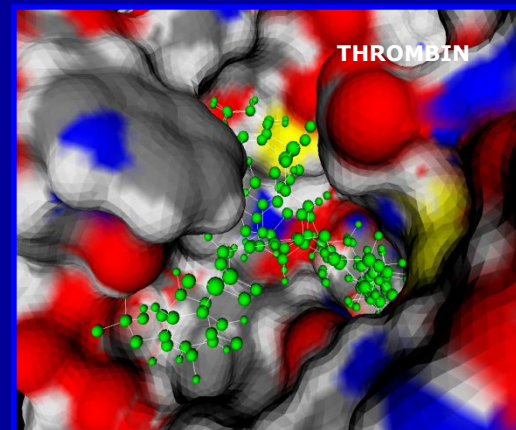
# X-Com: реальные среды и задачи

## 1. Определение скрытой периодичности в генетических последовательностях

- совместно с Центром «Биоинженерия» РАН
  - 400 компьютеров, 10 организаций, 6 часовых поясов

## 2. Виртуальный докинг и скрининг

- НИВЦ совместно с подразделениями РАМН
  - монопольно на СКИФ Cyberia и СКИФ МГУ «Чебышев»
  - 5-6 суперкомпьютерных центров
  - поиск ингибиторов тромбина дал запатентованный результат
- совместно с факультетом биоинженерии и биоинформатики МГУ и компанией «Молекулярные технологии»
  - поиск ингибиторов для белков-мишеней онкологических заболеваний
  - на СКИФ МГУ «Чебышев» через систему очередей в новогодние каникулы



# X-Com: визуализация хода расчета

sub.32



32 %



порции: 280856 94275 92095  
всего последняя посчитано

узлы: 2199 2199 0  
всего работают пересыл.

производ-ность: 24518.39 90%  
пиковая (Gflops) эффек-ть

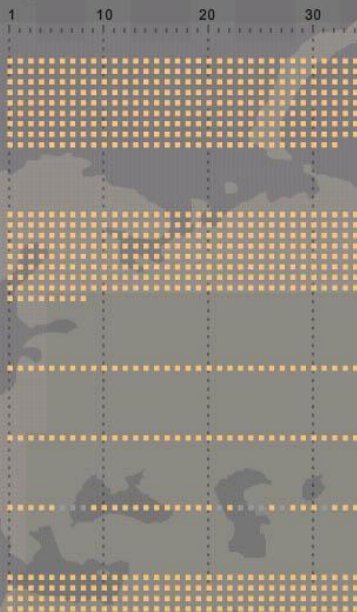
Челябинск  
ЮУрГУ

Москва  
МГУ НИВЦ

Новосибирск  
НКС  
С.-Петербург  
СПбГТУ

Томск  
ТГУ

Уфа  
УГАТУ



суммарное

производ-ность 24518 Gflops

sub.32



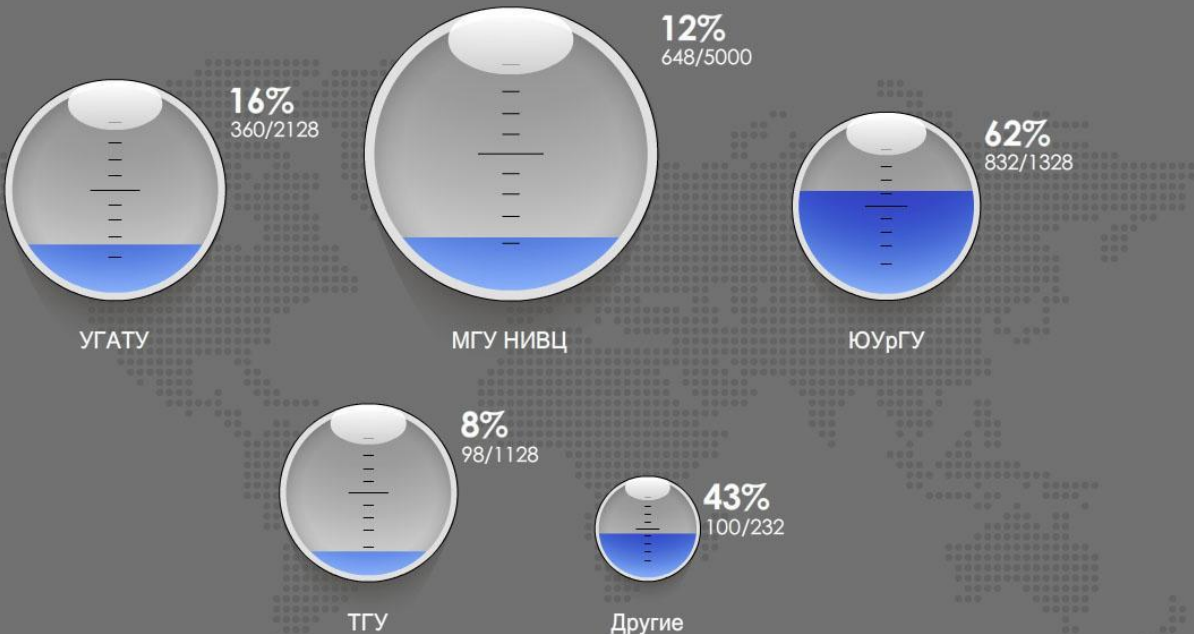
5 %



порции: 280856 16758 14754  
всего последняя посчитано

узлы: 2038 2038 0  
всего работают пересыл.

производ-ность: 22587.67 90%  
пиковая (Gflops) эффек-ть



Несколько кластеров объединены в "Другие"

суммарное время работы всех узлов 86 12:02:33

производ-ность 22578 Gflops

реальное время 01:01:09

# X-Com: реальные среды и задачи

4. Вычисление коэффициентов матрицы для задачи дифракции электромагнитной волны на однородных диэлектрических телах
  - совместно с Пензенским государственным университетом
  - несколько этапов задачи в различных режимах
  
5. Анализ лог-файлов маршрутизаторов
  - сетевой центр Южно-уральского государственного университета
  
6. Расшифровка паролей UNIX
  - экспериментальная задача
  - МГУ, ТГУ, ЮУрГУ, УГАТУ, СКИФ-ГРИД/Unicore

# X-Com как средство управления задачами

- Распределение вычислений на несколько суперкомпьютеров
  - решение оптимизационных гидродинамических задач на суперкомпьютерах МГУ
  - совместный проект НИВЦ МГУ, компаний Тесис и Сигма Технологии
- Сервис группировки однопроцессорных задач на суперкомпьютере СКИФ МГУ «Чебышев»
- Исследование свойств прикладных задач на процессорном полигоне НИВЦ МГУ

# Как описать вычислительную систему?

- Пиковая производительность
- Пропускная способность и латентность коммуникационной среды
- Реальная производительность (Linpack)
  - рейтинг Top500
- Эффективность
- Энергоэффективность
  - рейтинг Green500
- Другие бенчмарки (Graph500)

# Как описать распределенную вычислительную среду?

- Пиковая производительность
  - среда динамична...
- Пропускная способность и латентность коммуникационной среды
  - разные сегменты – разные характеристики
  - влияние других потоков данных
- Реальная производительность на тесте
  - разные показатели от запуска к запуску
- Эффективность
  - выбор принципа
  - конкретная задача в конкретной среде

# Характеристики среды и расчета в X-Com

- Суммарная пиковая производительность среды
- Серверная эффективность – отношение суммарного клиентского процессорного времени к условному суммарному серверному времени
  - характеризует накладные расходы на организацию распределенного расчета
- Клиентская эффективность – отношение числа отправленных к числу принятых порций
  - характеризует динамичность среды



# Характеристики среды и расчета в X-Com – проблемы

- Суммарная пиковая производительность среды
  - дает представление о масштабе среды, но не реальную картину участия в расчетах
- Серверная эффективность
  - не учитывает накладные расходы при работе через системы очередей
- Клиентская эффективность
  - не учитывает эффекты распределения последних порций и буферизации

# «Распределенный Linpack» - цели и задачи нового направления

- Разработка комплекса характеристик распределенных вычислительных сред
- Разработка комплекса характеристик распределенных расчетов
- Создание методики и инструментария для определения свойств распределенной среды и оценки поведения приложений в такой среде
- Выдача рекомендаций по оптимизации распределенного приложения для среды с определенными свойствами

# Спасибо за внимание!

[x-com@parallel.ru](mailto:x-com@parallel.ru)

<http://X-Com.parallel.ru/>

Перспективные компьютерные системы: устройства, методы и концепции  
Россия, Таруса, 2-4 марта 2011 г.

# Суперкомпьютерные конференции

- Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2011)
  - Москва, МГУ, 28 марта – 1 апреля
  - <http://agora.guru.ru/pavt>
- Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее
  - Абрау-Дюрсо, 19-24 сентября
  - прием докладов до 1 июня
  - <http://agora.guru.ru/abrau>