

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:

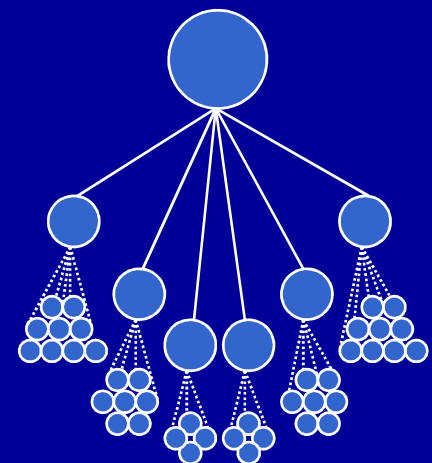
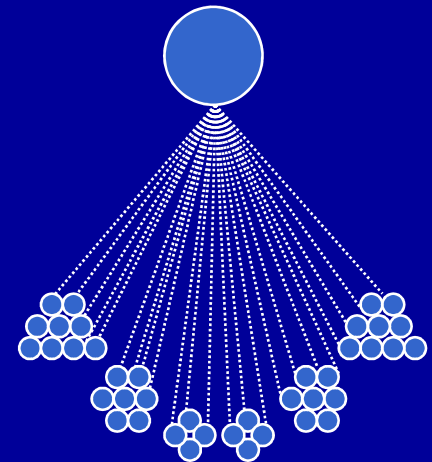
- клиент-серверная схема

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 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

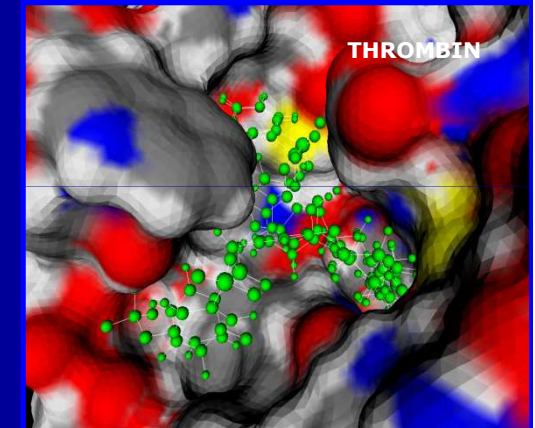
X-Com: реальные среды и задачи

1. Определение скрытой периодичности в генетических последовательностях

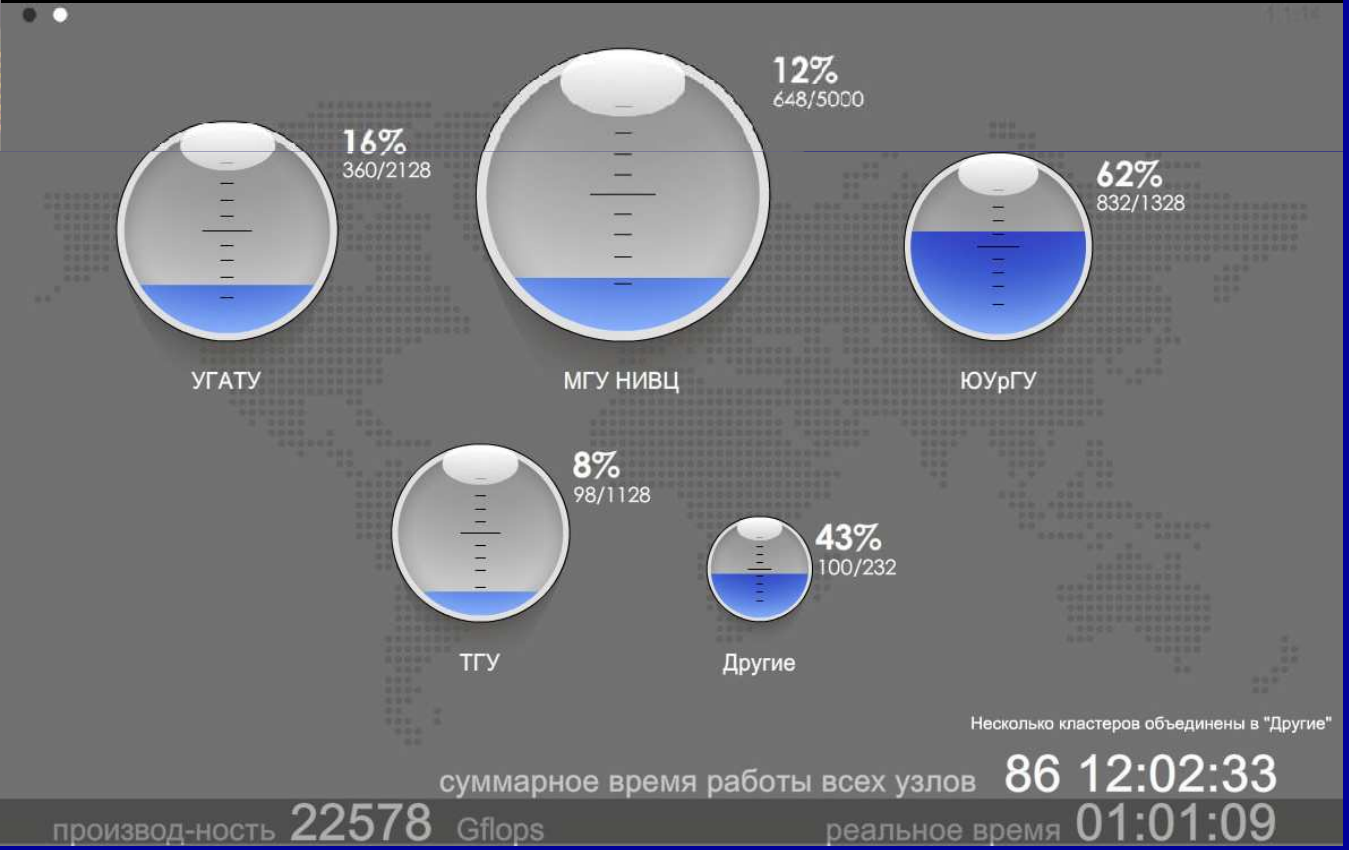
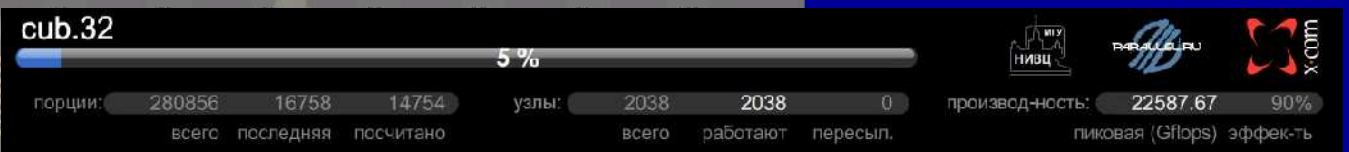
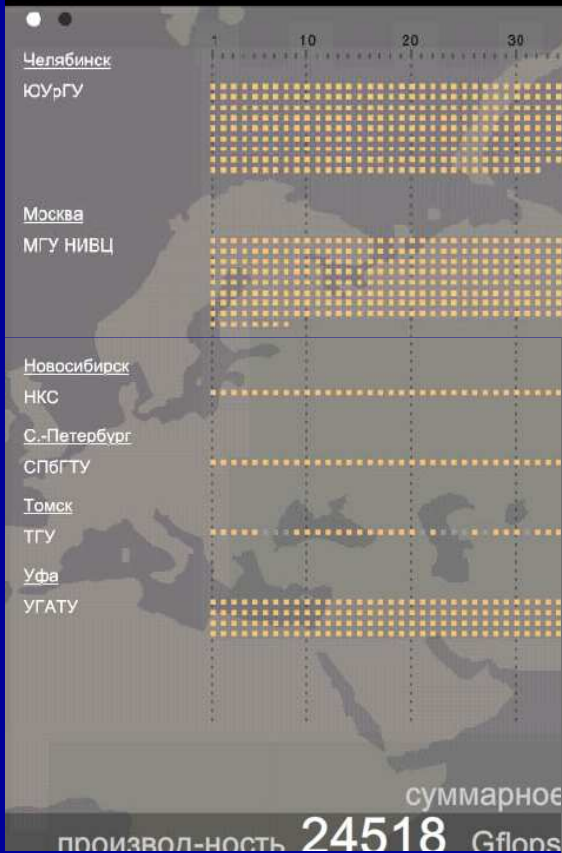
- совместно с Центром «Биоинженерия» РАН
 - 400 компьютеров, 10 организаций, 6 часовых поясов

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



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

<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>