

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОНЛАЙН-КОНГРЕСС

Суперкомпьютерные дни в России

Семинар «Высшее образование для цифрового будущего: конвергенция HPC,
Big Data, ML и IoT»

Опыт чтения и создания курсов параллельного программирования в МФТИ

Хохлов Н.И.,
Петров И.Б.

Москва, 2023

Актуальность и история

- Востребованность со стороны базовых кафедр
- Использование студентами и аспирантами в процессе работы над дипломными работами
- 80-е годы: Курс лекций “Программирование на векторно-конвейерных ЭВМ”.
- 90-е годы: Появления суперкомпьютеров на базовых кафедрах. Первые учебные курсы для отдельных групп, практикум.

Актуальность и история

- 2000-е годы: Организация межбазовых учебных курсов. Основы параллельной обработки данных.
- 2010-е годы: НОЦ «СКТ МФТИ» (К.А. Коньков, В.Е. Карпов, А.И. Лобанов, Я.А. Холодов), кластер МФТИ-60, летние школы, курсы в других институтах
- 2020-е годы: Достаточно большое количество курсов в факультетском, базовым циклах (в основном 3-4 курс)

О курсах параллельного программирования в МФТИ

- Более чем 10-летний опыт преподавания в дисциплинах, связанных с параллельным программированием
- Организация и проведение летних школ по суперкомпьютерным технологиям
- Вопросы организации практикума

Проблемы организации практикума на распределенных системах

- Необходимость наличия кластера и команды поддержки
- Средняя квалификация пользователей (студенты)
- Неравномерная потребность в ресурсах (пик в сессию, перед/на занятиях)
- Большое количество меняющихся пользователей (100-300 в семестр)
- Сложности администрирования и поддержки

Попытки организации практикума

- Выделение логинов на рабочий кластер
- Практикум и обучение на персоналках, практикум на мини кластере (16 узлов + myrinet)
- Практикум на большом виртуальном узле (fat node), до 48 ядер
- Практикум на большом виртуальном узле (fat node), до 48 ядер, PBS
- Практикум на кластере из виртуальных узлов (7+1 узлов, 4 ядра на узел)

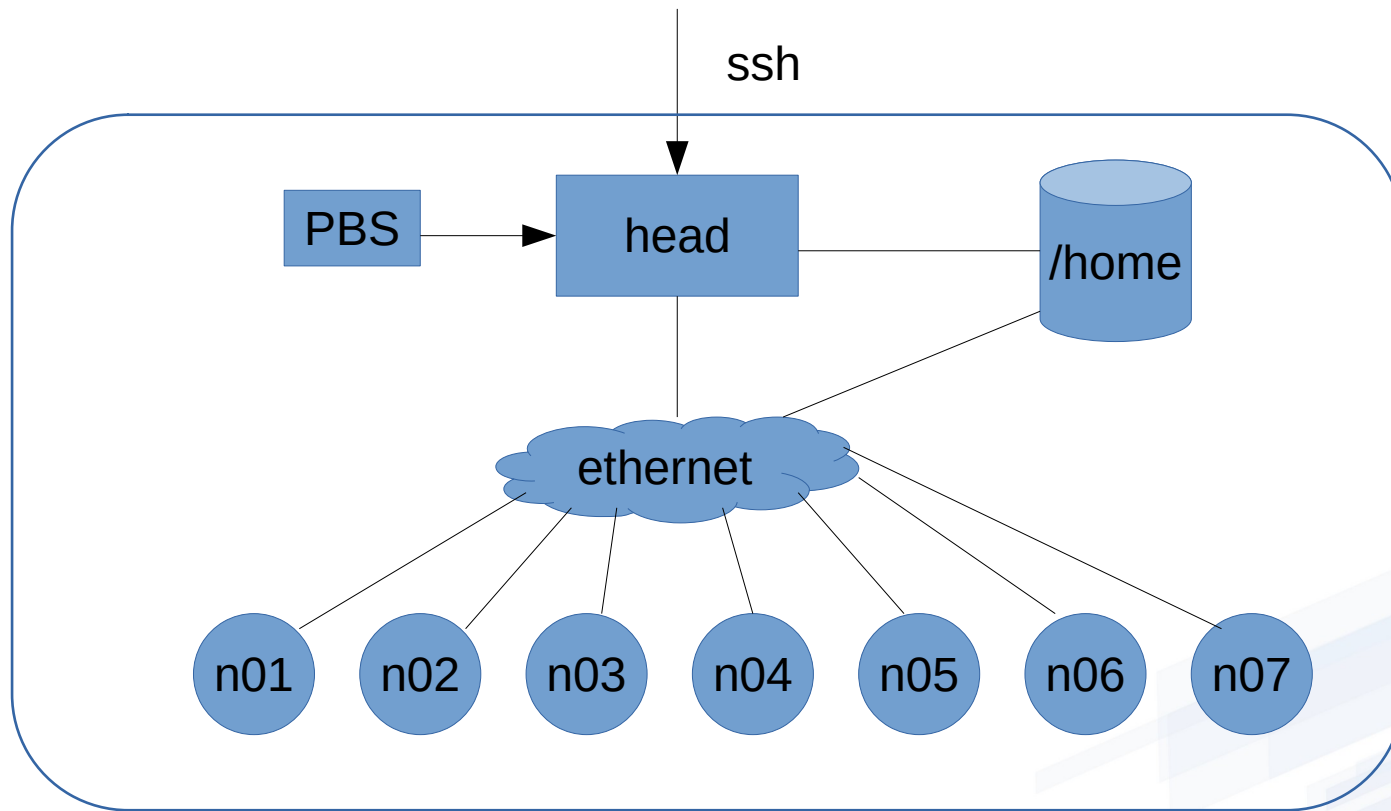
Характеристики виртуального кластера

- 1 головной узел и 7 вычислительных узлов
- Идентичные узлы, 4 ядра и 15 ГБ памяти
- Операционная система - CentOS
- Система очередей — Torque/PBS
- Общая файловая система — NFS
- Классическая архитектура типа Beowulf

Система виртуализации

- Parallels Cloud Server 6
- Virtuozzo-контейнеры (коммерческий вариант технологии OpenVZ)
- AMD Opteron 6272, 32 ядра и 128 Гиб ОЗУ
- 8 виртуальных узлов

Структурная схема кластера

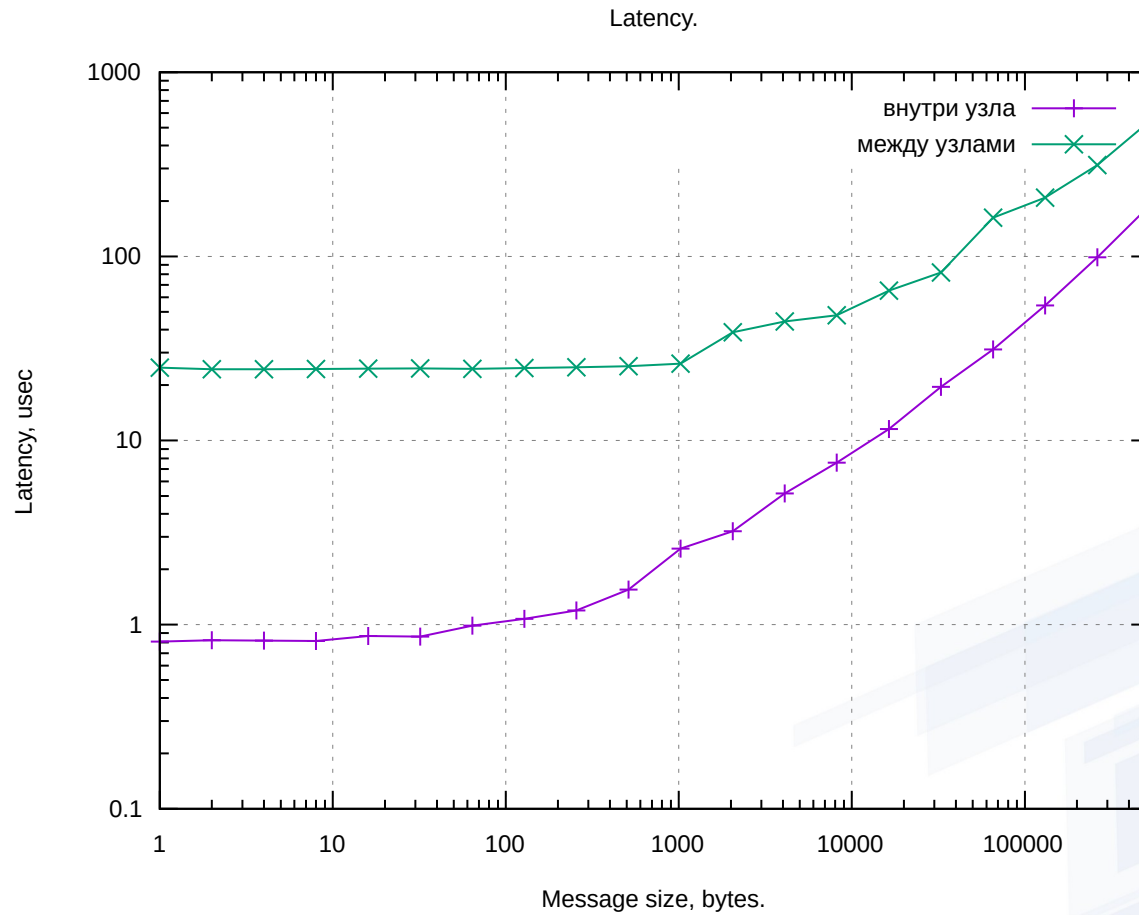


Parallels Cloud Server 6

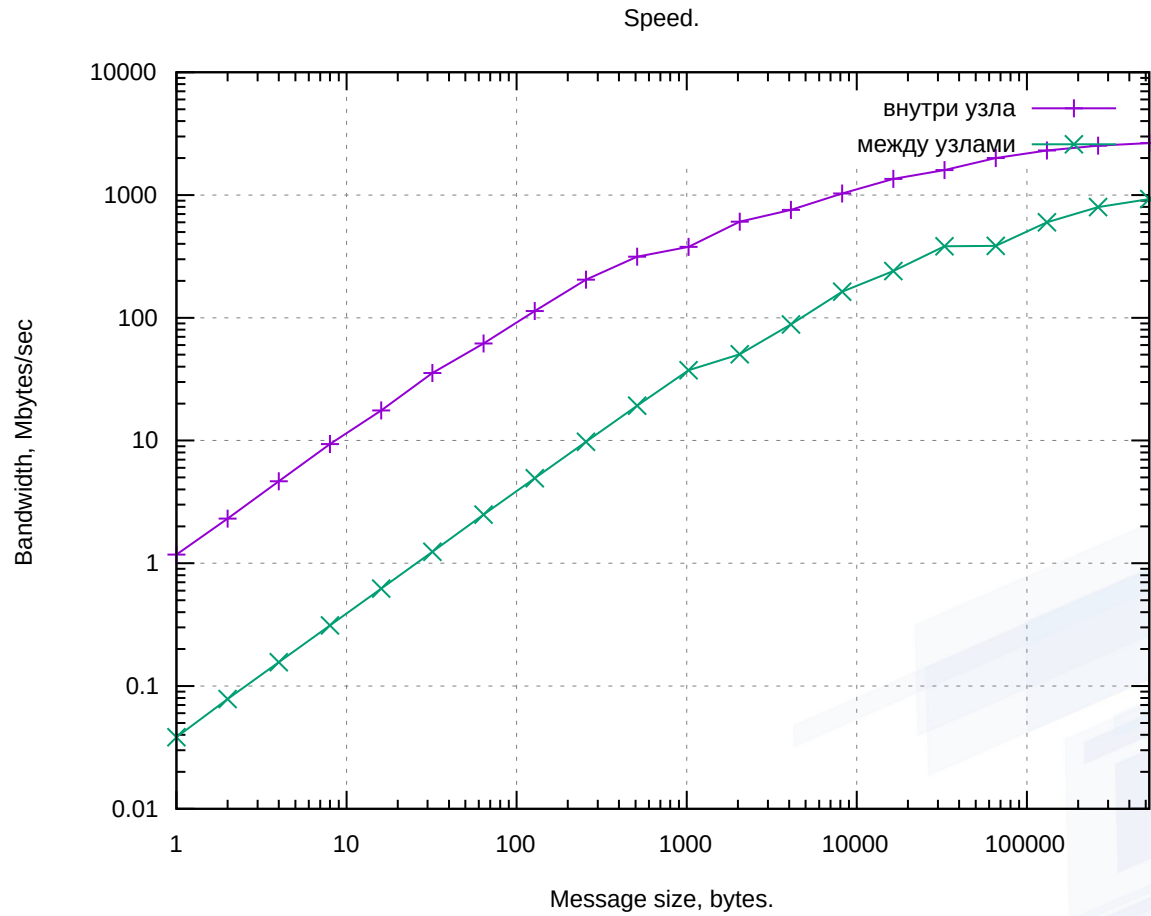
Настройки безопасности

- Один пользователь может ставить максимум 5 заданий
- Время выполнения одного задания максимум 10 минут
- Ограничение на память одного задания составляет 1 ГБ
- Ограничение по ulimits

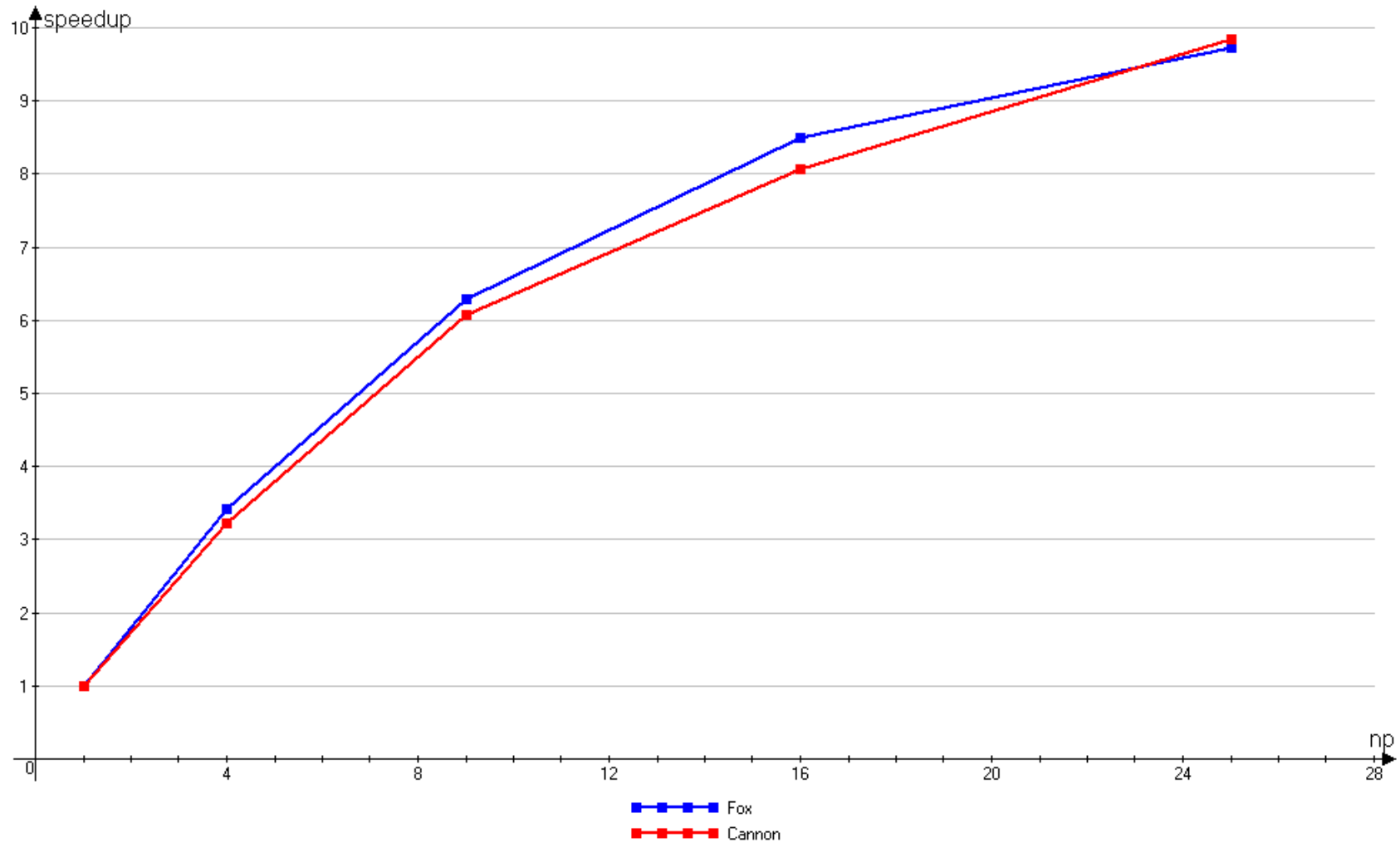
Параметры сети



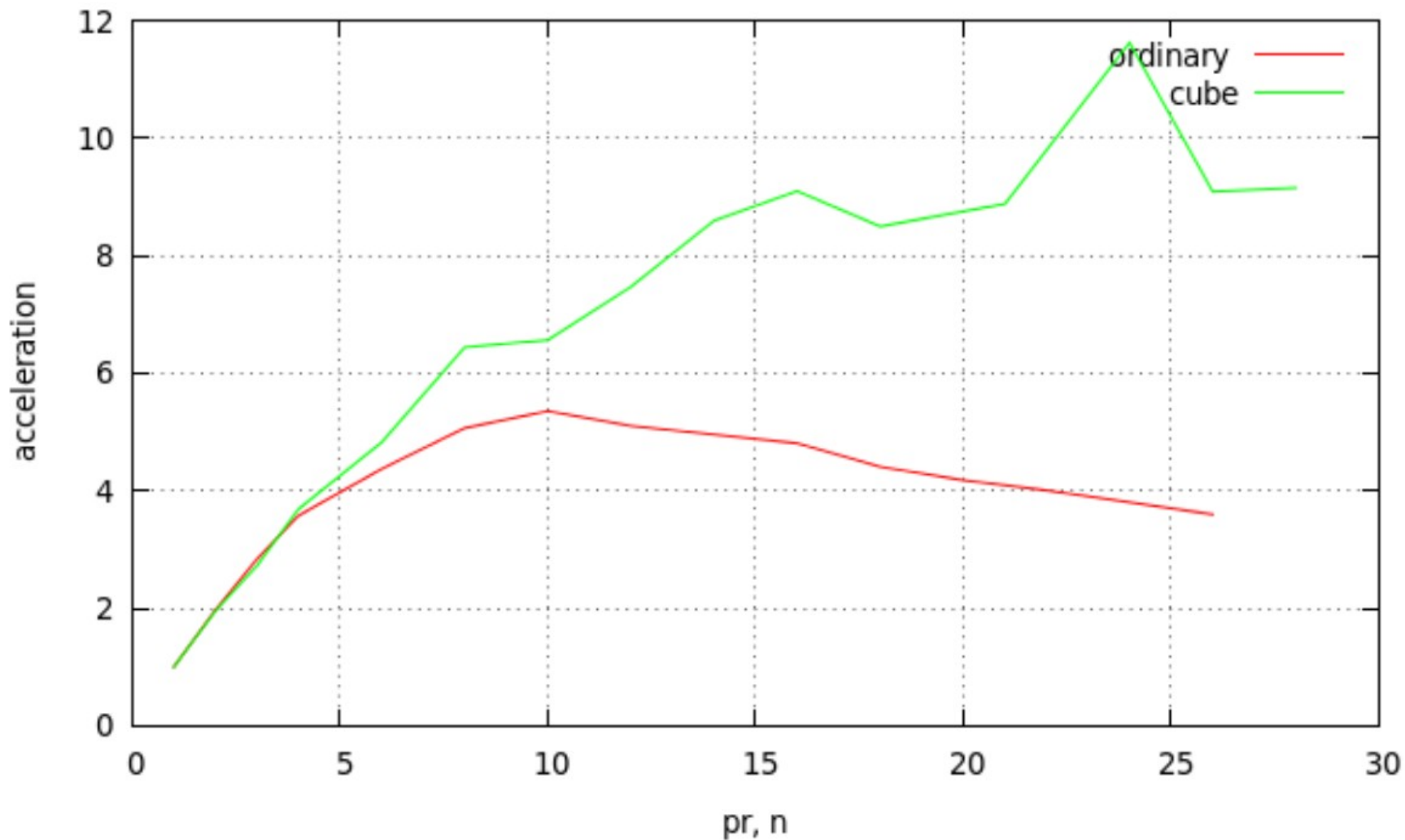
Параметры сети



Пример результатов студентов. Алгоритмы Фокса и Кенона



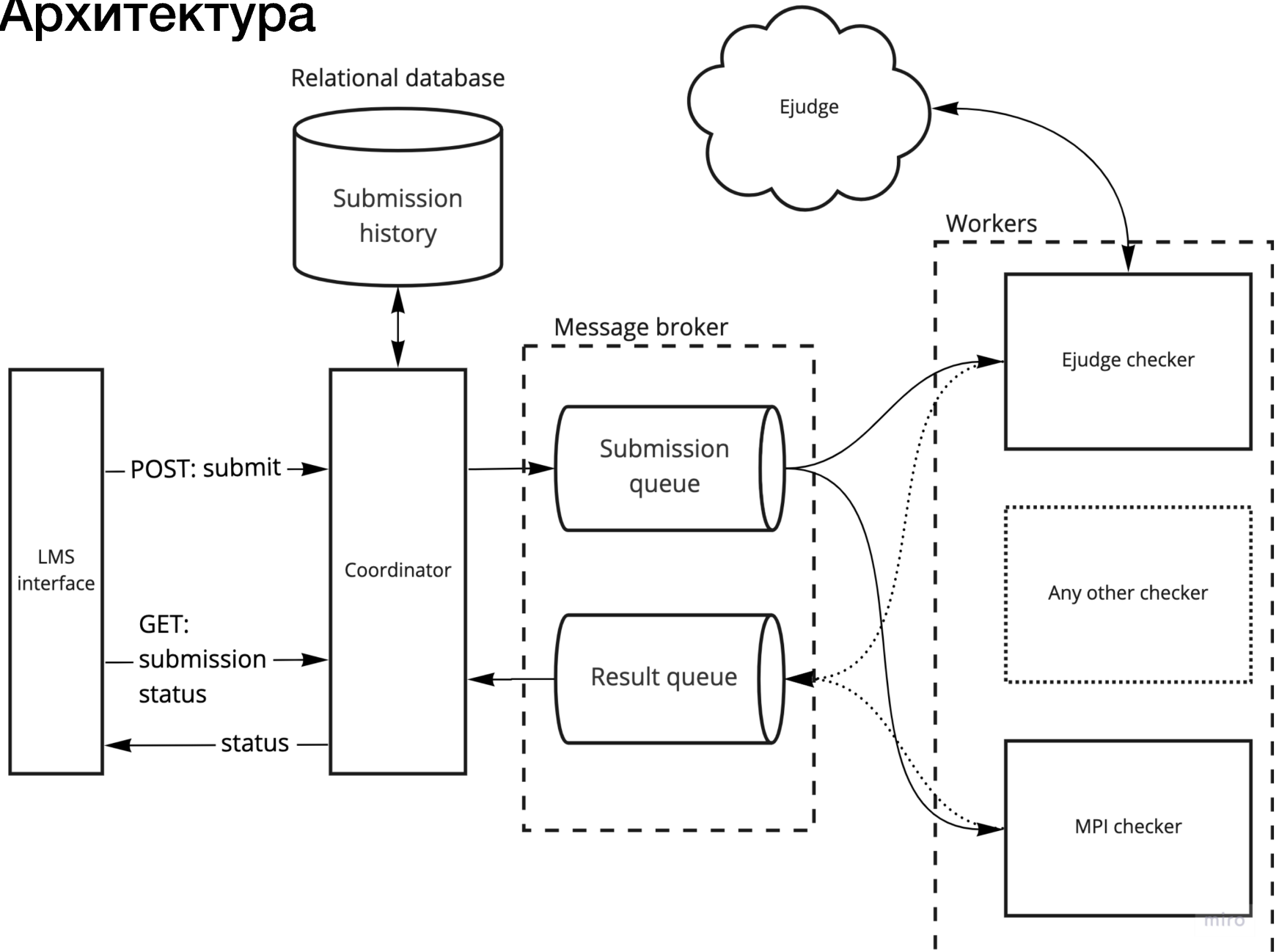
Пример результатов студентов. Сортировка слиянием



Системы автоматической проверки кода

- Множество систем для автоматической проверки последовательного кода
- Интеграция с LMS МФТИ (moodle)
- Поддержка MPI
- Использование MPI profile
- Гибкая система настройки, независимая проверка для каждого процесса, ограничение на память и время, ограничение используемого функционала

Архитектура



Вопрос **1**

Пока нет
ответа

Отметить
вопрос

Реализуйте программу, в которой каждый процесс выведет в консоль приветственную строку вида

```
"Hello MPI from process 3 of 4 total"
```

Первое число в этой строке соответствует порядковому номеру процесса, второе – общему числу процессов.

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <mpi.h>

int size;
int rank;

int main(int argc, char *argv[])
{
    int sum;
    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &size);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &rank);

    printf("Hello MPI from process %d of %d total\n", rank, size);

    MPI_Finalize();
    return 0;
}
```

Закончить попытку...

Тест начат	Суббота, 28 мая 2022, 12:34
Состояние	Завершено
Завершен	Суббота, 28 мая 2022, 15:53
Прошло времени	3 час. 19 мин.
Баллы	1,00/1,00
Оценка	10,00 из 10,00 (100%)

Вопрос **1**

Выполнен

Баллов: 1,00
из 1,00

Отметить
вопрос

Реализуйте программу, в которой каждый процесс выведет в консоль приветственную строку вида

"Hello MPI from process 3 of 4 total"

Первое число в этой строке соответствует порядковому номеру процесса, второе – общему числу процессов.

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <mpi.h>

int size;
int rank;

int main(int argc, char *argv[])
{
    int sum;
    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &size);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &rank);

    printf("Hello MPI from process %d of %d total\n", rank, size);
}
```

Результат: ОК

Набор тестов: Correctness

Тест	Результат	Балл	Ответ	Время	Опции
1 process	ОК	1	ok	336	{"compile_flags":"-lm","np":1}
2 processes	ОК	1	ok	335	{"compile_flags":"-lm","np":2}
5 processes	ОК	1	ok	473	{"compile_flags":"-lm","np":5}

Выводы

- Суперкомпьютерная повестка остается достаточно актуальной
 - Более 5 лет использования виртуальных технологий
 - 100-300 студентов в семестр
 - Лучшее понимание со стороны студентов о работе в распределенной кластерной среде
 - Простота администрирования (перезагрузка, бекапы)
 - Более гибкая система безопасности и регламент работы
- Развитие систем автоматической проверки кода
- Интеграция в LMS

Спасибо за внимание