

Лекция 7. Тестирование производительности



ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

2014

Павел Степанов

Старший преподаватель

Кафедра компьютерной математики и программирования ГУАП

1. Содержание

- Что такое производительность?
- Производительность локального приложения
- Производительность сетевого приложения

2. Производительность

- А что такое производительность?
- Максимальное количество работы в единицу времени?
- Наибольшая штатная нагрузка?
- Работоспособность при превышении штатной нагрузки?

3. Главный вопрос

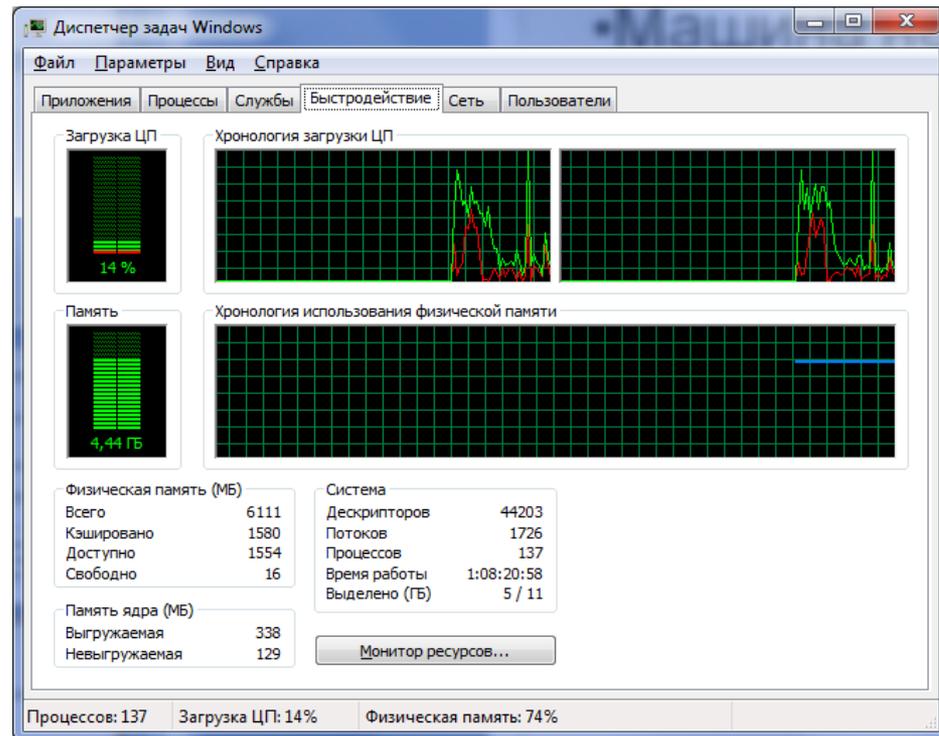
- Что именно мы измерили?

4. От чего зависит производительность

- **Системный уровень** (OS, сеть, диск, процессор, память)
- **Middleware** (GC, JIT)
- **Приложение** (алгоритмы, синхронизация, многопоточность)
- **Микроархитектура** (cache, data alignment, pipeline stalls)
- **Тестирование производительности** – одна из наиболее сложных задач тестирования, достаточно тяжело провести черту между тестированием и программированием

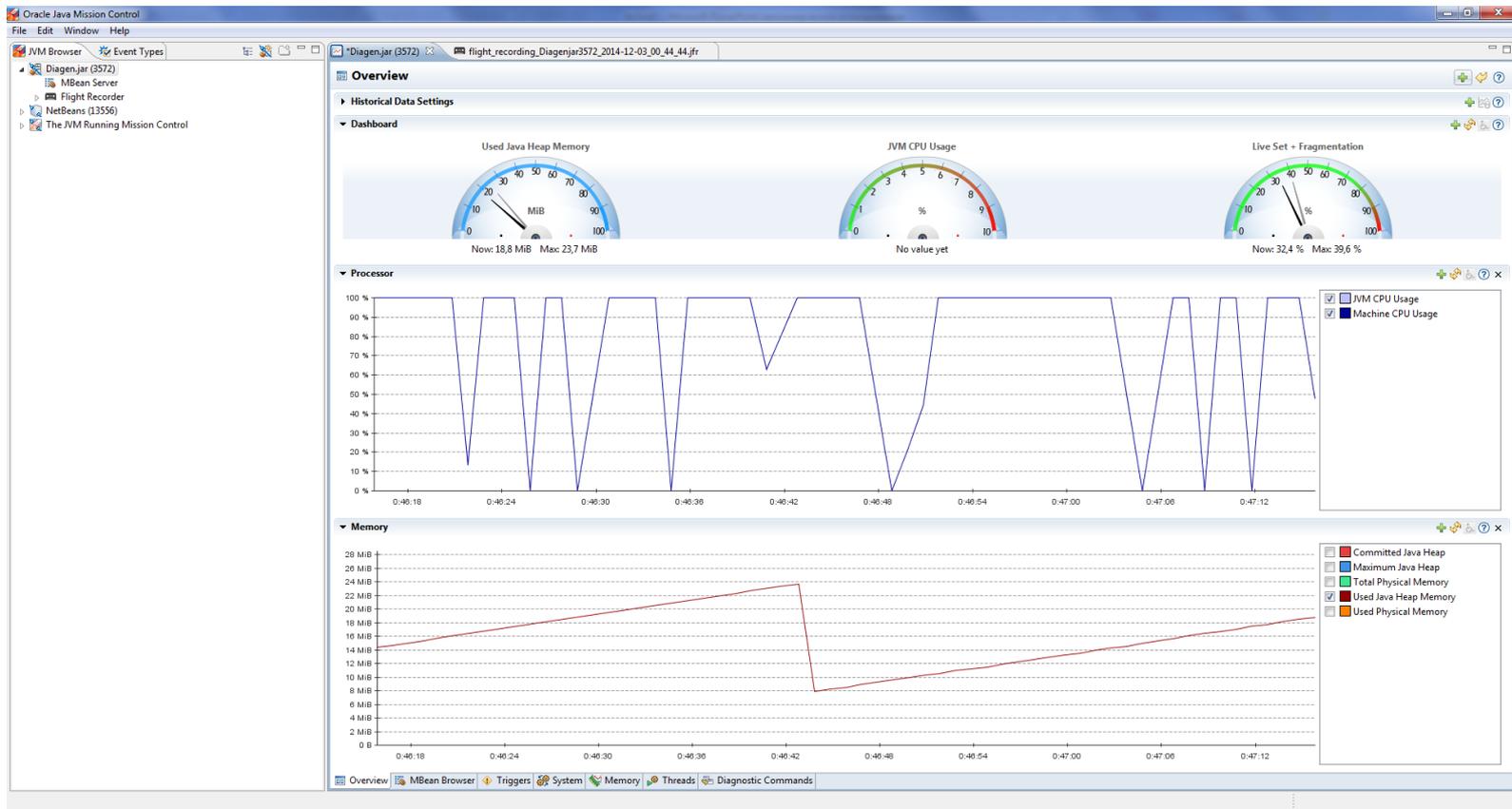
5. Системный уровень

- Машина должна быть физической и не должна быть ничем занята



6. Уровень Middleware и приложения

• Профилировщики JVisualVM и JMC

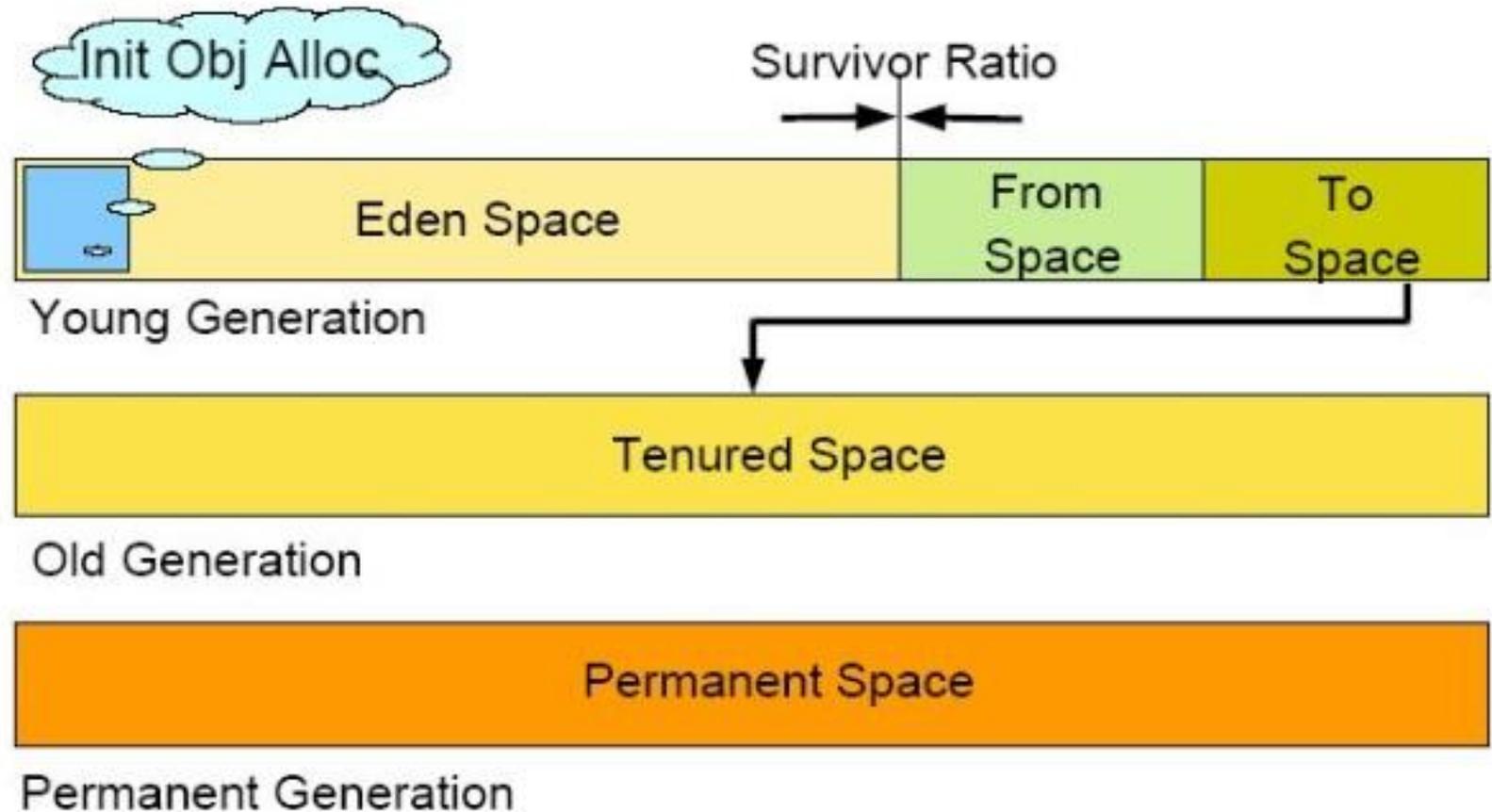


7. Проблемы инструментальных профилировщиков

- Измерение влияет на результат

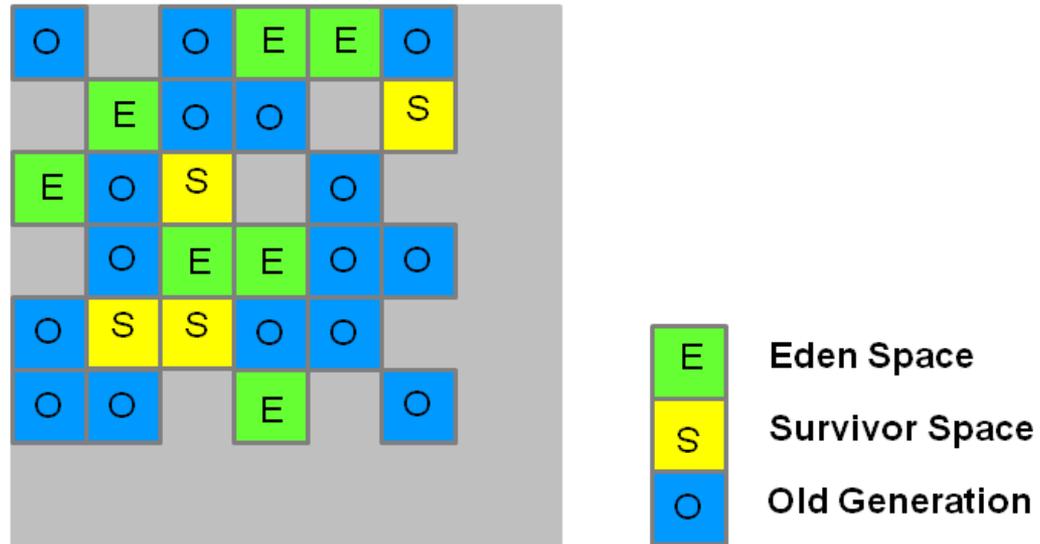
8. GC -CMS

Heap Structure of HotSpot VM



9. GC –G1

G1 Heap Allocation



10. Микроархитектура

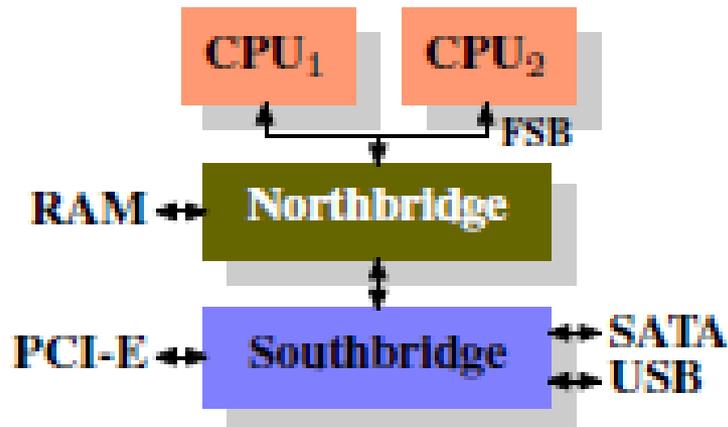
- Казалось бы, мы улучшили наш код до невозможности – не создается лишних объектов, нет обмена с диском, все алгоритмы максимально эффективны...
- Однако, есть еще железо!

11. Немного теории относительно памяти

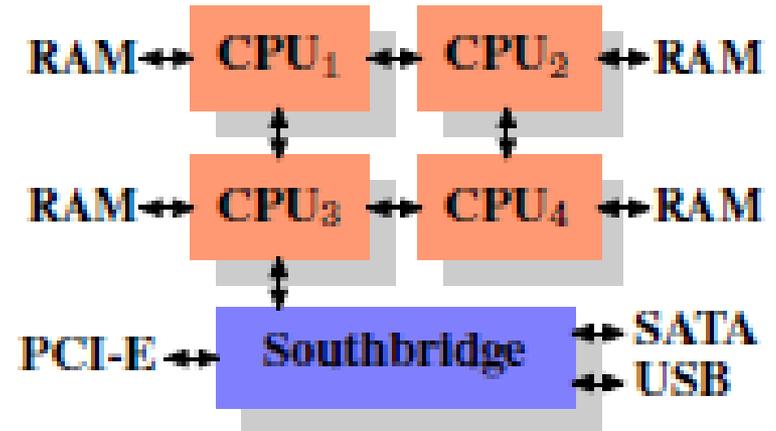
- UMA/NUMA
- DMA
- L3

12. UMA/NUMA

UMA



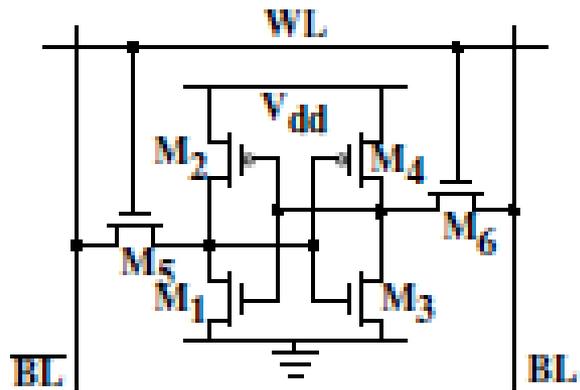
NUMA



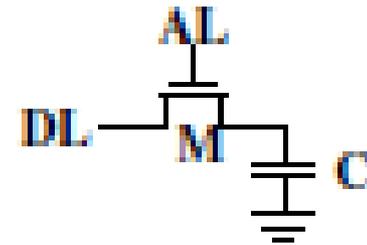
В архитектуре NUMA для оптимальной производительности число потоков должно не превышать числа ядер (дабы избежать очень дорогой миграции потоков между процессорами)

13. Элемент памяти

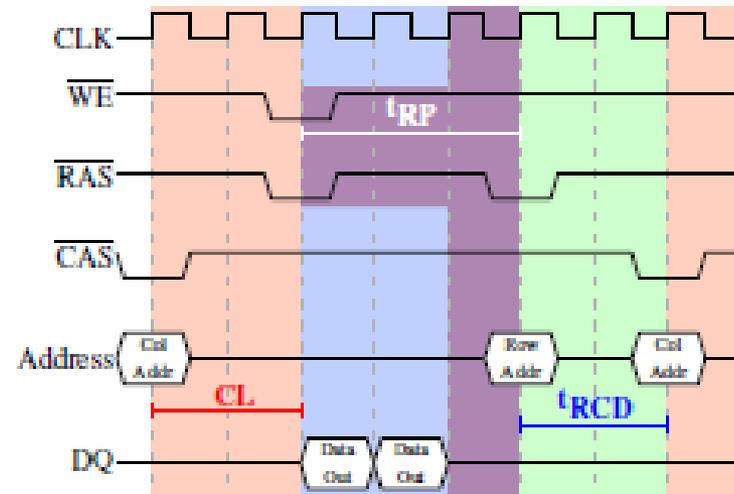
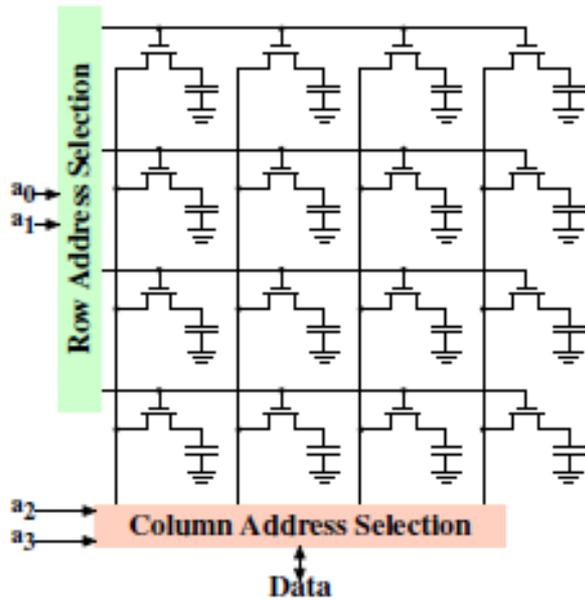
Статическая память



Динамическая память



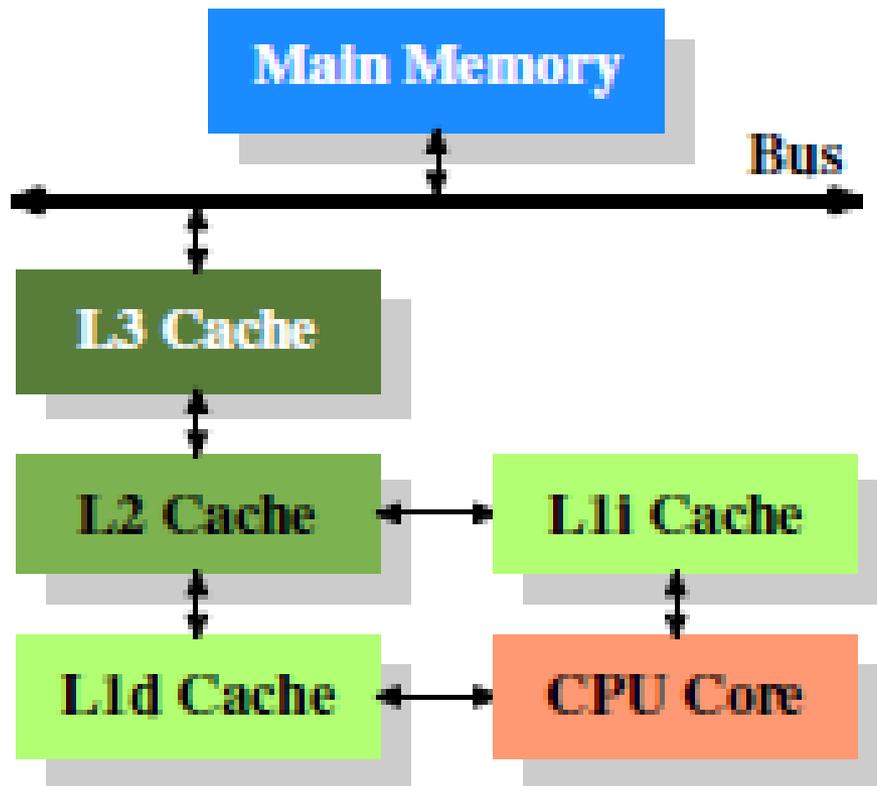
14. Чип памяти



15. Тактовая частота шины и памяти

Array Freq.	Bus Freq.	Data Rate	Name (Rate)	Name (FSB)
100MHz	400MHz	6,400MB/s	PC3-6400	DDR3-800
133MHz	533MHz	8,512MB/s	PC3-8500	DDR3-1066
166MHz	667MHz	10,667MB/s	PC3-10667	DDR3-1333
200MHz	800MHz	12,800MB/s	PC3-12800	DDR3-1600
233MHz	933MHz	14,933MB/s	PC3-14900	DDR3-1866

16. L3 Cache



To Where	Cycles
Register	≤ 1
L1d	~ 3
L2	~ 14
Main Memory	~ 240

Pentium M

Figure 3.2: Processor with Level 3 Cache

17. TLB Cache

- Трансляция виртуальных адресов в физические.
- Каждый TLB cache miss стоит сотни тактов процессора

18. Задачи программиста

- Уменьшать cache miss
- Оптимизировать многопоточность

19. Hardware Counter

20. Пример

```
@Benchmark
public boolean[] directWrite() {
    boolean[] s = new boolean[SIZE];
    for (int i = 2; i <= SQRT_SIZE; i++) {
        if (!s[i]) {
            for (int j = i * i; j < SIZE; j += i) {
                s[j] = true;
            }
        }
    }
    return s;
}
```

Код внизу на 25%
быстрее, чем вверху!

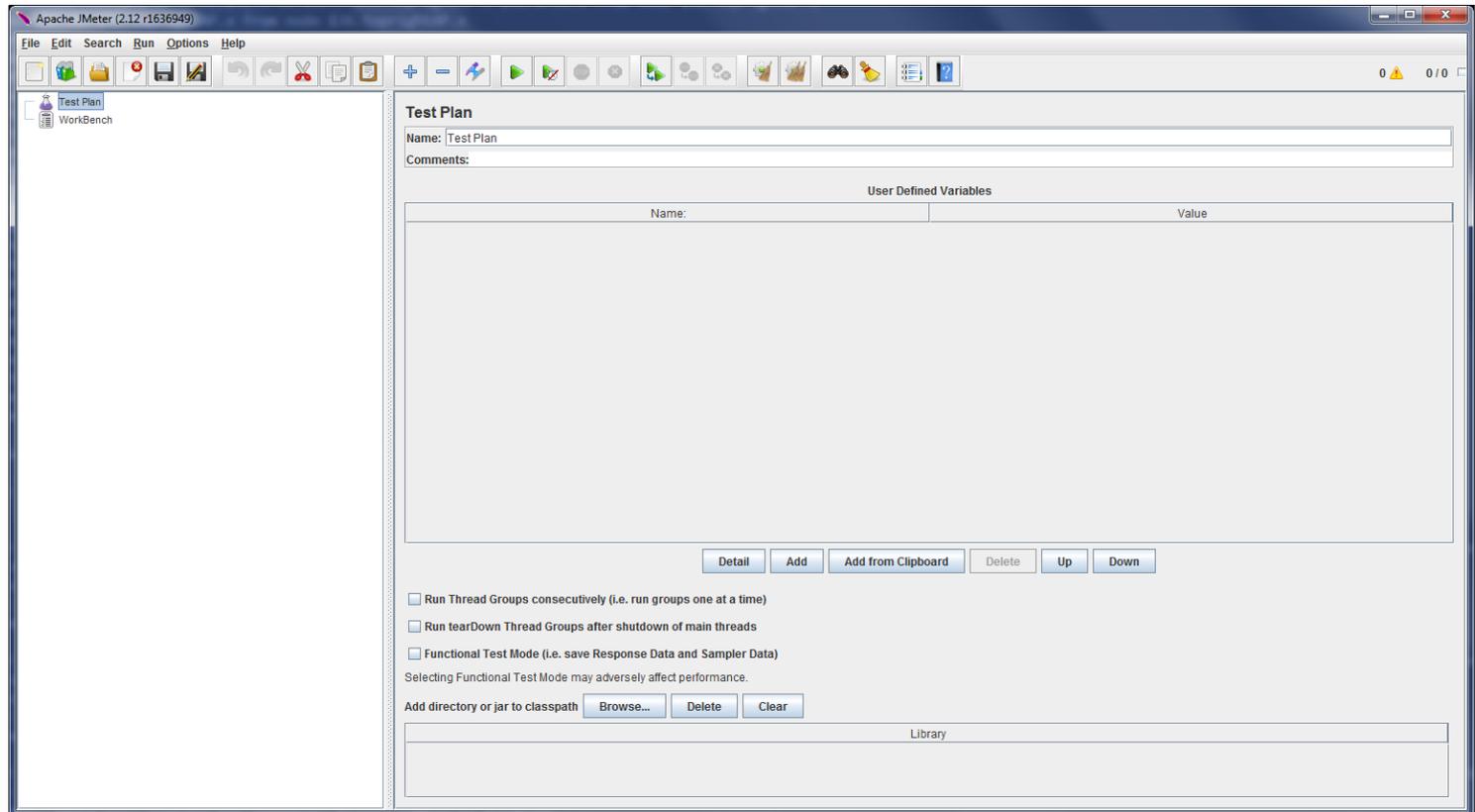
```
@Benchmark
public boolean[] testAndWrite() {
    boolean[] s = new boolean[SIZE];
    for (int i = 2; i <= SQRT_SIZE; i++) {
        if (!s[i]) {
            for (int j = i * i; j < SIZE; j += i) {
                if (!s[j]) {
                    s[j] = true;
                }
            }
        }
    }
    return s;
}
```

21. Проблематика сетевых приложений

- Производительность сервера
 - То же, что и для локального приложения
- Сетевой обмен
 - Ключевой вопрос – размер данных

22. Инструменты

- Firebug
- JMeter



23. Q&A