SIEMENS

СПбГУ

SQA DAYS 2008

Компонентная среда разработки инструментария нагрузочного тестирования

Евгений Рачинский. СПбГУ в сотрудничестве с Siemens Corporate Technology

SQA DAYS 2008

Нагрузочное тестирование

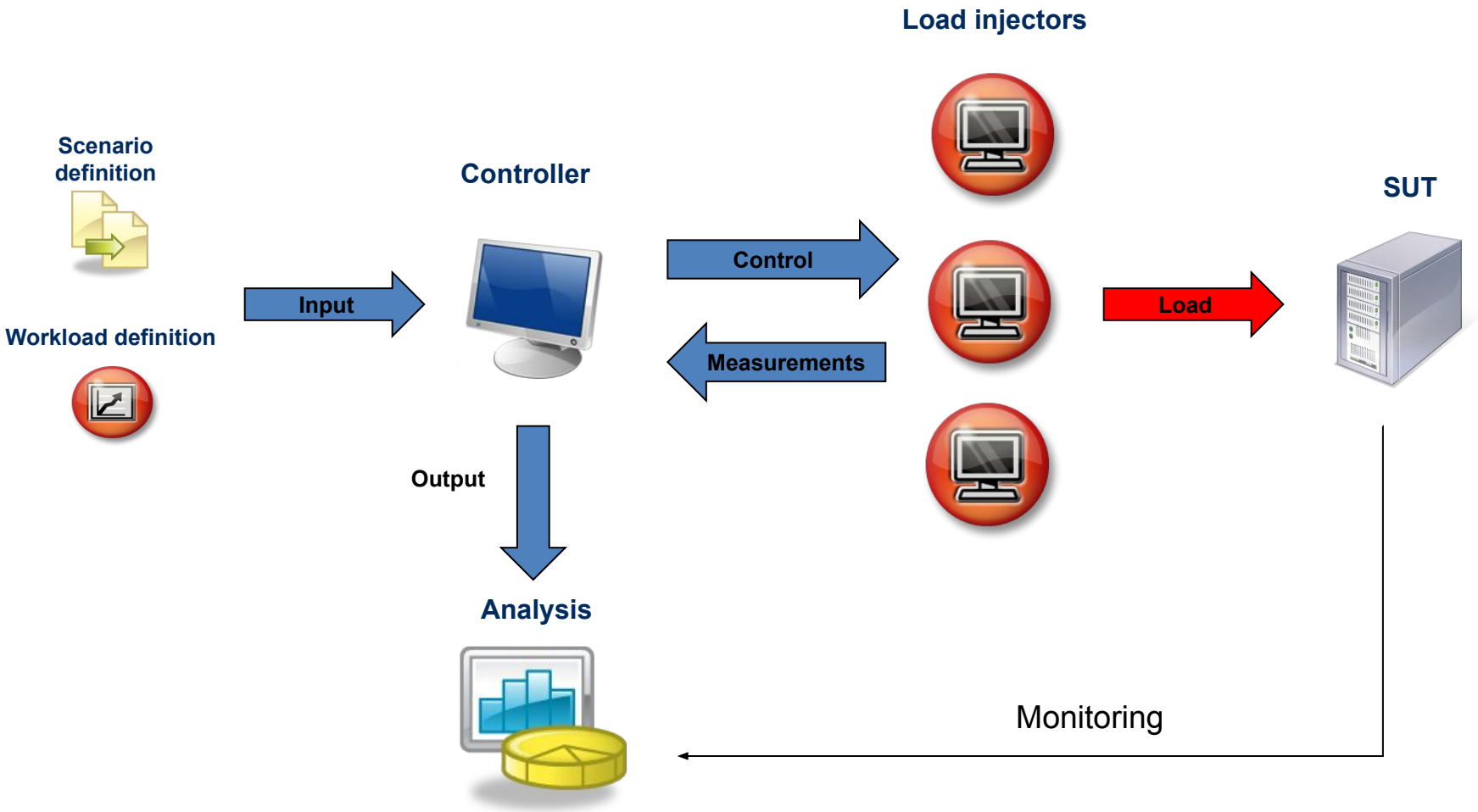
- Изучение поведения многопользовательской системы под нагрузкой
- Цели:
  - Оценка характеристик производительности системы под нагрузкой
  - Поиск узких мест в системе
  - Планирование производительности
- Средства
  - Моделирование нагрузки
  - Инструментарий генерации нагрузки и измерения показателей
  - Методы анализа результатов

SQA DAYS 2008

Инструментарий

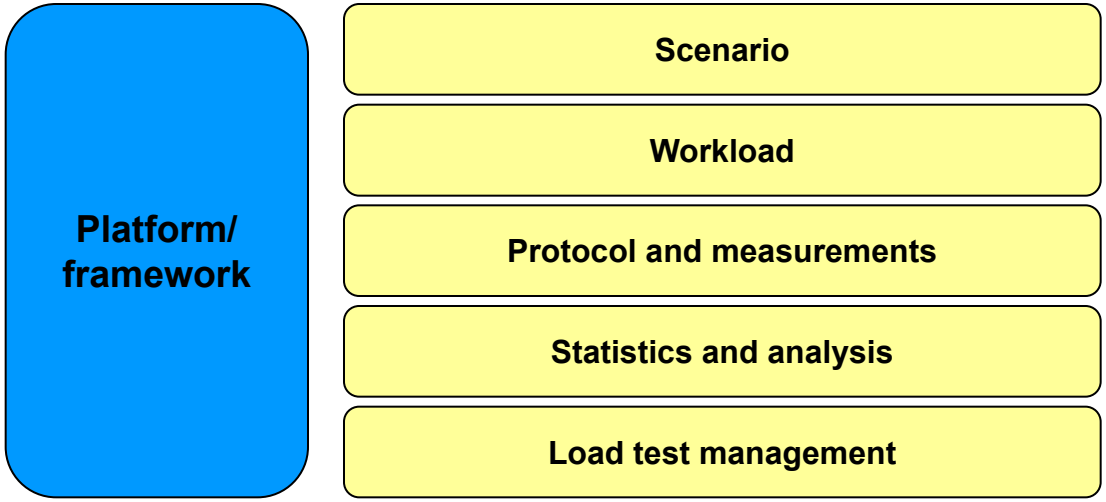
- Существующие средства нагрузочного тестирования не обладают достаточной гибкостью и адаптивностью
- **Решение: создание платформы для разработки инструментария нагрузочного тестирования**
- Области применения
  - Нагрузочное и стресс тестирование с использованием нестандартных протоколов
  - Поддержка статистических методов в нагрузочном тестировании
  - Автоматизация нагрузочного тестирования
  - Поддержка continues integration process

Типовая архитектура



SQA DAYS 2008

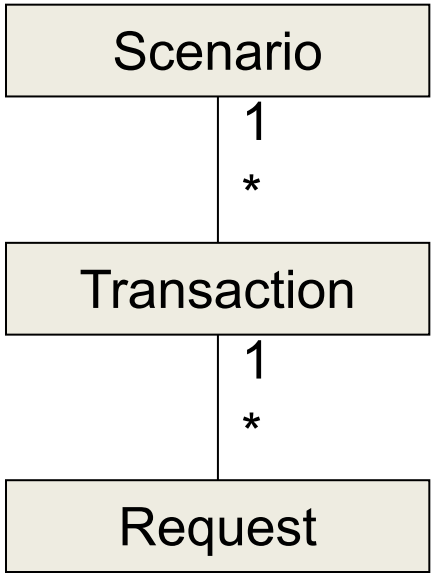
Области расширения



- Компонентная среда (OSGi/Java)
- Архитектура основанная на plug-ins
- API, точки расширения

Сценарий

- Симулирует поведение пользователей
- Java классы
  - Сценарий
  - Транзакция (шаг)
  - Запрос
- Иерархичность, модульность
- Идентификация частей сценария
- Генерация кода сценариев
- Отладка (Eclipse)



SQA DAYS 2008

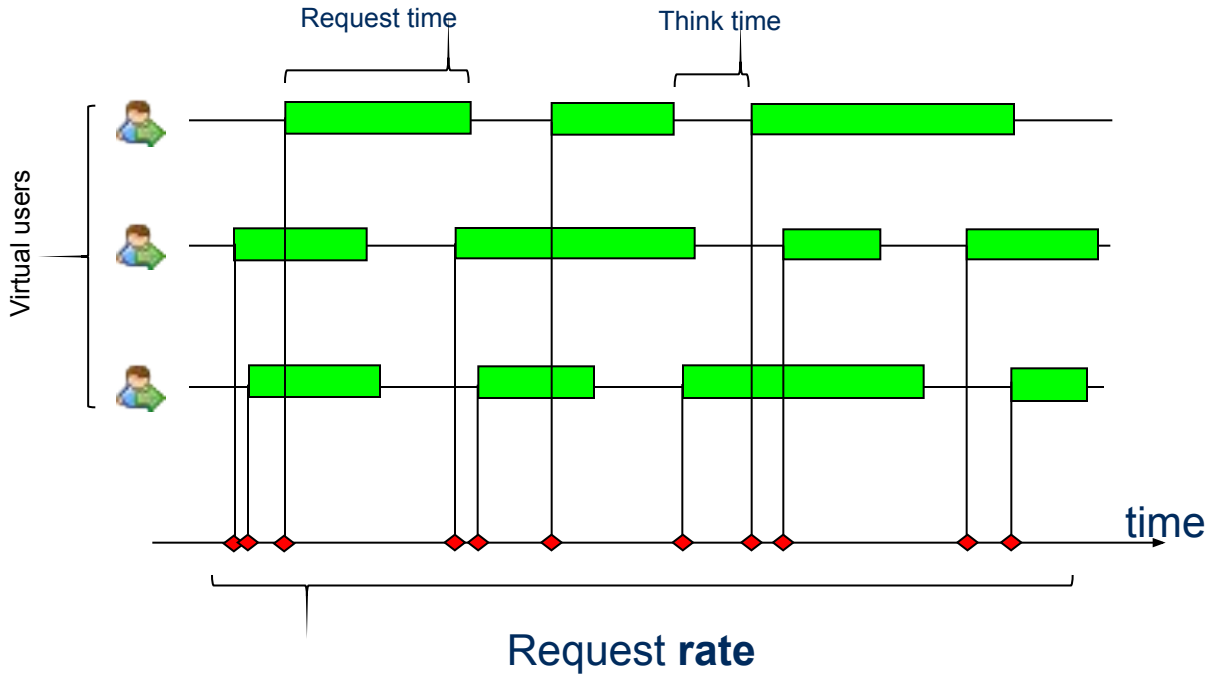
Сценарий (пример)

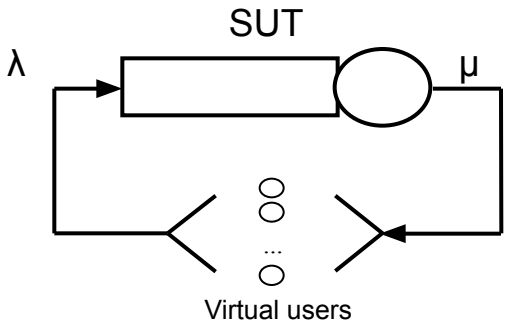
```
public class Service1Scenario extends
WebScenario {

Transaction1 transaction1 = new Transaction1();
Transaction2 transaction2 = new Transaction2();

 public void run() {

        runTransaction(transaction1);
        sleep(1000);
        runTransaction(transaction2);

 }

}
```

```
public class Transaction1 extends WebTransaction {
  Request1 request1 = new Request1();

  public void run() {
      runRequest(request1);
  }

}
```

```
public class Request1 extends WebRequest {

  public void run()  {
        HttpResponse response = null;

        response =
              getContext().
                    getClient().execute(url );
   }
}
```

Нагрузка

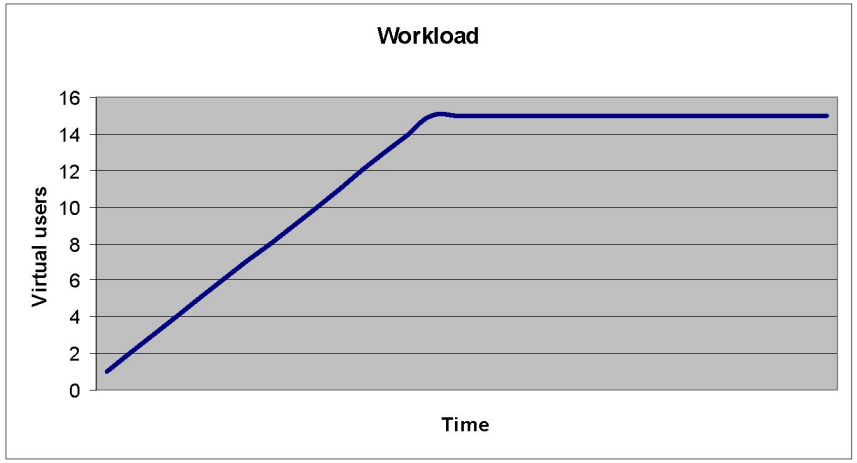




- Нагрузка это частота обращений к системе
- Определяется через
  - количество виртуальных пользователей **и**
  - среднее значение и распределение времени ответа

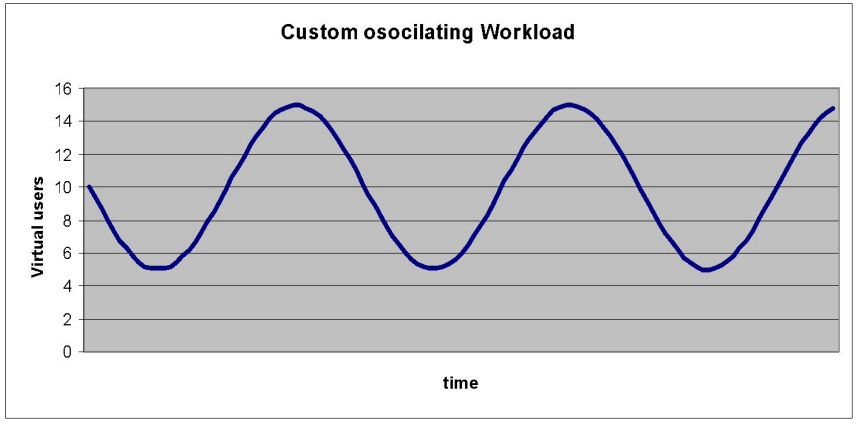
Определение нагрузки (пример)

$$V(t) = \min\{V_{\max}, ((t / Interval) + 1)V_{increment}\}$$




```
int maximumVirtualUsers     = 15;
int incrementInterval       = 60;
int incrementVirtaulUsersBy = 1;

public IThinkTime getThinkTimeOnTime(long time) {
   return new ConstantThinkTime(1000);
}

public int getVirtualUserNumberOnTime(long time) {
   int vu = Math.min(
            maximumVirtualUsers,
           (int)((time/incrementInterval)+1)*incrementVirtaulUsersBy
            );
   return vu;
}
```

$$V(t) = V_c + A\sin(freq * t)$$




```
int Amplitude = 5;       //virtual users
double Frequency = 1/60; //virtual users per second
int VerticalShift = 10;  //oscillate around

public IThinkTime getThinkTimeOnTime(long time) {
  return new ExponentialThinkTime(1000);
}

public int getVirtualUserNumberOnTime(long time) {
  return (int)(VerticalShift + Amplitude*Math.sin(Frequency*time));
}
```

SQA DAYS 2008

Поддержка сетевых протоколов и измерений

- Любой протокол, имеющий клиентские Java библиотеки
- Регистрация значений:
  - Время исполнения
  - Ошибки протокола/приложения
  - Проткол-специфические измерения (размер пакета, время установления соединения, DNS время и т.п.)
- Инструментирование библиотек протоколов
- Поддержка протоколов интегрируется в базовые классы сценариев

SQA DAYS 2008

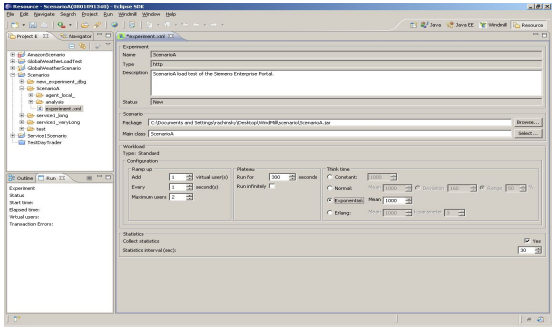
Run-time статистика и журналирование

- Измерения собираются в статистики:
  - Среднее значение
  - Частота событий
  - Счетчики
  - Определенная пользователем
- Масштабирование значений
  - Среднее значение на разных масштабах времени
- Расширяемый «движок» статистики
  - Filter/Pipe design pattern
- Журналирование
  - Набор CSV файлов, Apache Derby
  - Формат определен протоколом

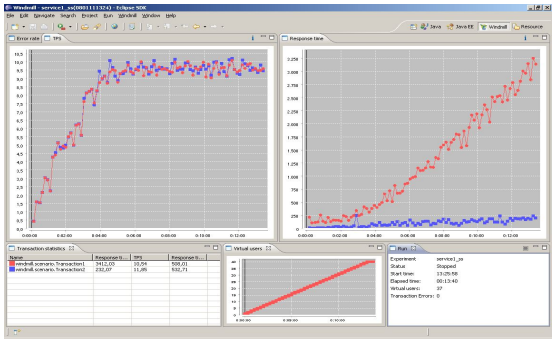
Управление тестом

- Пользовательский интерфейс
  - Eclipse RCP UI
  - Command line
- Подготовка теста
  - Eclipse Java IDE, PDE
  - Рабочее окружение Eclipse
- Исполнение теста и мониторинг
  - Графики статистики
- Расширяемость
  - Eclipse plugin-ins
  - Chart API (JFree chart)
  - ANT tasks

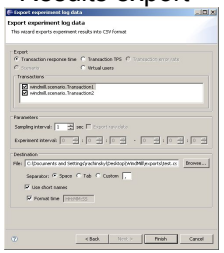
Load test definition

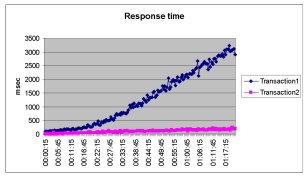


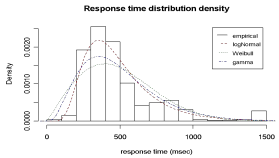
Load test controller



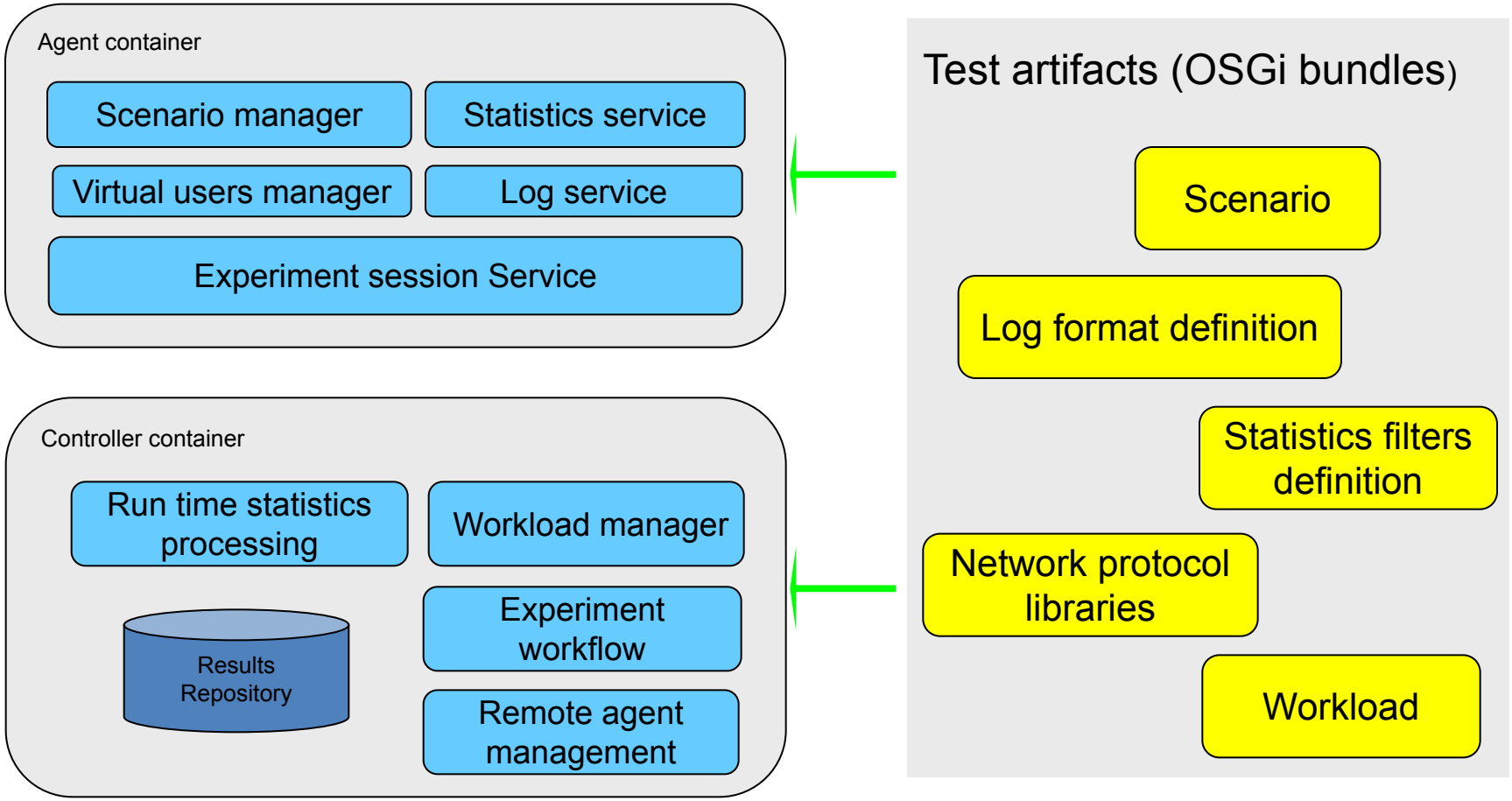
Results export







Компоненты платформы



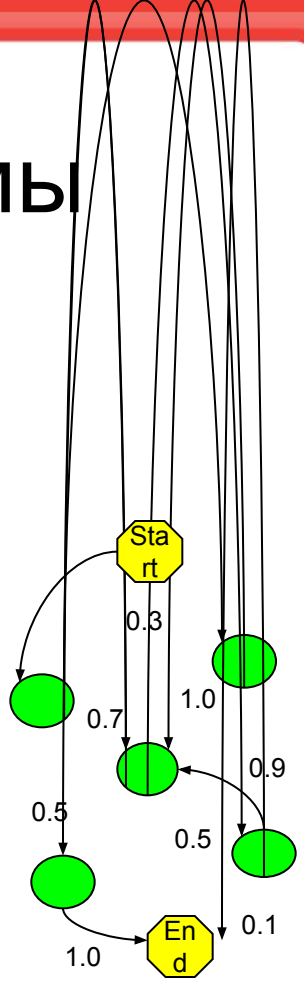
SQA DAYS 2008

Замечания по реализации

- Высокая производительность агентов
- Сложность точного измерения времени в Java (msec, nanosec)
- Синхронизация потоков виртуальных пользователей
- Синхронизация времени в распределенной среде
- Интенсивный поток данных (измерений)
- Сложность использование Java аннотаций и рефлексии

Приложения платформы

- Стандартное нагрузочное тестирование
  - HTTP, SOAP, RMI
- Сложные сценарии
  - Различные протоколы в одном сценарии
  - Симуляция вероятностного поведения пользователя (CBMG)
  - Генерация кода сценариев (из трасс или моделей)
- Нагрузочное тестирование и регулярная сборка
  - ANT task для определения и запуска теста



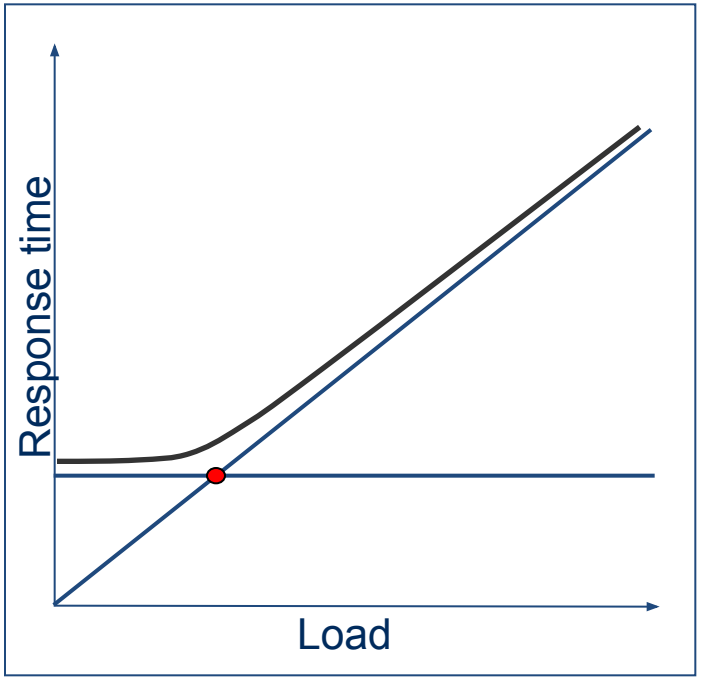
SQA DAYS 2008

Приложения платформы (2)

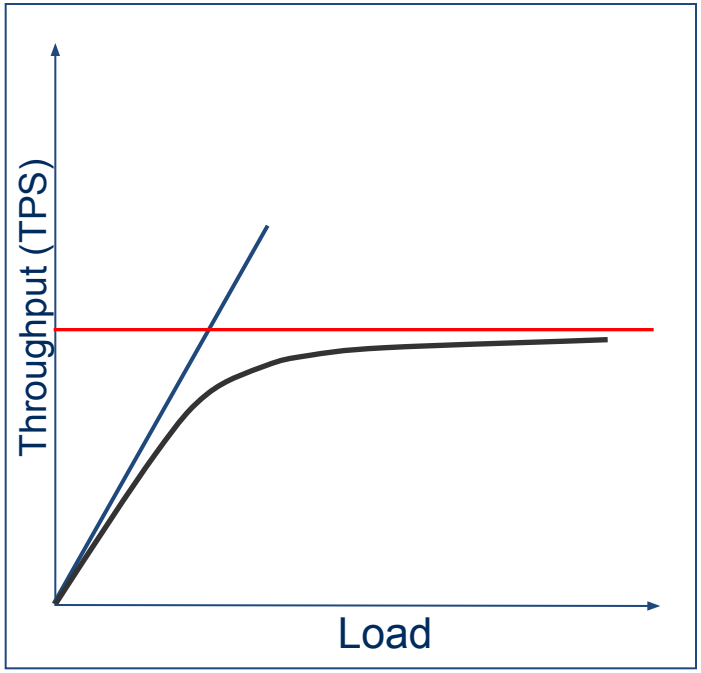
- Генерация заданной нагрузки
  - Пуассоновский поток запросов
- Автоуправление нагрузкой в зависимости от текущих показателей производительности
  - Измерение среднего значения времени ответа с заданным доверительным интервалом
  - Автоматический поск максимальной пропускной способности системы (max TPS)
- Симуляция пульсирующей нагрузки

Максимальная пропускная способность системы

Average response time



Throughput (TPS)



SQA DAYS 2008

Анализ результатов

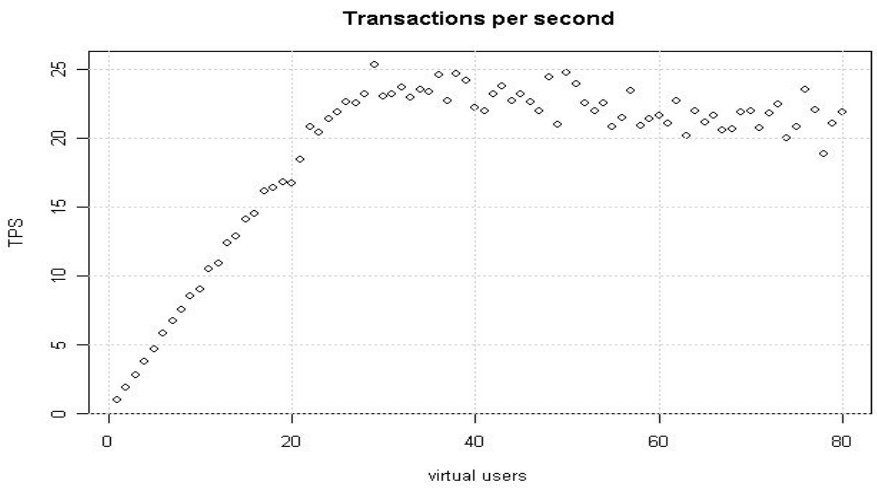
- Пакеты статистической обработки
  - S-Plus (R statistics)
- Дисперсионный анализ
  - сравнение производительности альтернативных конфигураций системы
- Корреляционный анализ
- Вывод параметров аналитических моделей (очереди)
- Построение моделей «черного ящика»

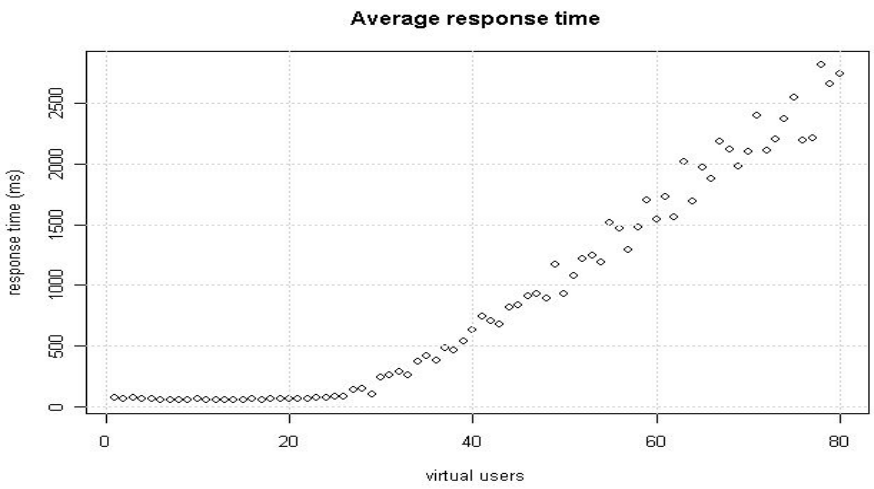
SQA DAYS 2008

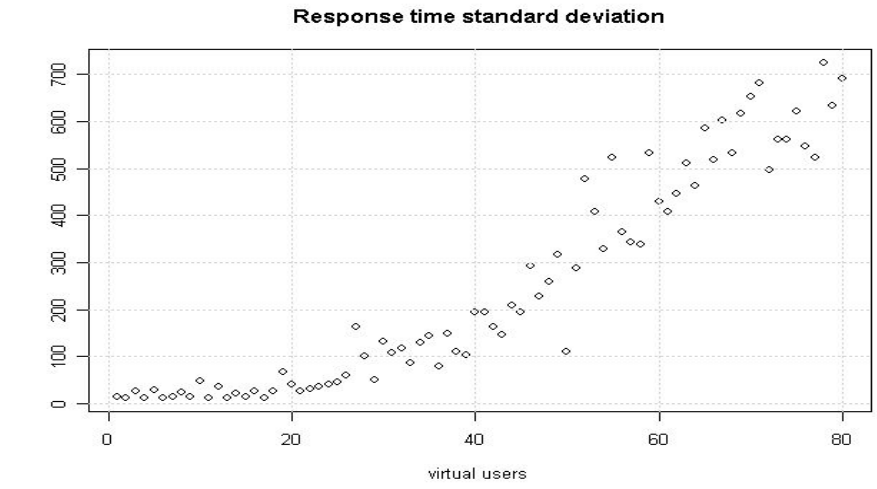
Спасибо за внимание!

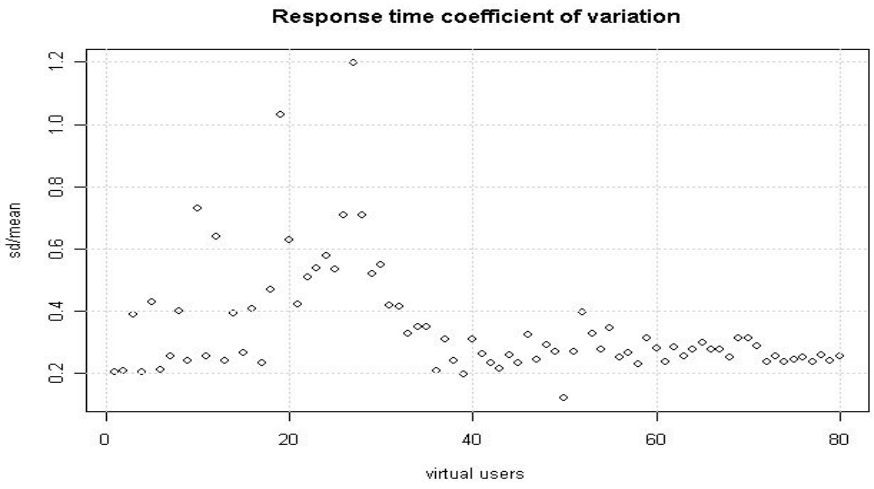
Backup slides

Descriptive statistics example – KPI VS. load



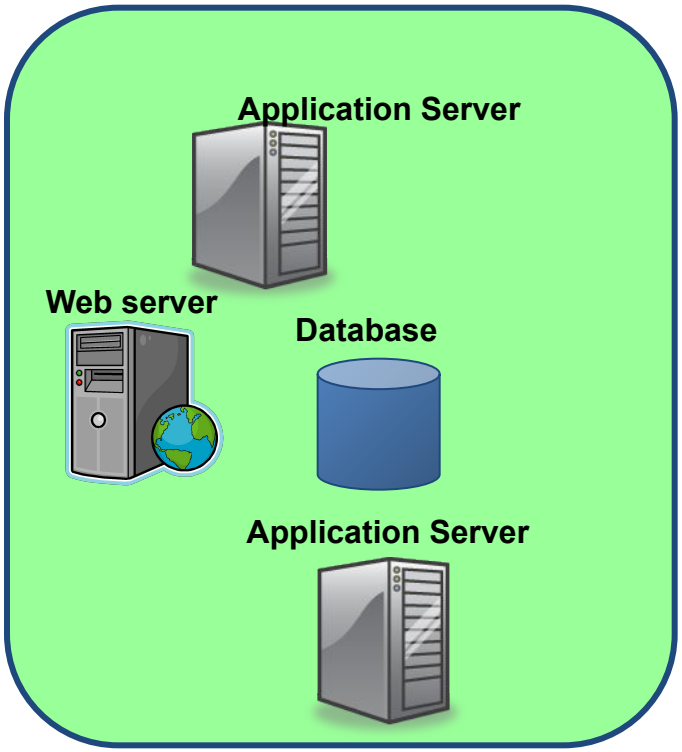




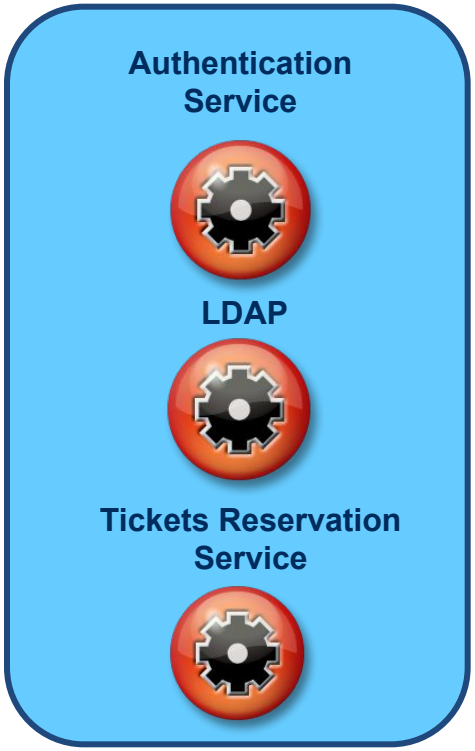


Тестирование производительности распределенных систем

Доступно для тестирования под нагрузкой

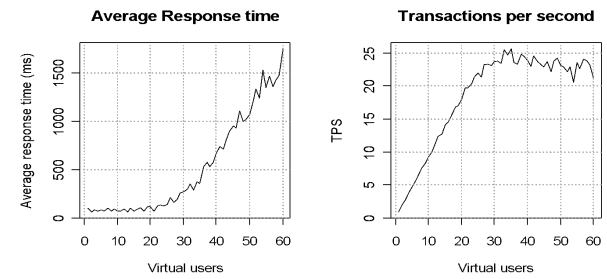


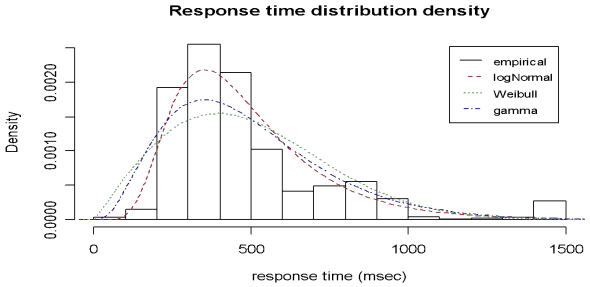
Недоступно для тестирования под нагрузкой

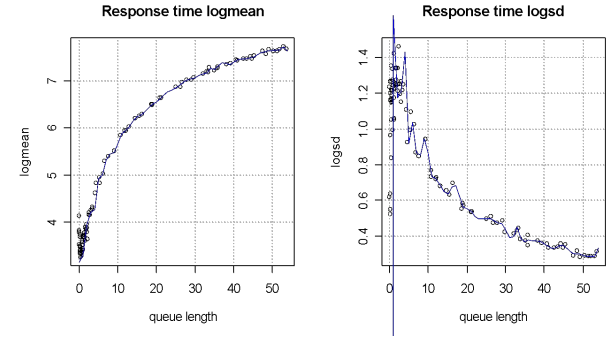


Approach overview

- Perform load test and collect measurements
  - Windmill + dynamic workload
- Determine response time distribution
  - Statistical tests
  - Lognormal, Gamma, Weibull distributions
- Fit response time distribution parameters
  - Non-parametric models (cubic splines)
- Setup runtime simulator

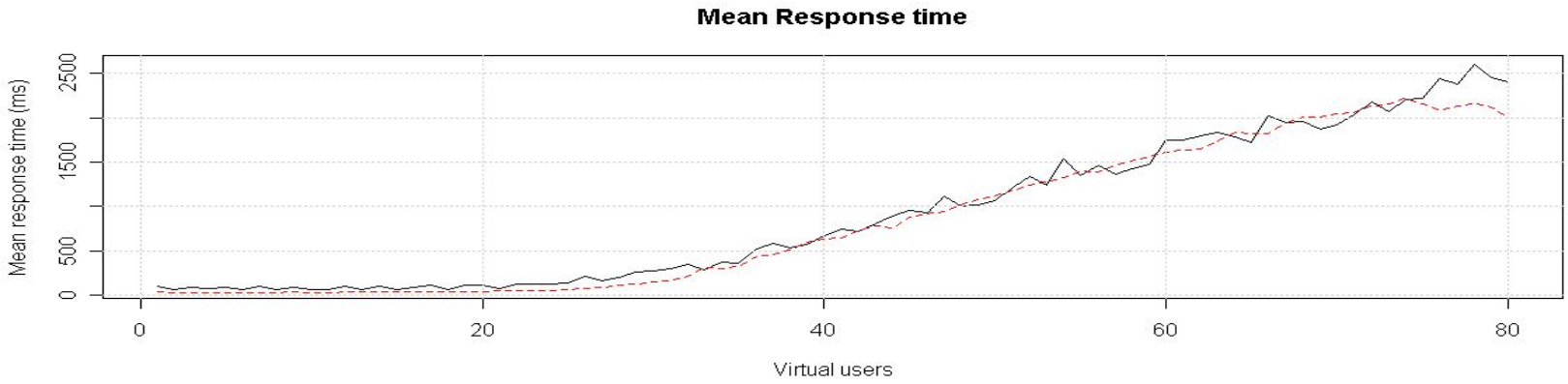


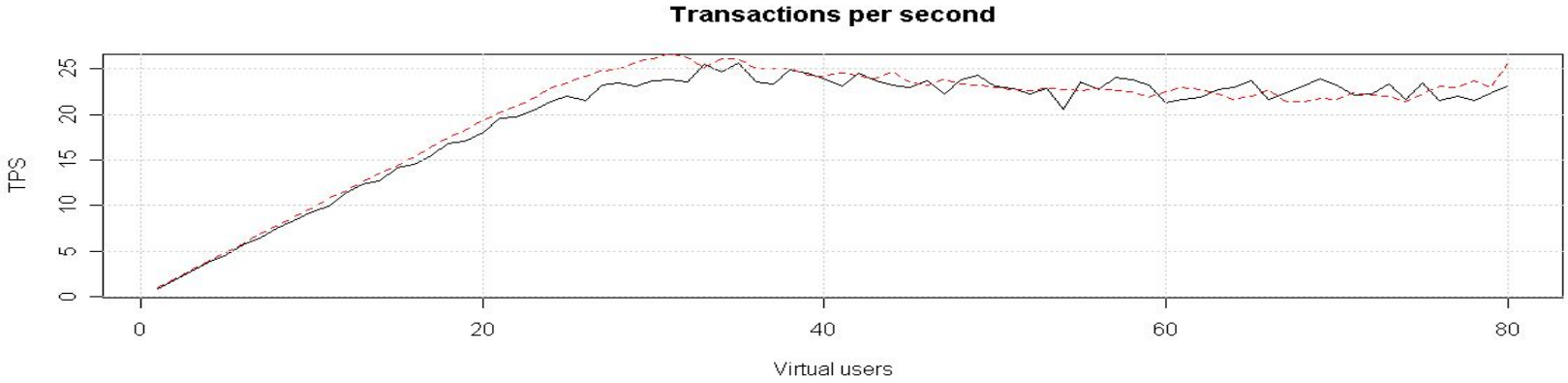
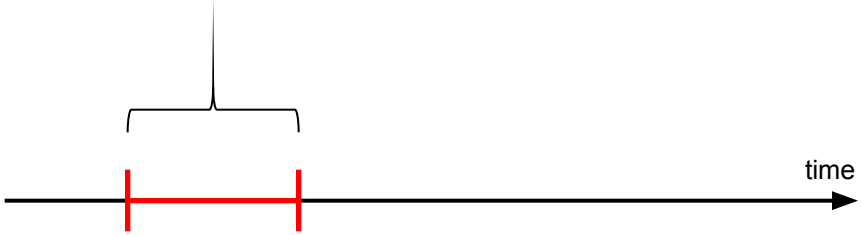




Results comparison

Legend: SUT with real service — SUT with emulated service





time