

基于LoadRunner的性能测试

2011年10月19日

LoadRunner基础知识

- LoadRunner的概念解析
- LoadRunner的工作原理
- LoadRunner的使用
 - 脚本录制与开发
 - 场景创建与执行
 - 测试结果分析

2011年10月19日

LoadRunner基础知识

■ 关于LoadRunner

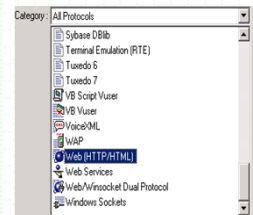
- 前Mercury公司著名的性能测试产品；2006年Mercury被HP收购
- LoadRunner是尽人皆知的性能测试工具，是业界标准的性能测试工具，占有全球**77%的市场份额**
- LoadRunner支持最**广泛的应用标准**，拥有近50种虚拟用户类型
- 自动精确分析测试结果，产生Word文档的测试报告
- 界面友好，易于使用

2011年10月19日

LoadRunner基础知识

■ LoadRunner支持协议

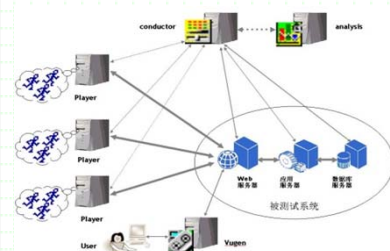
- Client/Server: MS SQL, ODBC, Oracle, DB2, Sybase, Sockets...
- Custom: C, Visual Basic, Java...
- Distribute Components: COM/DCOM, CORBA, RMI
- E-Business: FTP, Palm, SOAP, Web...
- ERP/CRM: SAP, Oracle, PeopleSoft, Siebel...
- Mailing Services: IMAP, MS Exchange, POP3, SMTP
- Wireless: WAP, VoiceXML...
-



2011年10月19日

LoadRunner基础知识

■ LoadRunner架构



- 四个组成部分：**
1. 虚拟用户发生器
Vuser Generator
 2. 压力调度和监控中心
Controller
 3. 压力产生器
Load Generator
 4. 压力结果分析工具
Analysis

2011年10月19日

LoadRunner基础知识

■ LoadRunner架构

1. 虚拟用户发生器 (Vuser Generator, VuGen)
捕获业务流程和创建自动化测试脚本，即自动生成大部分测试脚本。
2. 压力调度和监控中心 (Controller)
运行和监视测试脚本
3. 压力产生器 (Load Generator)
产生虚拟客户端的请求，用来在服务器上创建负载。
4. 压力结果分析工具 (Analysis)
集成数据统计分析功能，自动生成测试报告文档

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner基础知识

■ LoadRunner工作原理

1. 控制器控制和加载所有Vuser
2. 模仿大量真实用户对系统进行测试：所有Vuser根据控制台的命令对系统进行操作
3. 实时监控把系统的性能、服务器状态和网络信息反馈给控制器
4. 测试结果被生成报表并保存，留待对系统性能分析时使用

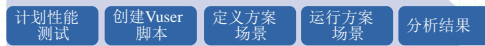
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner基础知识

■ LoadRunner测试步骤



1. 制定性能测试计划
2. 录制并修改Vuser脚本（事务、参数化、关联）
3. 方案场景描述测试活动中发生的各种事件（集合点）
4. 运行场景并实时监测
5. 分析数据，生成性能评估报告

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner基础知识

■ LoadRunner部署与安装

注意事项：

1. LoadRunner对浏览器的支持：
8.x 支持IE6，支持IE更高版本需要安装补丁FP4；
9.x 支持IE7-8, Firefox
2. 安装过程漫长，约20分钟
3. 练习中需要安装Samples
4. 安装目录不支持中文



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner基础知识

■ LoadRunner部署与安装



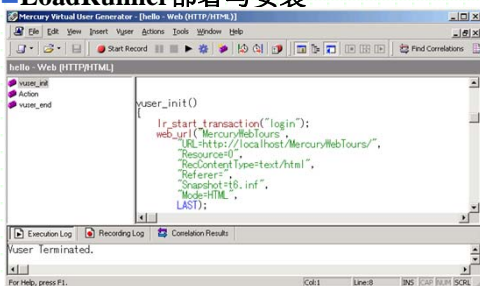
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner基础知识

■ LoadRunner部署与安装



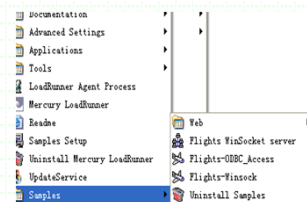
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner-样例程序

- 样例程序安装过程



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■脚本的录制与开发

■Virtual User Generator简介

■VuGen录制功能

■修改Vuser脚本

- 参数化
- 集合点
- 检查点
- 关联

■配置Vuser脚本

2011年10月19日

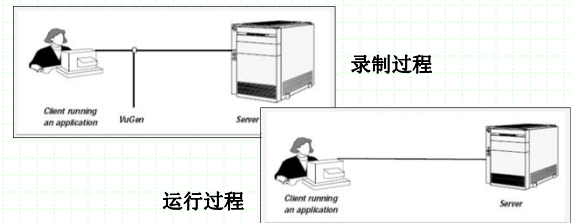
软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Virtual User Generator简介

VuGen录制原理



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Virtual User Generator简介

VuGen录制原理

LoadRunner通过分析协议，录制用户操作的过程，将其还原成对应协议的由API组成的脚本，创建原始的Vuser脚本

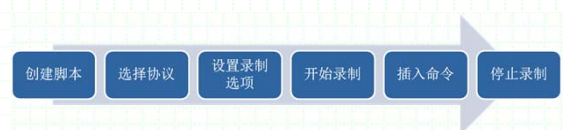
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程



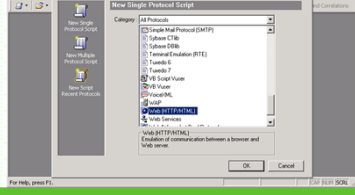
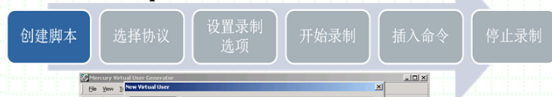
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程



- 选择协议
 - LoadRunner针对不同的网络协议，提供对应类型的Vuser
 - 只有选择正确的协议类型，才能正确录制脚本
 - 从协议列表中选择被测系统所使用的网络协议
- 确定系统协议方法
 - 向开发人员询问协议类型
 - 使用网络监控工具，如Sniffer Pro，进行协议分析来确定

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程




2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程



HTML-based script:每次用户请求生成单独的函数
特点：直观、易于理解和维护


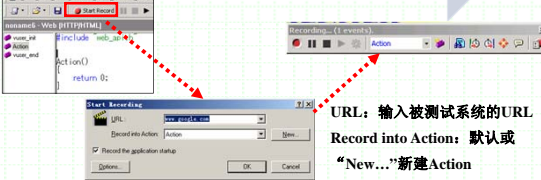
URL-based script:捕获所有由用户产生的HTTP请求
特点：详细、伸缩性强

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程

URL: 输入被测系统的URL
Record into Action: 默认或“New...”新建Action

备注：不同的协议类型此窗口不同

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程



脚本组成：

- 1.vuser_init:Vuser启动时执行一次（例：登录服务器）
- 2.Action:可反复迭代执行多次；可以创建多个Action
- 3.vuser_end:Vuser退出时执行一次（例：记录注销）

脚本语法：C语言

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程



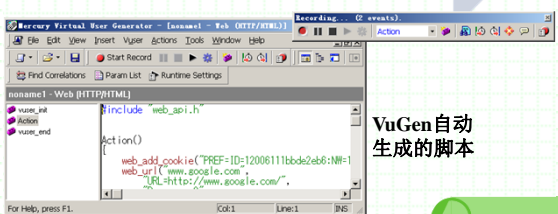

- 新建Action
- 插入事务、集合点、注释等
- 修改录制选项

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■Vuser Script录制流程

VuGen自动生成的脚本

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■ Vuser Script录制流程

实例演示：WebTours在线订票系统

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■ 事务(Transaction)

事务：一个或多个用户操作步骤的集合

Vuser script中：

lr_start_transaction()和lr_end_transaction()间的代码块

LoadRunner会对事务进行计时，并反映在测试结果中



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■ 事务(Transaction)

```
test-Web [HTML]
#include "lr_custom_body.h"
vuser_init()
{
    lr_start_transaction("homepage");
    web_url("MercuryWebTours",
        URL="http://localhost/MercuryWebTours/",
        Resource=0,
        RecContentType=text/html",
        Referrer=
        "Snapshot+2.inf",
        Mode=HTML,
        LAST);
    lr_end_transaction("homepage", LR_AUTO);
    return 0;
}
```

2011年10月19日

软件测试

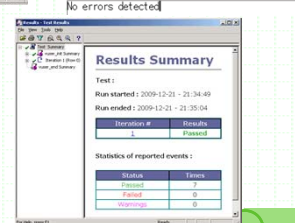
Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■ 调试与回放脚本

调试脚本直到编译通过

回放脚本



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■ 调试与回放脚本

- 运行选项设置
 - Runtime Settings (快捷键: F4)
 - General Options中关于脚本运行的设置
- 运行 (Run): F5
- 单步执行 (Run Step By Step): F10
- 停止 (Stop): Ctrl+F5
- 设置/取消断点 (Breakpoint): F9

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■ 修改Vuser脚本

- 参数化
- 集合点
- 检查点
- 关联

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■参数化功能

参数化目的: 模拟真实的用户操作和创建现实的结果

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■参数化功能

录制脚本

每次运行输入同一组数据都是“软件测试”

用户操作

每次运行输入不同组数据进行参数化

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■参数化功能

参数化作用总结:

1. Vuser script更接近真实用户行为
每个用户都用不同的参数来访问服务器
2. 减少脚本大小与数量
避免拷贝并修改多个脚本

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■参数化功能

参数化步骤:

1. 确定需要参数化的数据
2. 选择数据, 鼠标右键选择“Replace with a parameter”
3. Param List中设置参数值和参数更新方式

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■参数化功能

参数化取值来源:

- 文本文件
- 数据库
- Excel文件
- 自动生成

从参数文件中取数据的方式:

- Sequential
- Random
- Unique

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■参数化功能

实例演示: 在线订票系统登录参数化

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■集合点

集合点作用：

控制各个Vuser在同一时刻执行任务，模拟真实意义上的并发。

注意：只能在Action部分添加集合点



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■集合点

实例演示：控制用户进行并发登录

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■检查点

检查点作用：

检查网页结果是否正确（是否存在指定Text或Image）

注意：保证Run-time settings/Preferences/Checks选中

两个函数：

web_find:在页面上搜索

web_reg_find:在源文件中搜索



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■检查点

实例演示：含“W”

中包

```
web_url("mercuryWebTours",
  "URL=http://127.0.0.1:1080/mercuryWebTours/",
  "Resource=0",
  "ContentType=text/html",
  "Referer=",
  "Snapshot=t2.inf",
  "Mode=HTML",
  LAST);

lr_think_time(10);

web_reg_find("Text=Welcome",
  "SaveCount=Welcome_Count",
  LAST);

web_submit_form("login.pl",
  "Snapshot=t3.inf",
  ITEMDATA,
  "Name=username", "Value=[NewParam]", ENDITEM,
  "Name=password", "Value=3791892", ENDITEM,
  "Name=login.x", "Value=30", ENDITEM,
  "Name=login.y", "Value=13", ENDITEM,
  LAST);
```

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■关联

关联

(1) 可以将脚本中某些写死的代码数据转变为动态的每次都不一样的数据

(2) 将一条语句的结果作为另一条语句的输入

作用：

1.简化或优化代码：例如，简化嵌套查询的代码

2.用于动态数据：应用程序或网站常用日期或时间来标识会话，因此会造成回放脚本失败；关联保存动态数据

3.容纳唯一数据记录：录制期间的唯一值在脚本执行时不再唯一，需要关联来解决

2011年10月19日

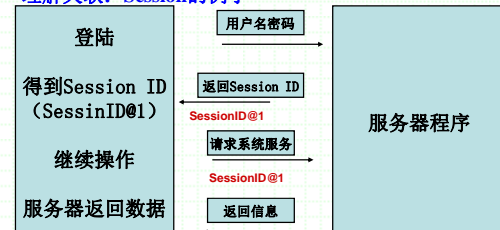
软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■关联

理解关联：Session的例子



2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■关联

理解关联: Session的例子

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■关联

关联的方法:

- 手工关联
- 录制后自动关联
- 录制过程自动关联

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■关联

手工关联:

- 确定要关联数据
- 发现要关联的数据的文本左右边界
- 脚本添加函数 (web_reg_save_param)
- 在脚本中参数化动态数据
- 验证正确的执行

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■关联

自动关联:

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——脚本录制与开发

■配置Vuser脚本

2011年10月19日

软件测试

LoadRunner使用——场景的创建与执行

■场景的两种设置方式

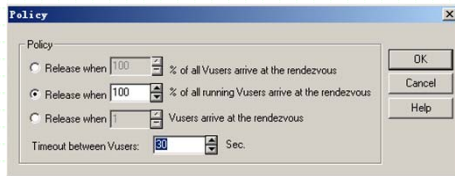
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——场景的创建与执行

■集合点的3中策略



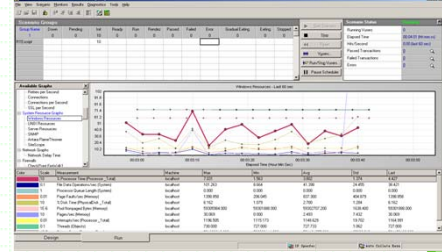
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——场景的创建与执行

■资源监控

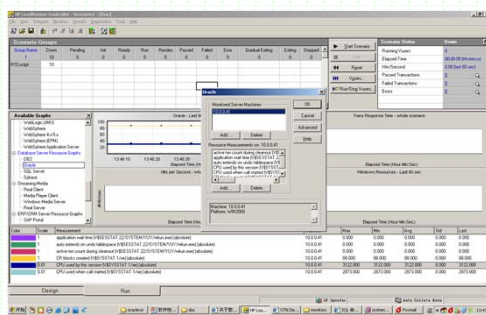


2011年10月19日

软件测试

Software Testing

Oracle资源监控

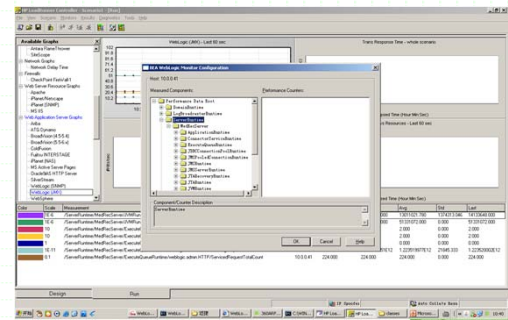


2011年10月19日

软件测试

Software Testing

Weblogic资源监控



2011年10月19日

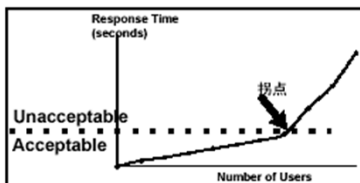
软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——性能测试结果分析

■基本分析方法

查看现有系统中性能与负载间的关系，并确定出现响应时间显著延长的位置“拐点”。可以确定是否需要增加资源以支持额外的用户。



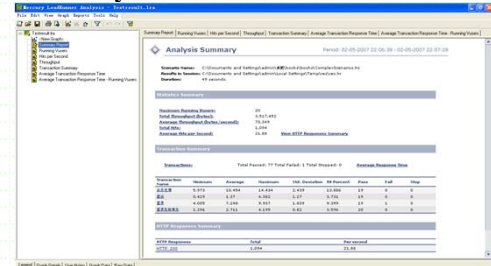
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——性能测试结果分析

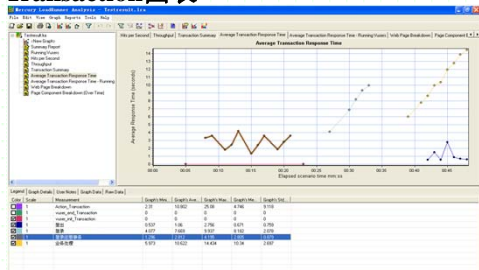
■Summary图表



2011年10月19日

LoadRunner使用——性能测试结果分析

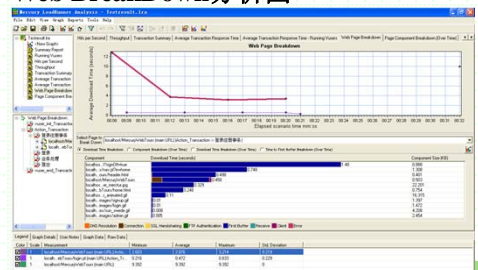
Transaction图表



2011年10月19日

LoadRunner使用——性能测试结果分析

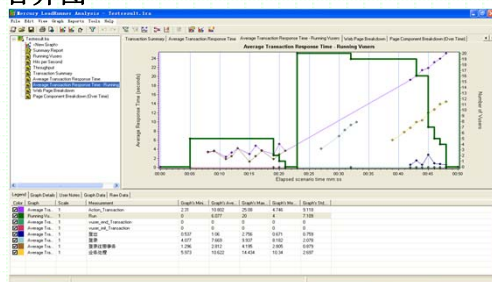
Web BreakDown分析图



2011年10月19日

LoadRunner使用——性能测试结果分析

合并图



2011年10月19日

LoadRunner使用——性能测试结果分析

内存分析方法

1. 首先查看可用内存（Memory\Available Mbytes）计数器指标。若值较小则可能有内存问题，需进一步分析。
2. 注意Pages/sec、Pages Read/sec和Page Faults/sec计数器的值。Pages/sec和Page Faults/sec的值持续很高，很可能内存问题，若Pages Read/sec的值超过5，则可判断存在内存问题。
3. 根据Physical Disk计数器的值分析性能瓶颈。如果磁盘的Average Disk Queue Length计数器增加的同时Pages Read/sec并未降低，则可判断内存有问题。

2011年10月19日

LoadRunner使用——性能测试结果分析

处理器分析方法

1. 首先查看System\%Total Processor Time计数器的值。该值体现的是CPU的平均利用率，若超过90%，则说明存在处理器方面的瓶颈。
2. 其次查看每个CPU的Processor\%User Time计数器的值。若应用服务器的%User Time值较大，可以考虑是否能通过算法优化等方法降低这个值。若数据库服务器的%User Time值较大，可考虑对数据库系统进行优化。
3. 查看System\Processor Queue Length计数器的值。当该值大于CPU数量的总数+1时，说明存在处理器方面的问题。

2011年10月19日

LoadRunner使用——性能测试结果分析

磁盘I/O分析方法

1. 查看%Disk Time计数器的值。该值较大，则可能存在磁盘瓶颈问题。
2. 与Processor\Privileged Time合并进行分析。若%Disk Time值较大，而Processor\Privileged Time的值适中，则可判断存在磁盘问题。若Processor\Privileged Time较大，持续超过80%，则可能是内存泄漏。
3. 根据Disk sec/Transfer进行分析。该值超过60ms，则磁盘存在问题。

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner使用——性能测试结果分析

■ 网络分析方法

查看Network Interface\ Bytes Total/sec计数器的值。用Bytes Total/sec计数器的值和网络的带宽进行比较，若超过50%，则说明网络存在性能瓶颈问题。

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

LoadRunner是一匹野马，必须要有深厚的功力才可以驾驭它！

——《LoadRunner性能测试实战》

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

参考文献

1. Srinivasan Desikan, Gopalaswamy Ramesh, (韩柯, 李娜 译), 软件测试: 原理与实践, p106-p118, 机械工业出版社
2. 于涌, 软件性能测试与LoadRunner实战, 人民邮电出版社, 2008
3. 陈绍英, LoadRunner性能测试实战, 电子工业出版社, 2007
4. 姜艳, LoadRunner性能测试应用, 电子工业出版社, 2009
5. 蔡为东, 软件测试实战--测试Web MSN, 科学出版社, 2006

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例

地理信息系统 (Geographic Information System)

问:

1. 某企业需要做一个网上办公系统, 已知现在用户数最多只有20个, 用户配置的Web应用服务器的配置也不过仅仅是常用的PC机而已, 今后10年以内用户数目的增长也不会超过100个用户, 那么“系统能够支持200人同时在线”、“最大用户并发数要求在50个用户以上”这样的需求是不是很合理呢?

2. 查询响应时间要求在3秒钟以内

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例分析

• GIS系统典型的操作

用户操作	操作习惯	数据量	涉及到的模块 (从开发角度)
放大 (Zoom in) 缩小 (Zoom out)	这一点是很重要的, 要注意, 一般用户的描述都很模糊。只有自己分析了。这里还要分析多用户的操作分布。	按实际请求的页面大小来计算。	如果有可能的话, 作者还是希望从开发那里得到更多具体的内容, 至少要画一个大致的结构出来。这时的性能分析会比较有用。
平移 (Pan)			

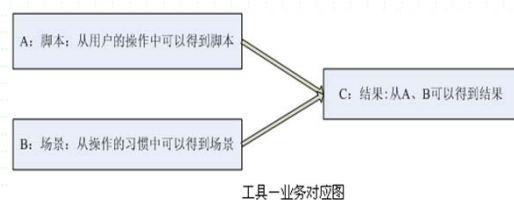
GIS系统性能测试需求

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例分析



2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例分析—需求指标

- 最大并发用户数为500

动作	对应请求	对应 URL	并发用户数
放大 (Zoom in)	Get map	Page1?service=map&method=Zoom in&pixel_width=800&pixel_height=600	150
缩小 (Zoom out)	Get map	Page1?service=map&method=Zoom out&pixel_width=800&pixel_height=600	150
平移 (Pan)	Get map	Page1?service=map&method=pan&pixel_width=800&pixel_height=600	200

GIS 基础业务表格

注：所有的 URL 都是我从真实环境中构造出来的。并发用户数是从客户的需求中分析得到。

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例分析

- 吞吐量

分析吞吐量的时候同样的应该注意对业务的细分工作。也就是每个URL产生的吞吐量到底是多大。在多少用户同时点击某个按钮的时候，才能得到想要的峰值吞吐量。在本项目中，会请求图片，所以图片的大小就会造成吞吐量有很大区别的重要因素。

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例分析

功能	URL	字节
Zoom in	service=map&method=getBookmark&bookmark=Zoom in&pixel_width=800&pixel_height=600	1.796KB
Zoom out	service=map&method=getBookmark&bookmark=Zoom out&pixel_width=800&pixel_height=600	1.796 KB
Pan	service=map&method=getBookmark&bookmark=Pan&pixel_width=800&pixel_height=600	1.796 KB

吞吐量需求明细表格一

功能	单个 URL 产生的字节	用户数	总字节
Zoom in	1.796KB	150	269.4 KB
Zoom out	1.796 KB	150	269.4 KB
Pan	1.796 KB	200	359.2 KB

吞吐量需求明细表格二

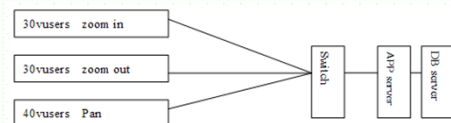
2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例分析

- 业务模型



说明：
1，思考时间为10秒，并在20%—100%之间随机；
2，每1秒增加10个users；
3，所有用户登录，持续5分钟；
4，每秒10用户退出。

100 用户 / 三种操作模型

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例分析

用例名称	放大测试用例	用例编号	Zoom_01
测试类型	基准测试	对应场景名称	WEB_GIS
用例需要描述	测试放大性能。		
前置条件	1.功能测试通过。 2.如有未修复 BUG,不会影响性能测试要求的业务操作。 3.服务器配置完成,系统架构配置完成。		
特殊的流程说明	无		
测试步骤	1.打开网页 2.执行放大操作五次。 3.退出。		
思考时间	10 秒 (随机 20%—100%)		
加载时间	每秒加载 10 用户直到加载全部用户		
持续时间	五分钟		
用例间的依赖关系	对应相应的功能测试用例。这里不再详细描述。		
回归条件	性能结果未达到预定目标		
编制人	××	创建时间	2007-7-8
备注	Zoom in 用例及场景说明		

2011年10月19日

软件测试

Software Testing

GIS系统案例分析

```
//关联动态 URL 值
web_req_save_param("home",
    "LB=<element>",
    "RB=</element>",
    LAST);

//打开网页的操作
web_url("home",
    "URL=http://today19000/sis/sis_native?service=map&method=getBookmark&bookmark=Home&pixel_width=800&pixel_height=600",
    "Resource=1",
    "ContentType=application/xml",
    "Referer=",
    "Snapshot=t18.inf",
    LAST);

//下载图片
web_url("getmap",
    "URL=/home",
    "Resource=1",
    "ContentType=image/jpeg",
    "Referer=",
    "Snapshot=t19.inf",
    LAST);

//关联动态 URL 值
web_req_save_param("mapurl",
    "LB=<element>",
    "RB=</element>",
    LAST);
```

2011年10月19日

思考时间的设置



2011年10月19日

Analysis Summary Filter 对话框

2011年10月19日

Analysis Summary 图表

2011年10月19日

Transaction Response Time (Percentile)图表

2011年10月19日

0月19日

- 性能测试工具只能提供数据，自动生成的图表，但数据都是分散的，需要我们有效的把数据组织起来，灵活运用图表的合并功能，定位系统瓶颈。

2011年10月19日