



性能测试工具LoadRunner介绍

郝 炜

(东南大学 软件学院, 江苏 南京 210096)

摘要: 性能测试用来测试软件在集成系统中的运行性能的, 它是相对于功能测试, 并在功能测试基础上对系统进行的全面的测试。而 LoadRunner 正是一款能够预测系统行为和性能的负载测试工具。通过以模拟上千万用户实施并发负载及实时性能监测的方式来确认和查找问题, LoadRunner 能够对整个企业架构进行测试。

关键词: 性能测试; LoadRunner

中图分类号: TP206 文献标识码: A 文章编号: 1009- 3044(2008)17- 21536- 04

The Introduction of LoadRunner

HAO Wei

(College of Software Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The performance testing is used to test the software in operation capability in the integrated system. It is relative to function testing and testing the system on the basis of the function testing. Whatever, LoadRunner is the very tool that can able to forecast the operation of the system and loading testing. According to simulating millions of users to confirm and find problem. LoadRunner can able to test the whole enterprise architecture.

Key words: performance testing; LoadRunner

1 性能测试的概论

目前对性能测试没有明确的定义, 它主要是针对系统的性能指标制定性能测试方案, 执行测试用例, 得出测试结果来验证系统的性能指标是否满足既定值。性能指标里可能包括系统各个方面的能力, 如系统并发处理能力, 批量业务处理能力, 数据库机制等。

性能测试包括负载测试、压力测试和容量测试。

压力测试 (Stress Test) 是通过不断向被测系统施加“压力”, 测试系统在压力情况下的性能表现, 是一种性能测试指数据在超负荷环境中运行, 程序是否能够承担。

负载测试 (Load Test) 是为了检验系统在给定负载下是否能达到预期性能指标。

容量测试 (Capability Test) 是针对数据库而言, 是在数据库中有较大数量的数据记录情况下对系统进行的测试, 确定系统可处理同时在线的最大用户数。

2 LoadRunner 介绍

LoadRunner 是一种预测系统行为和性能的负载测试工具。通过模拟上千万用户实施并发负载及实时性能检测来确认和查找问题, 能够对整个企业架构进行测试。通过使用 LoadRunner, 企业能够最大限度的缩短测试时间, 优化性能和加速应用系统的发布周期。LoadRunner 能支持广泛的协议和技术, 功能比较强大, 可以为特殊环境提供特殊的解决方案。LoadRunner 由下面三部分组成: Virtual User Generator 用来录制脚本、编辑脚本; Controller 用来布置测试场景、执行测试场景; Analysis 用来对测试结果进行分析。

用 LoadRunner 进行负载测试的流程通常由五个阶段组成: 计划、脚本创建、场景定义、场景执行、监视执行和结果分析。

- 1) 计划负载测试: 定义性能测试要求, 例如并发用户数量、业务流程和所需响应时间;
- 2) 创建 Vuser 脚本: 将最终用户活动捕获到自动脚本中;
- 3) 定义场景: 使用 LoadRunner Controller 设置测试环境;
- 4) 运行场景: 通过 LoadRunner Controller 驱动、管理测试;
- 5) 监视场景: 通过 LoadRunner Controller 监控测试;
- 6) 分析结果: 使用 LoadRunner Analysis 创建图和报告并评估性能。

3 VuGen 脚本开发

LoadRunner 可以模拟一个数千用户同时使用客户端/服务器系统的环境。为执行此操作, LoadRunner 用“虚拟用户 (Vuser)”代替实际用户。Vuser 执行的操作是用 Vuser 脚本描述的。LoadRunner 提供各种帮助来开发 Vuser 脚本的工具。

LoadRunner 提供了多种 Vuser 技术, 通过这些技术可以在使用不同类型的客户端/服务器体系结构时生成服务器负载。每种 Vuser 技术都适合于特定体系结构并产生特定的 Vuser 类型。例如, 可以使用 Web Vuser 模拟用户操作 Web 浏览器、使用 Tuxedo Vuser 模拟 Tuxedo 客户端与 Tuxedo 应用程序服务器之间的通信、使用 RTE Vuser 操作终端仿真器。各种 Vuser 技术既可单独使用, 又可一起使用, 以创建有效的负载测试方案。

Vuser 脚本的结构和内容因 Vuser 类型的不同而不同。例如, 数据库 Vuser 脚本总是包含三部分, 是在一段类似 C 语言并且包括对数据库服务器的 SQL 调用的代码中编写的。相反, GUI Vuser 脚本只有一个部分, 并且是用 TSL (测试脚本语言) 编写的。

开发 Vuser 脚本的过程开始于录制一个基本的脚本。LoadRunner 为您提供了大量录制 Vuser 脚本的工具。您可以通过将控制流结构和其他 LoadRunner API 添加到脚本中来增强该基本脚本。然后配置运行时设置。运行时设置包括迭代、日志和计时信息, 以

收稿日期: 2008- 04- 30





及定义 Vuser 在执行 Vuser 脚本时的行为。要验证脚本是否能正确运行,请以单独模式运行该脚本。如果脚本运行正确,则将其合并到 LoadRunner 方案中。录制业务流程时, VuGen 生成一个由函数构成的 Vuser 脚本。函数中参数的值是录制期间使用的实际值。

每个 Vuser 脚本都至少包含三部分: vuser_init、一个或多个 Actions 及 vuser_end。录制前和录制期间,可以选择脚本中 VuGen 要插入已录制函数的部分。下表显示了要在每一部分录制的内容以及执行每一部分的时间。

脚本部分	录制内容	执行时间
vuser_init	登录到服务器	初始化 Vuser (已加载)
Actions	客户端活动	Vuser 处于运行状态
vuser_end	注销过程	Vuser 完成或停止

运行多次迭代的 Vuser 脚本时,只有脚本的 Actions 部分重复,而 vuser_init 和 vuser_end 部分将不重复。可以使用 VuGen 脚本编辑器来显示并编辑每个脚本部分的内容。但一次只能显示一个部分的内容。要显示某一部分,请在左窗格中突出显示该部分的名称。

在处理使用 Java 类的 Vuser 脚本时,可以将所有代码都置于 Actions 类中。Actions 类包含三个方法: init、action 和 end。这些方法对应于脚本中使用其他协议开发的部分,您可以在 init 方法中插入初始化例程、在 action 方法中插入客户端操作,并在 end 方法中插入注销过程。

4 Controller 测试方案设计

4.1 方案开始时间

打开“延迟方案开始时间”对话框,可以在其中延迟方案的开始时间。按方案定义计划,定义整个方案的设置->“加压”选项卡->“持续时间”选项卡->“减压”选项卡->按组计划:定义各个组的设置。从左侧的框中,选择要计划的 Vuser 组->“开始时间”选项卡->“加压”选项卡->“持续时间”选项卡->“减压”选项卡。

4.2 计划方案,使用计划生成器,可以通过下列方式控制方案的执行

限制方案持续时间->在方案中逐渐运行 Vuser->在方案中逐渐停止 Vuser。要为方案设置计划选项,请执行下列操作:

- 1) 选择“按方案计划”选项。
- 2) 要确定方案开始的方式,请单击“加压”选项卡。选择下列选项之一:

- a 同时加载所有的 Vuser: 同时启动方案中的所有 Vuser;
- b 启动 X 个 Vuser, 每 X(时 W 分 W 秒): 同时开始运行指定数目的 Vuser, 并在两次 Vuser 加压之间等待指定的时间。

注意: 方案运行时,您可以在方案中添加 Vuser 组/脚本,然后启用它们。在逐渐加压模式下,如果在方案中的所有 Vuser 都加压之后添加 Vuser 组/脚本,则新的组/脚本将立即开始加载。

3) 要指示 LoadRunner 在开始加载 Vuser 之前对它们进行初始化,请选中“加压之前初始化所有的 Vuser”。注意, LoadRunner 仅在 Vuser 全部达到“就绪”状态后才加载它们。

- 4) 要设置方案的持续时间,请单击“持续时间”选项卡。

选择下列选项之一:

- a 运行直到完成;
- b 在加压完成之后运行 X(时 W 分 W 秒): 所有 Vuser 都已加压之后,再运行方案一段指定的时间;
- c 无限期运行。

- 5) 要确定方案停止的方式,请单击“减压”选项卡。

选择下列选项之一:

- a 同时停止所有的 Vuser: 同时停止方案中的所有 Vuser;
- b 停止 X 个 Vuser, 每 u(时 W 分 W 秒): 在指定的时间段内停止一定数目的 Vuser。

- 6) 单击“确定”关闭计划生成器并保存设置。

4.3 控制器设置

使用联机监视器可以监视 Vuser 状态、错误、事务、系统资源、Web 资源、网络延迟、防火墙服务器资源、Web 服务器资源、Web 应用程序服务器资源、数据库服务器资源、流媒体资源、ERP/CRM 服务器资源、Java 性能、应用程序部署和中间件性能监视器。要启动联机监视器,请执行下列操作:

- 1) 启动方案。选择要运行的 Vuser 组,再单击“开始方案”按钮或选择“方案”->“启动”;
- 2) 单击“运行”选项卡。“方案组”窗格下将显示默认图;
- 3) 双击该图,使其最大化。再次执行该操作可以还原为平铺视图;
- 4) 如果不显示图树,请选择“视图”->“显示可用图”。单击左窗格中的“+”号以展开图树。要隐藏图树视图,请选择“视图”->“隐藏可用图”,或者单击“可用图”列表右上角的 X 按钮。
- 5) 从该树中选择图并将其拖入右窗格中。还可以在窗格之间拖动图。

5 Analysis 测试结果分析

5.1 分析事务性能

分析方案运行情况应从平均事务响应时间图和事务性能摘要图开始。使用“事务性能摘要”图,可以确定在方案执行期间响应时间过长的的事务。使用“平均事务响应时间”图,可以查看有问题的事务在方案运行期间每一秒钟的行为。

事务性能摘要图描述了方案执行期间每个事务的最短响应时间、平均响应时间和最长响应时间的摘要。在图 1 的示例中,保留



事务在方案执行期间的平均响应时间为 44.4 秒。

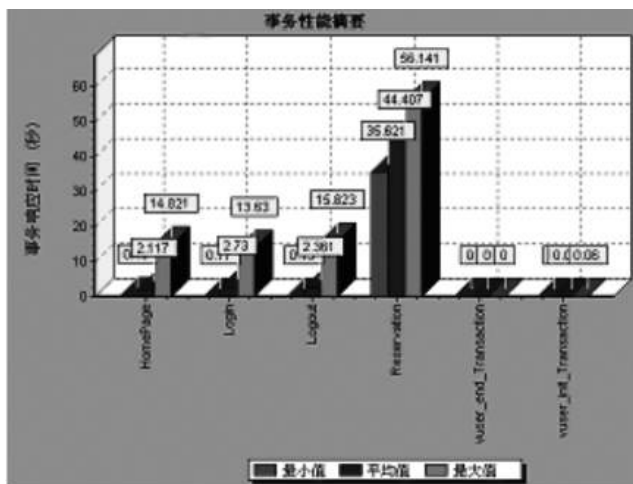


图 1 事务性能摘要图

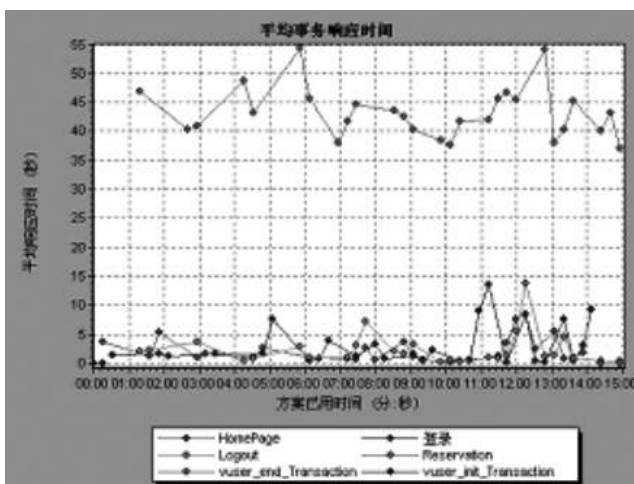


图 2 平均事务响应时间图

平均事务响应时间图描述保留事务在整个方案运行期间的响应时间很长。在方案执行期间的第六分钟和第十三分钟,此事务的响应时间过长(大约 55 秒钟)。

为了确定问题并了解在该方案执行期间保留事务响应时间过长的原因,需要细分事务并分析每个页面组件的性能。要细分事务,请在平均事务响应时间图或事务性能摘要图中右键单击该事务,然后选择“< 事务名 > 的网页细分”。

5.2 使用网页细分图

使用网页细分图,可以细分平均事务响应时间图或事务性能摘要图以查看事务中每个页面组件的下载时间。注意,只有在运行方案前启用了“网页细分”功能才可以实现这一点。网页细分图显示了保留事务中每个页面组件的下载时间明细。

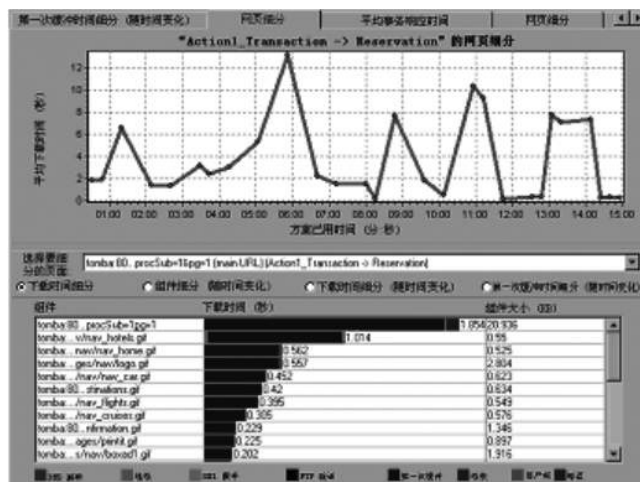


图 3 网页细分图 1

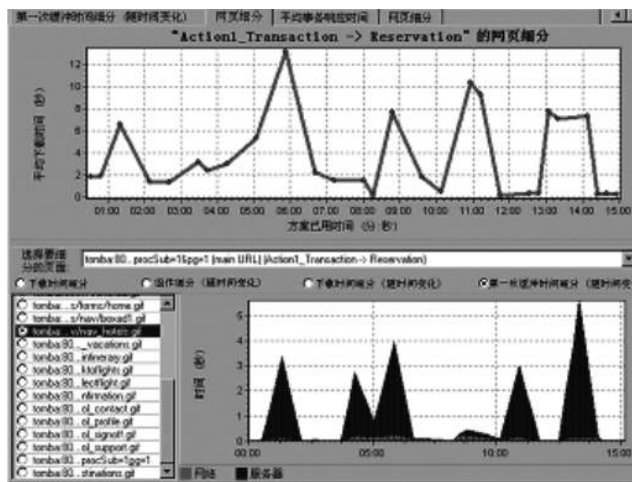


图 4 网页细分图 2

如果组件下载的时间过长,应查看这是由哪些度量(DNS resolution time, connection time, time to first buffer, SSL handshaking time, receive time 和 FTP authentication time)引起的。要查看方案运行期间发生问题的具体时刻,请选择“页面下载细分(随时间变化)图”。有关所显示度量的详细信息,可以参阅“页面下载时间细分图”。要确定问题是否与网络或服务器相关,请选择“第一次缓冲时间细分随时间变化”。

图 4 描述了服务器耗时比网络耗时长很多。如果服务器耗时过长,请使用相应的服务器图确定有问题的服务器度量并查明服务器性能下降的原因。如果网络耗时过长,请使用“网络监视器”图确定导致性能瓶颈的网络问题。

5.3 使用自动关联

可以通过分析网页细分图或者使用自动关联功能确定造成服务器或网络瓶颈的原因。自动关联功能应用高级统计信息算法来确定哪些度量对事务的响应时间影响最大。平均事务响应时间图显示方案运行期间每个事务的平均响应时间。

图 5 描述在方案即将结束运行时 SubmitData 事务的响应时间相对较长。要将此事务与方案运行期间收集的所有度量关联,请右键单击 SubmitData 事务并选择“自动关联”。在打开的对话框中,选择要检查的时间段。

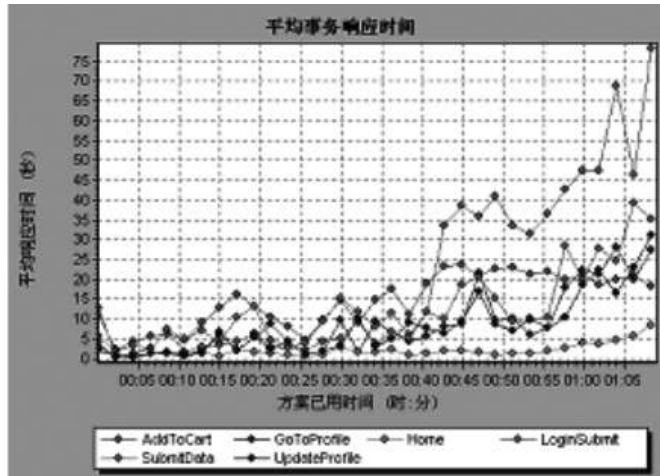


图5 平均事务响应时间

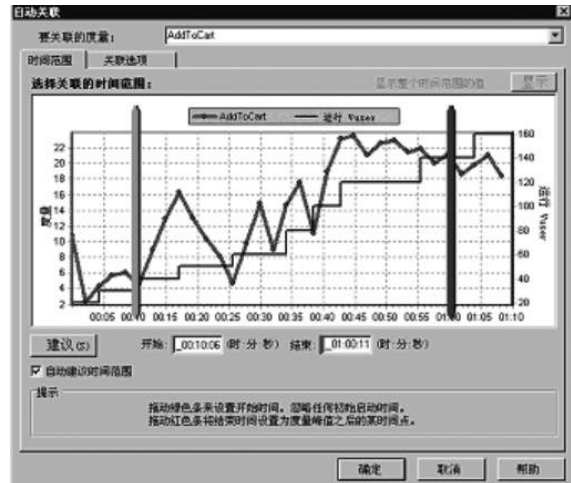


图6 自动关联图

单击“关联选项”选项卡,选择要将哪些图的数据与 SubmitData 事务关联,然后单击“确定”。在图7中,Analysis显示与 SubmitData 事务关联最为紧密的五个度量:平均事务响应时间、每秒点击数、Windows 资源、WebLogic(JMX)、SQL Server。

此关联示例描述下面的数据库和 Web 服务器度量对 SubmitData 事务的影响最大: Number of Deadlocks/sec (SQL Server)、JVMHeapSizeCurrent (WebLogic Server)、PendingRequestCurrentCount (WebLogic Server)、WaitingForConnectionCurrentCount (WebLogic Server) 和 Private Bytes (Process_Total) (SQL Server)。使用相应的服务器图,可以查看上面每一个服务器度量的数据并查明导致系统中出现瓶颈的问题。

图8描述 WebLogic (JMX) 应用程序服务器度量 JVMHeapSizeCurrentPrivate Bytes (Process_Total) 随着运行的 Vuser 数量的增加而增加。因此,图8描述这两种度量会导致 WebLogic (JMX) 应用程序服务器的性能降,从而影响 SubmitData 事务的响应时间。

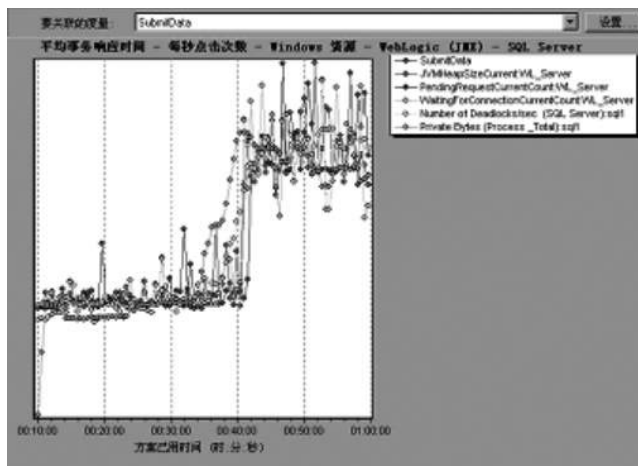


图7 自动关联图2

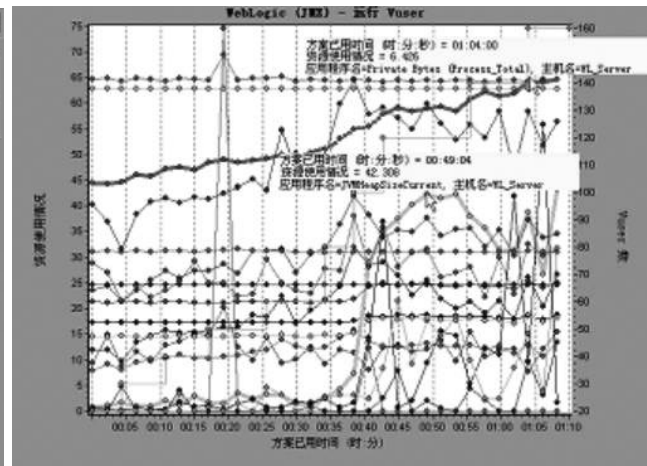


图8 WebLogic(JMX)

5.4 比较方案结果

每次对系统进行细微调整并解决其他性能瓶颈时,都应再次运行相同的负载测试以验证问题是否得到了解决并确认未造成新的性能瓶颈。执行几次负载测试后,可以将初始结果与最终结果进行比较。下图显示了方案的初始负载测试与最终负载测试之间的比较。

第一个负载测试描述在执行任何负载测试前应用程序处于初始状态时的性能。从图9中,可以看到当 Vuser 为 50 人时,响应时间大约是 90 秒,这说明应用程序出现了严重的性能问题。使用 Analysis 过程,可以确定缩短事务响应时间所需的体系结构更改。对这些站点体系结构进行更改后,在上次执行的负载测试中,具有相同数量用户的相同业务进程的事务响应时间少于 10 秒。

6 LoadRunner 的不足之处

LoadRunner 作为性能测试工具能够发现测试系统中的瓶颈,但在实际的性能测试中它仍然存在着以下的问题。

1) 价格昂贵

作为商业的自动化测试工具,其价格和他的功能成正比,功能的强大也使得它价格很高。

2) 缺少对自身稳定性的检验

LoadRunner 使用压力测试计算测试时间时,大概只有 LoadRunner 的产品设计和开发人员才知道测试时间是如何计算的。一个性能测试工具在实施性能测试时,作为一把标尺,但其自身的稳定性又由谁来检验呢。(下转第 1542 页)



“text markups”、“paint brush”、“object”和“office”五大类注释,每类又包含多种样式。利用 iMarkup 做的各种注释,保存在本地磁盘 imarkup 安装目录下的 marks 文件夹中,下次打开曾做过标记的网页,iMarkup 会自动将之前的批注显示出来。如果想在另外一台装有 imarkup 的电脑上显示在本机上所作的注释,只需把本机上 marks 中的文件复制到该电脑对应的文件夹中即可,通过此法可方便交流网页批注。

2) 基于代理服务器的网页批注工具——diigo^[2-4]

Diigo 的全称为“Digest of Internet Information, Groups and Other stuff”,中文翻译是“信息、组和其他的材料在互联网标注书签”。Diigo 通过 diigo 服务器把其他网页与使用者联系起来,从而为使用者提供注释及其他服务,它是一种典型的基于代理服务器的批注工具。Diigo 安装和使用方便,登陆其官方网站 www.diigo.com 后注册,然后到工具处下载 diigotoolbar,安装后即可在网页进行高亮、注释、书签等批注操作,除此之外,diigo 还拥有强大的博客、网络共享和搜索功能。Diigo 给我们提供了一个方便网页批注工具,也给知识工作者提供了一个丰富的交流平台,是 web2.0 重要标志之一。

4 e-learning 环境下批注式阅读的注意事项

E-learning 环境下注式学习是保证阅读质量以提升学习效果的有效途径,而在实施过程中需注意以下事项:

1) 需熟练掌握批注软件和软件的批注功能

相对于传统的阅读,E-learning 环境下的阅读是人与新知识载体交互的过程,新载体有别于传统的纸和笔,添加注释的操作需要依赖一定的工具软件,且不同格式的文档又需要不同的工具,故 e-learning 环境下的批注阅读具有一定技术门槛,而掌握好批注软件和软件的注释功能则是迈过门槛的第一步,也是关键一步。

2) 需养成批注习惯

习惯是个体持久的行为范式,习惯对于个体的成功有着非常直接的影响。数字化学习环境下的批注阅读,需要从培养书写批注习惯入手,这种需求比传统的阅读更迫切更强烈。培养批注习惯时,个体需把传统的批注习惯移植到数字化学习资料中,并坚持这种新型的批注行为,直到其成为习惯为止。这是批注阅读的前提,也是数字化学习质量的保证。

3) 需注重交流与共享

批注式阅读融入了书写者的智慧和创造力,是知识再生产的过程,也是个人隐性知识显性化的过程。为了更好的进行批注式阅读,一定要注重学习者的交流和共享,在交流和共享中学习借鉴他人的批注,并刺激学习者对自己的批注进行反思和完善,从而促进知识创新和增值。因此,注重批注交流,不仅可以提升批注阅读的学习效果,有利于批注习惯的培养,还可以让学习者形成学习社区,营造良好的学习环境,意义重大。

参考文献:

- [1] 韩然.阅读能力首先是获取信息的能力[J].中学语文教学参考,2000.
- [2] 蒋红星.web2.0 时代下的社会化批注[J].中国电化教育,2007.
- [3] 官方网站.www.diigo.com.
- [4] diigo 在初中英语教学中的应用[DB/OL].<http://www.jeast.net/teacher/jiahou/>.
- [5] 杨军.媒介形态的变迁与阅读行为的蜕变——以印刷媒介与网络媒介为例的考察[J].图书馆工作与研究,2006.
- [6] 张珠钗.让评点批注成为阅读教学的新视角[J].云南教育,2006.9.
- [7] 王启航.批注式阅读实用功能浅析[J].中学语文教学参考,2001.6.

(上接第 1539 页)

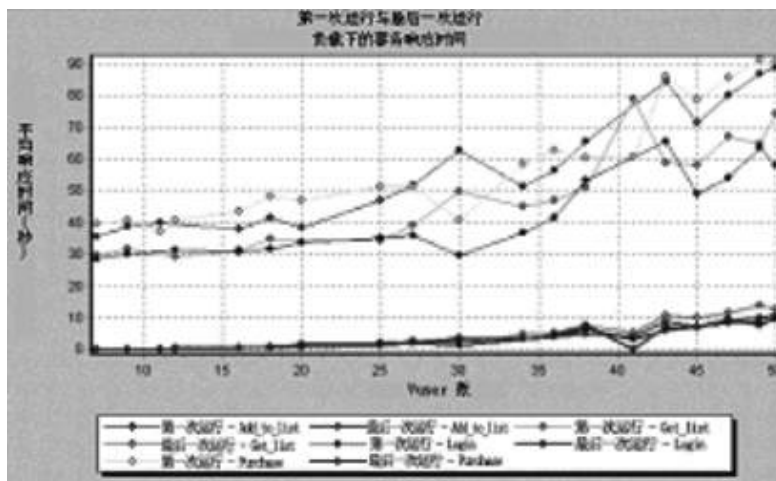


图 9 初始负载测试与最终负载测试比较图

参考文献:

- [1] 段念.软件性能测试过程详解与案例剖析.清华大学出版社,2006.
- [2] 马革.新软件工程概述——软件测试.上海贝尔技术开发部.

