

# 基于 LoadRunner 的数据分析平台的性能测试及优化

戴晓婧<sup>1</sup>, 张 宁<sup>2</sup>

(1. 北京化工大学, 北京 100029; 2. 北京石油化工学院, 北京 102617)

**摘要:**为了改善通讯业务套餐存在的问题,电信构建了通信数据分析平台,由于数据量巨大,平台的性能极其需要保证。文中以通信数据分析平台作为此次的测试对象,针对数据分析平台的功能和性能特点,以及用户的需求,制订了详尽的测试方案,之后使用性能测试工具 LoadRunner 对平台进行了性能测试,并对测试结果进行了详细的分析,找出了系统的瓶颈。在系统性能调优的过程中,提出了改进的意见和方法。通过前后两次性能测试结果对比,表明通信数据分析平台的工作效率有了大幅度提高,基本满足了用户的性能需求。

**关键词:**通信;数据分析平台;性能测试优化;LoadRunner

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)07-0202-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.07.052

## Performance Testing and Optimization of Data Analysis Platform Based on LoadRunner

DAI Xiao-jing<sup>1</sup>, ZHANG Ning<sup>2</sup>

(1. Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China;

2. Beijing Institute of Petrochemical Technology, Beijing 102617, China)

**Abstract:** In order to improve the problems of communications business packages, China Telecom has built data analysis platform of communication, due to the huge amount of data, the performance of the platform is much-needed to be guaranteed, it has set the data analysis platform as the test object, and developed a detailed test program according to the functional and performance characteristics of the data analysis platform as well as the needs of users. Then conducted the testing with the tool of LoadRunner and analyzed the results of the test in detail so as to find the system bottlenecks. Through the optimization, propose the improved thoughts and methods. By contrast, the efficiency of the platform has been greatly improved, and basically meets the performance needs of the user.

**Key words:** communication; data analysis platform; performance testing and optimization; LoadRunner

## 0 引言

在通讯业务如此发达的今天,通讯业务套餐存在着数量多、有效套餐比例偏低、区隔不明显、融合套餐过度折让价值、部分套餐印象价格偏高等问题,针对这些问题,必须构建业务套餐审核机制,科学管控价值,规范分摊收入,避免出现过度折让价值。为了保证数据分析平台的工作效率,使其为通讯行业创造出更大的价值,需要通过性能测试找出系统性能瓶颈并进行调优<sup>[1]</sup>。

文中以电信某数据分析平台为例,介绍运用 LoadRunner 在数据分析平台中的性能测试方法和过程,

通过对比调优前后系统的性能差异,检验测试结果是否能满足性能需求。

## 1 测试工具 LoadRunner 简介

Mercury LoadRunner 是性能测试工具的代表,它可以通过模拟大量的虚拟用户来实行并发的负载的实现及同一时刻进行性能监测的方式来找出和确定系统中的问题,从中得出准确的系统瓶颈,从而得出相应的性能调优方案<sup>[2]</sup>。

LoadRunner 由以下三部分组成:VuGen 用来录制虚拟用户的脚本。Controller 用来执行修改和完善后

收稿日期:2012-10-07

修回日期:2013-01-20

网络出版时间:2013-04-08

基金项目:国家“十一五”863 重大项目子课题(2006AA09A105)

作者简介:戴晓婧(1987-),女,硕士,研究方向为物联网;张 宁,教授,通讯作者,研究方向为光纤通信。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130408.1709.051.html>。

的脚本并且在整个的测试过程中对测试对象实施监控和监督。Analysis 分析器可以显示测试的最终结果通过提供解析图和数据报表<sup>[3]</sup>。

性能测试流程(如图 1),分为以下几步:

(1)制定测试方案:提出性能测试指标,例如:系统的平均响应时间、并发用户数、业务的执行流程等;根据用户需求说明书,制订测试的具体的细节,并编写出相应的性能测试的报告。

(2)创建 Vuser 脚本:根据用户性能测试需求,录制测试脚本,将用户的实际操作加入到测试脚本中,LoadRunner 的脚本中用到的是 C 语言,LoadRunner 有属于自己的函数接口,可以给其他部分的系统使用。结束一个用户的基本操作的脚本的录制后,还需要利用关联化等技术对测试脚本进行修改和完善,保证脚本回放,以保证测试结果的准确性。

(3)设计测试场景:按照性能需求设计测试用例,运用 Load Generator 设制测试场景的负载,包括对模拟生成的用户的数值、组成、性质等方面的属性进行设置。对脚本可变参数(例如用户名、密码等)运用参数化、关联等技术进行设置。

(4)执行场景:按照前面的测试用例和场景设置进行场景执行,结合大量的测试数据执行测试脚本,并记录测试结果。

(5)分析测试结果:此阶段是性能测试中非常重要的一个阶段,测试人员通过 Analysis 分析器显示的测试结果判断系统性能是否达到预期标准,如果测试结果不满足性能需求,那么就需要测试人员找出系统性能瓶颈,并且提出系统调优方案,之后循环往复进行测试,直至系统性能达标,这要求测试人员具有丰富的调优和测试经验<sup>[4]</sup>。

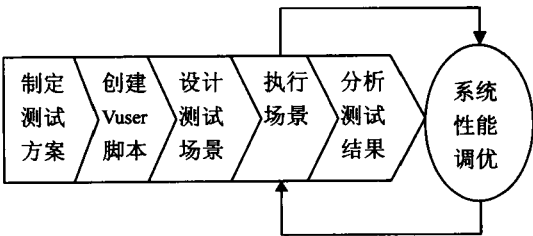


图 1 性能测试流程图

2 电信通信数据平台性能测试

2.1 制定测试计划

本次性能测试的对象是数据分析平台中的系统登录、数据查询、模版管理等几个主要模块。

按负载模型设置用例比例,以固定时间段为运行阶梯递增并发用户,当达到如下任意一个异常条件时场景结束,以最后一个正常运行的阶梯的指标数据作为场景结果,以此判断系统的最大承受能力<sup>[5]</sup>。

(1)系统任一主机 CPU 使用率在运行阶梯内的平均值高于 80%;

(2)事务平均响应时间,在压力测试时,对用户 Web 请求平均响应时间应在 5 秒之内,最大响应时间一般不超过 10 秒(批处理操作和部分大数据量处理除外);

(3)总体事务错误率在运行阶梯内的平均值首次大于 1%;

(4)无内存溢出;

(5)系统任一主机发生操作系统重启、进程退出、服务停止情况<sup>[6]</sup>。

具体操作说明:以 3 秒钟为运行阶梯逐一递增 2 个虚拟用户,当达到系统任一主机 CPU 使用率在运行阶梯内的平均值高于 80% 或者总体事务错误率在运行阶梯内的平均值首次大于 1%,停止测试,以最后一个正常运行的阶梯的指标数据作为场景结果,压力场景中系统能支持的最大并发用户数是一个非常关键的测试考核指标。

2.2 测试方案设计

2.2.1 测试场景设计

本次性能测试对象主要分为三个模块:登录系统模块、报表查询模块、模版管理模块。每个不同模块的测试场景如下:

(1)系统登录:100 人集中在上班高峰期的 30 分钟内同时登录,每个用户登录 1 次时长为 5 分钟。

(2)报表查询:30 人集中在上班高峰时间 60 分钟内同时查询并且导出报表,每个用户使用时长为 15 分钟。

(3)模版管理:30 人集中在上班高峰时间 60 分钟内,同时编辑模版,点击发布报表,每个用户使用时长为 3 分钟。

在测试场景设定完成后即可进行场景执行,场景执行的具体方式除根据以上介绍的一些参数指标的设定外,还根据前面制定的测试方案设置,即采取每一个模块根据以上情况进行场景设定后,迭代方式采用 3 秒为一个时间段,每 3 秒增加 2 个虚拟用户的阶梯型测试方法,直到设定的 CPU 使用率和事务失败率条件发生异常,测试自动停止,以最后一个正常运行的阶梯时间段的数据做为场景的结果。

2.2.2 测试脚本开发关键技术

VuGen 用来捕获最终用户业务流程和创建自动化测试脚本,在根据测试用例录制脚本后,要对脚本进行修改,以保证脚本的有效性。修改脚本包括插入集合点,定义检查点,参数化,关联化几个关键技术<sup>[7]</sup>。

(1)集合点:集合点函数是可以帮助生成有效可控的并发操作。集合点需要在脚本中插入 Ir\_rendez-

vous(“)函数。引号内是集合点名称,当脚本在多个用户运行的情况下,每次运行到这个函数都会查看一下集合点的策略来决定是等待还是继续运行。例如:系统登录部分的集合点函数 lr\_rendezvous(“Login”)。

(2)检查点:此技术通过插入的函数检查脚本是否回放正确。检查点函数是在脚本中加入 web\_reg\_find()函数。例如:

```
Web_reg_find(“Fail=NotFound”,
“Search=Body”,
“SaveCount=regcheck”,
“Text=for registering and welcome to the webTours family”,
LAST);
```

插入此函数后,再次回放脚本,如果没有检索到想要搜索的内容会给出 Action.c:Error 的提示,即可发现脚本是错误的,如果可以检索到内容,说明脚本是正确的。

(3)事务:通过事务函数可以标记完成该业务所需要的操作内容,另一方面事务可以用来统计用户操作的响应时间。在事务开始前加入 Ir\_start\_transaction()函数,在事务结束后加入 Ir\_end\_transaction()函数。例如,系统登录行为设置为事务:

```
Ir_start_transaction(“数据查询页面”);
Ir_think_time(7);
web_url(“initDataQueryDefine.do”,
“URL=http://172.18.8.156:8099/tcfx/initDataQueryDefine.do?menuCode=sjcx&sysCode=tcfx”,
“Resource=0”,
“RecContentType=text/html”,
“Referer=http://172.18.8.156:8099/tcfx/frame/contentFrame.jsp?rows=70,*&40&cols=160,7,*&url=/showPortlets.do?”,
“Snapshot=t60.inf”,
“Mode=HTTP”,LAST);
web_concurrent_end(NULL);
Ir_end_transaction(“数据查询页面”,LR_AUTO);
```

(4)参数化:通过参数化处理将脚本中静态的内容(例如用户名、密码)变为相应的动态的代码,这样会更加符合现实状况。

系统登录部分对用户登录名和密码进行参数化的代码如下:

```
web_submit_data(“urlogin_2”,
“Action=http://172.18.8.156:8099/tcfx/urlogin”,
“Method=POST”,
“RecContentType=text/html”,
“Referer=http://172.18.8.156:8099/tcfx/urlogin”,
“Snapshot=t9.inf”,
“Mode=HTTP”,
ITEMDATA,
“Name=username”,“Value={username}”,ENDITEM,
```

```
“Name=password”,“Value={password}”,ENDITEM,
LAST);
```

通过对“username”和“password”的参数化,脚本再次运行时,将会顺序读取已经操作过的记录,实现不同的用户以不同的账户和密码进行登录。

(5)关联化:在进行录制脚本操作时,服务器会给用户一个唯一的认证码来进行相应的操作,然而当再次进行脚本的回放的时候,服务器会给用户一个全新的认证码,但脚本录制的内容是不会改变的,还是会再次向服务器提交旧的认证码,这样会直接地导致脚本回放的执行失败。所以为了确保脚本可以在这里顺利进行回放操作,需要对这样的脚本进行关联化操作,才能获得服务器每次返回的动态 sessionID,需要将得到的这个动态的数据发回给服务器识别。关联操作可以将服务器返回的数据进行处理并且保存成为相应的参数。关联技术是通过关联函数 web\_reg\_save\_param()来实现的,这个函数的功能是能够保存服务器的返回的值的操作<sup>[8]</sup>。

运用以上几个关键技术对脚本修改后,使测试脚本可以顺利回放,经过编辑后的脚本也更接近用户的真实使用情况,测试的结果可以更好地反映出系统的性能水平。

### 2.2.3 系统性能瓶颈计算

在预测系统瓶颈时,不同的项目可以采取不同的方法,在本次项目测试中,采取了如下方法,根据各个模块不同的功能和使用特性,模拟了不同的场景,其中涉及到的数值变量有:

使用人数  $N$ ,使用时间段  $T$ ,每个用户操作时间  $L$ ,使用次数  $n$ 。涉及的数学公式有:

并发数的公式:

$$C = (N \times L) \div T \quad (1)$$

高峰并发数公式:

$$\hat{C} = C + 3\sqrt{C} \quad (2)$$

每秒事务数:

$$Tps = (4 \times N) \div T \quad (3)$$

不同的功能有不同的场景,以系统登录功能和数据查询为例:

(1)系统登录模拟场景中, $N=100$ , $T=30$ , $L=5$ , $n=1$ 。则  $C=100 \times 5/30=17$ ;  $\hat{C}=17+3 \times \sqrt{17}=29$ ;  $Tps=100 \times 4/30/60=0.22s$ 。

(2)报表查询模拟场景中, $N=30$ , $T=60$ , $L=15$ , $n=1$ 。则  $C=30 \times 15/60=8$ ;  $\hat{C}=8+3 \times \sqrt{8}=17$ ;  $Tps=30 \times 4/60/60=0.03s$ 。

在预测瓶颈时,遵循以上公式计算,得到的结果作为标准和测试结果进行比较,但是在实际操作中,会有外界环境和突发状况,或是硬件方面的因素而影

响测试的数据,因此公式得出系统的需求和瓶颈是较为理想化的,并不能完全反映实际情况,只是作为理论值的标准,在以后的测试过程中要对其加以验证,并在此基础上进行改进,提出系统性能优化的意见和建议<sup>[9]</sup>。

### 3 测试结果分析及性能调优

在本次测试中有在不同的角度上不同的侧重指标,关于用户感受的有事务响应时间、错误率;关于系统处理能力的有并发用户数,事务吞吐率,系统负载(CPU使用率、磁盘使用率);关系到系统稳定性的有系统负载,内存使用情况(有无内存泄露),有无文件系统爆满情况。根据数据分析平台的用途和特性可以推测出此次项目评测的重点指标是资源利用率、平均响应时间和TPS(服务器每秒处理事务数)。以上几个指标将在文中测试结果分析中进行详细探讨和研究<sup>[10]</sup>。

#### 3.1 第一轮测试结果

在进行第一轮性能测试后,产生了各个模块不同测试指标的结果图。每个图所反映的问题和性能各不相同,需要联系系统平台本身的功能特性和作用进行比较,并在在预测系统瓶颈时通过公式计算得出的数据进行比较。

在本次测试中登陆系统模块各方面指标基本符合预期,只是CPU占用率略微偏高。但是在报表查询、导出模块以及模板管理模块存在着比较大的性能问题。下面将对这两个模块的测试结果进行详述。

(1)报表查询模块:由图2可见报表查询模块导出功能的平均响应时间的曲线虽然整体波动不大,但是它普遍的数值较大,在结果中得出响应时间的平均值为72.42秒,而在做需求分析时通过计算得出要求响应时间不应该超过20秒,而这轮测试得出的结果数据远远大于应该达到的目标值,因此响应时间这一指标不能符合测试标准。同时在这一部分反映出的问题

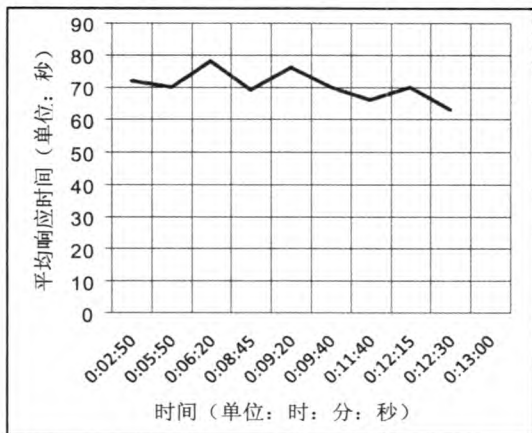


图2 报表查询模块响应时间图

是在查询报表时响应时间过长,用户在查询报表并导出报表时需要等待的时间过长,不能符合用户的需求。这一问题反映出了系统的性能问题,需要在后面的系统性能调优过程中提出解决的方法。

(2)由图3可见模板管理模块发布功能的平均响应时间上下波动比较大,而且得出响应时间的平均值为25.73秒,而在做需求分析时要求响应时间不能超过20秒,因此事务平均响应时间这一指标不符合标准。同样在这里反映的问题是在模板发布时响应时间过长,当用户需要进行发布操作时,用户需要等待的时间较长,不符合用户的需求。

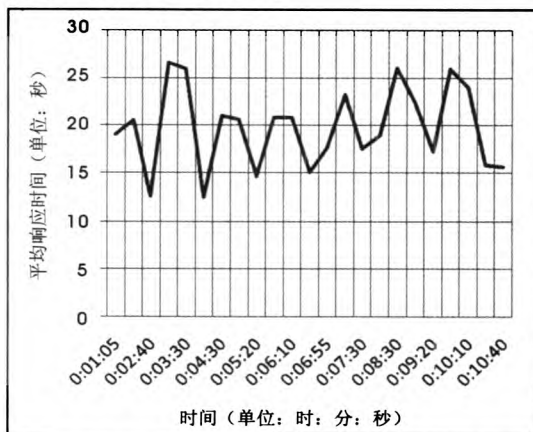


图3 模板管理模块发布功能响应时间图

#### 3.2 性能调优及结果对比

##### 3.2.1 性能调优方案

在进行了一轮性能测试后,针对测试中出现的的问题,进行了思考和研究。在这些问题中比较突出的问题有平均响应时间长,CPU使用率较高等。下面提出主要的改进方法和思想:

(1)针对系统架构问题,原架构的主备方式是同时只有2台应用服务器完全复制部署,同时只有主服务器运行。备服务器在主服务器故障时,进行自动或人工切换,保证系统正常运行,其优点在于结构简单易于部署。缺点是资源浪费、性能不能满足用户的使用要求,致使指标达不到要求。因此为了优化系统的性能水平,提出了新的措施,负载转发:将以前主备服务器架构改为负载均衡转发的架构,根据服务器的处理能力和运行状态,人工设置转发的权重,这样可以充分利用2台服务器的计算能力,使得应用服务器的计算能力成倍的提升。

(2)同时对于比较明显存在的普遍问题平均响应时间过长,也进行了着重研究。因为测试对象是套餐数据的分析平台,所以在用户操作时通常会有大量查询报表、图表等数据的操作,当用户每次访问查询数据时,系统都会从后台数据库中读取数据,因为每月都有不同的报表和数据进行更新,数据量非常庞大,所以

搜索速度会减慢,因此系统的响应时间也会随之变长。

由此提出添加 Memcache 缓存的想法:在原 Tomcat 应用服务器的设置后,增加 Memcache 缓存服务器的存放,具体的做法是例如每一类报表的前 6 张、首页、报表自定义查询的缓存数据等比较重要或优先级较高或是被查询的几率较大的数据放入 cache 缓存中,在用户请求数据时无需通过数据库进行读取和计算,就可以直接从 Memcache 中读出数据直接返回。因为报表每月在月头计算后不变,改进措施将极大提高查询固定报表时的平均响应时间<sup>[11]</sup>。

(3) 针对数据库方面,改变分库及分表空间:将原数据集中的存储方式,改为本地网源数据、统计数据实例分开存储的方式,同时每个实例内将数据、索引分开表空间进行存储。这一项改进的方法可保障不同实例的故障互不影响,保障数据的安全性;同时数据和索引表空间的分离,保障在有较大数据量的情况下索引表空间的高效响应,并可以提升数据的统计速度。并精简数据库语句,尽量降低耗费 CPU 使用率的语句使用率,将较长的语句拆分成较短的独立语句,使单线程变为多线程工作,大大降低了查询的平均响应时间。

### 3.2.2 两次结果对比

以上几项提议经提出并得以修改后,新版本的平台系统进行了第二轮性能测试,对此进行验证。

为了将两次测试的结果有一个更直观的比较,以下列出的为报表查询模块查询和导出两个功能的第一轮和第二轮性能测试结果比较做出的柱形图(见图 4、图 5)。由图可见,平均响应时间大幅度降低,已经达到了预置的不超过 5 秒的条件,达到了用户需求,Web 的 CPU 使用率也相应的有所降低了,说明上面所提出的调优方法对提高系统平台的性能起到了一定的效果和作用。

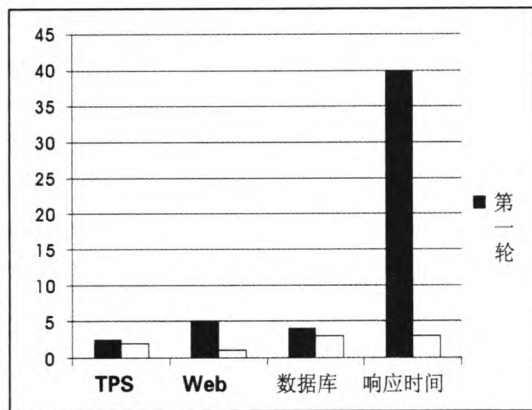


图 4 报表查询模块查询功能

事务的平均响应时间是衡量系统性能,尤其是此次测试的对象,数据分析平台的重点指标,由于本项目的作用和用途,对各个功能的响应时间的要求比较高,比较严格,因此响应时间得到降低对该平台是一个很

好的改进<sup>[12]</sup>。

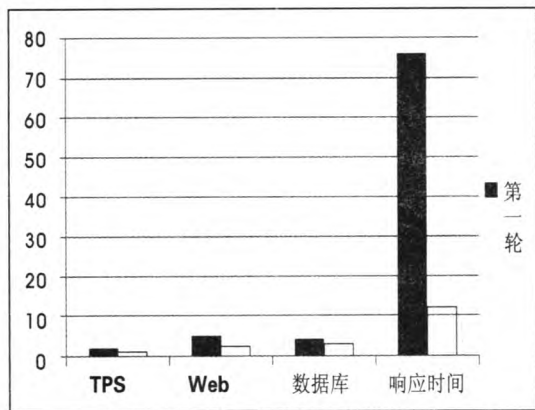


图 5 报表查询模块导出功能

## 4 结束语

文中联系实际的电信数据分析平台,作为此次的测试对象,针对数据分析平台的功能和性能特点,以及用户的需求,制订了详尽的测试方案,通过结合使用 LoadRunner 对平台进行了性能测试,并对测试结果进行了详细的分析,在系统性能调优的过程中,提出了改进的意见和方法。系统的性能得到了一定的提高和改进,基本达到了用户的性能需求。在第二轮测试中部分功能的性能得到了显著的提高和进步,但是有些功能却有所退步,还需要进一步的改进和调优。在第一次性能调优后,模板管理部分的失败率没有降低却升高了很多,说明系统中还存在有未被发现的问题,后续工作中会提出新的解决办法。

### 参考文献:

- [1] 杨 萍,李 杰. 利用 LoadRunner 实现 Web 负载测试的自动化[J]. 计算机技术与发展,2007,17(1):242-244.
- [2] 俞戴龙. LoadRunner 与性能测试[D]. 上海:上海师范大学,2007.
- [3] 温艳东. 软件性能测试需求的获取方法综述[J]. 软件工程师,2010(2):124-127.
- [4] 熊军军. B/S 架构应用软件性能测试问题研究[J]. 电脑开发与应用,2010(2):58-60.
- [5] 丁月华,王方丽. 基于 Web 软件的性能测试[J]. 计算机与数字工程,2006,34(1):47-48.
- [6] 陈祥瑶. WEB 性能测试以及 LoadRunner 应用的研究[D]. 北京:北京邮电大学,2009.
- [7] 余珊珊,辛小霞. 基于 LoadRunner 的软件性能测试研究[J]. 现代计算机:下半月版,2007(6):73-75.
- [8] 王 蒙,杜承烈,尤 涛,等. 复杂虚拟试验运行支撑软件的性能测试研究[J]. 计算机测量与控制,2010,18(3):632-634.
- [9] 陶 冶. 开发自己的剖分软件以辅助性能测试[J]. 信息技术与标准化,2007(7):42-48.

(下转第 210 页)



面的 JavaScript 代码库和界面组件,可以在减少开发人员的工作量的同时快速地创建出移动应用,开发者还可以根据需要创建 Web App 或是封装成原生应用。

#### 4 HTML5 对开发者的影响

首先,各大 IT 公司对技术的选择,往往对开发者有相当大的影响。自 HTML5 出现后,各大 IT 公司纷纷加入 HTML5 的队伍中去,这是给开发者的明显信号。

Adobe 公司将集中精力研发 HTML5 与 Adobe 云应用平台,该举动使大家的注意力都集中于 HTML5 上,HTML5 在没有同类对手的情况下将获得更好的发展。其次,开发成本也是开发者值得留意的,在这方面,HTML5 明显具有巨大的优势,如:

(1)基于 HTML5 开发应用可以做到“一次开发,多平台使用”,开发者无需把时间浪费在修改移植上。HTML5 在应用维护的方面的优势更是明显,开发者只需维护一个版本。同时,用户端的更新也可以更加方便快捷。因此 HTML5 极具成本效益,能够降低人力投入。

(2)HTML5 可以无缝地连接桌面端和移动端。在使用 Web App 的时候,桌面端和移动端不再是独立的两个点,它们将可以更好地共享资源和数据<sup>[9]</sup>。

(3)提供更为丰富的应用发布形式。在以前,一个应用需要经过漫长的审批才能应用商店上架,并很大可能淹没在几十万的应用中。而现在,优秀的应用可以通过多种方式进行传播,例如可以通过社交平台快速传播。此外,UC 优视浏览器和腾讯浏览器都在国内大力推广它们的 Web 应用平台,这样开发者又多了一种发布渠道可以选择。

(4)提出新的、多样化的盈利模式。FaceBook 和新浪微博都准备推出自己的应用平台,应用开发者,特别是游戏开发者可以通过和社交平台的合作,在社交平台推出与其无缝结合的应用和游戏,然后利用附加服务(如游戏道具)的方式收费<sup>[10]</sup>。另一方面,借助 HTML5 可以容易地把 PC 端丰富的媒体广告移植到页面上。此外,在支付手段发展不成熟的市场,利用手机话费为快速支付渠道模式是比较可行的。最近,位于爱沙尼亚的 Fortumo 公司最近推出了自己的 HTML5

支付系统,支持游戏玩家通过移动网页应用为虚拟商品付费,其消费金额将从手机话费中扣除。Fortumo 这种第三方支付服务供应商能够满足低端市场的需求(例如中国市场),相信各大运营商必定会大力支持,并建立自家的支付平台。

#### 5 结束语

在现阶段,HTML5 还没完全成熟,开发者可以使用标准化 Web 开发模式,通过 HTML、CSS 和 Javascript 快速实现移动应用,并通过相关开发平台的原生化应用转换功能,直接生成各个移动平台的应用程序。同时,大量对性能要求不高的应用正在被移植到 HTML5 平台上。相信在不久的将来,随着 HTML5 标准的成熟、硬件性能的提高和浏览器的优化,绝大部分的应用将会直接使用 HTML5 技术开发。

#### 参考文献:

- [1] W3School. HTML5 教程[EB/OL]. [2010-10-28]. <http://www.w3school.com.cn/html5/>.
- [2] 姜凤燕,段会川. HTML5 新输入类型及其对 RIA 界面效率支持研究[J]. 计算机技术与发展,2012,22(5):137-140.
- [3] 邢晓鹏. HTML5 核心技术与价值分析[J]. 价值工程,2011,30(22):157-158.
- [4] 吴磊,张福庆. 基于 HTML canvas 的 WebGIS 客户端技术研究[J]. 地理信息世界,2009(3):78-82.
- [5] 刘斌. HTML5-未来网络应用的核心技术研究[J]. 自动化与仪器仪表,2010(4):30-33.
- [6] PhoneGap for Hybrid App[EB/OL]. [2011-11-16]. [http://raibledesigns.com/rd/entry/phonegap\\_for\\_hybrid\\_app\\_development](http://raibledesigns.com/rd/entry/phonegap_for_hybrid_app_development).
- [7] 龙奇. 新一代网络技术标准 HTML5 的研究[J]. 科技信息,2011(10):245-245.
- [8] Lubbers P, Greco F. HTML5 Web Sockets: A quantum leap in scalability for the web[J]. Jay View, 2010, 21(1):3-7.
- [9] Taivalsaari A, Mikkonen T, Anttonen M, et al. The Death of Binary Software: End User Software Moves to the Web[C]//Proc. of 2011 Ninth International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (C5). [s. l.]:[s. n.], 2011.
- [10] 沈建苗. 警惕 HTML5 引发新的安全问题[N]. 计算机世界,2010-09-06(S07 版).

(上接第 206 页)

- [10] Gourc J P. Geomembranes - Identification and Performance Testing [DB/OL]. 2012. <http://www.doc88.com/p-386771903375.html>.
- [11] EXFORSYS INC. Challenges in Testing Web Based Applications[DB/OL]. 2006. [http://www.ltesting.net/html/10/n-](http://www.ltesting.net/html/10/n-202210-2.html)

202210-2.html.

- [12] Wang D, Wang J W, Zhao Y P. A novel solution to the reader collision problem in RFID system[C]//Proc. of IEEE Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. [s. l.]:[s. n.], 2006.

# 基于LoadRunner的数据分析平台的性能测试及优化

作者：[戴晓婧](#)，[张宁](#)，[DAI Xiao-jing](#)，[ZHANG Ning](#)  
作者单位：[戴晓婧, DAI Xiao-jing \(北京化工大学, 北京, 100029\)](#)，[张宁, ZHANG Ning \(北京石油化工学院, 北京, 102617\)](#)  
刊名：[计算机技术与发展](#)   
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)  
年，卷(期)：2013, 23(7)

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjtz201307052.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201307052.aspx)