

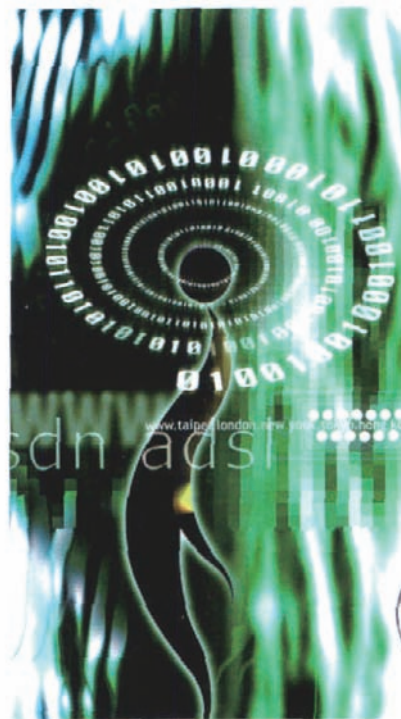
软件性能测试方法研究

佟雪松, 王喜伟, 于春玲, 侯桂波, 孟凡珍 (中国电力科学研究院, 北京 100192)

摘要: 软件性能测试是检测系统性能瓶颈、提升软件质量的重要手段。目前, 对性能测试的研究一般都停留在某些特定的技术上, 没有形成系统的测试方法论, 导致大多数测试人员仅仅掌握了一些零散的性能测试知识, 缺乏测试的规范性和逻辑性, 测试效果不理想。从软件工程的角度出发, 对性能测试方法论进行研究, 并以一个典型案例阐明研究成果。

关键词: 性能测试; 性能调优; 测试

解决方案



0 引言

2006年, 国家电网公司提出了在全系统实施SG186工程的规划, 对大量的软件产品进行开发、升级。为了保证开发、升级的软件产品在性能方面满足实际的业务需求, 国家电网公司委托中国电科院软件工程实验室作为第三方测试机构对即将上线的软件产品进行性能测试。为了保证测试的质量, 软件工程实验室对性能测试技术展开了深入的研究, 并通过大量的工作实践, 总结出一套行之有效的软件性能测试方法。

1 技术基础

性能测试是通过模拟实际业务操作的方式对应用系统施压,

从而检测系统在承受压力情况下的性能能力并确定性能瓶颈的一种手段。性能测试主要包括负载测试、压力测试、并发测试、大数据量测试、稳定性测试和系统容量测试等技术。

(1) 负载测试。负载测试是通过逐步增加系统负载的方式来测试系统性能的变化, 最终确定在满足性能指标的情况下系统所能承受的最大负载量的测试。

(2) 压力测试。压力测试是通过逐步增加系统负载的方式来测试系统性能的变化, 最终确定在什么负载条件下系统性能处于失效状态, 并以此来获得系统能提供的最大服务级别的测试。

(3) 并发测试。并发测试的

过程是负载测试和压力测试相结合的过程, 通过逐渐增加并发用户数负载来确定系统的瓶颈或者不能接受的性能点的测试。

(4) 大数据量测试。大数据量测试是为了检验系统存在较大数据量时, 系统的性能是否有明显的下降。大数据量测试包括独立的数据量测试和综合数据量测试2类, 主要针对系统存储、数据传输、统计查询等业务进行测试。

(5) 稳定性测试。稳定性测试是检验系统长时间稳定运行能力的测试。通过对系统加载一定的压力并持续运行一段时间, 考查系统各性能指标在这种压力下是否能保持正常数值, 事务响应时间是否会出现波动或随测试时间增涨而增

加, 以及系统的资源占用情况是否合理来判断系统的稳定性。

(6) 系统容量测试。容量测试是检验软件系统在极限值状态下是否出现任何软件故障或能否保持主要功能正常运行的测试。通过容量测试, 可以确定测试对象在给定时间内能够持续处理的最大负载或工作量。

2 方法研究

从软件工程学的角度出发, 依据软件工程理论对性能测试技术进行研究, 提出了性能测试方法模型。该模型把性能测试过程划分为4个阶段, 并为每个阶段提供相应的测试方法, 如图1所示。

2.1 需求分析阶段

需求分析阶段的工作是收集测试信息并确定测试目标。该阶段采用需求分析方法对测试信息进行收集并确定测试需求。

信息的收集包括“向开发方案要技术文档(如系统需求文档、用户手册等)、向用户了解当前及预期的业务压力状况、对用户进行提问”等方法。实验室对收集到的需求按照重点选择、重复排除的策略进行筛选, 然后将不规范的测试需

求转换成按照中国电科院软件工程实验室的标准制定的性能测试需求文档。

2.2 场景设计阶段

本阶段的工作是按照测试需求设计相应的测试场景。该阶段采用场景设计方法对场景信息进行收集并确定测试场景。

根据不同的测试需求, 选取相应的业务应用作为测试业务, 并按照实际的业务场景进行场景设计。场景设计主要包括并发性、稳定性、执行效率等技术指标, 同时场景中还包括需要监控的各项软硬件资源。

2.3 测试实施阶段

测试实施阶段的主要工作是执行性能测试并确定性能瓶颈。该阶段采用测试实施方法进行性能测试, 包括性能测试和性能瓶颈分析两部分。

(1) 性能测试。按照不同的性能需求, 分别选用相应的测试场景对系统进行性能测试, 主要包括负载测试、压力测试、稳定性测试等场景。在测试过程中, 同时关注业务的前、后台执行情况, 并对整个系统的性能资源占用情况进行监

控。监控的内容包括操作系统级的资源、业务应用中间件的资源以及数据库的资源等。

(2) 瓶颈分析。将获取的性能结果数据与标准的性能指标进行对比分析, 确定系统是否存在性能瓶颈。系统的性能瓶颈主要分为3个级别, 操作系统级、软件配置级和代码级。操作系统级瓶颈, 主要体现在服务器的CPU、内存、硬盘IO、网络吞吐量等方面; 软件配置级瓶颈, 一般包括应用中间件的内存分配大小、JDBC连接池数量、数据库的内存分配等性能指标; 代码级瓶颈, 主要包括应用中间件的堆栈信息、数据库的死锁信息等。

2.4 性能调优阶段

本阶段的工作是采用性能调优方法对系统进行性能调优工作, 通过调优测试消除系统的性能瓶颈, 排除系统的性能隐患。性能调优的内容按照性能瓶颈来划分, 主要包括3个方面, 分别是操作系统级调优、软件配置级调优和代码级调优。

操作系统级调优。操作系统的性能参数主要包括CPU、内存、硬盘IO、网络吞吐量等, 当某些性能指标达到瓶颈时, 检查操作系统的相关参数配置是否配置合理, 并通过联调的方式进行性能调优。当联调无法提升系统的性能能力时, 通过增加硬件资源来解决性能瓶颈。

软件配置级调优。软件配置的性能参数主要包括应用中间件和数据库的配置参数。通过对性能瓶颈

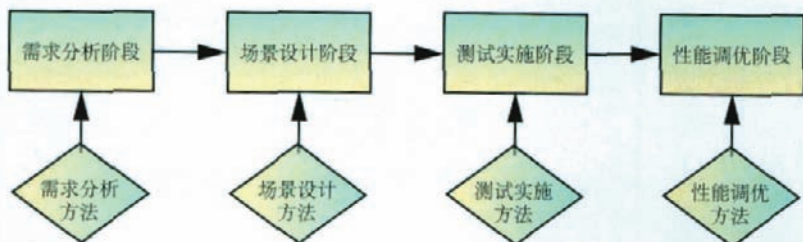


图1 性能测试模型

的分析,检查关联的配置参数,对不合理的参数进行调优。

代码级调优。代码的性能瓶颈主要反映在系统代码的执行效率低下、SQL语句执行过慢及内存泄露等方面。对代码进行调优,主要从提高程序代码的执行效率、优化SQL语句和修补内存泄露代码等方面进行。

调优的原则。进行性能调优时,一般按照软件配置级、代码级、操作系统级的顺序进行调优,且应遵循每次调优只修改一处配置的原则。

3 方法应用

2008年,国家电网公司某大型业务系统开发完成,即将正式上线运行。为了保证该产品的性能质量,聘请中国电科院软件工程实验室进行第三方性能测试工作。中国电科院软件工程实验室按照上述性能测试方法,对该业务系统进行了性能测试。

3.1 测试准备阶段

系统开发项目组向实验室提交性能测试需求说明书,确定性能测

试目标。实验室性能测试人员与项目组充分沟通后,确定性能测试方案,方案的内容包括测试目标、内容、测试方法、人员及工作的进度安排等。

测试环境部署完毕后,性能测试人员开展测试准备工作,包括录制并优化测试脚本、设计测试场景并配置测试参数等。

3.2 性能确认阶段

本阶段的目标是检验系统目前所具有的性能能力,并确定系统的性能瓶颈。测试人员调用测试场景,对系统实施了负载测试、压力测试、并发测试、大数据量测试、稳定性测试和系统容量测试,获取了大量测试结果数据。

对测试结果进行性能瓶颈分析,发现系统的某典型业务应用

存在严重的性能缺陷,该业务的最大并发负载压力承受能力不超过40人,且当40人并发进行业务操作时,业务的平均响应时间超过85s。

3.3 性能调优阶段

本阶段的重点是发掘性能问题的根源,对系统进行性能调优。性能测试工程师按照性能调优方法对系统展开了深入的性能调优测试工作,通过不断的测试分析,确定了系统性能瓶颈的根源。性能测试工程师与项目组开发人员共同努力,对系统进行了充分的性能调优,提升了系统性能、排除了性能隐患。

3.4 性能验证阶段

为了检验性能调优的成果,中国电力科学研究院软件工程实验室的性能测试人员对该系统进行了性

表1 调优前后,业务性能能力的对比

性能指标	性能调优前	性能调优后
最大并发用户数	40	400
最大吞吐量/bytes	177 003 824	1 689 231 752
平均吞吐量/bytes	541 296	1 646 425
平均点击数	40.367	105.159

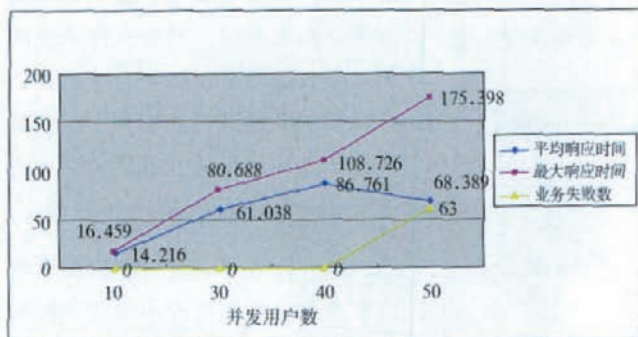


图2 调优前业务性能趋势

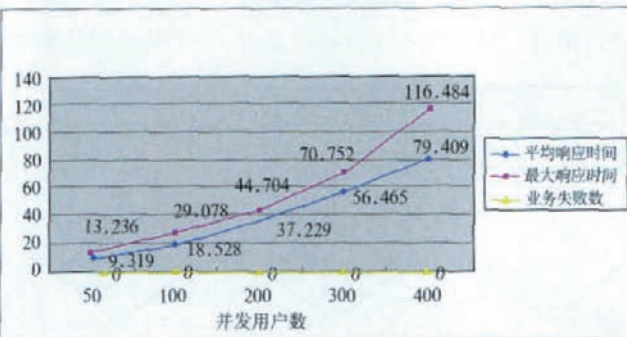


图3 调优后业务性能趋势

能验证测试。测试结果表明,系统的性能能力得到明显提升,满足业务系统的实际性能需求。下面以实际数据说明性能调优的成果。

3.4.1 调优前后,业务性能能力的对比

性能调优后,系统的最大并发用户数达到400人以上,是调优前的10倍;最大吞吐量达到1 689 231 752bytes,是原来的9倍以上;平均吞吐量达到1 646 425bytes,是原来的3倍以上;平均点击数达到105.159,是原来的2.5倍左右(见表1)。

3.4.2 调优前后,业务性能的发展趋势对比

由图2和图3可以看出,性能调优前系统的性能表现较差,并发用户数不足50人,且性能曲线呈现不规则变化趋势,表明系统运行不够稳定;调优后的性能表

现比调优前有大幅提升,并发用户数达到400人以上,且性能曲线变化平稳,表明系统处于稳定性状态、性能良好。

以上数据表明,该项目的性能测试达到了预期目的,发现并解决了性能瓶颈,提升了软件质量。

4 应用展望

上述案例表明,软件工程实验室对性能测试方法的研究取得了成功,测试能力得到了增强。国家电网公司的信息化建设不是一朝一夕的事,它是一个持续化的过程。在这个过程中,开展专业的、深入的性能测试,能够最大程度的提升软件产品的性能能力,有力地保障国网公司信息化建设的软件工程质量。因此,性能测试将在今后的信息化建设中发挥更大的作用,性能测试方法也将具有更广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 段念.软件性能测试过程详解与案例剖析[M].北京:清华大学出版社,2006.
- [2] 陈绍英,金成姬,冯艳硕.LOADRUNNER性能测试实战[M].北京:电子工业出版社,2007.
- [3] JON MOUNTJOY, AVINASH CHUGH. WEBLOGIC权威指南[M].南京:东南大学出版社,2005.
- [4] 盖国强 Oracle数据库性能优化[M].北京:人民邮电出版社,2005.

责任编辑 杨娟

收稿日期:2009-11-24

作者简介:

佟雪松(1976-),男,黑龙江哈尔滨人,工程师,从事软件工程实验室相关测试标准的制定及项目测试工作;

王喜伟(1967-),男,山东聊城人,高级工程师,从事电力自动化和信息化工作;

于春玲(1976-),女,吉林通化人,工程师,测试主管,从事软件测试、项目测试管理工作。

解决方案

产业动态

江西信通中心精心组织技改提升通信保障水平

新年伊始,江西省电力公司信通中心克服时间紧、任务重的困难,按期完成了“155M光板及短距光模块、交换机ETSI信令软件购置”、“光通信综合测试仪购置”、“会议电视系统备品备件购置”、“省主干通信网西南部光通信设备升级改造”等4项技改项目,进一步提升了全省通信网的安全水平。其中,“省主干通信网西南部光通信设备升级改造”项目对改善当前江西西南部环网自愈能力、优化网络结构,提高网络安全水平具有重要意义。

长期以来,江西省主干通信网西南部光通信设备存在设备型号多、兼容性差,自愈切换功能不稳定等问题。更重要的是随着北电设备投运服务期限的临近以及北电厂商的破产,该型号光通信设备的维护日益复杂,备品备件缺少、设备维修困难,严重影响了省主干通信网的安全,亟待采取措施加以解决。面对上述问题,信通中心及时调整应对,于年初立项开展西南部环网通信设备的升级改造工作。经过1年的精心实施,完成了项目的立项、论证、招标、工程实施等环节,达到了工程预期目的,进一步提升了省主干通信网的安全水平。

在新的一年里,该中心将精心组织通信等技改项目,提升通信保障水平。