

# 财政信息系统中间件服务性能优化

雷忠琴 (贵州省财政厅信息中心 贵阳市 550004)

**摘要:**从财政业务系统的实际情况出发,分析了系统的体系结构和系统实现采用的技术方法,对该系统实际运行中间件服务出现的性能故障进行分析,找出影响性能的原因,给出调整参数的理论及方法。通过系统运行过程的不断优化得出的合理的参数值。

**关键词:**财政 应用服务 性能 优化

## 1 序言

随着金财工程建设的不断推进,财政改革力度逐渐加大,用信息化支撑财政改革是必然需求。财政业务涉及的用户面广,业务复杂,更涉及资金的安全,尤其资金的支付是一个实时的任务,每天每时都在发生,且根据新的改革需要,要求资金每天从财政零余额账户清算,如何建立一套系统来支撑?综合考虑以上因素,用于支撑财政改革的这套系统要能屏蔽底层分布式环境的复杂性和异构性,并应具有良好的扩展性。目前主流的 J2EE (Java Platform, Enterprise Edition) 标准可实现分布式管理,利用不同机器,不同地域机器上的资源。分布式系统利用很多独立的模块协同工作,以实现原来单一系统的功能,比较以前单一系统,它提供这样的特性:高的可用性 (Available),高的扩展性 (Scalable) (增加机器,分担负载),好的维护性 (Maintainable)。用 J2EE 开发的应用,遵从于规范的要求,用 Java 语言实现,可以部署在任何合适的应用服务器。

我们采用 BEA WebLogic Server 为整个系统搭建了一个统一的开发、部署和运行管理平台。各种应用采用 JAVA 面向对象技术开发,并部署在 BEA WebLogic Server 之上,通过 JDBC Connection Pool 与后端的数据库系统进行数据事务处理。

## 2 政应用系统体系结构及技术架构

图 1 中操作系统位于最底层,操作系统之上是 J2EE 应用服务层,在应用服务层之上是 Web 服务层,Web 服务层之上是 BEA Weblogic server 应用支撑平台层,在应用支撑平台上就是展示给用户的表现层和其

他系统与指标、计划、支付、账务系统的接口。

从技术实现上,如(图 2)所示,各客户端用户(无论是以 B/S 方式还是以 C/S 方式)均通过 TCP/IP 协议或 HTTP 协议访问数据服务,数据服务端接收到来自客户端的请求后,将这些请求交给应用服务器(中间件)、Web 服务器,通过连接池与数据库实现数据访问与操作。在应用服务器这一端程序是用 java 语言编写,java 是 SUN 公司推出的一种编程语言,是一种面向对象的编程语言,它是一种通过解释方式来执行的语言,java 的代码都编译成 class 文件,在 java 虚拟机中解释执行。在这里涉及一个比较重要的概念:java 虚拟机(JVM - Java Virtual Machine)。

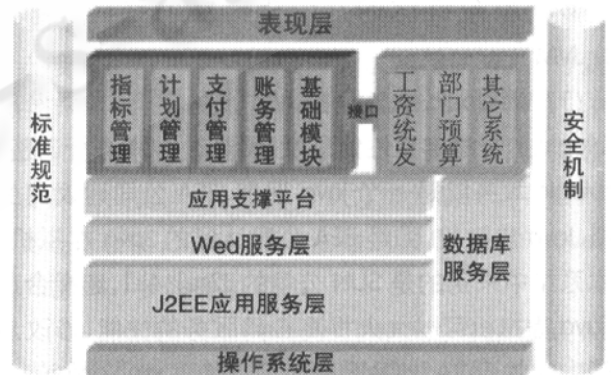


图 1

JVM 是一个虚构出来的计算机,是通过在实际的计算机上仿真模拟各种计算机功能模拟来实现的,java 虚拟机有自己的硬件架构,如处理器、堆栈、寄存器等,还具有相应的指令系统。java 语言最重要的特点就是可以在任何操作系统中运行,使用 java 虚拟机就

是为了支持与操作系统无关,在任何系统中都可以运行。`java` 虚拟机屏蔽了与具体操作系统平台相关的信息,使得 `java` 语言编译程序只需生成在 `java` 虚拟机上运行的目标代码(字节码),就可以在多种平台上不加修改地运行,`java` 虚拟机在执行字节码时,实际上最终还是把字节码解释成具体平台上的机器指令执行。`Weblogic` 是运行在 `JVM` 上的实例,调整 `Weblogic server` 就是一个关键,应用服务器的性能好坏直接关系到系统性能的优劣,因此将应用部署到应用服务器后如何调整服务的参数,使系统稳定运行,成为系统管理员主要解决的问题。

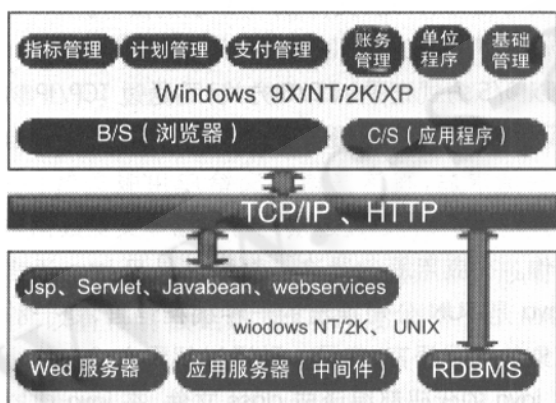


图 2

### 3 影响系统性能的几个指标及调整

#### 3.1 JVM

(1) `Weblogic` 是运行在 `JVM` 上的实例,如果希望 `weblogic` 运行稳定且性能最好,需要对 `JVM` 进行调整。`Weblogic` 本身就是一个 `java` 程序, `BEA` 公司建议用生产级 `Java` 虚拟机,即经 `BEA` 公司认证的 `Java` 虚拟机,在本系统中采用的是 `SUN` 公司的 `J2re1.4.1`,选择合适的 `java` 虚拟机可以大大提高应用服务的性能,修改启动脚本中的 `JAVA_HOME` 参数可以修改 `weblogic` 使用的 `JVM`,如: `set JAVA_HOME = C:\Program Files\Java\j2re1.4.1_06`。

(2) 确定 `JVM` 堆长(`JVM` 内存)。在应用程序运行负荷最大时监控 `Weblogic Server` 性能,通过控制台监控内存的使用情况和使用 `java - verbose:gc` 来观察 `GC`(垃圾回收)的时间和资源,并将标准错误与标准输出重定向到日志文件,然后分析日志信息,通过比较内

存回收的时间戳分析内存回收发生的频率,查看内存回收的时间长,一般不宜超过 3~5 秒,如果系统花太长时间进行内存回收,则说明分配的虚拟内存超过 `RAM` 处理能力,因此应该减少堆长,通常, `JVM` 使用可用 `RAM` 的 80%;观察内存步长值,如回收完后步长值较小,则应增加堆长;堆长不应大于系统中的自由 `RAM` 长度,使用尽量大的堆长,但不能使系统向磁盘交换页面。

(3) 指定堆长值。在本系统中,考虑到一台小型机上运行两个 `Weblogic Server` 服务,扣除系统本身的内存开销,将每个 `Server` 服务的内存设为 `1024M`,至今运行正常,可实现不间断运行服务。在启动管理服务时在命令行指定内存的大小: `set MEM_ARGS = -Xms1024m -Xmx1024m`,其中: `-Xms` 这个选项设置最小堆长,应设置为 `1024` 的倍数,大于 `MB`,一般规则是,最小堆长应设置为与最大堆长相同,这样可以减少内存碎片,提高内存空间的利用率; `-Xmx` 设置最大堆长,语法和设置最小堆长相同。

(4) 手工强制无用单元回收。在控制台监控 `Server` 时有时会发现内存使用过高,此时可采用手工强制回收的方法。操作方法:①启动 `Weblogic` 控制台。②选择要配置的服务器。③选择 `M? onitoring` 标签。④选择 `Performance` 标签。⑤在(图 3)所示的标签窗口中,检查高用量时的内存使用图。⑥单击 `Force Garbage Collection` 按钮强制无用单元回收。

#### 3.2 连接池(`JDBCConnectionPool`)

连接池技术对 `JDBC` 中的原始连接进行封装,方便数据库应用对于连接的使用(特别是对于事务处理),提高了数据访问效率,也正是因为这个封装层的存在,隔离了应用的本身的处理逻辑和具体数据库访问逻辑,使应用本身可以复用。可以在 `config.xml` 文件中配置 `JDBCConnectionPool` 在连接池中的初始连接数和最大连接数、检测连接是否健康等各项参数,也可在 `Weblogic Server` 控制台配置。通过调整连接池的参数,可以优化数据库访问的性能,使系统平稳地运行。当 `Server` 后台出现启动或启动较慢、抛出异常(如出现: `ResourceException`、`SQLException`、`OutOfMemoryError` 等异常错误)、服务或应用挂起、数据库访问失败后重建连接等问题时,此时就应考虑引起错误的原因。引起 `JDBC` 错误的原因多种多样,此时可重点考虑是否是

因为 JDBC 配置错误、连接池资源分配问题、自动检测连接池带来的问题、数据库资源分配问题、内存泄漏或者是因为防火墙的配置导致连接关闭等方面的原因造成的。

nections(测试保留连接)参数。Test Frequency 参数设置测试的间隔时间,用来测试未被使用的连接的间隔时间,本系统中设为 30 分钟,当连接未被使用时间超过 30 分钟,该连接将被收回,进入连接池统一管理。

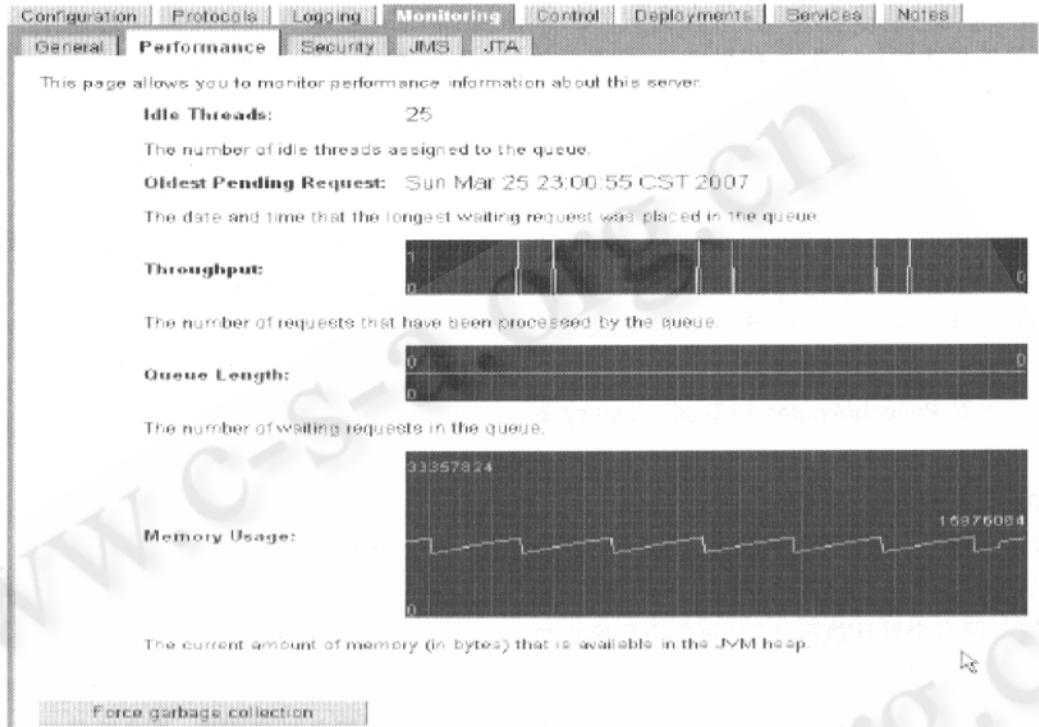


图 3

(1) 建立与关系型数据库管理系统的 JDBC 连接是相当慢的,为了提高数据访问的性能,我们需要调整参数 InitialCapacity(初始容量)、MaxCapacity(最大容量)和 CapacityIncrement(容量增长量),在 Weblogic Server 启动时,按照 InitialCapacity 值来建立初始连接数,客户机请求 JDBC 连接时,从池从取一个连接进行分配,当所有连接都用完时,在生成 CapacityIncrement 所指定的数据库连接数,将其加进 JDBC 连接池,完成峰值负荷时的工作。在本系统中,将 InitialCapacity 值设置为 MaxCapacity 值,使系统一启动就获得了最大的连接数,如果 InitialCapacity 小于最大容量的话,服务器要在峰值时生成数据库连接,但服务器在峰值负荷时所有的资源都在尽力完成用户请求,而不应该用来建立新数据库连接,综合考虑并发用户的数量,我们将这两个参数设为了 45,系统运行平稳。

(2) 自动检测连接是否处于健康状态的参数。Test Frequency(测试频率)参数和 Test Reserved Con-

之所以将此参数设为 30 分钟是考虑设得太短增加系统检测的频率,势必会影响系统的性能,太长则可能导致连接数被占完后不能及时释放未用的连接,导致客户的请求得不到响应,从而导致系统性能下降。Test Reserved Connections 参数是个复选参数,用来设置是否测试保留连接,即将一个连接分配给客户端时是否要进行检测,只有选择该参数时设置 Test Frequency(测试频率)参数值才生效。

(3) Inactive Connection Timeout(非活动连接超时)参数。指一个非活动的连接超过多少秒时 WebLogic Server 要求归还连接并将它释放回连接池。本系统将该参数高为设为 900 秒,主要目的是为了禁止长时间不使用服务并占用连接,从而可能导致的连接数被占满的可能性。

(4) Init SQL 参数。用来新创建一个物理连接时执行的 SQL 语句。我们将它设为一个 SQL 空语句 -- SQL SELECT 1 FROM DUAL,主要是为了提高系统性能。

(5) 当应用服务后台抛出 `ResourceException` 异常时,要对各种可能的情况进行排查。①是否可能是客户端的 JDBC 会话数超过了系统设定的连接数;②是否发生了连接泄漏,即执行线程空闲,连接池被占完的情况,如果这样可以考虑减少执行线程,适当增加最大连接数,或者可能是因为没有关闭连接导致的;③是否自动检测连接功能是打开的,如果打开,检查自动检测的频率是多少,是否一次有太多的连接被保留或被检测,如果是就要调整(2)、(3)中的相关参数的值;④是否是执行线程设置过少,不够处理 JDBC 工作。

(6) 还有一种情况可能是由于网络环境中的防火墙关闭了空间连接,最典型的是 `ORA-03113: end-of-file on communication channel` 错误,此时要设置在防火墙的超时时间内至少连接要保持活动至少一次,可以通过设置参数 `RefreshMinutes` 和 `TestFrequency` 来实现。

### 3.3 ThreadCount(线程数)参数

该参数是在配置 `ExecuteQueue` (执行队列) 时配置的,执行队列可以由一个或几个指定的 JSP、EJB、RMI 对象使用,服务器有个默认执行队列,向应用程序提供默认线程数(默认值 15),我们可以在控制台的 Server 中选择 `Monitoring` 标签,点击 `Configure Execute Queue` 来修改此参数。该参数表示使用执行队列的应用程序可以同时进行的操作数,在往执行队列中增加线程时应考虑处理器的处理能力,不一定越多越好,如果处理器无法支持增加的线程,则可能造成性能下降。下面是线程数的几种情形:①线程数小于 CPU 个数,这时 CPU 利用不足,增加线程数能优化性能。②线程数等于 CPU 个数,理论上是比较合理,但 CPU 利用率实际是不足,因为线程不一定同时执行工作,有些 CPU 也可能闲置,也需要增加线程。③线程数稍大于 CPU 个数,是实际比较理想的情况,CPU 可以高效利用。④线程数远大于 CPU 个数,这种情况不理想,可能造成性能下降,应减少线程数。但在本系统中,CPU 个数有 4

个,我们将线程数设为 45(和连接池的 `MaxCapacity` 值相等),是综合考虑硬件和应用程序的类型等因素来配置的,因为在系统中可以通过执行队列中的线程排队来处理 45 个线程数,不会造成线程不能进入执行队列而发生的无法处理线程的情况。系统运行已三年,性能稳定。

### 3.4 检测 CPU 占用过高

其表现特征为:对用户请求反应较慢、响应和操作开始超时。当发生 CPU 使用率过高时,首先获取线程快照,即导出执行线程的 `ThreadDump`,导出的信息自动产生到 JVM 的标准输出中,在本系统中平台是 IBM AIX,使用 `kill -3 pid` 导出快照,pid 为 jvm 的进程号。Pid 可以通过 `ps` 获得。然后用不同平台提供的工具分析生成的 `ThreadDump` 文件,找出导致 CPU 使用率过高的线程。

## 4 结束语

在应用服务器运行过程中,应用服务器性能的调整是个复杂的过程,考虑业务系统必须不间断运行的特点,分析服务产生的日志,分析日志中出现异常的值及导致这种错误的可能因素,并调整参数的值,通过一段时间的服务性能观察,将参数最终调整至一个合理的值。现在各财政应用服务器性能稳定,实现了  $7 \times 24 \times 365$  不间断运行。

### 参考文献

- 1 《Weblogic Server 系统管理和程序开发指南》,张洪斌等编著,机械工业出版社。
- 2 《BEA Weblogic Server 管理指南》,(美)Ali Akbar Keyur Shah 著,邱仲潘、陈纯颖、陈凌峰等译,机械工业出版社。
- 3 <http://www.bea.com.cn> BEA 中国网站