

## ORACLE 7 联机事务处理技术

联机事务处理是比较特殊的一类应用,一般体现为同时工作的用户数较多,对数据的操作申请比较简单,但要求比较快的响应时间。针对这类应用,计算机系统必须提供一个处理环境,在这个处理环境下,能支持大量同时工作的用户,并提供比较大的系统吞吐量来消化用户的大量申请。具体来说,就是要有较好的用户管理手段,有效的内存缓冲区管理,优化的 I/O 进程控制,有效的系统封锁处理,快速的网络管理功能等等。因此,为了在联机事务处理应用中达到较好的性能,必须有适用于联机事务处理的硬件平台、操作系统、网络环境提供基础,配合数据库处理,才能实现理想的联机事务处理。

ORACLE7 能支持几乎所有常见的硬件平台及操作系统,这种支持不是简单的内核移植,而是针对不同的操作系统,均书写了不同的 ORACLE7 内核,目的是为了充分利用不同操作系统的优势,并在数据处理方面加以发挥,特别是对联机事务处理的硬件平台,ORACLE7 在内核中,直接加入了联机事务处理所要求的功能,并与硬件平台配合,直接提供数据库的运行环境,这些直接嵌入核心中的运行环境包括以下几个方面:

### 1. 多线索多进程体系结构

正如前面提到的那样,ORACLE7 的多线索结构能用最少的系统资料去管理大量的用户,并监听客户端发来的用户申请。在相同的硬件环境下,用 ORACLE7 的多线索技术所支持的用户数,是其他数据库系统的 5~10 倍。除了多线索结构,ORACLE7 还采用多进程的处理方式,从根本上加快每一个用户申请的处理速度。特别是在大量申请需要处理的情况下,保持内存中请求队列在大部分时间处于队列空的状态。更为灵活的是,ORACLE7 多进程的数量是动态可调整的,使用相应的系统参数,可以控制服务器进程的个数,当应用环境、工作量、硬件环境等发生变化时,可以构造不同的 ORACLE7 内核的进程,使用户的申请在任何时候保持较快的处理效率。

### 2. ORACLE7 高速缓存管理技术

数据库高速缓存管理,是影响联机事务处理性能的一个关键因素,能充分且有效地利用高速缓存,就能大大减少

许多重复操作,大大减少不必要的 I/O,从而提高语句的执行速度。ORACLE7 有一套十分有效的内存高速缓存管理的技术,最大限度地减少重复操作,并把 I/O 次数减少到最低。

ORACLE7 把高速缓存分为三个部分,见下图:

编译后的 SQL 语句共享缓存	数据块缓存	日志记录缓存
-----------------	-------	--------

第一部分为编译后的 SQL 语句共享缓存,用户提出的 SQL 申请,经过语法分析及编译后,存贮在这个部分,若其他用户提出了相类似的 SQL 申请,则直接调用缓冲区中的编译后的结果,而不要求重复一个类似的语法分析。在联机事务处理的环境中,由于大部分用户提出的 SQL 申请都是相类似的,因此缓冲区中语句的命中率比较高,从而能比较有效地减少多次的语法分析。

缓冲区的第二部分,为数据块缓存,把数据库中的数据块调入内存,供多用户共享使用,ORACLE7 采用先进的预读入技术,把用户比较关心的数据预先读入内存中,并用 LRU(目前最少使用算法),使共享程度较高的数据尽量长时间地保留在内存中,当处理某个用户的申请时,若所需的数据已经在内存中,则可直接操作,省去了对磁盘的一次 I/O 读操作,经过 ORACLE7 的性能监控功能观察,ORACLE7 的数据块命中率一般在 89%~95%之间,这说明 ORACLE7 的共享缓存技术十分有效,系统的 I/O 处理达到最优。除了读操作外,ORACLE7 还有延迟数据块写的处理和立即响应的日志写处理等。

缓冲区的第三部分,为日志记录缓存,这部分的信息是在每次对数据进行了操作后,由 ORACLE7 自动生成的,并在适当的时候写入磁盘中的日志文件中。日志文件用来在数据库发生异常时,自动恢复数据库,以保护数据库的正常工作。

### 3. 并发控制

在多用户并发工作的情况下,写/写冲突及读/写冲突是主要的影响实时操作效果的因素,是联机事务处理要解决的主要问题。ORACLE 采用行级封锁来解决写/写冲突;当用户要对一张表做修改或更新操作时,会自动锁定要修改的记录行,而不是整张表,当其他用户同时也要修改

同一张表时,也将锁定各自需要修改的记录行,只有在两个或多个用户需要修改同一记录行时,才会出现排队等待锁资源的现象,这种行级封锁大大降低了冲突的机率,与页级锁或表级锁相比,大大提高了系统的吞吐量。

ORACLE 采用读一致快照技术来解决读/写冲突,而不是采用传统的读锁方式。当一用户对某一记录进行修改时,系统会自动生成一个该记录的拷贝,称为读一致性快照。而另一用户同时要读取这一记录行时,读操作将读取读一致快照的内容,而不用加读锁。因此读操作将不被写操作所阻挡,同样,写操作也同样不会被读操作所阻挡。可见 Oracle 的行级封锁及读一致性快照技术,使得在大量用户并发工作的联机事务处理环境下,用户发生冲突而排队等候的现象减少到了最低,大大提高系统的吞吐量,提高实时响应速度。

另外,ORACLE7 还有灵活的查询优化机制,确保查询操作的快速完成,如基于规则的语句结构优化,基于成本的智能优化、哈希方法、分布式查询优化等,都能在不同的使用方法,为不同层次的用户自动提供最佳的优化方案,而无需用户编程指明。

#### 4. ORACLE7 的高性能

根据 1993 年 11 月美国 TPC 组织提供的测试报告,ORACLE7 在目前国际上流行的硬件平台上均获得了最高的 tps 值。这些创记录的结果,在数据库市场中尚无其他数据库产品能望其项背。另据 1993 年 11 月,美国著名的《PC MAGAZINE》对 6 家主要数据库厂家的测试结果,ORACLE7 在数据库的数据装载、数据查询、数据库读/写操作等方面,都获得绝对优势。其远远超过其他数据库软件的优越的性能,使得大多数硬件公司都以 ORACLE7 为基础进行性能的测试,也说明 ORACLE7 的确能让不同的硬件平台发挥出其最佳的效能。ORACLE7 不仅性能优越,还有功能很强的性能监控和调整手段,使用户在不同的使用环境,不同的系统要求下,调整数据库的行为,以满足不同应用层次的要求。

Oracle 提供对大型数据库和分布式数据库系统进行有效管理的工具 SQL \* DBA,使数据库管理员可以利用 SQL \* DBA 进行直观的动态的系统性能监控和系统性能调整,SQL \* DBA 具有友好用户界面和窗口,使管理工作更容易、更直观、更有效。

Oracle 可以让数据库管理员通过任意一个客户机工作站来调用 SQL \* DBA 对整个系统性能进行监控,而不仅仅

是从服务器本身进行监控,并且使监控信息自动刷新,而不必书写一条条的查询或其它命令。

利用 SQL \* DBA 可以监控:

- ① 服务器内存分配和竞争情况
- ② 服务器磁盘 I/O 的竞争和高速缓存(CACHE)的命令率

③ 数据字典活动锁以及用户之间对数据资源的锁的竞争  
同时利用 Oracle 的 SQL Trace 以及 TKPROF 设施可以监控:

① 任一特殊 SQL 语句的执行/访问计划(由 Explain Plan 实现)

② 活动用户以及其执行的 SQL 语句

③ 对一个单一 SQL 语句的性能统计(如:CPU 时间和磁盘 I/O 情况,由 SQL Trace 实现)

Oracle 提供性能监控手段就是为了动态地进行系统性能调整。通过对存储空间分配的调整,索引的控制,以及动态地移动数据库或数据库文件而不需要数据卸出和重装人等方法来实现性能调整,同时 ORACLE 数据库提供一系列可调整的系统运行参数,来进一步调整系统性能使之达到最佳运行状态,这些运行参数涉及如:

- \* 数据字典信息
- \* 缓存在内存中的大小及数量
- \* 系统检查点(checkpoint)出现的频率
- \* 虚拟内存的大小等

#### 5. 数据完整性控制

除了以上处理能力以及处理速度外,联机事务处理还要求数据库具有强有力的数据管理手段,如有效的数据完整性控制、数据安全控制、可靠性保障等,且这些管理功能不会影响正常的处理速度。

ORACLE7 具有一套完整的数据完整性控制机制,这些控制也是直接嵌入 ORACLE7 核心中实现的。如:实体完整性约束,自动对表中字段的取值进行正确与否的判断;自动的引用完整性约束,可自动对多张表进行相互制约的控制。实体完整性以及引用完整性均为申明式的,就是说,只要简单地建立或修改表的定义完整性规则,以后 Oracle DBMS 会自动实施这些约束。这样把应用开发和维护成本降到了最低(因为没有代码),也改善了应用可靠性(由 DBMS 来确保实施),并且降低了实施开销(ORACLE7 优化约束实施操作)。

另外,ORACLE7 还提供用 PL/SQL 书写的存储过程和触发子,在多个层次上实施很复杂的商业规则。存储

过程及触发子可以包含一条或多条 SQL 语句,也可以包含多个 PL/SQL 程序块,它们经编译后存贮在 ORACLE7 中。存贮过程可以被其他 Oracle 工具调用,并支持远程客户直接调用,这就是远过程调用。触发子则会在每次对数据进行插入、更新、删除时,自动被触发。ORACLE7 触发子有很强的功能,如每当一种特定部件的库存下降超过一定界限时,一个触发子可以自动生成一个新的定单,触发子可用于维护导出数据,执行基于内容的审计,以及执行同步的表副本复制。触发子可在触发语句之前或之后执行(或称事前触发及事后触发);既可以由一条语句也可以是由每一行触发执行。ORACLE7 强有力的触发子实现是严格遵从 ANSI/ISO SQL3 定义草案的。

### 6. 数据库高可靠性

ORACLE7 有一套较完整的容错机制来保证系统的可靠性,它支持联机备份与恢复。ORACLE7 联机方式的备份,是由一个独立的后台进程完成的,由于该后台进程与负责数据库日常工作的其它进程处于并行工作方式,因此,联机备份能保证在做备份时,不影响前台交易进行的速度,并且该后台进程能保证对整个数据库做出完整的备份。ORACLE7 的联机恢复方式,是以不影响其他用户的交易为前提的,当局部发生故障时,进行局部修复,不影响同一数据库中其他用户的交易;更不影响网络中其他节点的日常工作。另外,ORACLE7 的恢复功能,还能将整个数据库恢复到某一时间,还原数据库的某一历史状态。下面我们按照异常情况的种类,介绍 ORACLE7 的可靠性技术以及采用的手段。

常见的异常情况一般有内存异常、进程异常、磁盘介质错、网络错等几种。当发生内存出错、进程出错(如异常掉电、关机)时,ORACLE 数据库不需要用户采用什么特殊的恢复手段,只需重新启动数据库,就能得到出现异常前一瞬间的数据库的一致性状态。当磁盘介质错时,或采用整个数据库的恢复,或采用局部恢复。整个数据库的恢复是采用脱机恢复的方式,恢复的依据是已有的系统备份,恢复的过程很简单,只要用一条命令“SQLDBA>Recover”即可,局部恢复是采用联机恢复的方式,前台的过程也是一条命令:“SQLDBA>Recover tablespace”。在联机恢复过程中,主控台会不断有信息提示,要求联入某备份文件,系统管理员只要依据这些要求,装入相应文件即可。当出现网络错时,由于 ORACLE 具有节点自治的能力,网络故障不

会影响各节点或局部网络的正常工作。若恰好此时有跨网的交易进行,则 ORACLE 的分布式更新机制会自动检测到网络的不正常,并自动采用两阶段提交技术来保证网络数据的一致性不受破坏,待网络恢复正常后,各跨网交易再重新进行。除了联机备份/恢复的手段外,ORACLE7 自身还有一定的容错能力,实现基于软件的数据库镜像及日志文件的镜像功能。在 ORACLE7 中,利用数据库参数,能自动实现数据库运行日志文件的镜像功能。当某一日志文件遭到破坏时,ORACLE7 能自动切换到镜像的日志文件上,保证系统的正常运行。ORACLE7 利用数据库触发子,可实现数据库的镜像功能,这些镜像功能,不依赖于计算机硬件平台,即使在硬件平台不提供容错功能的时候,也能为数据库实现容错的保护。

### 7. 数据库安全控制

ORACLE7 的安全控制机制,是由系统权限、数据权限、角色权限这三级体系结构组成的。所谓系统权限,是指对数据库系统及数据结构的操作权,例如创建/删除数据链路、同义词、审计、索引、存储过程、触发子等等。所谓数据权限,是指用户对数据的操作权,如查询、更新、完整性约束、运行存储过程等等。所谓角色权限,是把几个相关的权限组织成角色,角色之间可以进一步组合而成为一棵层次树,以对应于现实世界中的行政职位。角色权限除了限制操作权、控制权外,还能限期执行某些应用程序的权限,这样的安全控制体系,使得整个系统的管理人员及程序开发人员能控制系统命令的运行、数据的操作以及应用程序的执行。这一安全体系已通过了美国计算机安全中心(NCSC)C2级标准的测试。实际上,对命令运行权及应用程序执行权的控制,已超出了C2级标准。在一些安全级别达到B1级标准的操作系统平台上,如HP的HP-UX BLS, DEC SEVMS, DEC ULTRIX MLS+, SUN OS MLS, ATT V/MLS, DEC OSF 等等,ORACLE 还有以B1级标准建立的Trusted ORACLE 产品,B1级产品的主要特点,是除了以对象名(表名、列名、索引等)为基础来限制存取的离散型安全管理外,还有以数据安全程度为基础来限制存取的强制型安全管理。

目前,Trusted ORACLE 运行在 HP-UX BLS 上的产品,正在经受 NCSC B1 级的测试,这是迄今为止,唯一的接受 C2 以上级测试的数据库产品。

(ORACLE 公司供稿)