

第十章 数据库恢复技术

• 事务的基本概念

• 数据库恢复机制

- 是数据库管理系统DBMS的重要组成部分。
- 数据库恢复是**基于事务的**，所以必须先弄清楚事务的概念。

• 事务

- (最早为了解决多个用户同时使用数据库的**并发问题**而引入)
- 事务是**用户定义的一个数据库操作序列**，这些操作要么全做，要么全不做，是一个**不可分割**的工作单位。
- 在关系数据库中，一个事务可以是一条SQL语句，一组SQL语句或整个程序。
- 事务的开始与结束可以由**用户显式控制**，或由DBMS按缺省**自动划分**。在SQL语言中，**定义事务的语句**有三条

• 事务的特性 ACID

- 原子性(Atomicity)
 - **最小工作单位**
- 一致性(Consistency)
 - 一个正确状态到另一个正确状态
- 隔离性(Isolation)
 - 事务**不相互干扰**
- 持续性(Durability)
 - 事务提交对数据库**影响是永久性的**
- 事务是恢复和并发控制的基本单位。
- 保证事务ACID特性是事务处理的重要任务

• 数据库恢复概述

- 数据库管理系统必须具有把数据库**从错误状态**恢复到**某一已知的正确状态**的功能，这就是**数据库的恢复**

• 恢复子系统

- 是数据库管理系统的一个重要组成部分
- 恢复技术是否行之有效，是**衡量系统性能优劣的重要指标**

• 故障的种类

• 事务内部的故障(UNDO)

- 事务故障意味着**事务没有达到预期的终点**（COMMIT或ROLLBACK），从而数据库可能**处于不正确状态**。
- 此时必须强行**回滚（ROLLBACK）该事务**。这类恢复操作称为**事务撤消（UNDO）**

- 系统故障(UNDO + REDO)
 - 系统故障是指造成系统停止运转的任何事件，使得系统要重新启动。
 - 如硬件故障
 - 操作系统故障
 - DBMS代码错误
 - 突然停电等。
 - 系统重新启动时，恢复子系统需要撤消（UNDO）所有未完成（非正常终止）的事务，并重做（REDO）所有已提交的事务。
- 介质故障
 - 系统故障称为软故障，介质故障称为硬故障。
 - 硬故障指外存故障，如磁盘损坏等。
 - 这类故障将破坏数据库或部分数据库。
 - 这类故障发生的可能性很小，但破坏性最大
- 计算机病毒或恶意攻击
 - 这是一种人为的故障或破坏
- 恢复的实现技术
 - 恢复的原理——冗余
 - 恢复机制涉及两个关键问题：
 - （1）如何建立冗余数据
 - （2）如何利用这些冗余数据实施数据库恢复。
 - 建立冗余数据最常用的技术
 - 是数据转储（DBA定期进行）
 - 静态转储
 - 转储时系统无事务运行
 - 动态转储
 - 海量转储
 - 转储全部数据
 - 增量转储
 - 仅转储更新数据
 - 和登录日志文件（记录事务对数据库的更新操作）
 - 日志文件的格式和内容
 - 以记录为单位的

$\langle T_0 \text{ commit} \rangle$

$\langle T_1 \text{ start} \rangle$

$\langle T_1, C, 700, 600 \rangle$

- 以数据块为单位的
- 日志文件的作用
 - 登记日志文件
 - 登记严格按并发事务执行的时间顺序
 - 先写日志文件，再写数据库
- 通常在一个数据库系统中，这两种方法是一起使用的
- 恢复策略
 - 总原则
 - 当系统运行过程中发生故障，利用数据库后备副本和日志文件就可以将数据库恢复到故障前的某个一致性状态。
 - (1) 利用数据库（转储）后备副本重装数据库。
 - 后备副本 + REDO
 - 需要DBA的介入。
 - 装入最新的数据库后备副本。使数据库恢复到故障发生前最近转储时的一致性状态。
 - 装入日志文件副本，利用日志文件进行REDO
 - (2) 通过搜索（正向或反向扫描）日志文件，确定并对事务进行REDO或UNDO处理
 - UNDO 系统自动完成
 - UNDO + REDO 系统自动进行
 - 正向扫描日志文件，将已提交事务(故障发生前已COMMIT)标志记入REDO队列，未完成事务，将其事务标志记入UNDO队列。
 - 对UNDO队列中的事务进行UNDO处理。
 - 对REDO队列中的事务进行REDO处理
 - 不同故障其恢复策略和方法也不一样
 - 具有检查点的恢复技术
 - 不带检查点技术的恢复技术的一大缺陷
 - 系统重新启动时需要大量REDO实际上没有必要做
 - 检查点技术的思想
 - 建立检查点的步骤
 - 将当前日志缓冲区中的所有日志记录写入磁盘上的日志文件

- 将当前数据缓冲区的所有被修改过的数据记录写入磁盘的数据库
- 在日志文件中写入一个检查点记录
- 有检查点的系统恢复策略
 - 反向扫描日志文件
 - 如果发现<*Ti* **commit**>, 将*Ti* 记入REDO队列
 - 如果发现<*Ti* **begin**>, 而*Ti* 不在REDO队列中, 将*Ti* 记入UNDO队列
 - 一直找到最近的一个<checkpoint *L*>记录, 如果*L*中的事务不在REDO队列中则将其记入UNDO队列
 - UNDO队列中的事务执行UNDO处理; 对REDO队列中的事务执行REDO处理
- 数据库镜像
 - 自动地把整个数据库或其中的关键数据复制到另一个磁盘上, DBMS自动保证镜像数据与主数据的一致性。
 - 一旦出现介质故障, 可由镜像磁盘继续提供使用, 同时DBMS自动利用镜像磁盘数据进行数据库的恢复, 不需要关闭系统和重装数据库副本。
 - 在没有出现故障时, 数据库镜像还可以用于并发操作

以上内容整理于 [幕布文档](#)