



19.2 Explain the purpose of the checkpoint mechanism. How often should checkpoints be performed? How does the frequency of checkpoints affect:

- System performance when no failure occurs?
- The time it takes to recover from a system crash?
- The time it takes to recover from a media (disk) failure?

checkpoint 的作用是定期将内存中的数据写入磁盘，以防止系统崩溃时数据丢失。

1. 当系统正常运行时，checkpoint 的频率越高，系统性能越低，因为频繁的写入磁盘会降低系统的性能。
2. 当系统崩溃时，checkpoint 的频率越高，恢复时间越短，因为数据丢失的量越小。
3. 当磁盘发生故障时，checkpoint 的频率越高，恢复时间越长，因为需要恢复的数据量越大。

19.10 Explain the reasons why recovery of interactive transactions is more difficult to deal with than is recovery of batch transactions. Is there a simple way to deal with this difficulty? (Hint: Consider an automatic teller machine transaction in which cash is withdrawn.)

我认为主要有以下几个原因：

1. **实时性要求：**交互式事务需要实时处理用户请求，如自动取款机的交易。在故障发生后，必须立即恢复并继续处理，以确保用户体验和系统可靠性。批处理事务通常在后台运行，对实时性要求较低。
2. **数据一致性：**交互式事务涉及多个步骤，这些步骤之间的数据必须保持一致。如果在交易过程中发生故障，必须确保操作要么全部完成，要么全部不做，以避免数据不一致。例如，在自动取款机的交易中，提款金额需要从用户账户中扣除，并且现金需要从机器中发放。如果在此过程中发生故障，系统必须确保不会导致用户账户金额与实际发放的现金不符。
3. **并发性：**交互式事务通常是多用户并发进行的，这增加了恢复的复杂性。必须确保在恢复过程中不会影响其他正在进行的事务，并正确处理多个并发事务之间的相互影响。批处理事务并发性较低，恢复相对简单。

一个简单的解决方法是使用事务日志记录每个步骤的状态，以便在故障发生时可以回滚到上一个一致状态。这种方法能有效地简化交互式事务的恢复过程。

19.21 Consider the log in Figure 19.5. Suppose there is a crash just before the log record

`<T0 abort>` is written out. Explain what would happen during recovery.

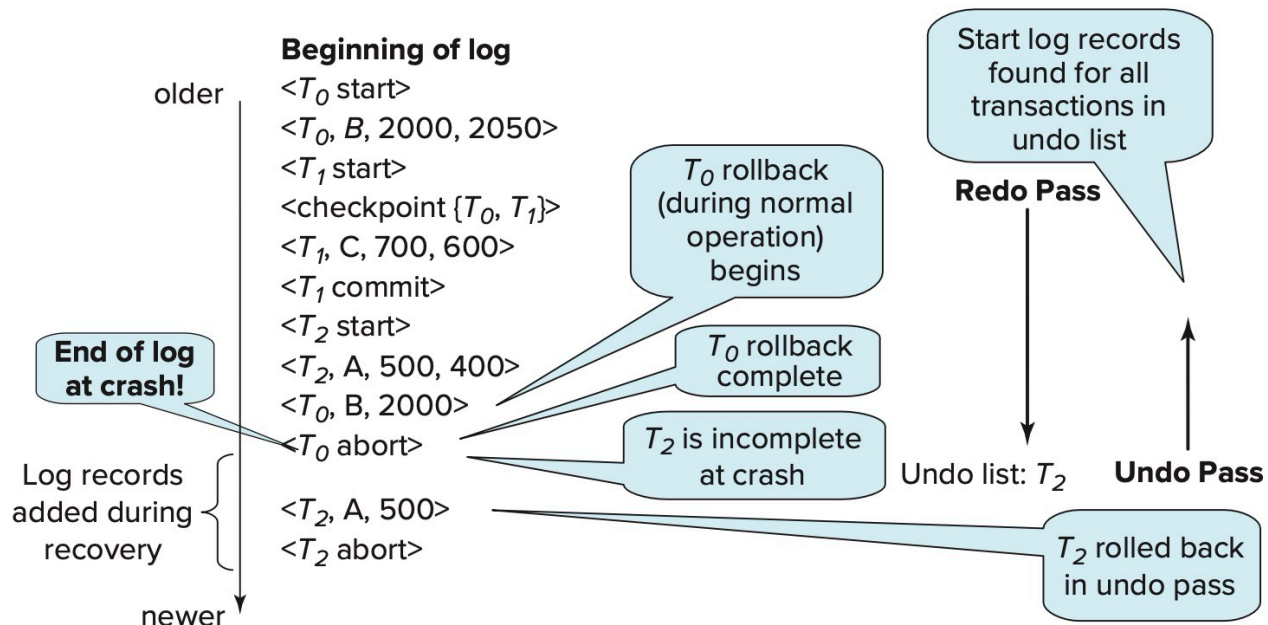


Figure 19.5 Example of logged actions and actions during recovery.

那么我们有 T0、T2 两个事务需要 Undo。不过由于 `<T0, B, 2000>` 已经被写，所以不需要写额外的。然后我们写入 `<T2, A, 500>`，然后写入 `<T2, abort>`。最后写入 `<T0, abort>`。

19.25 In ARIES recovery algorithm,

- If at the beginning of the analysis pass, a page is not in the checkpoint dirty page table, will we need to apply any redo records to it? Why?
- What is RecLSN, and how is it used to minimize unnecessary redos?

a. 可能需要。因为可能 analysis 结束后有新的 page 加入脏页表。那么可能就要 redo 了。

b. RecLSN (Recovery LSN) 是指脏页表中每个页面的恢复日志序列号。它表示该页面第一次被标记为脏页的日志记录的 LSN。

Redo 阶段中，如果一个日志记录的 LSN 小于该页面的 RecLSN，则说明这个记录已经在磁盘中被应用到了该页面。因此，我们不需要对该日志进行重做，以减少不必要的重做操作。