

16 行锁：InnoDB替代MyISAM的重要原因

更新时间：2019-09-10 09:36:19



“

劳动是一切知识的源泉。

——陶铸

”

上一节我们聊到了 MySQL 的全局锁和表锁，这一节，让我们聊一聊行锁。

MySQL 5.5 之前的默认存储引擎是 MyISAM，5.5 之后改成了 InnoDB。InnoDB 后来居上最主要的原因就是：

- InnoDB 支持事务：适合在并发条件下要求数据一致的场景。
- InnoDB 支持行锁：有效降低由于删除或者更新导致的锁定。

本节就一起来探讨 InnoDB 的行锁。

在讲解行锁之前，我们首先来看一下两阶段锁协议。

1 两阶段锁

传统的关系型数据库加锁的一个原则是：两阶段锁原则。

两阶段锁：锁操作分为两个阶段，加锁阶段和解锁阶段，并且保证加锁阶段和解锁阶段不相交。

我们可以通过下面这张表理解两阶段锁：

序号	MySQL 操作	解释	锁阶段
1	begin;	事务开始	
2	insert into ...;	加 insert 对应的锁	加锁阶段
3	update table ...;	加 update 对应的锁	加锁阶段
4	delete from ...;	加 delete 对应的锁	加锁阶段
5	commit;	事务结束，同时释放 2、3、4 步骤中加的锁	解锁阶段

2 InnoDB 行锁模式

InnoDB 实现了以下两种类型的行锁：

- 共享锁（S）：允许一个事务去读一行，阻止其它事务获得相同数据集的排他锁；
- 排他锁（X）：允许获得排他锁的事务更新数据，阻止其它事务取得相同数据集的共享读锁和排他写锁。

对于普通 `select` 语句，InnoDB 不会加任何锁，事务可以通过以下语句显式给记录集加共享锁或排他锁：

- 共享锁（S）：`select * from table_name where ... lock in share mode;`
- 排他锁（X）：`select * from table_name where ... for update。`

3 InnoDB 行锁算法

InnoDB 行锁的三种算法：

- **Record Lock**：单个记录上的索引加锁。
- **Gap Lock**：间隙锁，对索引项之间的间隙加锁，但不包括记录本身。
- **Next-Key Lock**：Gap Lock + Record Lock，锁定一个范围，并且锁定记录本身。

InnoDB 行锁实现特点意味着：如果不通过索引条件检索数据，那么 InnoDB 将对表中所有记录加锁，实际效果跟表锁一样。

4 事务隔离级别

不同事务隔离级别对应的行锁也是不一样的，因此在讲解行锁的锁定范围之前，先简单聊聊事务隔离级别。事务隔离级别的详细介绍放在下一章。

MySQL 的 4 种隔离级别：

- **Read uncommitted**（读未提交）：在该隔离级别，所有事务都可以看到其它未提交事务的执行结果。可能会出现脏读。
- **Read Committed**（读已提交，简称：RC）：一个事务只能看见已经提交事务所做的改变。因为同一事务的其它实例在该实例处理期间可能会有新的 `commit`，所以可能出现幻读。
- **Repeatable Read**（可重复读，简称：RR）：这是 MySQL 的默认事务隔离级别，它确保同一事务的多个实例在并发读取数据时，会看到同样的数据行。消除了脏读、不可重复读，默认也不会出现幻读。
- **Serializable**（串行）：这是最高的隔离级别，它通过强制事务排序，使之不可能相互冲突，从而解决幻读问题。

这里解释一下脏读和幻读：

- 脏读：读取未提交的事务。
- 幻读：一个事务按相同的查询条件重新读取以前检索过的数据，却发现其他事务插入了满足其查询条件的新数据。

5 RC 隔离级别下的行锁实验

有时我们可能会思考，某条语句（类似 `select * from table_name where a=... for update;`）是怎么加锁的？

要想分析某条 SQL 是怎么加锁的，如果其他信息都不知道，那就得分几种情况了，不同情况加锁的方式也各不一样，比较常见的一些情况如下：

- RC 隔离级别，a 字段没索引。

- RC 隔离级别，a 字段有唯一索引。
- RC 隔离级别，a 字段有非唯一索引。
- RR 隔离级别，a 字段没索引。
- RR 隔离级别，a 字段有唯一索引。
- RR 隔离级别，a 字段有非唯一索引。
- ...

Read uncommitted 和 Serializable 这两种隔离级别在生产环境基本不用，就不做分析了。

我们先验证 RC 隔离级别下的几种情况，RR 隔离级别的实验放在下节：

首先创建测试表及写入数据：

```
use muke;

drop table if exists t16;

CREATE TABLE `t16` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `a` int(11) NOT NULL,
  `b` int(11) NOT NULL,
  `c` int(11) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id`),
  UNIQUE KEY `uniq_a` (`a`) USING BTREE,
  KEY `idx_c` (`c`)
) ENGINE=InnoDB CHARSET=utf8mb4;

insert into t16(a,b,c) values (1,1,1),(2,2,2),(3,3,3),(4,4,3);
```

让我们开始实验吧！

5.1 通过非索引字段查询

我们首先来看一下条件字段不使用索引的例子：

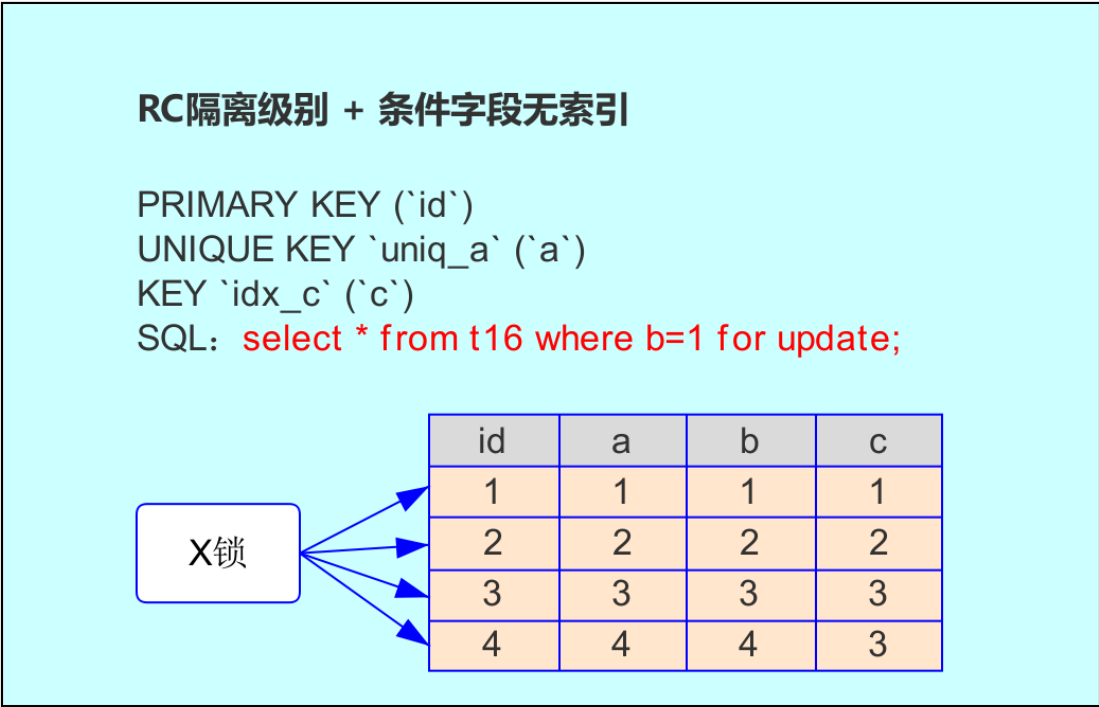
session1	session2
set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/	set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/
begin;	
use muke; select * from t16 where b=1 for update; ... 1 row in set (0.00 sec)	
	use muke; select * from t16 where b=2 for update; (等待)
commit;	select * from t16 where b=2 for update; ... 1 row in set (6.81 sec) (session1 执行 commit 后立马返回结果)

这里解释一下为什么要用 for update?

我们常使用的查询语句，比如 select * from t16 where b=1 属于快照读，是不会看到别的事务插入的数据的。

而在查询语句后面加了 for update 显式给记录集加了排他锁，也就让查询变成了当前读。插入、更新、删除操作，都属于当前读。其实也就可以理解 select ... for update 是为了让普通查询获得插入、更新、删除操作时所获得的锁。

表面看起来 session1 只给了 b=1 这一行加了排他锁，但 session2 在请求其它行的排他锁时，却出现了锁等待。看下图：



由于 b 字段没有索引，因此只能走聚簇索引，进行全表扫描。从上图中可以看到，满足条件的记录有一条，但是聚簇索引上的所有记录，都被加上了 X 锁。

为什么不是只在满足条件的记录上加锁呢？

这是因为在 MySQL 中，如果一个条件无法通过索引快速过滤，那么存储引擎层面就会将所有记录加锁后返回，然后由 server 层进行过滤。因此也就把所有记录都锁上了。

当然 MySQL 在这里有一些改进的，在 server 层过滤掉不满足条件的数据后，会把不满足条件的记录放锁。保证了最后只会持有满足条件的锁，但是每条记录的加锁操作还是不会省略。

总结：没有索引的情况下，InnoDB 的当前读会对所有记录都加锁。所以在工作中应该特别注意 InnoDB 这一特性，否则可能会产生大量的锁冲突。

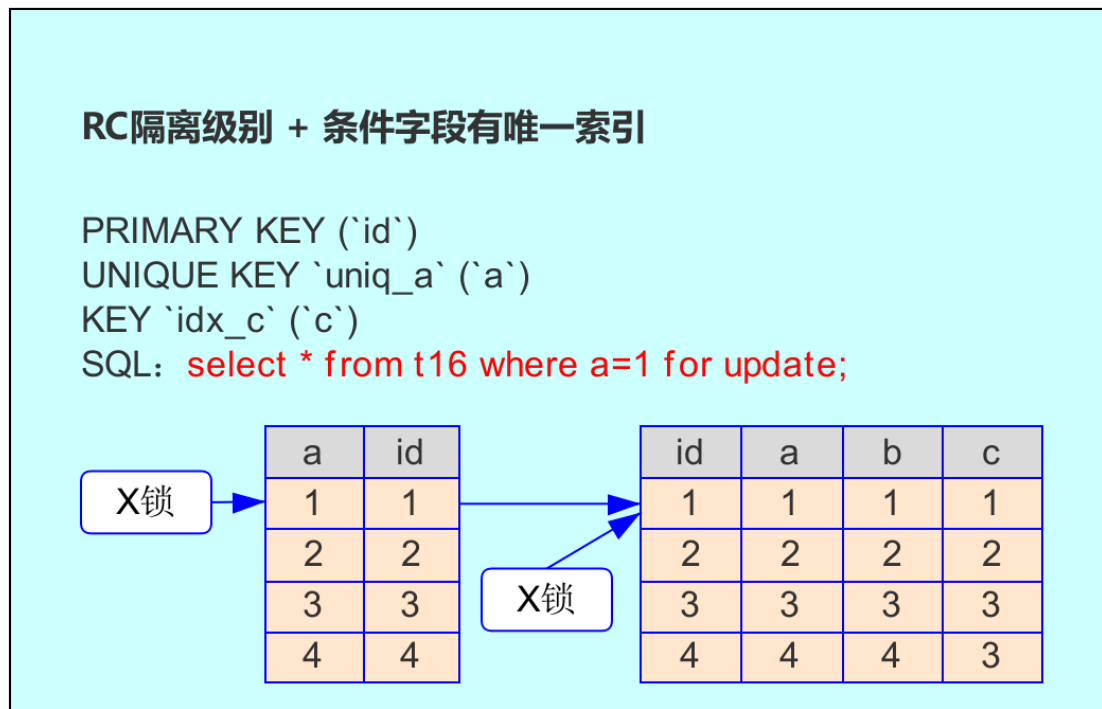
5.2 通过唯一索引查询

我们再来看一下条件字段有唯一索引的例子：

session1	session2
set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/	set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/
begin; use muke; select * from t16 where a=1 for update; ... 1 row in set (0.00 sec)	
	use muke; select * from t16 where a=2 for update; ... 1 row in set (0.00 sec)

session1	session2
	select * from t16 where a=1 for update; (等待)
commit;	select * from t16 where a=1 for update; ... 1 row in set (4.70 sec) (session1 提交后, 马上返回结果)

session1 给了 a=1 这一行加了排他锁，在 session2 中请求其他行的排他锁时，不会发生等待；但是在 session2 中请求 a=1 这一行的排他锁时，会发生等待。看下图：



由于 a 是唯一索引，因此 select * from t16 where a=1 for update; (后面称为 SQL2) 语句会选择走 a 列的索引进行条件过滤，在找到 a=1 的记录后，会将唯一索引上 a=1 索引记录上加 X 锁，同时，会根据读取到的 id 列，回到聚簇索引，然后将 id=1 对应的聚簇索引项加 X 锁。索引的原理可以复习第 10 节 《为什么添加索引能提高查询速度》。

为什么聚簇索引上的记录也要加锁呢？

比如，并发的一条 SQL，是通过主键索引来更新：update t16 set b=10 where id =1; 如果 SQL2 没有将主键索引上的记录加锁，那么并发的 update 并不知道 SQL2 在执行，所以如果 update 执行了，就违背了同一记录上的更新或者删除需要串行执行的约束。

总结：如果查询的条件是唯一索引，那么 SQL 需要在满足条件的唯一索引上加锁，并且会在对应的聚簇索引上加锁。

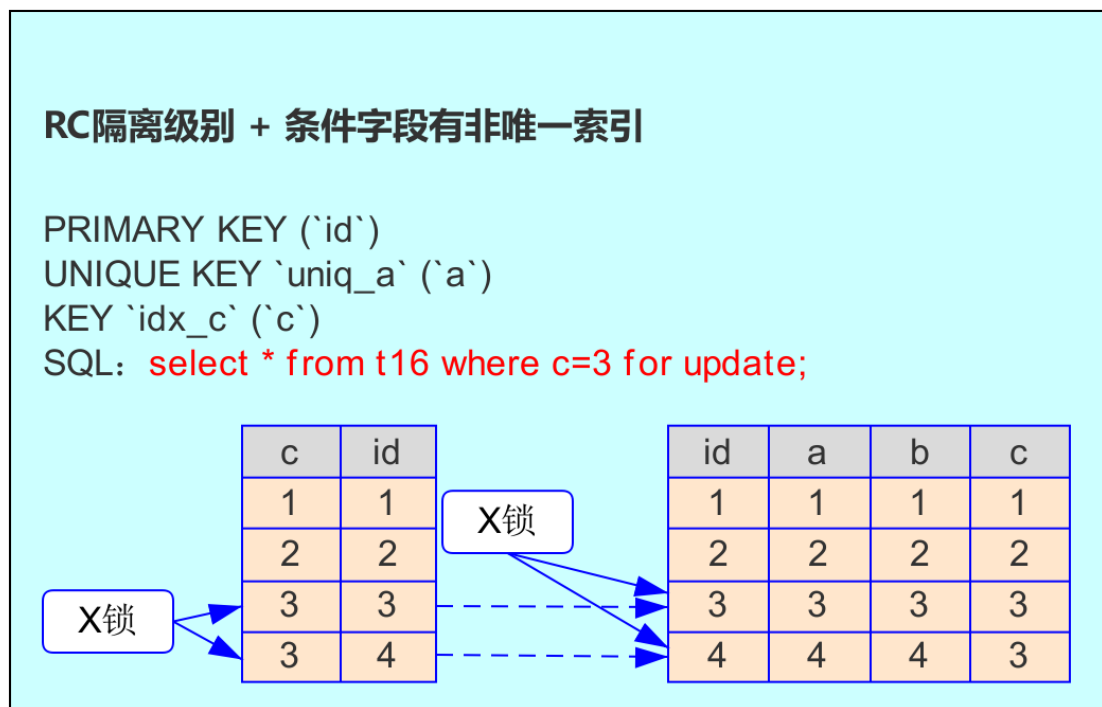
5.3 通过非唯一索引查询

我们再来看一下条件字段有非唯一索引的例子：

session1	session2	session3
set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/	set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/	set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/
begin;		

session1	session2	session3
use muke; select * from t16 where c=3 for update; ... 2 rows in set (0.00 sec)		
	use muke; select * from t16 where a=1 for update; ... 1 row in set (0.00 sec)	use muke; select * from t16 where a=2 for update; ... 1 row in set (0.00 sec)
	select * from t16 where a=3 for update; (等待)	select * from t16 where a=4 for update; (等待)
commit;	select * from t16 where a=3 for update; ... (session1 提交后, 马上返回结果)	select * from t16 where a=4 for update; ... (session1 提交后, 马上返回结果)

我们在满足条件 **c=3** 的数据上加了排他锁，如上面结果，就是第 3、4 行。因此第 1、2 行的数据没被锁，而 3、4 行的数据被锁了。如下图：



通过上图可以看到，在 **a** 字段的非唯一索引上，满足 **c=3** 的所有记录，都被加了锁。同时，对应的主键索引上的记录也都加上了锁。与通过唯一索引查询的情况相比，唯一索引查询最多有一行记录被锁，而非唯一索引将会把满足条件的所有记录都加上锁。

总结：如果查询的条件是非唯一索引，那么 **SQL** 需要在满足条件的非唯一索引上都加上锁，并且会在它们对应的聚簇索引上加锁。

6 总结

今天我们聊了一下 InnoDB 行锁，这是 InnoDB 替代 MyISAM（只支持表锁）的一个比较重要的原因。

在文稿的开始，跟大家讲解了两阶段锁、行锁模式、行锁算法以及事务隔离级别等。

我们做了 RC 隔离级别下不同场景的行锁实验，比较重要的一点是：在更新数据时，如果条件字段没索引，则表中所有记录都会被加上 X 锁。所以在工作中应该尽可能的让查询走索引。

本节讲解了 RC 隔离级别的锁实验，在下节会讲解 RR 隔离级别下的行锁情况，从而理解间隙锁的意义。

7 问题

还是拿本节的测试表 t16，进行如下实验：

session1	session2
set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/	set session transaction_isolation='READ-COMMITTED';/* 设置会话隔离级别为 RC*/
begin;	begin;
	use muke; select * from t16 where c=3 for update; Result1
use muke; insert into t16(a,b,c) values (5,5,3);	
commit;	
	select * from t16 where c=3 for update; Result2
	commit;

Result1 和 **Result2** 结果是相同的还是不同的，你可以实验一下，然后分析为什么会出现这种情况？欢迎把你的思路分享在留言区一起讨论，我也会把结果验证和原因分析放在下一节。

8 参考资料

何登成的 github: <https://github.com/hedengcheng/tech/tree/master/database/MySQL>。

《深入浅出 MySQL》（第 2 版）：20.3.4 InnoDB 行锁实现方式。

}