

Lock Convoys Explained

原创

panaimin

于 2010-11-02 13:31:00 发布

21240

文章标签:

windows

多线程

server

平台

2010

c

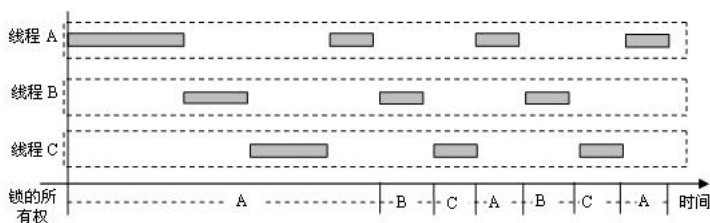
Lock Convoys Explained

潘爱民, 2010-10-9

*Lock Convoys*是在 **多线程** 并发环境下由于锁的使用而引起的性能退化问题。当多个相同优先级的线程频繁地争抢同一个锁时可能会引起*lock convoy*。一般而言, *lock convoys*并不会像*deadlock*或*livelock*那样造成应用逻辑停止不前, 相反地, 遭受*lock convoys*的系统或应用程序仍然往前运行, 但是, 们频繁地争抢锁而导致过多的线程环境切换, 从而使得系统的运行效率大为降低, 而且, 若存在同等 **优先级** 下不参与锁争抢的线程, 则它们可以获得的处理器资源, 从而造成系统调度的不公平性。

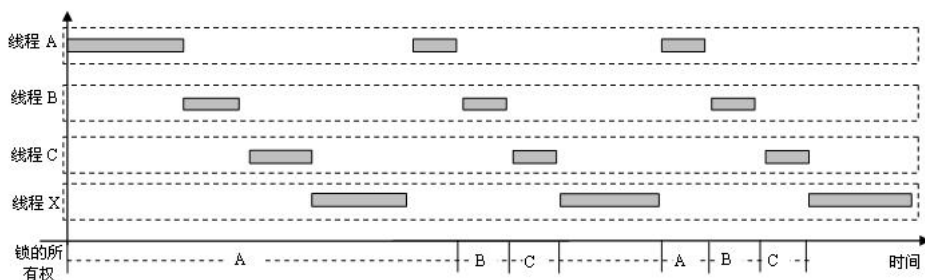
本文将解释*lock convoys*问题的缘由。

假设一组线程在频繁地获取锁(所谓频繁, 指在一个时间片的执行周期内多次获取锁), 比如在*Windows*应用程序中常常用临界区(*critical section*)。个共享变量或者防止一段代码被重入, 这是极有可能发生的。假设线程A获取到了锁, 这时发生了线程调度中断, 它的时间片用完了, 于是, 系统调度一个线程执行, 不妨设线程B获得了执行权。由于此锁被线程A获取, 所以, 当线程B执行到获取锁的操作时, 虽然时间片未用完, 但不得不放弃执行权, 所有同等优先级且要竞争此锁的线程都被阻塞。调度器再次回到线程A, 很快地线程A释放了锁。在操作系统中, 释放一个锁, 意味着内核中如如果等待该锁, 则它的状态就可以变成运行态。比如, 线程B的获取操作成功。但此时, 内核只是将线程B标记为锁的所有者, 而线程A继续执行。很快地要获取锁了, 由于该锁已经被标记给线程B了, 所以线程A不得不放弃时间片, 将控制权交给调度器。调度器终于可以捡起线程B, 将处理器的执行权到线程B释放了锁, 下一个线程获得锁的所有权, 并且等到线程B放弃执行权或者结束时间片之后就有机会被执行。此过程一直持续, 经过一轮之后又A, 从而继续下一轮的争抢。在此期间, 这些线程总是未执行满时间片就不得不放弃执行权。下面的图说明了三个线程在争抢一个锁时候的执行情况。



假设一个线程在一个满时间片的执行过程中要多次获取/释放锁, 它一旦释放了锁, 则意味着, 只要存在锁竞争, 它在分配给它的当前时间片内已经获得锁了。所以, 它只能执行到它的下一次获取操作为止。譬如, 参与竞争的线程平均执行 $1/3$ 时间片就要获取锁, 那么, 线程的实际执行时间变成了 $1/3$ 时间片。系统的调度粒度变成原来的 $1/3$ 时间间隔。这引起了3倍数量的线程切换。从上图的右半部分可以看出, 每个线程在一轮的循环中, 只有 $1/3$ 时间片导致了3倍的线程切换。

除了引起调度粒度变小以外, *lock convoys*的另一个问题是造成调度器的时间分配不公平。假设另有一个线程X也是在同等的优先级上运行, 但没有竞争。于是, 在每一轮的锁竞争过程中, 线程X都有机会被分配一次完整的时间片, 于是, 这些竞争的线程在一轮中获得 $1/3$ 时间片, 而非竞争的线程可获得的时间片。当然, 你可以说这种不公平是由于它们抢锁而引起的, 但从时间分配比例而言, 参与竞争与不参与竞争的线程是不公平的。下图说明了线程B、C之间的执行时间差异。



由以上描述可以看出, *Lock convoys*的存在条件是, 参与竞争的线程频繁地获取锁, 锁被一个线程释放以后其所有权便落到了另一个线程的手里。中, 相同优先级的线程按照FIFO的顺序被调度和执行, 竞争同一个锁的线程也按照FIFO的顺序被依次成功地获取到锁。这些条件在现代操作系统中满足, 包括*Windows*。

*Lock convoys*虽然不是致命的问题，但也可能在实际系统中发生。*Sue Loh*在她的博客文章^[1]中展示了在*Windows CE*中发生的*lock convoy*问题。一种合理的缓解*lock convoy*的方案，要求在每个线程获取锁的时候先尝试（*try*），如果尝试多次仍不成功，再阻塞。

注1：关于*lock convoys*的介绍资料非常少，在*wikipedia*上也只有极有限的说明^[2]，*Sue Loh*的博客文章^[1]有比较详细的说明。我计划在下一篇文章中*convoys*问题在*Windows*平台上的表现（以*Windows Server 2003 SP1*和*WRK*作为参照）以及线程执行路径。

注2：关于*lock convoys*的中文翻译，我看到有一本书上将其翻译为“锁护送”。个人感觉不是非常妥当，或许翻译为“锁封护”或“锁护封”好一些。

References:

[1] Sue Loh, Lock Convoys and How to Recognize Them, <http://blogs.msdn.com/b/sloh/archive/2005/05/27/lock-convoys-and-how-to-recognize-the-2005>.

[2] Lock Convoys, http://en.wikipedia.org/wiki/Lock_convoy

显



panaimin

关注

5



6



14



评论 6 您还未登录，请先 [登录](#) 后发表或查看评论