

并行程序设计 with 算法

Assignment 3

2025-03-27

1: 分析题

Problem 1.1:

如果一个程序使用超过一个互斥量, 并能以不同的顺序来获取互斥量, 程序可能会死锁。

1. 用两个线程运行程序, 假设发生了表 1 顺序的事件, 分析会发生什么, 并说明原因。

时间	线程 0	线程 1
0	<code>pthread_mutex_lock(&mut0)</code>	<code>pthread_mutex_lock(&mut1)</code>
1	<code>pthread_mutex_lock(&mut1)</code>	<code>pthread_mutex_lock(&mut0)</code>

2. 如果使用忙等待 (标志变量) 替代互斥量, 还会有问题吗? 请说明原因。

3. 如果使用信号量替代互斥量, 还会有问题吗? 请说明原因。

Problem 1.2:

针对链表操作, 分析以下并发组合是否安全? 如果不安全, 请举例说明问题场景:

1. 两个 Delete 操作并发执行
2. 一个 Insert 和一个 Delete 操作并发执行
3. 一个 Member (查询一个节点是否存在) 和一个 Delete 操作并发执行
4. 两个 Insert 操作并发执行
5. 一个 Insert 和一个 Member 操作并发执行

Problem 1.3:

若链表操作的 Insert 和 Delete 可以拆分成两个阶段, 第一阶段两个操作都先找到要操作节点的位置, 在第二阶段才插入或删除一个节点 (即第一阶段都只涉及对链表的读访问, 只有第二阶段才写访问链表)。如果在第一阶段使用一个读锁来锁链表, 在第二阶段使用一个写锁来锁链表, 假设该读写锁的要求是【获取写锁前需要先释放读锁】, 这种设计是否安全? 结合场景说明潜在问题。

2: 计算分析题

在矩阵-向量乘法的例子中, 采用 8000×8000 的输入, 假设程序用 4 个线程运行, 线程 0 和线程 2 被分配到不同的处理器上运行。如果一个缓存行大小为 64 字节或 8 个 double 数, 在线程 0 和线程 2 之间会对向量 y 的任何一部分发生伪共享吗? 如果线程 0 和线程 3 被分配到不同的处理器, 会发生伪共享吗?

3: 设计题

在矩阵-向量乘法的例子中, 采用 $8 \times 8000,000$ 的输入, 假设系统有 2 个双核处理器(4 线程), 缓存行大小为 64 字节(8 个 double), 一个处理器上的所有核共享一个缓存。

1. 如果只考虑一对线程共享一个处理器, 列出所有可能的线程分配方式。
2. 在第 1 问的线程分配方式中, 请找出一种线程分配方式和一种向量元素到缓存行的分配方式, 使得伪共享避免发生? 请说明具体方案。

关于向量元素到缓存行的分配方式的说明: 如下所示为两种不同的分配方式

y[0]	y[1]	y[2]	y[3]	y[4]	y[5]	y[6]	y[7]
?	?	?	?	?	?	?	y[0]
y[1]	y[2]	y[3]	y[4]	y[5]	y[6]	y[7]	?