

OS_Assignment13、14

1.一个 RAID-5, 有 5 个磁盘, 每条含一个块(4KB), 采用如下图所示的映射。

Disk 0	Disk 1	Disk 2	Disk 3	Disk 4
0	1	2	3	P0
5	6	7	P1	4
10	11	P2	8	9
15	P3	12	13	14
P4	16	17	18	19

如果每个磁盘的平均寻道时间是 4ms, 旋转速度是 7200 RPM (即每分钟 7200 转), 请问:

- 1)从这个 RAID-5 中读出一个数据块的时间是多少?
- 2)向这个 RAID-5 中写入一个数据块的时间是多少?
- 3)向这个 RAID-5 中写入两个连续的数据块的时间是多少?(提示:需分别考虑两个连续数据块位于同一条带和位于不同条带两种情况)

1.

- 1). 单个磁盘的平均旋转延迟为:

$$\frac{1}{2} \times \frac{60000}{7200} = 4.17ms$$

而读出4KB的时间几乎可以不计, 则读出一个数据块的时间为:

$$4.17 + 4 = 8.17ms$$

- 2). 写入一个数据块需要完成读数据块和校验块的旧值, 以及写数据块和校验块的新值, 读写并行, 故写入时间为:

$$2 \times 8.17 = 16.34ms$$

- 3).

- 对于位于同一条带的情况, 需要串行处理, 故时间为:

$$2 \times 16.34 = 32.68ms$$

- 对于位于不同条带的情况, 若位于相邻条带, 则相互之间的校验码在彼此之上, 因此依然无法并行处理, 时间仍然为32.68ms

2. 假设磁盘的平均寻道时间是 6ms，旋转速率是 15,00RPM(即每分钟 15,000 转)，每条磁道 1MB。请计算大小分别为 512B、1KB 和 4KB 的数据块的传输带宽。

最大传输速率为：

$$1MB \times \frac{15000}{60000} = 256KB/ms$$

平均旋转延迟为：

$$\frac{1}{2} \times \frac{60000}{15000} = 2ms$$

则对于 512B (0.5KB) 的数据块而言，传输带宽为：

$$\frac{0.5}{6 + 2 + \frac{0.5}{256}} = 0.0625KB/ms$$

同理可得 1KB 和 4KB 的带宽分别为：0.125KB/ms 和 0.4999KB/ms

1. 有一个 400GB 的 SSD，它的擦写上限(P/E cycles)是 100,000 次，假设写均匀分布在所有的闪存页上，如果以每秒发 200,000 个写请求的速率写，请问多长时间这个 SSD 会被磨穿？

按照 OS 研讨课中规定的页大小 4KB，可以求出 SSD 总页数为：

$$400 \times \frac{2^{20}}{4} = 10^2 \times 2^{20}$$

则擦写时长为：

$$\frac{10^2 \times 2^{20} \times 10^6}{2 \times 10^5} = 10^2 \times 2^{19}s$$

2. 一个 SSD 每个块有 64 页，且它读一页的延迟是 25 微秒，写一页的延迟是 200 微秒，擦除一块的时间是 2 毫秒。如果它采用混合映射，分下面 3 种情况，计算回收一个块需要的时间。

1) Switch merge

2) Partial merge 且假设块中有效页为 50%

2. 3) Full merge

- a. 回收一个块时只需要修改映射表信息，因此只需要将其擦除即可，共需 2000 μs

- b. 回收一个块时需要先将有效页读出 ($64 \times 0.5 \times 25 = 800 \mu s$)，之后将其写回数据块 ($64 \times 0.5 \times 200 = 6400 \mu s$)，写回时并行执行擦除旧块 ($2000 \mu s$)，因此总共需要 $800 + 6400 = 7200 \mu s$
- c. 回收一个块时需要把所有页读出 ($64 \times 25 = 1600 \mu s$)，之后将其写回数据块 ($64 \times 200 = 12800 \mu s$)，写回时并行执行擦除旧块 ($2000 \mu s$)，因此总共需要 $1600 + 12800 = 14400 \mu s$

3. 假设一个 NFS 服务器使用 5 个磁盘构成的一个 RAID-5，每个条带为 64KB，每个磁盘的寻道时间是 3ms，旋转速度是 10,000RPM，传输带宽是 200MB/s。假设网络传输 4KB 的延迟是 0.2ms，传输 1MB 的延迟是 9ms，请问：

- 1) 客户端用 NFS 一次读一个数据块(4KB)的有效带宽是多少?
 - 2) 客户端用 NFS 一次读 1MB 数据的有效带宽是多少?
- 3.

- a. 传输时间: $\frac{4KB}{1000MB} = 0.004ms$
 耗时: $3 + 3 + 0.004 + 0.2 = 6.204ms$
 有效带宽: $\frac{4KB}{6.204ms} = 644.8KB/s$
- b. 传输时间: $\frac{1MB}{1000MB} = 1ms$
 耗时: $3 + 3 + 1 + 9 = 16ms$
 有效带宽: $\frac{1MB}{16ms} = 62.5MB/s$