

操作系统 第十一次作业

姓名：朱首赫

学号：2023K8009906029

11.1 现有一个由 5 块磁盘组成的磁盘阵列，采用 RAID-5 模式，如下图所示。

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

图 1

该磁盘阵列每块盘的磁盘块 (block) 大小为 4KB，每条 (stripe) 含一个块；磁盘的平均寻道时间是 5ms，平均旋转速度是 12000 RPM (每分钟 12000 转)，传输带宽是 200MB/s，请计算：

- 1) 平均来说，从该 RAID5 阵列上读出一个条带 (stripe) 的时间是多少？
- 2) 当向该 RAID5 阵列中写入连续的两个 4KB 数据块时，平均来说，所需的时间是多少？请考虑这两个数据块属于同一个条带和不同条带的两种情况。

解： $T_{seek} = 5\text{ms}$, $T_{rot_avg} = 1/12000\text{RPM}/2 = 2.5\text{ms}$, 最小传输时间 $T_{trans} = \frac{4\text{ KB}}{200\text{ MB/s}} \approx 0.02\text{ ms}$, 单次 IO 操作时间： $T_{IO} = T_{seek} + T_{rot_avg} + T_{trans} = 5 + 2.5 + 0.02 = 7.52\text{ ms}$ 。

(1) 读出一个条带时，四块磁盘可以并行访问， $t = T_{IO} = 7.52\text{ ms}$

(2) 属于同一个条带时：

1. 读取旧数据：可并行，耗时为 $T_{IO} = 7.52\text{ ms}$

2. 计算新校验值：忽略

3. 磁头旋转回原位：耗时 $T_{rot} = 2 * T_{rot_avg} = 5\text{ms}$ 只能单向旋转，

4. 写入数据和校验块：耗时 $T_{trans} = 0.02\text{ms}$

从块尾移到块头

总耗时 $t = 7.52\text{ms} + 5\text{ms} + 0.02\text{ms} = 12.54\text{ms}$

属于不同条带时：

两块写入不可并行，需要重复两轮上述操作，总耗时 $t = 2 * 12.54\text{ms} = 25.08\text{ms}$

11.2 现有一块 320GB 的 SLC SSD，它的擦写上限 (P/E cycles) 是 200,000 次。假设 SSD FTL 能将写均匀分布在所有的闪存页上，若以每秒发 300,000 个写请求的速率写，请问多长时间这块 SSD 会被磨穿？

解：SSD 能承受的最大写入次数 = $200000 * 320\text{GB} / 4\text{KB} = 200000 * 80 * 1024 * 1024$ 次

磨穿时间 = $200000 * 80 * 1024 * 1024 / 300000/\text{s} \approx 55,924,053.33\text{s} \approx 1.773\text{ 年}$

- 页数 $320\text{G}/4\text{KB} = 80 * 10^6$
- $80 * 10^6 * 200000 / 300000 \text{ s} = 5.3 * 10^7 \text{ s}$

11.3 现有一块 SSD，每个擦除块有 256 页，且它读一页的延迟是 20 微秒，写一页的延迟是 60 微秒，擦除一块的时间是 1 毫秒。如果该 SSD 的 FTL 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 
- 3) Full merge

解：(1) Switch merge: 直接将整个日志块改为数据块，只需将原数据块擦除，总耗时 = 1 ms

(2) Partial merge: 需要将 50 个有效页拷贝到日志块中。包含 50 次读写和一次擦除，总耗时 = $50 * (20\mu s + 60\mu s) + 1ms = 11.24 ms$

(3) Full merge: 需要将日志块和原数据块中共 256 页有效页拷贝到新日志块中，然后将原日志块和原数据块擦除，总耗时 = $256 * (20\mu s + 60\mu s) + 2 * 1ms = 22.48ms$