

作业十一

[姓名：蔡合森] [学号：2022k8009909004]

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

该磁盘阵列每个硬盘的块 (block) 大小为4KB，每条 (strip) 含一个块；磁盘的平均寻道时间是4ms，旋转速度是7200 RPM（每分钟7200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：

(1)应该为三部分时间相加：平均寻道时间，平均寻页时间，传输时间。

这三部分分别为 4ms 0.5*60/7200 4MB/200MB/s ,总共用 8.19ms

(2)读写一个块的时间相同为 8.19ms

在同一条条带下：

写入数据块（两次）：2 * (4ms + 4.17ms + 0.02ms) = 16.38ms

更新校验块：4ms + 4.17ms + 0.02ms = 8.19ms

共计用时： 24.57ms

在不通条带下：

写入数据块（两次）：2 * (4ms + 4.17ms + 0.02ms) = 16.38ms

更新校验块：2 * (4ms + 4.17ms + 0.02ms) = 16.38ms

共计用时： 32.76ms

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，每个写请求大小为4KB，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：

已知：

- **SSD容量**：320GB
- **擦写上限 (P/E cycles)**：200,000 次
- **每个写请求的大小**：4KB
- **写请求速率**：300,000 个/秒

每个写请求的大小为 4KB，写请求速率为 300,000 个/秒，因此每秒写入的数据量为：

$$\text{每秒写入的数据量} = 300,000 \times 4 \text{ KB} = 1,200,000 \text{ KB} = 1.2 \text{ MB/s}$$

SSD的总容量为 320GB，换算成字节：

$$320 \text{ GB} = 320 \times 1024 \times 1024 \text{ KB} = 327,680 \text{ MB}$$

根据题意，SSD的擦写上限是 200,000 次，因此每个擦写周期所能写的数据量为：

$$\text{每个擦写周期可写的数据量} = 320 \text{ GB} \times 200,000 = 64,000,000 \text{ GB}$$

每秒写入的数据量为 1.2MB，而每个擦写周期可以写入 64,000,000GB。要计算多长时间会达到擦写上限，我们可以计算出：

$$\text{达到擦写上限所需的秒数} = \frac{64,000,000 \text{ GB}}{1.2 \text{ MB/s}}$$

将单位统一成GB和MB：

$$64,000,000 \text{ GB} = 64,000,000 \times 1024 \text{ MB} = 65,536,000,000 \text{ MB}$$

$$\text{所需时间（秒）} = \frac{65,536,000,000 \text{ MB}}{1.2 \text{ MB/s}} = 54,613,333,333.33 \text{ 秒}$$

11.3：现有一块SSD，每个擦除块有128页，且它读一页的延迟是25微秒，写一页的延迟是 80微秒，擦除一块的时间是2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 40%
3. Full merge

解：

- 每个擦除块有 **128 页**。

- 读一页的延迟是 **25 微秒**。
- 写一页的延迟是 **80 微秒**。
- 擦除一块的时间是 **2 毫秒**。

Switch Merge (切换合并)

- 每个块有 128 页，假设所有页都要迁移。
- 读取有效页的时间：

$$\text{读取时间} = 128 \text{ 页} \times 25 \text{ 微秒} = 3200 \text{ 微秒} = 3.2 \text{ 毫秒}$$

- 写入有效页的时间：

$$\text{写入时间} = 128 \text{ 页} \times 80 \text{ 微秒} = 10,240 \text{ 微秒} = 10.24 \text{ 毫秒}$$

- 擦除时间：

$$\text{擦除时间} = 2 \text{ 毫秒}$$

- 总时间：

$$\text{总时间} = 3.2 \text{ 毫秒} + 10.24 \text{ 毫秒} + 2 \text{ 毫秒} = 15.44 \text{ 毫秒}$$

2. Partial Merge (部分合并)

- 每个块的有效页为 40%，即有效页数为：

$$\text{有效页数} = 128 \times 40\% = 51.2 \text{ 页} \quad (\text{取整为 } 51 \text{ 页})$$

- 读取有效页的时间：

$$\text{读取时间} = 51 \text{ 页} \times 25 \text{ 微秒} = 1275 \text{ 微秒} = 1.275 \text{ 毫秒}$$

- 写入有效页的时间：

$$\text{写入时间} = 51 \text{ 页} \times 80 \text{ 微秒} = 4080 \text{ 微秒} = 4.08 \text{ 毫秒}$$

- 擦除时间：

$$\text{擦除时间} = 2 \text{ 毫秒}$$

- 总时间：

$$\text{总时间} = 1.275 \text{ 毫秒} + 4.08 \text{ 毫秒} + 2 \text{ 毫秒} = 7.355 \text{ 毫秒}$$

3. Full Merge (完全合并)

- 每个块有 128 页，需要迁移所有页。
- 读取所有页的时间：

$$\text{读取时间} = 128 \text{ 页} \times 25 \text{ 微秒} = 3200 \text{ 微秒} = 3.2 \text{ 毫秒}$$

- 写入所有页的时间：

$$\text{写入时间} = 128 \text{ 页} \times 80 \text{ 微秒} = 10,240 \text{ 微秒} = 10.24 \text{ 毫秒}$$

- 擦除时间：

$$\text{擦除时间} = 2 \text{ 毫秒}$$

- 总时间：

$$\text{总时间} = 3.2 \text{ 毫秒} + 10.24 \text{ 毫秒} + 2 \text{ 毫秒} = 15.44 \text{ 毫秒}$$

- **Switch Merge:** 15.44 毫秒
- **Partial Merge:** 7.355 毫秒
- **Full Merge:** 15.44 毫秒