

## “计算机组织结构”作业 04

1. 考虑一个有  $N$  个磁道的磁盘，磁道编号由 0 到  $N-1$ ，并假定所要求的扇区随机均匀分布在盘上。

- 假设磁头当前位于磁道  $t$  上，计算越过的磁道数为  $j$  的概率。
- 假设磁头可能出现在任意磁道上，计算越过的磁道数为  $k$  的概率。
- 计算越过的平均磁道数的期望：

$$E[x] = \sum_{i=0}^{N-1} (i \times \Pr[x = i])$$

其中， $i$  为跨越的磁道数， $\Pr[x=i]$  为跨越的磁道数为  $i$  的概率。[缪晓伟, 121250101]

- 1、 $j \leq t \leq N-1-j$  时  
向两侧跨越都可以，则  
 $P = 2/N$

- 2、 $t > N-1-j$  或  $t < j$  时  
只有一侧可以跨越  
 $P = 1/N$

- b) 磁头位于磁道  $k$  和  $N-k$  之间时,孩子空间大小为  $N-2k$

$$P = 2/N$$

磁头位于磁道 0 到  $k-1$  或者磁道  $N-k+1$  到  $N-1$  时,孩子空间大小为

$$P = 1/N$$

由于磁头初始位置随机，记为  $1/N$

则划过磁道数为  $k$  的概率为  $((N-2k)*2/N + 2k/N)/N = (2N-2k)/N^2$

- c) 根据公式，把第二小题中的  $k$  带入公式中参数  $x$

经计算， $E(x) = (N^2-1)/3N$

2. 为一个磁盘系统定义如下参数：

$T_s$  = 寻道时间，即磁头定位在磁道上的平均时间

$r$  = 磁盘的旋转速度（单位：转/秒）

$n$  = 每个扇区的位数

$N$  = 一个磁道的容量（单位：位）

$T_A$  = 访问一个扇区的时间

请推导  $T_A$  的表达式。

[黄涵倩, 131250016]

传输的位数是一个扇区的位数，同时其他关键字已确定

$$T_A = T_s + 1/2r + n/(rN)$$

3. 考虑一个单片磁盘，它有如下参数：旋转速率是 7200rpm，一面上的磁道数是 30000，每道扇区数是 600，寻道时间是每越过一百个磁道用时 1ms。假定开始时磁头位于磁道 0，收到一个存取随机磁道上随机扇区的请求。

- 平均寻道时间是多少？
- 平均旋转延迟是多少？
- 一个扇区的传送时间是多少？
- 完成访问请求的总的平均时间是多少？

[黄涵倩, 131250016]

- a) 假定寻道时间与磁道号是线性关系

越过 100 个磁道用时 1ms，一面上总磁道数为 30000

则越过所有磁道一共需要 300ms

又因为开始时磁头位于磁道 0，花费时间为

0ms 平均寻道时间则为 150ms

b) 假定旋转到对应扇区用时平均为总时间的一半

旋转速率为 1 分钟 7200 转，即 1 秒 120 转，转一圈需要 1/120

秒则平均旋转延迟为 1/240 秒

c) 一个扇区传送时间即磁头划过这个扇区的时间

因为转一圈需要 1/120 秒，一个磁道一共有 600 个扇

区则一个扇区传送时间为 1/72000 秒

d) 总的平均时间为  $T = 0.15 + 1/240 + 1/72000$  秒

4. 已知逻辑记录是相关数据元素的集合，作为概念性的单位，它与信息如何存储和在何处存储无关；物理记录是由存储设备特性和操作系统定义的存储空间的一个连续区域。假定在一个磁盘系统中，每个物理记录容纳 30 个 120 字节长的逻辑记录。若此磁盘系统有 8 面，每面 110 个磁道，96 扇/道，512B/扇。假设不考虑文件头部记录和磁道索引，并认为记录不能跨越两个扇区，请计算存储 300000 个逻辑记录需要多大的磁盘空间（用扇区、磁道、面数来表示）。
- 由于记录不能跨越两个扇区，则一个扇区最多只能存放 4 个 120 字节长的逻辑记录
- 于是一个磁道可以放  $96 \times 4 = 384$  个逻辑记录，一个面可以放  $384 \times 110 = 42240$  个逻辑记录
- 一共 300000 个逻辑记录，除以 42240 为 7 个面，余下 4320 个逻辑记录
- 4320 除以 384 为 11 个磁道，余下 96 个逻辑记录
- 96 除以 4 为 24，即需要 24 个扇区
- 综上：一共需要 7 面，11 个磁道，24 个扇区

5. 假定一个程序重复完成将磁盘上一个 4KB 的数据块读出，进行相应处理后，写回到磁盘的另外一个数据区。各数据块内信息在磁盘上连续存放，并随机地位于磁盘的一个磁道上。磁盘转速为 7200rpm，平均寻道时间为 10ms，磁盘最大数据传输率为 40MBps，没有其他程序使用磁盘和处理器，并且磁盘读写操作和磁盘数据的处理时间不重叠。若程序对磁盘数据的处理需要 20000 个时钟周期，处理器时钟频率为 500MHz，则该程序完成一次数据块“读出-处理-写回”操作所需要的时间为多少？每秒钟可以完成多少次这样的数据块操作？

由题：总过程划分为 读出->处理器运作->写回

其中读出和写回的步骤有对称性，消耗时间相同

读出： $T_1 = \text{平均寻道时间} + \text{定位到扇区时间} + \text{数据传输时间}$

$$= 10\text{ms} + 1/240\text{s} + 4/40000\text{s}$$

$$= 0.01 + 1/240 + 1/10000\text{s}$$

大约 = 14.27ms (将 1MB 近似等于 1000KB)

处理： $T_2 = 20000 / (500 \times 10^6) = 4/10^5\text{s} = 0.04\text{ms}$  写

回： $T_3 = 14.27\text{ms}$

综上：总耗时为  $28.54\text{ms} + 0.04\text{ms} = 28.58\text{ms}$

一秒钟可以完成  $1/0.02858 = 35$  次（向上取整，若向下取整则为 34 次）

6. 假设有一个磁盘，每面有 200 个磁道，盘面总存储容量为 1.6MB，磁盘旋转一周时间为 25ms，每道有 4 个区，每两个区之间有一个间隙，磁头通过每个间隙需要 1.25ms。请问：从该磁盘上读取数据时的最大数据传输率是多少（单位：字节/秒）？

要使传输速率达到最大，需要磁头物理的移动最少

因此考虑整个盘面，如果没有了磁头通过间隙的时间，传输速率的大小实际意义中可有数据分布在一个特定区上时，数据传输速率达到最大

计算：每个面一共 1.6MB 数据，约为  $1.6 \times 10^6$  字节  
每个磁道 4 个区，即 4 个间隙，对应的跨越一个磁道上的间隙需要 5ms 于是理论上没有间隙时，磁盘旋转一周需要  $20\text{ms} = 0.02\text{s}$   
一个磁道上有  $1.6 \times 10^6 / 200 = 0.8 \times 10^4 = 8000$  字节数  
据则最大数据传输率为： $8000 / 0.02 = 400\,000$  字节/秒

