

第 5 章 应用题参考答案

1. 旋转型设备上信息的优化分布能减少为若干个 I/O 服务的总时间。设磁鼓上分为 20 个区，每区存放一个记录，磁鼓旋转一周需 20 毫秒，读出每个记录平均需用 1 毫秒，读出后经 2 毫秒处理，再继续处理下一个记录。在不知当前磁鼓位置的情况下：（1）顺序存放记录 1、……，记录 20 时，试计算读出并处理 20 个记录的总时间；（2）给出优化分布 20 个记录的一种方案，使得所花的总处理时间减少，且计算出这个方案所花的总时间。

答：定位第 1 个记录需 10ms。读出第 1 个记录，处理花 2ms，这时已到了第 4 个记录，再转过 18 个记录(花 18ms)才能找到记录 2，所以，读出并处理 20 个记录的总时间：

$$10+3+(1+2+18) \times 19=13+21 \times 19=412\text{ms}$$

如果给出优先分布 20 个记录的方案为：1, 8, 15, 2, 9, 16, 3, 10, 17, 4, 11, 18, 5, 12, 19, 6, 13, 20, 7, 14。当读出第 1 个记录，花 2ms 处理后，恰好就可以处理记录 2，省去了寻找下一个记录的时间，读出并处理 20 个记录的总时间：

$$10+3+3 \times 19=13+247=260\text{ms}$$

2. 现有如下请求队列：8, 18, 27, 129, 110, 186, 78, 147, 41, 10, 64, 12；试用查找时间最短优先算法计算处理所有请求移动的总柱面数。假设磁头当前位置在磁道 100。

答：处理次序为：100-110-129-147-186-78-64-41-27-18-12-10-8。移动的总柱面数：264。

3. 在第 2 题中，分别按升序和降序移动，讨论电梯调度算法计算处理所有存取请求移动的总柱面数。

答：升序移动次序为：100-110-129-147-186-78-64-41-27-18-12-10-8。移动的总柱面数：264。

降序移动次序为：100-78-64-41-27-18-12-10-8-110-129-147-186。移动的总柱面数：270。

4. 某文件为连接文件，由 5 个逻辑记录组成，每个逻辑记录的大小与磁盘块大小相等，均为 512 字节，并依次存放在 50、121、75、80、63 号磁盘块上。现要读出文件的 1569 字节，问访问哪一个磁盘块？

答：80 号磁盘块

5. 对磁盘存在下面五个请求：

请 求	柱 面 号	磁 头 号	扇 区 号
1	7	2	8
2	7	2	5
3	7	1	2
4	30	5	3
5	3	6	6

假如当前磁头位于 1 号柱面。试分析对这五个请求如何调度，可使磁盘的旋转圈数为最

少?

答: 使磁盘的旋转圈数为最少的调度次序为: 5、3、2、1、和 4。

6. 现有含有 40 个磁道的盘面, 编号为 0~39, 当磁头位于第 11 磁道时, 顺序到来如下磁道请求: 磁道号: 1、36、16、34、9、12; 试用 1) 先来先服务算法 FIFO、2) 最短查找时间优先算法 SSTF、3) 扫描算法 SCAN 等三种磁盘驱动调度算法, 计算出它们各自要来回穿越多少磁道?

答: 1)FIFO 为 111。即 $11 \rightarrow 1 \rightarrow 36 \rightarrow 16 \rightarrow 34 \rightarrow 9 \rightarrow 12 = 111$ 。

2)SSTF 为 61。即 $11 \rightarrow 12 \rightarrow 9 \rightarrow 16 \rightarrow 1 \rightarrow 34 \rightarrow 36 = 61$ 。

3)SCAN 为 66(先扫地址大的请求)。即 $11 \rightarrow 12 \rightarrow 34 \rightarrow 36 \rightarrow 39 \rightarrow 9 \rightarrow 1 = 66$ 。

为 47(先扫地址小的请求)。即 $11 \rightarrow 9 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \rightarrow 12 \rightarrow 16 \rightarrow 34 \rightarrow 36 = 47$ 。

SCAN 处理至所有请求结束为止, 并应该扫描到头。

7. 假定磁盘有 200 个柱面, 编号 0~199, 当前存取臂的位置在 143 号柱面上, 并刚刚完成了 125 号柱面的服务请求, 如果请求队列的先后顺序是: 86, 147, 91, 177, 94, 150, 102, 175, 130; 试问: 为完成上述请求, 下列算法存取臂移动的总量是多少? 并算出存取臂移动的顺序。

(1)先来先服务算法 FIFO;

(2)最短查找时间优先算法 SSTF;

(3)扫描算法 SCAN。

(4)电梯调度。

答: (1)先来先服务算法 FIFO 为 565, 依次为 143-86-147-91-177-94-150-102-175-130。

(2)最短查找时间优先算法 SSTF 为 162, 依次为 143-147-150-130-102-94-91-86-175-177。

(3)扫描算法 SCAN 为 169, 依次为 143-147-150-175-177-199-130-102-94-91-86。

(4)电梯调度为 125(先向地址大的方向), 依次为 143-147-150-175-177-130-102-94-91-86。

8. 除 FIFO 外, 所有磁盘调度算法都不公平, 如造成有些请求饥饿, 试分析: (1)为什么不公平? (2)提出一种公平性调度算法。(3)为什么公平性在分时系统中是一个很重要的指标?

答: (1)对位于当前柱面的新请求, 只要一到达就可得到服务, 但对其他柱面的服务则不然。如 SSTF 算法, 一个离当前柱面远的请求, 可能其后不断有离当前柱面近的请求到达而得不到服务(饥饿)。

(2)可划定一个时间界限, 把这段时间内尚未得到服务的请求强制移到队列首部, 并标记任何新请求不能插到这些请求前。对于 SSTF 算法来说, 可以重新排列这些老请求, 以优先处理。

(3)可避免分时进程等待时间过长而拉长响应时间。

9. 若磁头的当前位置为 100 柱面, 磁头正向磁道号减小方向移动。现有一磁盘读写请求队列, 柱面号依次为: 190, 10, 160, 80, 90, 125, 30, 20, 29, 140, 25。若采用最短寻道时间优先和电梯调度算法, 试计算出各种算法的移臂经过的柱面数?

答: 采用 SSTF 处理次序为: 100-90-80-125-140-160-190-30-29-25-20-10, 总柱面数为: 310。采用电梯调度处理次序为: 100-90-80-30-29-25-20-10-125-140-160-190, 总柱面数为: 270。

10. 若磁头的当前位置为 100 柱面, 磁头正向磁道号增加方向移动。现有一磁盘读写请求队列, 柱面号依次为: 23, 376, 205, 132, 19, 61, 190, 398, 29, 4, 18, 40。若采用先来先服务、最短寻道时间优先和扫描算法, 试计算出各种算法的移臂经过的柱面数?

答: 采用先来先服务处理次序为: 100-23-376-205-132-19-61-190-398-29-4-18-40, 总柱面数为: 1596。

采用 SSTF 处理次序为: 100-132-190-205-61-40-29-23-19-18-4-376-398, 总柱面数为: 700。

采用 SCAN 处理次序为: 100-132-190-205-376-398-61-40-29-23-19-18-4, 总柱面数为: 692。

11. 设有长度为 L 个字节的文件存到磁带上, 若规定磁带物理块长为 B 字节, 试问: (1)存放该文件需多少块?(2)若一次启动磁带机交换 K 块, 则存取这个文件需执行 I/O 操作多少次?

答: (1)求 L/B , 如整除则需“商”个块数, 否则为“商+1”个块数。

(2)把上述结果再除以 K , 可求出存取这个文件需执行的 I/O 操作次数。

12. 某磁盘共有 200 个柱面, 每个柱面有 20 个磁道, 每个磁道有 8 个扇区, 每个扇区为 1024B。如果驱动程序接到访求是读出 606 块, 计算该信息块的物理位置。

答: 1)每个柱面的物理块数为 $20 \times 8 = 160$ 块。

2)606/160 得到商为 3, 余数为 126。故可知访求的物理位置在: 第 3 个柱面(柱面号、磁道号与扇区号均从 0 开始编号)的 126 物理块中(即 3 柱面、16 磁道、5 扇区)。

13. 假定磁带记录密度为每英寸 800 字符, 每一逻辑记录为 160 个字符, 块间隙为 0.6 英寸。今有 1500 个逻辑记录需要存储, 尝试: (1)计算磁带利用率? (2) 1500 个逻辑记录占用多少磁带空间?(3)若要使磁带空间利用率不少于 50%, 至少应以多少个逻辑记录为一组?

答: (1)间隙可以存放的字符数是: $800 \times 0.6 = 480$ 个字符。这时磁带的利用率为:

$$160/(480+160)=25\%$$

(2) $1500 \times (480+160) \div 800 = 1200$ 英寸。

(3)设成组块因子为 x , 则有:

$$(160 \times x)/(480+160x) \geq 50\%$$

求得 $x \geq 3$, 因而, 记录成组的块因子至少为 3。

14. 假定磁带记录密度为每英寸 800 字符, 每一逻辑记录为 200 字符, 块间隔为 0.6 英寸。现有 3200 个逻辑记录需要存储, 如果不考虑存储记录, 则不成组处理和以 8 个逻辑记录为一组的成组处理时磁带的利用率各是多少? 两种情况下, 3200 个逻辑记录需要占用多少磁带空间?

答: 间隙可以存放的字符数是: $800 \times 0.6 = 480$ 个字符。

(1)记录不成组时, 一个逻辑记录占用一个物理块存储, 这时磁带的利用率为:

$$200/(480+200)=29\%$$

占用磁带空间为: $3200 \times (480+200) \div 800 = 2720$ 英寸。

(2) 记录成组的块因子为 8 时, 这时磁带的利用率为:

$$200 \times 8 / (480 + 200 \times 8) = 76.9\%$$

占用磁带空间为: $3200 \div 8 \times (480 + 200 \times 8) \div 800 = 1040$ 英寸。

15. 一个软盘有 40 个柱面, 查找移过每个柱面花 6ms。若文件信息块零乱存放, 则相邻逻辑块平均间隔 13 个柱面。但优化存放, 相邻逻辑块平均间隔为 2 个柱面。如果搜索延迟为 100ms, 传输速度为每块 25ms, 现问在两种情况下传输 100 块文件信息各需多长时间。

答: 非优化存放, 读一块数据需要时间为:

$$13 \times 6 + 100 + 25 = 203 \text{ms}$$

因而, 传输 100 块文件需: 20300ms。

优化存放, 读一块数据需要时间为:

$$2 \times 6 + 100 + 25 = 137 \text{ms}$$

因而, 传输 100 块文件需: 13700ms。

16. 磁盘请求以 10、22、20、2、40、6、38 柱面的次序到达磁盘驱动器, 如果磁头当前位于柱面 20。若查找移过每个柱面要花 6ms, 用以下算法计算出查找时间: 1)FIFO, 2)最短查找优先, 3)电梯调度(正向柱面大的方向)。

答: 1) FIFO 查找时间次序为: 20、10、22、20、2、40、6、38, 查找时间为: 867ms。

2) 最短查找优先查找次序为: 20、20、22、10、6、2、38、40, 查找时间为: 360ms。

3) 电梯调度查找次序为: 20、20、22、38、40、10、6、2, 查找时间为: 348ms。

17. 假定在某移动臂磁盘上, 刚刚处理了访问 75 号柱面的请求, 目前正在 80 号柱面读信息, 并且有下述请求序列等待访问磁盘:

请求次序	1	2	3	4	5	6	7	8
欲访问的柱面号	160	40	190	188	90	58	32	102

试用: (1) 电梯调度算法;

(2) 最短寻找时间优先算法;

分别列出实际处理上述请求的次序。

答: (1)电梯调度算法查找次序为: 80、90、102、160、188、190、58、40、32, 查找总柱面数为: 268。

(2)最短查找优先查找次序为: 80、90、102、58、40、32、160、188、190, 查找总柱面数为: 250。

18. 计算机系统中, 屏幕显示分辨率为 640×480 , 若要存储一屏 256 彩色的图像, 需要多少字节存储空间?

答: 屏幕信息显示以像素为单位, 分辨率为 640×480 时, 屏幕像素有 $640 \times 480 = 300 \times 2^{10}$ 个。当用 256 彩色显示时, 每个像素用 8 位二进数表示($2^8=256$)。因而, 存储一屏 256 彩色的图像需要: $8 \times 300 \times 2^{10}$ 位 $= 300 \times 2^{10}$ 字节 $= 300\text{K}$ 字节。

19. 某操作系统中, 采用中断方式控制 I/O 操作, CPU 用 1ms 来处理时钟中断请求, 其他 CPU 时间用来计算, 若时钟中断频率为 100Hz, 试计算 CPU 的利用率。

答：中断频率可以确定两次中断时间间隔为 $T=1/100=0.01s=10ms$

在 10ms 内 CPU 用 1ms 来处理时钟中断请求，故 CPU 利用率为 90%。

20. 某操作系统中采用单缓冲传送磁盘数据。设从磁盘将数据传送到缓冲区所用时间为 T_1 ，将缓冲区数据传送到用户区所用时间为 T_2 ，CPU 处理数据所用时间为 T_3 ，问系统处理该数据所用的总时间为多少？

答： $\text{MAX}(T_1, T_3) + T_2$ 。

21. 某操作系统采用双缓冲传送磁盘上的数据。设从磁盘将数据传送到缓冲区所用时间为 T_1 ，将缓冲区中数据传送到用户区所用时间为 T_2 （假设 $T_2 < T_1$ ），CPU 处理数据所用时间为 T_3 ，试计算处理该数据，系统所用的总时间。

答：

1) 如果 $T_3 > T_1$ ，即 CPU 处理数据比数据传送慢。此时意味着 I/O 设备可连续输入，磁盘将数据传送到缓冲区，再传送到用户区，与 CPU 处理数据可视为并行处理。时间的花费取决于 CPU 的最大花费时间 T_3 。

2) 如果 $T_1 > T_3$ ，即 CPU 处理数据比数据传送快。磁盘将数据传送到缓冲区，再传送到用户区，CPU 进行处理时，磁盘继续向缓冲区传送下批数据，两者可视为并行处理，时间的花费取决于磁盘传送到缓冲区的最大花费时间 T_1 。

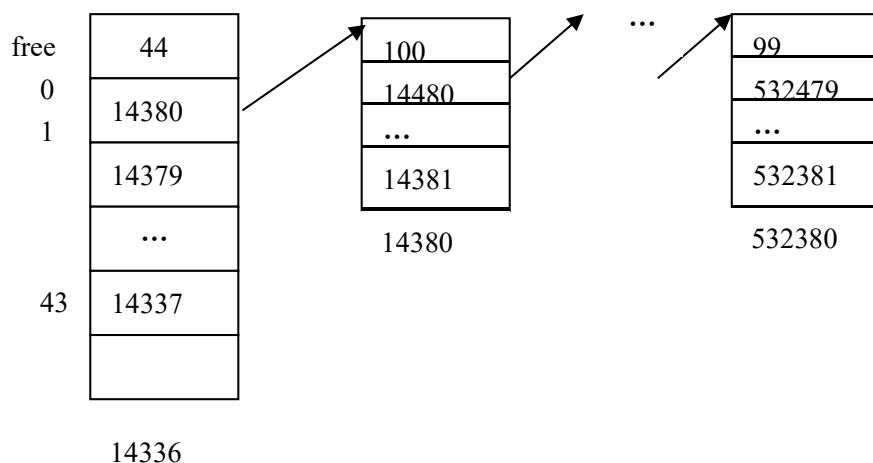
22. 有一个计算机系统，其磁盘容量为 520MB，盘块大小为 1KB，其中前 4MB 用于存储 inode 等，后 10MB 用作对换区，采用成组链接法管理外存空间，每组 100 个盘块。试画出外存尚未使用的成组链接图。

答：磁盘容量为 520MB，一个盘块为 1KB，共包含 $520 \times 1024 = 532480$ 个盘块。

盘块号为 0~532479，除去 4MB 的索引区和 10MB 的对换区外，可存储文件的的空间为 506MB，共有 $506 \times 1024 = 518144$ 个盘块。

盘块号为 14336~532479（这里假定已将盘块号 0~14335 留给 inode 和对换区使用）。

若一组包含 100 个块，且所有块都是空闲的，则采用成组链接法，最末一组的块号为 532380~532479，次末组号码为 532280~532379，…，第 2 组的号码为 14380~14479，第 1 组的号码为 14336~14379。使用的成组链接图如图所示。



23. 在流水线通信机制中，试用 PV 操作描述读写进程访问管道文件的过程。假设管道文件的大小为 10KB。

答：原理略。

```

pipe array[0...9] of kilobytes;
int ts,length,in,out;
semaphore empty,full,mutex1,mutex2;
ts=10;in=out=0;
empty=1;full=0;mutex1=mutex2=1;
cobegin
  process pipe-writer {
    L1:procedure data;
    P(empty);
    Length=data length; /*以 KB 计算数据块数*、
    while (tength>0 and ts>0) {
      pipe[in]=data of 1KB /*写 1KB 长数据*/
      in=(in+1) % 10;
      ts=ts-1;
      length=length-1;
    }
    V(full);
  }
  goto L1;
}
  process pipe-reader {
    L2:P(full);
    take a data from pipe[out];
    out=(out+1) % 10
    ts=ts+1;
    V(empty);
    goto L2;
  }
coend.

```

24. 设备管理管辖 3 台类型相同的打印机，其编号为 1、2 和 3，试用信号量和 PV 操作编写申请 `get()` 与释放 `put()` 函数供进程使用。`get()` 函数的功能为：当有打印机空闲时，返回分得的打印机的编号，当无空闲打印机时申请进程等待，被唤醒后返回分得的打印机的编号；`put()` 函数的功能为：释放指定编号空闲打印机，当有申请进程等待时便将其唤醒。

答：

```
semaphore S;                /*打印机数量*/
semaphore mutex;            /*互斥信号量 */
enum {free,used} printer[3]; /*打印机状态*/
S=3;mutex=1;
for (int i=1;i<4;i++)
    printer[i]=free;        /*空闲状态*/

get() {                      put(i) {
    P(S);                    P(mutex);
    P(mutex);                printer[i]=free;
    for (int i=1;i<4;i++)    V(mutex);
        if( printer[i]==free) V(S);
        break;                }
    printer[i]=used;
    V(mutex);
    return(i);
};
```

25. 若某机房有两台打印机。其中一台尽量满足系统打印要求，只有当系统不需要时才可以被一般用户共享。另一台打印机直接作为网络共享打印机，供一般用户使用。

(1) 请给出用 SPooling 技术实现的系统组成；

(2) 使用记录型信号量机制实现对这两台打印机使用过程的管理，要求写出需要设计的数据结构和算法。

答：

(1) 开出足够大的输出井，设计一个输出井管理程序，一个缓输出程序(后台打印程序)。

(2) 两台打印机可供系统和用户程序使用，根据题意，设立 3 个并发进程完成两台打印机的使用。一是输出井管理程序，二是系统打印进程，二是网络打印进程。为此，输出井中设立了两个缓冲队列，分别存放系统打印作业和网络打印作业，且两个队列分别需要互斥使用。同时，系统打印进程还要与网络打印进程通信，以决定一般用户可否使用系统使用的打印机。

```
semaphore S1,S2;
int sys-pcount,net-pcount;
S1,S2=1;        /*系统/网络打印队列互斥信号量*/
sys-pcount=0;net-pcount=0;
```

```

cobegin
    process buffer-manage { /*打印缓冲区管理进程*/
        接收一个打印作业;
        if(系统打印作业)
            P(S1);
            /*放入系统打印队列*/
            sys-pcount:=sys-pcount+1;
            V(S1);
        else
            P(S2);
            /*放入网络打印队列*/
            net-pcount:=net-pcount+1;
            V(S2);
        }

    process system-print {
        P(S1);
        If(sys-pcount>0)
            /*取系统打印队列的一个打印作业打印*/
            sys-pcount:=sys-pcount-1;
        else
            P(S2);
            /*取网络打印队列的一个打印作业打印*/
            net-pcount:=net-pcount-1;
            V(S2);
            V(S1);
        }

    process user-print {
        P(S2);
        If(net-pcount<>0)
            /*取网络打印队列的一个打印作业打印*/
            net-pcount:=net-pcount-1;
            V(S2);
        }
coend.

```

26. 磁盘组共有 n 个柱面，编号顺序为 $0、1、2、\dots、n-1$ ；共有 m 个磁头，编号顺序为 $0、1、2、\dots、m-1$ ；每个磁道内的 k 个信息块从 1 开始编号，依次为 $1、2、\dots、k$ 。现用 x 表示逻辑磁盘块号，用 a,b,c 分别表示任一逻辑磁盘块的柱面号、磁头号、磁道内块号，则 x 与 a,b,c 可通过如下公式进行转换：

$$\begin{aligned}
 x &= k \times m \times a + k \times b + c \\
 a &= (x-1) \text{ DIV } (k \times m) \\
 b &= ((x-1) \% (k \times m)) \text{ DIV } k \\
 c &= ((x-1) \% (k \times m)) \% k + 1
 \end{aligned}$$

若某磁盘组为 $n=200$, $m=20$, $k=10$, 问:

- (1)柱面号为 185, 磁头号为 12, 道内块号为 5 的磁盘块的逻辑磁盘块号为多少?
- (2)逻辑磁盘块号为 1200, 它所对应的柱面号、磁头号及磁道内块号为多少?
- (3)若每一磁道内的信息块从 0 开始编号, 依次为 0、1、 \dots 、 $k-1$, 其余均同题设, 试写出 x 与 a 、 b 、 c 之间的转换公式。

答: (1)由上述公式可知, 逻辑磁盘块号 x 为:

$$x=k \times m \times a+k \times b+c=10 \times 20 \times 185+10 \times 20+5=37125$$

所以, 柱面号为 185, 磁头号为 12, 道内块号为 5 的磁盘块的逻辑磁盘块号为: 37125。

(2) 由上述公式可知,

$$a=(x-1) \text{ DIV } (k \times m)=(1200-1) \text{ DIV } (10 \times 20)=1199 \text{ DIV } 200=5$$

$$b=((x-1) \% (k \times m)) \text{ DIV } k=((1200-1) \% (10 \times 20)) \text{ DIV } 10$$

$$=(1199 \% 200) \text{ DIV } 10=199 \text{ DIV } 10=19$$

$$c=((x-1) \% (k \times m)) \% k+1=((1200-1) \% (10 \times 20)) \% 10+1$$

$$=(1199 \% 200) \% 10+1=199 \% 10+1=9+1=10$$

所以, 逻辑磁盘块号为 1200, 它所对应的柱面号是 5、磁头号是 19 及磁道内块号为 10。

(3) 转换公式为:

$$x=k \times m \times a+k \times b+c+1$$

$$a=(x-1) \text{ DIV } (k \times m)$$

$$b=((x-1) \% (k \times m)) \text{ DIV } k$$

$$c=((x-1) \% (k \times m)) \% k$$