

## 说明：本视频对应王道书 5.3.3

在视频课程中，我们会在第四章提前学习“5.3 磁盘”相关知识，原因是：第四章文件管理的题目经常和磁盘一起综合考察。

建议：学完本视频，可以接着学习下一个视频，然后再阅读王道书 5.3.3

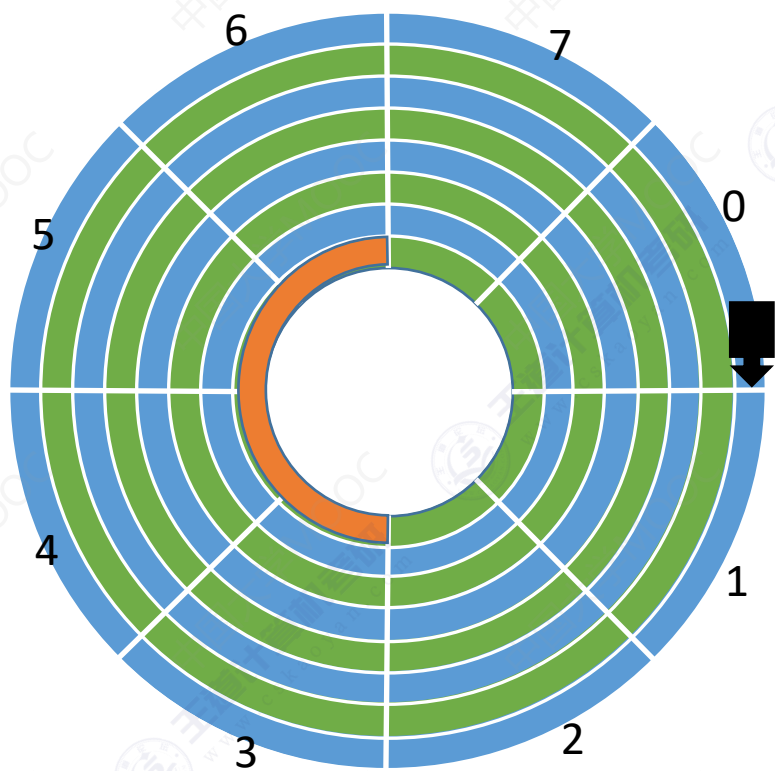
本节内容

# 磁盘调度算法

# 知识总览



## 一次磁盘读/写操作需要的时间



**寻找时间（寻道时间） $T_s$** ：在读/写数据前，将磁头移动到指定磁道所花的时间。

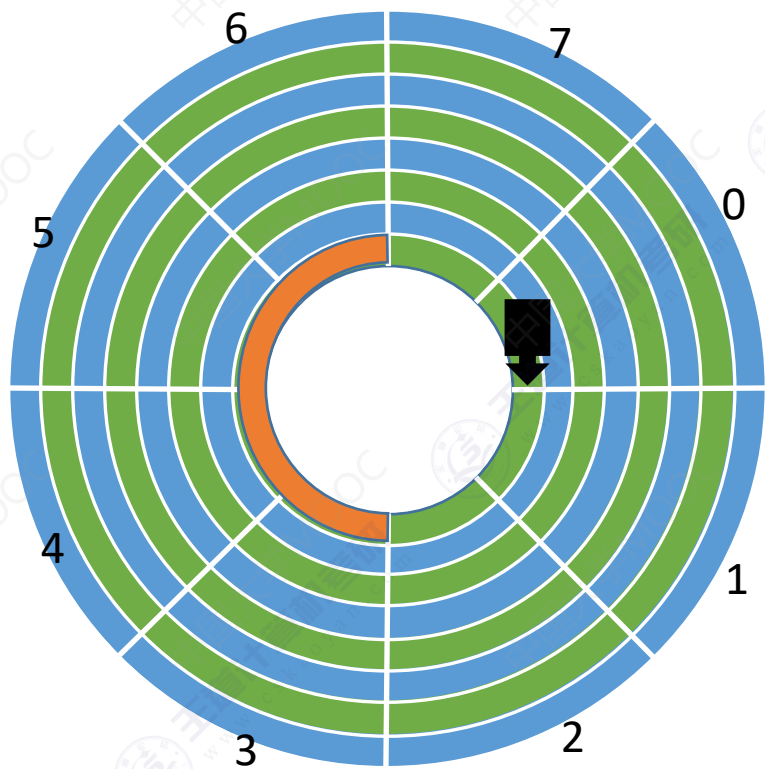
① **启动磁头臂**是需要时间的。假设耗时为  $s$ ；

② **移动磁头**也是需要时间的。假设磁头匀速移动，每跨越一个磁道耗时为  $m$ ，总共需要跨越  $n$  条磁道。则：

**寻道时间  $T_s = s + m * n$**

现在的硬盘移动一个磁道大约需要  
0.2ms，磁臂启动时间约为2ms

## 一次磁盘读/写操作需要的时间



**寻找时间（寻道时间） $T_S$** ：在读/写数据前，将磁头移动到指定磁道所花的时间。

① **启动磁头臂**是需要时间的。假设耗时为  $s$ ；

② **移动磁头**也是需要时间的。假设磁头匀速移动，每跨越一个磁道耗时为  $m$ ，总共需要跨越  $n$  条磁道。则：

**寻道时间  $T_S = s + m * n$**

**延迟时间 $T_R$** ：通过旋转磁盘，使磁头定位到目标扇区所需要的时间。设磁盘转速为  $r$ （单位：转/秒，或 转/分），则

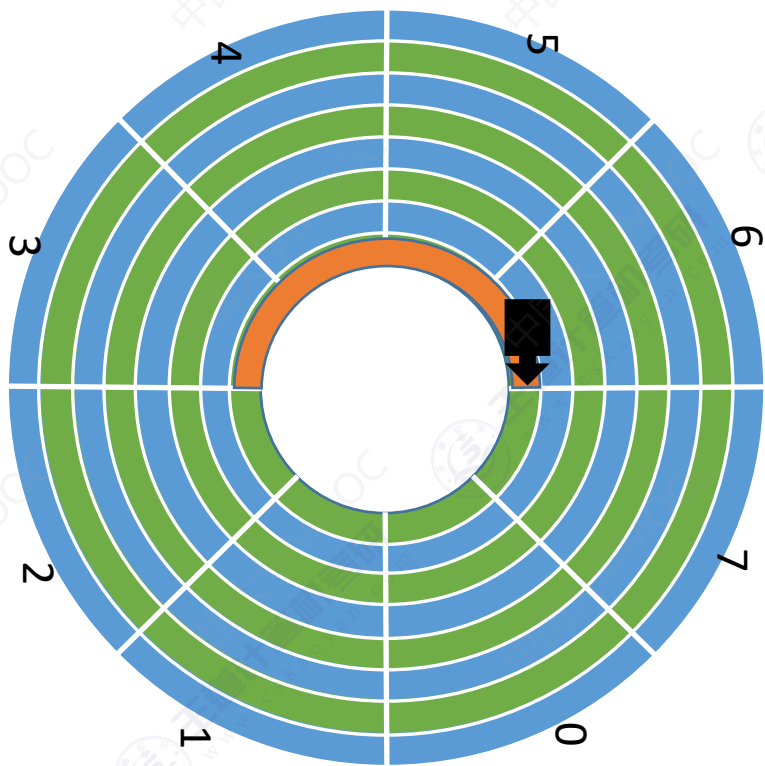
平均所需的延迟时间  $T_R = (1/2) * (1/r) = 1/2r$

$1/r$  就是转一圈需要的时间。找到目标扇区平均需要转半圈，因此再乘以  $1/2$

硬盘的典型转速为  
5400 转/分，或 7200  
转/分



## 一次磁盘读/写操作需要的时间



**寻找时间（寻道时间） $T_S$** ：在读/写数据前，将磁头移动到指定磁道所花的时间。

① **启动磁头臂**是需要时间的。假设耗时为  $s$ ；

② **移动磁头**也是需要时间的。假设磁头匀速移动，每跨越一个磁道耗时为  $m$ ，总共需要跨越  $n$  条磁道。则：

**寻道时间  $T_S = s + m * n$**

**延迟时间 $T_R$** ：通过旋转磁盘，使磁头定位到目标扇区所需要的时间。设磁盘转速为  $r$ （单位：转/秒，或 转/分），则

**平均所需的延迟时间  $T_R = (1/2) * (1/r) = 1/2r$**

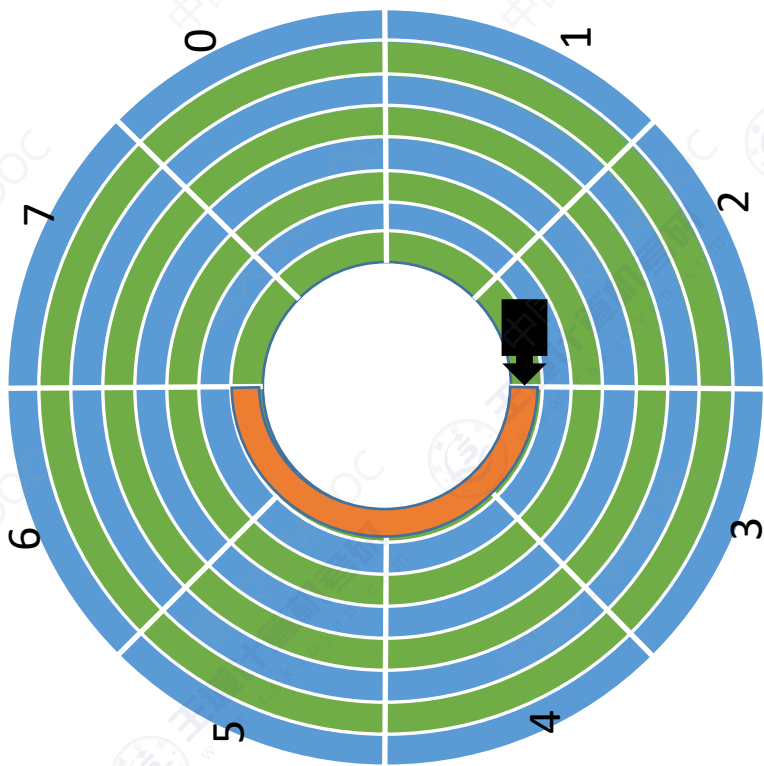
**传输时间 $T_t$** ：从磁盘读出或向磁盘写入数据所经历的时间，假设磁盘转速为  $r$ ，此次读/写的字节数为  $b$ ，每个磁道上的字节数为  $N$ 。则：

**传输时间  $T_t = (1/r) * (b/N) = b/(rN)$**

每个磁道要可存  $N$  字节的数据，因此  $b$  字节的数据需要  $b/N$  个磁道才能存储。而读/写一个磁道所需的时间刚好又是转一圈所需要的时间  $1/r$

## 一次磁盘读/写操作需要的时间

但是操作系统的磁盘调度算法会直接影响寻道时间



**寻找时间（寻道时间） $T_S$** ：在读/写数据前，将磁头移动到指定磁道所花的时间。

① **启动磁头臂**是需要时间的。假设耗时为  $s$ ；

② **移动磁头**也是需要时间的。假设磁头匀速移动，每跨越一个磁道耗时为  $m$ ，总共需要跨越  $n$  条磁道。则：

**寻道时间  $T_S = s + m * n$**

**延迟时间 $T_R$** ：通过旋转磁盘，使磁头定位到目标扇区所需要的时间。设磁盘转速为  $r$ （单位：转/秒，或 转/分），则

**平均所需的延迟时间  $T_R = (1/2) * (1/r) = 1/(2r)$**

**传输时间 $T_t$** ：从磁盘读出或向磁盘写入数据所经历的时间，假设磁盘转速为  $r$ ，此次读/写的字节数为  $b$ ，每个磁道上的字节数为  $N$ 。则：

**传输时间  $T_t = (1/r) * (b/N) = b/(rN)$**

总的平均存取时间  $T_a = T_S + 1/2r + b/(rN)$

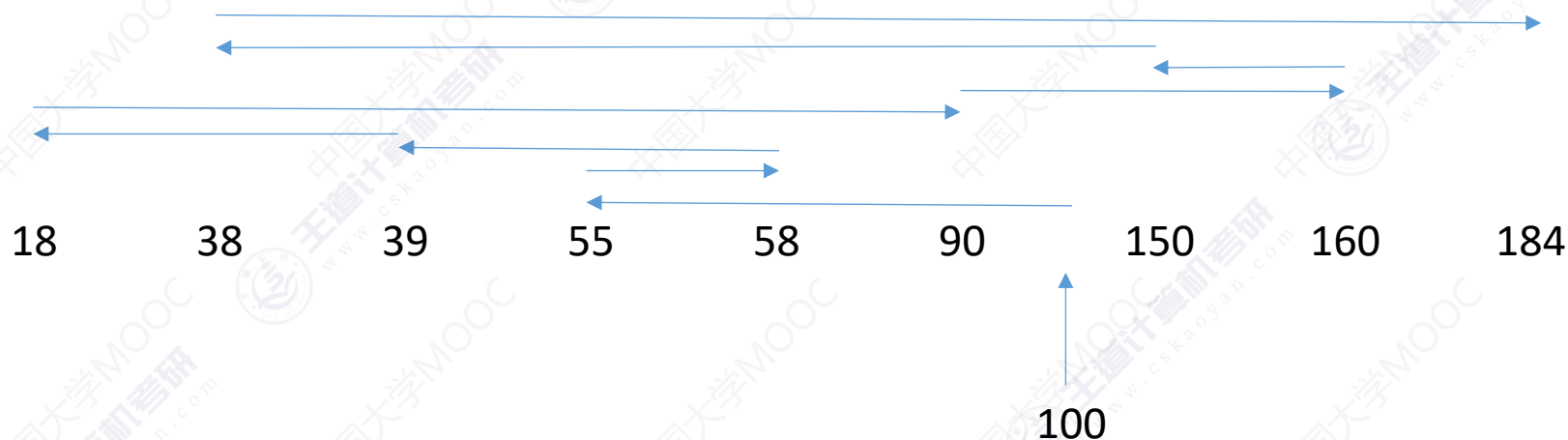
延迟时间和传输时间都与磁盘转速相关，且为线性相关。而转速是硬件的固有属性，因此操作系统也无法优化延迟时间和传输时间

## 先来先服务算法 (FCFS)

根据进程请求访问磁盘的先后顺序进行调度。

假设磁头的初始位置是100号磁道，有多个进程先后陆续地请求访问 55、58、39、18、90、160、150、38、184 号磁道

按照 FCFS 的规则，按照请求到达的顺序，磁头需要依次移动到 55、58、39、18、90、160、150、38、184 号磁道



磁头总共移动了  $45+3+19+21+72+70+10+112+146 = 498$  个磁道

响应一个请求平均需要移动  $498/9 = 55.3$  个磁道（平均寻找长度）

优点：公平；如果请求访问的磁道比较集中的话，算法性能还算过的去

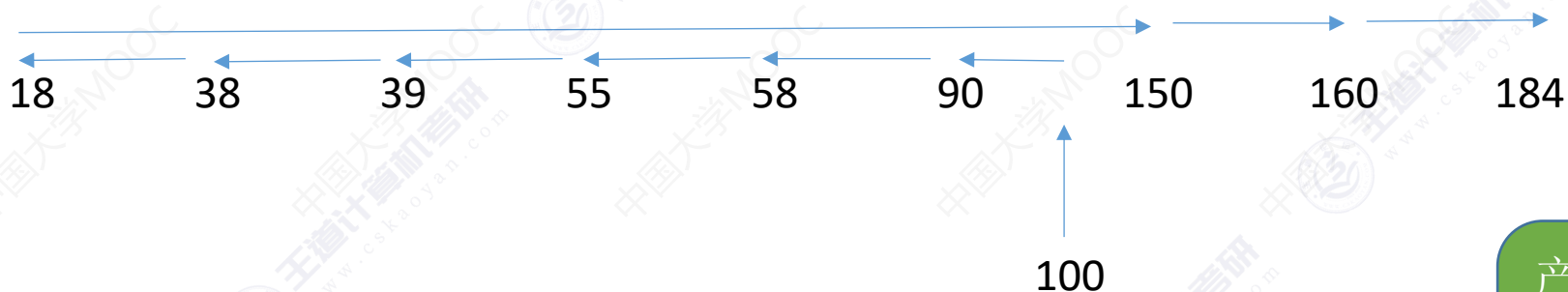
缺点：如果有大量进程竞争使用磁盘，请求访问的磁道很分散，则FCFS在性能上很差，寻道时间长。



## 最短寻找时间优先 (SSTF)

SSTF 算法会优先处理的磁道是与当前磁头最近的磁道。可以保证每次的寻道时间最短，但是并不能保证总的寻道时间最短。（其实就是贪心算法的思想，只是选择眼前最优，但是总体未必最优）

假设磁头的初始位置是100号磁道，有多个进程先后陆续地请求访问 55、58、39、18、90、160、150、38、184 号磁道



磁头总共移动了  $(100-18) + (184-18) = 248$  个磁道

响应一个请求平均需要移动  $248/9 = 27.5$  个磁道（平均寻找长度）

优点：性能较好，平均寻道时间短

缺点：可能产生“饥饿”现象

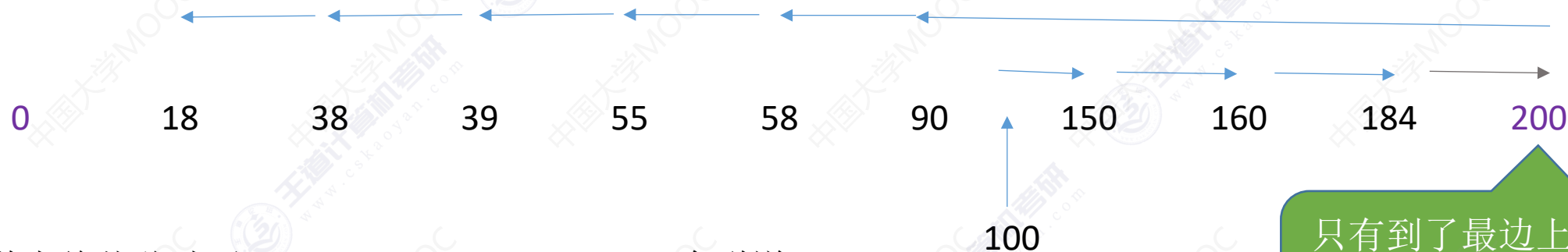
Eg: 本例中，如果在处理18号磁道的访问请求时又来了一个38号磁道的访问请求，处理38号磁道的访问请求时又来了一个18号磁道的访问请求。如果有源源不断的 18号、38号磁道的访问请求到来的话，150、160、184 号磁道的访问请求就永远得不到满足，从而产生“饥饿”现象。

产生饥饿的原因在于：磁头在一个小区域内来回来去地移动

## 扫描算法 (SCAN)

SSTF 算法会产生饥饿的原因在于：磁头有可能在一个小区域内来回来去地移动。为了防止这个问题，可以规定，只有磁头移动到最外侧磁道的时候才能往内移动，移动到最内侧磁道的时候才能往外移动。这就是扫描算法 (SCAN) 的思想。由于磁头移动的方式很像电梯，因此也叫电梯算法。

假设某磁盘的磁道为 0~200 号，磁头的初始位置是 100 号磁道，且此时磁头正在往磁道号增大的方向移动，有多个进程先后陆续地请求访问 55、58、39、18、90、160、150、38、184 号磁道



磁头总共移动了  $(200-100) + (200-18) = 282$  个磁道

响应一个请求平均需要移动  $282/9 = 31.3$  个磁道 (平均寻找长度)

优点：性能较好，平均寻道时间较短，不会产生饥饿现象

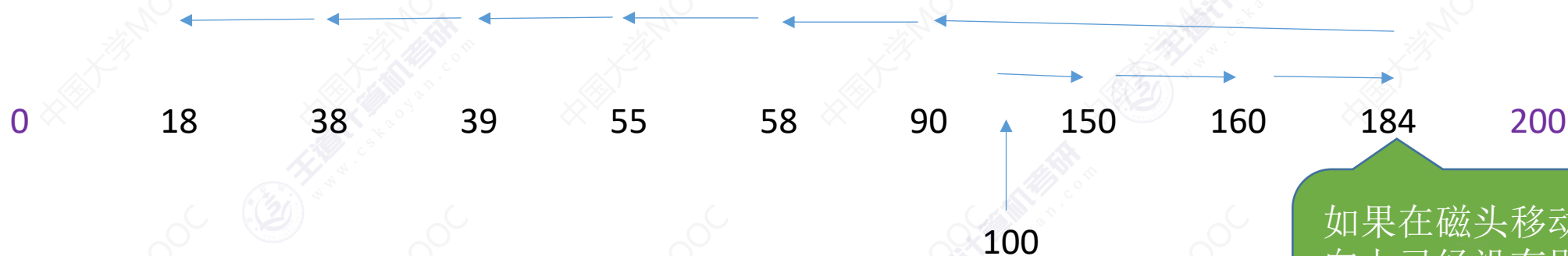
缺点：①只有到达最边上的磁道时才能改变磁头移动方向，事实上，处理了 184 号磁道的访问请求之后就不需要再往右移动磁头了。

②SCAN 算法对于各个位置磁道的响应频率不平均 (如：假设此时磁头正在往右移动，且刚处理过 90 号磁道，那么下次处理 90 号磁道的请求就需要等磁头移动很长一段距离；而响应了 184 号磁道的请求之后，很快又可以再次响应 184 号磁道的请求了)

## LOOK 调度算法

扫描算法 (SCAN) 中，只有到达最边上的磁道时才能改变磁头移动方向，事实上，处理了184号磁道的访问请求之后就不需要再往右移动磁头了。LOOK 调度算法就是为了解决这个问题，如果在磁头移动方向上已经没有别的请求，就可以立即改变磁头移动方向。（边移动边观察，因此叫 LOOK）

假设某磁盘的磁道为 0~200 号，磁头的初始位置是100号磁道，且此时磁头正在往磁道号增大的方向移动，有多个进程先后陆续地请求访问 55、58、39、18、90、160、150、38、184 号磁道



如果在磁头移动方向上已经没有别的请求，就可以立即改变磁头移动方向

磁头总共移动了  $(184-100) + (184-18) = 250$  个磁道

响应一个请求平均需要移动  $250/9 = 27.5$  个磁道（平均寻找长度）

优点：比起 SCAN 算法来，不需要每次都移动到最外侧或最内侧才改变磁头方向，使寻道时间进一步缩短

## 循环扫描算法 (C-SCAN)

SCAN算法对于各个位置磁道的响应频率不平均，而 **C-SCAN 算法** 就是为了解决这个问题。规定只有磁头朝某个特定方向移动时才处理磁道访问请求，而**返回时直接快速移动至起始端而不处理任何请求**。

假设某磁盘的磁道为 0~200 号，磁头的初始位置是 100 号磁道，且**此时磁头正在往磁道号增大的方向移动**，有多个进程先后陆续地请求访问 55、58、39、18、90、160、150、38、184 号磁道



只有到了最边上的磁道才能改变磁头移动方向。磁头返回途中不处理任何请求

磁头总共移动了  $(200-100) + (200-0) + (90-0) = 390$  个磁道  
响应一个请求平均需要移动  $390/9 = 43.3$  个磁道（平均寻找长度）

优点：比起SCAN来，对于各个位置磁道的响应频率很平均。

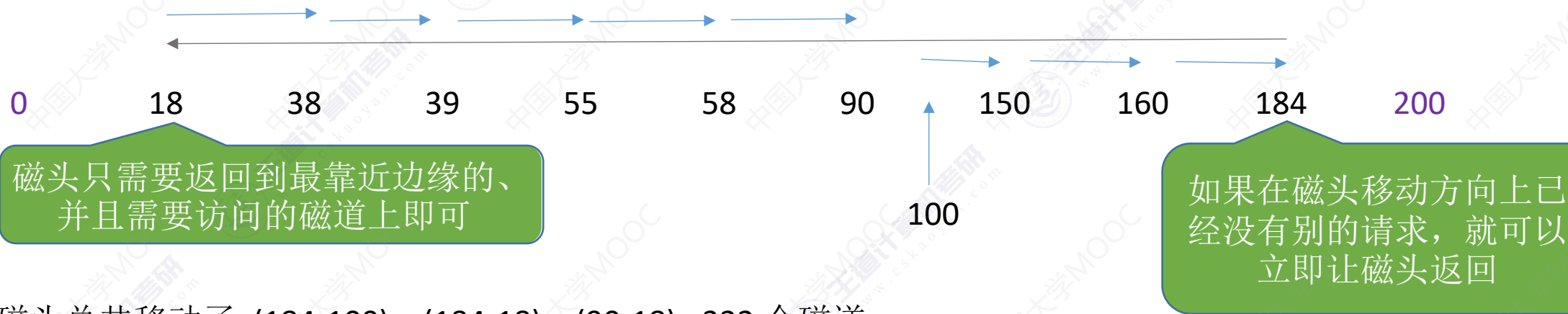
缺点：只有到达最边上的磁道时才能改变磁头移动方向，事实上，处理了184号磁道的访问请求之后就不需要再往右移动磁头了；并且，磁头返回时其实只需要返回到18号磁道即可，不需要返回到最边缘的磁道。另外，比起SCAN算法来，平均寻道时间更长。



## C-LOOK 调度算法

C-SCAN 算法的主要缺点是只有到达最边上的磁道时才能改变磁头移动方向，并且磁头返回时不一定需要返回到最边缘的磁道上。C-LOOK 算法就是为了解决这个问题。如果磁头移动的方向上已经没有磁道访问请求了，就可以立即让磁头返回，并且磁头只需要返回到有磁道访问请求的位置即可。

假设某磁盘的磁道为 0~200 号，磁头的初始位置是 100 号磁道，且此时磁头正在往磁道号增大的方向移动，有多个进程先后陆续地请求访问 55、58、39、18、90、160、150、38、184 号磁道



磁头总共移动了  $(184-100) + (184-18) + (90-18) = 322$  个磁道

响应一个请求平均需要移动  $322/9 = 35.8$  个磁道（平均寻找长度）

优点：比起 C-SCAN 算法来，不需要每次都移动到最外侧或最内侧才改变磁头方向，使寻道时间进一步缩短



# 知识点回顾与重要考点

## 磁盘调度算法

一次磁盘读/写操作需要的时间

寻找时间(寻道时间): 启动磁臂 移动磁头所花的时间

磁盘调度算法影响的指标

延迟时间: 将目标扇区转到磁头下面所花的时间

传输时间: 读/写 数据花费的时间

先来先服务 (FCFS)

按访问请求到达的先后顺序进行处理

最短寻找时间优先 (SSTF)

每次都优先响应距离磁头最近的磁道访问请求

贪心算法的思想, 能保证眼前最优, 但无法保证总的寻道时间最短

缺点: 可能导致饥饿

磁盘调度算法

扫描算法 (电梯算法、SCAN)

只有磁头移动到最边缘的磁道时才可以改变磁头移动方向

缺点: 对各个位置磁道的响应频率不平均

循环扫描算法 (C-SCAN)

只有磁头朝某个方向移动时才会响应请求, 移动到边缘后立即让磁头返回起点, 返回途中不响应任何请求

LOOK 算法

SCAN 算法的改进, 只要在磁头移动方向上不再有请求, 就立即改变磁头方向

低频考点

C-LOOK 算法

C-SCAN 算法的改进, 只要在磁头移动方向上不再有请求, 就立即让磁头返回

若题目中无特别说明, 则SCAN 就是 LOOK, C-SCAN 就是C-LOOK



公众号：王道在线



b站：王道计算机教育



抖音：王道计算机考研