

作业 (5) 答案

1. 思考题

- (1) I/O 控制方式可分为哪些类型？各类控制方式的优缺点有哪些？

轮询方式、中断方式、DMA 方式、通道方式

I/O 控制方式	优点	缺点
轮询方式	无需硬件，程序直接控制 I/O 操作	处理器利用率低，处理器与设备之间是串行工作，无并行
中断方式	由中断控制器进行控制 I/O 操作	处理器与设备之间有并行，但并行程度低
DMA 方式	DMA 控制器控制 I/O 操作，处理器与设备之间并行程度高	需要 DMA 控制器，增加硬件成本
通道方式	通道运行 I/O 指令，处理器与设备之间高度并行工作	需要通道，增加硬件成本

- (2) 大型机常常采用通道方式实现 I/O 控制，那么什么是通道？为什么要引入通道？

I/O 通道：又称为通道控制器、I/O 处理器，用于完成逻辑上独立的 I/O 任务

CPU 遇到 I/O 任务，操作系统组织通道程序，置通道程序地址字 CAW，启动指定通道，通道从 CAW 获得通道程序，控制 I/O 设备进行操作，CPU 执行其他任务。

I/O 操作完成后，I/O 通道发出中断，CPU 处理中断，并从通道程序状态字 CSW 获得通道执行情况，处理 I/O 操作。

采用通道方式之后，可以大大提高处理器与 I/O 设备的并行性

- (3) 为什么要引入缓冲技术？其基本思想是什么？

引入缓冲的目的：

- 1) 解决 CPU 与设备之间速度不匹配的矛盾
- 2) 协调逻辑记录大小和物理记录大小不一致的问题
- 3) 提高 CPU 和设备的并行性
- 4) 减少 I/O 操作对 CPU 的中断次数
- 5) 放宽对 CPU 中断响应时间的要求

基本思想：在内存中开辟的存储区，专门用于临时存放 I/O 操作的数据

写操作：将数据送至缓冲区，直到装满或需要写出，待适当时候系统将缓冲区内容写到设备上

读操作：系统将设备上的物理记录读至缓冲区，根据要求将当前所需要的数据从缓冲区中读出并传送给进程

- (4) 为什么要引入设备独立性？如何实现设备独立性？

作业执行前对设备提出申请时，如果所指定设备出现故障，即便计算机系统中有同类设备也不能运行。降低了设备的利用率和系统分配设备的灵活性。

实现：用户通常不指定物理设备，而是指定逻辑设备，使得用户进程和物理设备分离开来，再通过操作系统的设备管理功能建立逻辑设备和物理设备之间的对应关系。操作系统建立逻辑设备名和物理设备名的对应表以供转换使用。

- (5) 什么是设备的静态分配？什么是设备的动态分配？

静态分配：进程运行前申请，实现简单，能够防止系统发生死锁，但会降低设备利用率

动态分配：进程随用随申请设备，提高设备利用率，但可能会发生死锁

- (6) SPOOLing 系统是如何将独占型设备改造成共享型设备的？

利用多道程序的几道程序控制完成将低（高）速外围设备上的数据输入/输出到高（低）速外围设备上。由于 SPOOLing 系统实现了外部设备联机操作功能，不但提高系统效率，每个作业都感觉各自拥有了所需的独占型设备，可以说采用这种技术的操作系统提供了虚拟设备。

2. 应用题

- (1) 某操作系统采用中断方式控制 I/O 操作，假设 CPU 用 1ms 来处理中断请求，其他 CPU 时间用于计算。若时钟中断频率为 100 Hz，试计算 CPU 的利用率。

两次中断间隔为 $1/100=10\text{ms}$

CPU 的利用率 $=1-1/10=90\%$

- (2) 已知磁盘的结构如下：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 分别表示任意逻辑磁盘块的柱面号、磁头号、磁道内的块号，则 x 与 a, b, c 可通过如下公式进行转换：

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

$$a = (x - 1) / (k \times m)$$

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

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

若某磁盘满足 $n=200, m=20, k=10$ ，试问：①柱面号为 185、磁头号为 12，磁道内的块号为 5 的磁盘块的逻辑块号是多少？②逻辑块号为 1200，其所对应的柱面号、磁头号及磁道内的块号分别是多少？③若每一磁道内的信息块从 0 开始编号，即编号依次为 $0, 1, \dots, k-1$ ，其全条件同前，试写出 x 与 a, b, c 之间的转换公式。

① $x = 10 \times 20 \times 185 + 10 \times 12 + 5 = 37125$

②

$$a = (1200 - 1) / 10 \times 20 = 5$$

$$b = (1200 - 1) \% (10 \times 20) / 10 = 19$$

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

③

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

$$a = (x - 1) / (k \times m)$$

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

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

- (3) 若磁头当前位于第 100 号柱面，且正向柱面号增加的方向移动。现有磁盘读写请求队列，柱面号依次为 23, 376, 205, 132, 19, 61, 190, 398, 29, 4, 18, 40。若采用先来先服务算法、最短查找时间优先算法和双向扫描算法，试计算出各种算法中移动臂所经过的柱面数。（柱面号最大为 399）

解答：先来先服务算法：

移臂顺序 100, 23, 376, 205, 132, 19, 61, 190, 398, 29, 4, 18, 40

移臂总柱面数 $= (100-23) + (376-23) + (376-205) + (205-132) + (132-19) + (61-19) + (190-$

$$61)+(398-190)+(398-29)+(29-4)+(18-4)+(40-18)=1596$$

最短查找时间优先算法:

移臂顺序 100, 132, 190, 205, 61, 40, 29, 19, 18, 4, 376, 398

$$\text{移臂总柱面数}=(205-100)+(205-4)+(398-4)=700$$

双向扫描算法

移臂顺序 100, 132, 190, 205, 376, 398, 399, 61, 40, 29, 19, 18, 4

$$\text{移臂总柱面数}=(399-100)+(399-4)=694$$

- (4) 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, 假设在查找过程中移过每个柱面要花费 6ms, 试基于以下算法计算查找时间: ①先来先服务算法; ②最短查找时间优先算法; ③电梯调度算法(正问柱面号增加的方向移动)。

①先来先服务算法

移臂顺序 20、10、22、20、2、40、6、38

$$\text{查找总时间}=((20-10)+(22-10)+(22-2)+(40-2)+(40-6)+(38-6))\times 6\text{ms}=876\text{ms}$$

②最短查找时间优先算法

移臂顺序 20、20、22、10、6、2、38、40

$$\text{查找总时间}=((22-20)+(22-2)+(40-2))\times 6\text{ms}=360\text{ms}$$

③电梯调度算法(正问柱面号增加的方向移动)。

移臂顺序 20、20、22、38、40、10、6、2

$$\text{查找总时间}=((40-20)+(40-2))\times 6\text{ms}=348\text{ms}$$

- (5) 在旋转型设备上对信息进行优化分布能够减少为若干 I/O 服务的总时间。设旋转型设备磁鼓分为 20 个区, 每区存放一条记录, 磁鼓旋转一周用时 20 ms, 读取每条记录平均用时 1 ms, 之后经 2 ms 处理, 再继续处理下一条记录。在当前磁鼓位置未知的情况下: ①顺序存放记录 1, 记录 2, ..., 记录 20 时, 试计算读出并处理 20 条记录的总时间; ②给出优化分布 20 条记录的一种方案, 使得总处理时间缩短, 并计算该方案所花费的总时间。

①顺序存放记录 1, 记录 2, ..., 记录 20 时, 试计算读出并处理 20 条记录的总时间;

定位在记录 1 的时间为: $20\text{ms}/2=10\text{ms}$

读取记录 1 的时间为 1ms

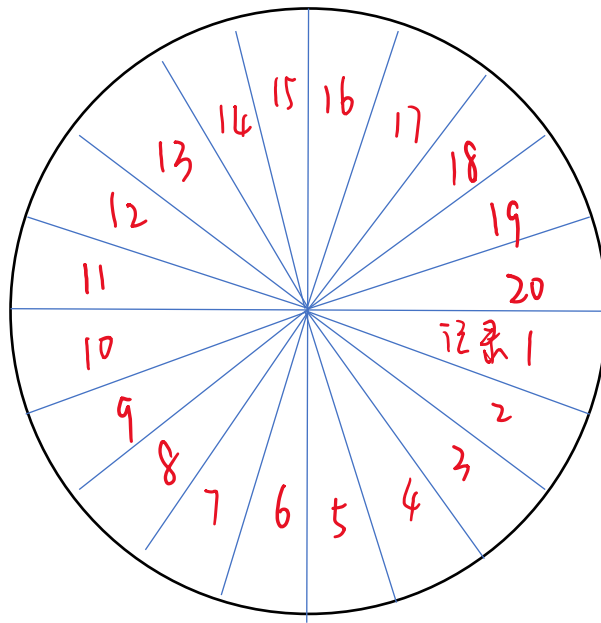
处理记录 1 的时间为 2ms

定位记录 2~记录 20 每个记录的时间为 18ms

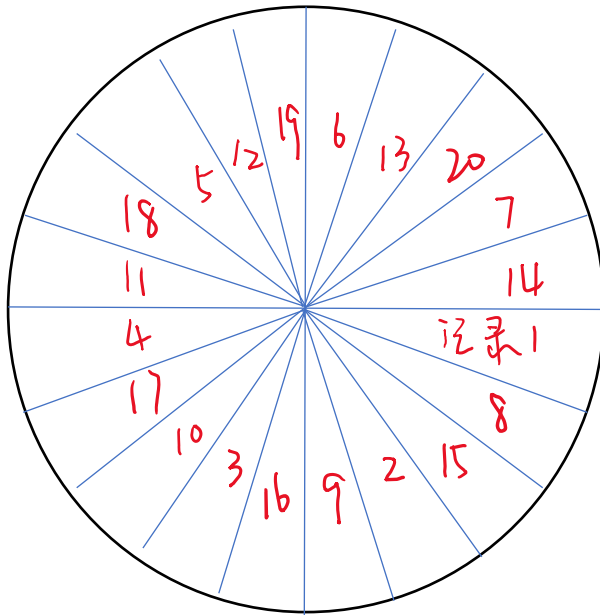
读取记录 2~记录 20 每个记录的时间为 1ms

处理记录 2~记录 20 每个记录的时间为 2ms

所以, 读出并处理 20 条记录的总时间= $10+1+2+19\times(18+1+2)=412\text{ms}$



②优化分布 20 条记录的一种方案如下图所示：

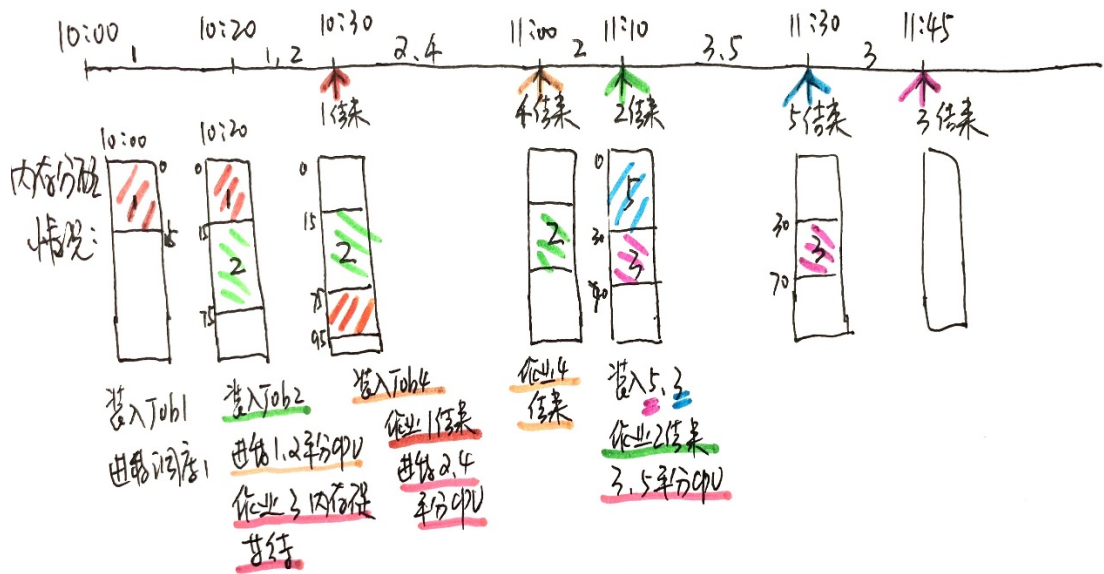


该方案所花费的总时间= $10+(1+2) \times 20=70\text{ms}$

- (6) 有 5 个作业依次进入系统，其提交时刻、运行时间、作业长度分别列于下表。设内存容量为 100 KB，采用可变分区存储管理，且作业在内存中不能移动。作业调度采用先来先服务算法，进程调度采用内存中的就绪进程平分 CPU 时间的方式，不计作业对换及其他系统开销。试求各作业的开始执行时刻、完成时刻、周转时间。

作业	提交时刻	运行时间	作业长度/KB	开始执行时间	完成时刻	作业周转时间/min
Job ₁	10:00	25	15	10:00	10:30	30
Job ₂	10:20	30	60	10:20	11:10	50
Job ₃	10:20	25	40	11:10	11:45	85
Job ₄	10:30	15	20	10:30	11:00	30
Job ₅	10:35	10	30	11:10	11:30	55

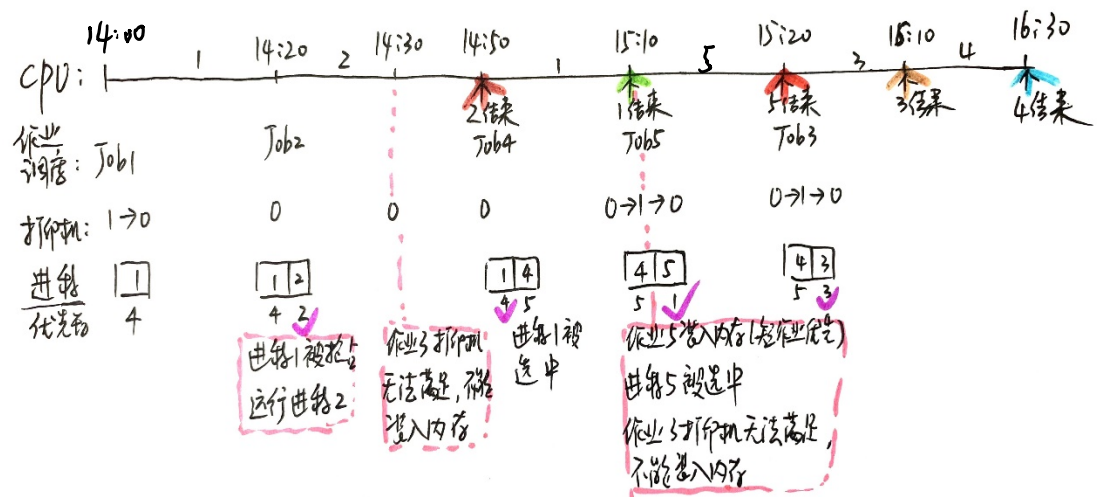
系统具体调度如下：



- (7) 有一个多道程序系统，其作业调度采用最短作业优先调度算法，进程调度采用优先数抢占式调度算法，且优先数越小则优先级越高。如果系统拥有一台打印机，采用静态方式进行分配，忽略系统调度开销。现有以下作业序列到达系统：

作业名	到达时刻	估计运行时间/min	打印机需求/台	进程优先数
Job ₁	14:00	40	1	4
Job ₂	14:20	30	0	2
Job ₃	14:30	50	1	3
Job ₄	14:50	20	0	5
Job ₅	15:00	10	1	1

要求：①列出这 5 个作业的完成次序；②计算作业的平均周转时间。



作业完成顺序为: 2,1,5,3,4

作业名	到达时刻	进入内存时刻	开始执行时刻	完成时刻	周转时间
Job ₁	14:00	14:00	14:00	15:10	70
Job ₂	14:20	14:20	14:20	14:50	30
Job ₃	14:30	15:20	15:20	16:10	100
Job ₄	14:50	14:50	16:10	16:30	100
Job ₅	15:00	15:10	15:10	15:20	20

平均周转时间 = $(70 + 30 + 20 + 100 + 100) / 5 = 64(\text{min})$