

操作系统 2020 课后应用题作业 1

姓名：_____ 学号：_____

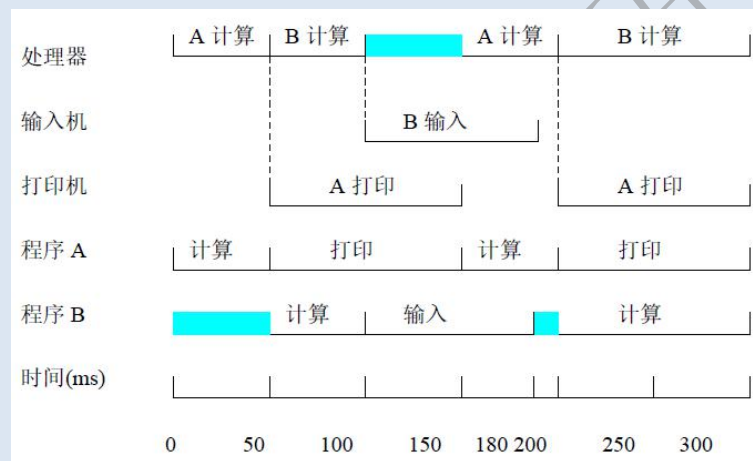
提醒：直接在本文档填写解题答案，

提交作业的文件名命名规范为【学号_姓名_作业 1. doc】

题序	1 满分 10 分	2 满分 12 分	3 满分 12 分	4 满分 10 分	5 满分 10 分	6 满分 6 分	7 满分 10 分	8 满分 28	总分
分值									

1. 某个计算机系统？。有一台输入机和一台打印机，现有两道程序投入运行，且程序 A 先开始运行，程序 B 后开始运行。程序 A 的运行轨迹为：计算 50ms、打印 100ms、再计算 50ms、打印 100ms，结束。程序 B 的运行轨迹为：计算 50ms、输入 80ms、再计算 100ms，结束。试说明：①两道程序运行时，CPU 是否存在空闲等待？若是，在哪段时间内等待？为什么等待？②程序 A、B 是否有等待 CPU 的情况？若有，指出发生等待的时刻。（满分 10 分）

答：画出两道程序的并发执行图如下：



①如图所示，两道程序运行期间，CPU 存在空闲等待，时间为 100 至 150ms 之间，因为此时程序 B 占有输入机、程序 A 占有打印机均不占用 CPU，所以 CPU 处于空闲等待状态。存在 CPU 等待的原因是在某些时段，没有就绪的进程。

②如图所示，程序 A 无等待现象，但程序 B 有等待。程序 B 有等待时间段为 0ms 至 50ms，180ms 至 200ms 间。

2. 若内存中有 3 道程序 A、B、C，按照 A、B、C 的优先次序运行。各程序的计算轨迹为：

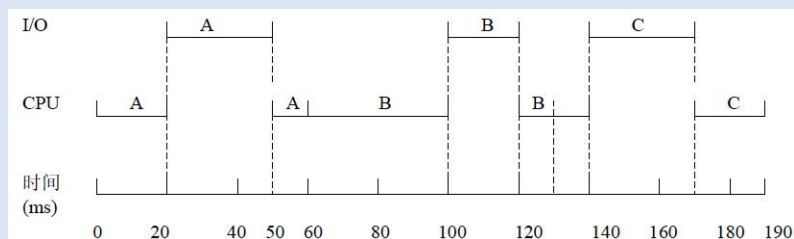
A：计算（20ms），I/O（30ms），计算（10ms）

B：计算（40ms），I/O（20ms），计算（10ms）

C：计算（10ms），I/O（30ms），计算（20ms）

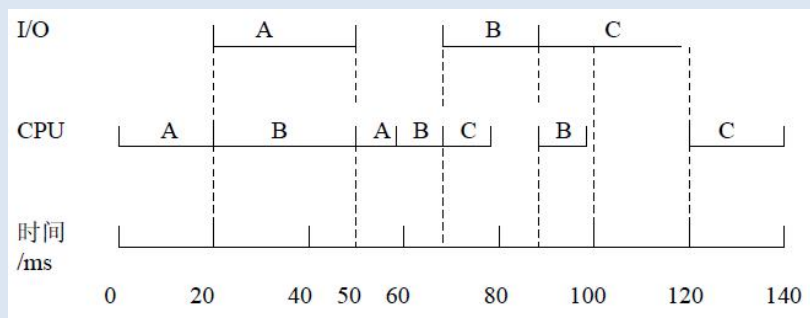
如果 3 道程序都使用相同的设备进行 I/O 操作（即程序以串行方式使用设备，调度开销忽略不计），试分别画出单道和多道运行的时间关系图。在两种情况下，CPU 的平均利用率各是多少？（满分 12 分）

答：单道运行时间关系图：



单道总运行时间为 190ms。CPU 利用率为 $(190-80)/190=57.9\%$ 。

多道运行时间关系图：



多道总运行时间为 140ms。CPU 利用率为 $(140-30)/140 \approx 78.6\%$ 。

3. 在单机系统中，有 CPU 和两个设备 DEV₁、DEV₂，它们能够同时工作。现有两个程序 A、B 同时到达，程序 B 的优先级高于程序 A，但当程序 A 占用 CPU 时，程序 B 不能抢占。程序在 CPU 与 IO 设备之间的切换开销忽略不计。如果这两个程序使用 CPU、DEV₁、DEV₂ 的顺序和时间如下表所示。

程序	运行情况/ms						
A	CPU	DEV ₁	CPU	DEV ₂	CPU	DEV ₁	CPU
	25	39	20	20	20	30	20
B	CPU	DEV ₁	CPU	DEV ₂	CPU	DEV ₁	CPU
	20	50	20	20	10	20	45

试解答下列问题：①哪个程序先结束？②程序全部执行结束需要多长时间？③程序全部执行完毕时，CPU 的利用率是多少？④程序 A 等待 CPU 的累计时间是多少？⑤程序 B 等待 CPU 的累计时间是多少？（满分 10 分）

答：①程序 B 先结束；②全部程序运行结束需要 234ms；③CPU 的利用率为： $(20+20+10+45+25+20+20+20)/234=76.92\%$ ；④程序 A 等待 CPU 的累计时间为 35 ms（0ms 起等了 20ms，199ms 起等了 15ms）；⑤程序 B 等待 CPU 的累计时间为 29ms（110ms 起等了 19ms，199 起等了 10ms）。

4. 在一个只支持四道程序同时运行的多道程序系统中，若在一段时间内先后到达 6 个作业，其提交时刻和估计运行时间由下表给出。

作业	提交时刻	估计运行时间/min
1	8:00	60
2	8:20	35
3	8:25	20
4	8:30	25
5	8:35	5
6	8:40	10

系统采用 SRTF 调度算法，作业被调度进入系统后中途不会退出，但作业运行时可被剩余时间更短的作业所抢占。①分别给出 6 个作业的开始执行时间、作业完成时间、作业周转时间。②计算平均作业周转时间。（满分 12 分）

答：

作业号	提交时间	需运行时间	开始运行时间	被抢占还需运行时间	完成时间	周转时间
1	8:00	60	8:00	40	10:35	155
2	8:20	35	8:20	30	9:55	95
3	8:25	20	8:25		8:45	20
4	8:30	25	9:00	25	9:25	55
5	8:35	5	8:45		8:50	15
6	8:40	10	8:50		9:00	20

说明：

J2 到达时抢占 J1；J3 到达时抢占 J2。

但 J4 到达时，因不满足 SRTF，故 J4 不能被运行，J3 继续执行 5 分钟。

由于是 4 道的作业系统，故后面作业不能进入内存而在后备队列等待，直到有作业结束。

根据进程调度可抢占原则，J3 第一个做完。而这时 J5、J6 均已进入后备队列，而 J5 可进入内存。

因 J5 最短，故它第二个完成。这时 J6 方可进入内存。因 J6 最短，故它第三个完成。

然后是：J4、J2 和 J1。

平均作业周转时间 $T=(155+95+20+55+15+20)/6=60$ 。

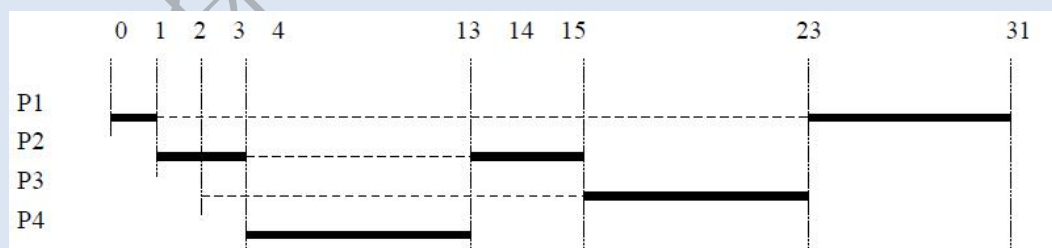
5. 设有 4 个进程 P₁、P₂、P₃、P₄，它们到达就绪队列的时刻、运行时间及优先级（优先数越大优先级越高）如下表：

进程	到达就绪队列的时刻	运行时间/ms	优先级
P ₁	0	9	1
P ₂	1	4	3
P ₃	2.5	8	2
P ₄	3.5	10	4

①若采用抢占式优先数调度算法（抢占的时间点为高优先级进程达到就绪队列的时刻），试给出各个进程的调度次序以及进程的平均周转时间和平均等待时间。

②若采用时间片轮换调度算法，且时间片长度取 2ms，试给出各个进程的调度次序以及进程的平均周转时间和平均等待时间。（满分 12 分）

答：①采用抢占式优先数调度算法

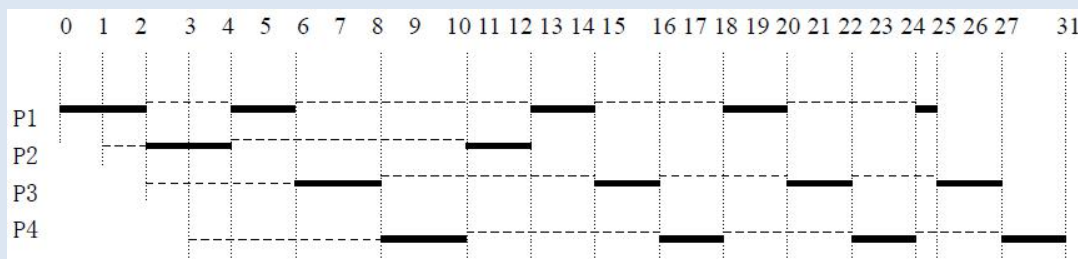


故调度次序为：P₁、P₂、P₄、P₂、P₃、P₁；

平均周转时间 $= (31+14+21+10)/4=19$ ；

平均等待时间 $= (22+10+13+0)/4=11.25$ 。

②采用时间片轮转调度算法，调度次序如下：



平均周转时间 $= (25+11+25+28)/4=22.25$;

平均等待时间 $= (16+7+17+18)/4=14.5$ 。

6. 某一页式存储管理系统，假设其页表全部存放在内存中。(1) 若访问内存的时间为 120ns，那么访问一个数据的时间是多少？(2) 若增加一个快表，无论命中与否均需 20ns 的开销，假设快表的命中率为 80%，则此时访问一个数据的时间是多少？(满分 6 分)

答：(1) $120\text{ns} \times 2 = 240\text{ns}$ 。

(2) $(120+20) \times 80\% + (120+120+20) \times 20\% = 164\text{ns}$ 。

7. 采用 LRU 置换算法的页式虚拟存储管理系统，其页面尺寸为 4KB，内存访问速度为 100ns，快表访问速度为 20ns，缺页中断处理耗时 25ms。现有一个长度为 30KB 的进程 P 进入系统，分配给 P 的页框有 3 块，进程的所有页面都在运行时动态装入。若 P 访问快表的命中率为 20%，对于下述页面号访问序列：7-0-1-2-0-3-0-4-2-3-0-3-2-1-2-0-1-7-0-1，计算平均有效访问时间是多少？(满分 10 分)

答：分页机制中，系统需从页表中获得指定页的页框号，而页表的一部分被存储在快表中，所以每访问一次内存中的数据，需要先访问一次快表，如果在快表中查不到指定页时再访问内存中的页表。

1) 系统不缺页的时间花费。

如果要访问的页已经在快表中，系统只需要花费 20ns 的快表访问时间和 100ns 访问内存就可以了。如果没有命中，系统还需要访问两次内存。第 1 次是访问内存中的页表，第 2 次是访问内存中的数据。根据快表的命中率为 20% 的已知条件，不缺页的有效访问时间 ma 是： $ma = 120 \times 20\% + 220 \times 80\% = 200$ (ns)

2) 计算缺页率。

应用程序长度为 30KB，按每页 4KB 计算共计 8 个页面 (0#~7#)。按 LRU 算法可以得出缺页达 12 次。对于共计 20 次页面访问来说，缺页率 $p = 60\%$ 。

3) 计算平均有效访问时间。

平均有效访问时间 T 的计算公式由两部分组成：

平均有效访问时间 $T = (1-p) ma + p \times \text{缺页异常耗时}$

填入本题中的已知条件后，得：

$T = (1-p) \times ma + p \times 25$ (ms)

$= 0.4 \times 200$ (ns) $+ 0.6 \times (200 + 25000000)$ (ns)

$= 15000200$ (ns)

8. 假设一个物理存储器有 4 个页框，一个程序运行的页面走向是：1-2-3-1-4-5-1-2-1-4-5-3-4-5。假定所有页框最初都是空的，分别使用 OPT、FIFO、LRU、LFU、CLOCK、MIN(滑动窗口 $\tau=3$)、WS(工作集窗口尺寸 $\Delta=2$)。算法，计算访问过程中所发生的缺页中断次数和缺页中断率。(满分 28 分)

答：(a) 最优置换算法 OPT：缺页 6 次。

F	F	F		F	F(3)						F(1)		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

(b) 先进先出算法 FIFO：缺页 10 次。

F	F	F		F	F(1)	F(2)	F(3)				F(4)	F(5)	F(1)
1	1	1	1	1	2	3	4	4	4	4	5	1	2
	2	2	2	2	3	4	5	5	5	5	1	2	3
		3	3	3	4	5	1	1	1	1	2	3	4
				4	5	1	2	2	2	2	3	4	5

(c) 最近最少使用算法 (LRU)：缺页 7 次。

F	F	F		F	F(2)		F(3)				F(2)		
1	2	3	1	4	5	1	2	1	4	5	3	4	5
	1	2	3	1	4	5	1	2	1	4	5	3	4
		1	2	3	1	4	5	5	2	1	4	5	3
				2	3	3	4	4	5	2	1	1	1

(d) 最不常用 (LFU) 页面调度算法：缺页 7 次。

F	F	F		F	F(2)		F(3)				F(2)		
1	2	3	1	4	5	1	2	1	4	5	3	4	5
	1	2	3	1	4	5	1	2	1	4	5	3	4
		1	2	3	1	4	5	5	2	1	4	5	3
				2	3	3	4	4	5	2	1	1	1

(e) Clock 调度算法：缺页 10 次。图中()中为引用位

F	F	F		F	F(1)	F(2)	F(3)				F(4)	F(5)	F(1)
1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	2(0)	3(0)	4(0)	4(0)	4(1)	4(1)	5(0)	1(0)	2(0)
	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	3(0)	4(0)	5(1)	5(1)	5(1)	5(1)	1(0)	2(0)	3(1)
		3(1)	3(1)	3(1)	4(0)	5(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	2(0)	3(1)	4(1)
				4(1)	5(1)	1(1)	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	3(1)	4(1)	5(1)