

操作系统 2021 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（不要另建 word 文件），

提交作业的文件名命名规范为【学号_姓名_作业 1.doc】

题序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	总分
分值	满分 10 分	满分 10 分	满分 10 分	满分 10 分	满分 10 分	满分 10 分	满分 8 分	满分 8 分	满分 24 分	满分 100
分值										

1. 试述系统调用的实现原理，陷阱机制和绘制系统调用的处理过程，并阐述系统调用的处理逻辑。（满分 10 分）

答：操作系统实现系统调用功能的机制称为系统陷阱或系统异常处理机制，由于系统调用而引起处理器中断的机器指令称为陷入指令（trap），它是非特权指令，在用户态下执行时会产生 CPU 模式切换，即由用户态转换到内核态。每个系统调用都事先规定编号，称为功能号，执行陷入指令时，必须通过某种方式指明对应系统调用的功能号，大多数情况，还应附带有传递给相应服务例程的参数。系统调用的实现要点包括：一是编写系统调用服务例程；二是设计系统调用入口地址表，每个入口地址都指向一个系统调用的服务例程，有些还包含系统调用自带参数的个数；三是陷阱处理机制，需要开辟现场保护区，以保存发生系统调用时应用程序的处理器现场。图 1-9 给出了系统调用的处理过程：应用程序执行系统调用，产生中断转向内核态，进入陷阱处理程序，它将按功能号来查询入口地址表，并转至对应服务例程执行，完成后退出中断，返回应用程序断点继续运行。

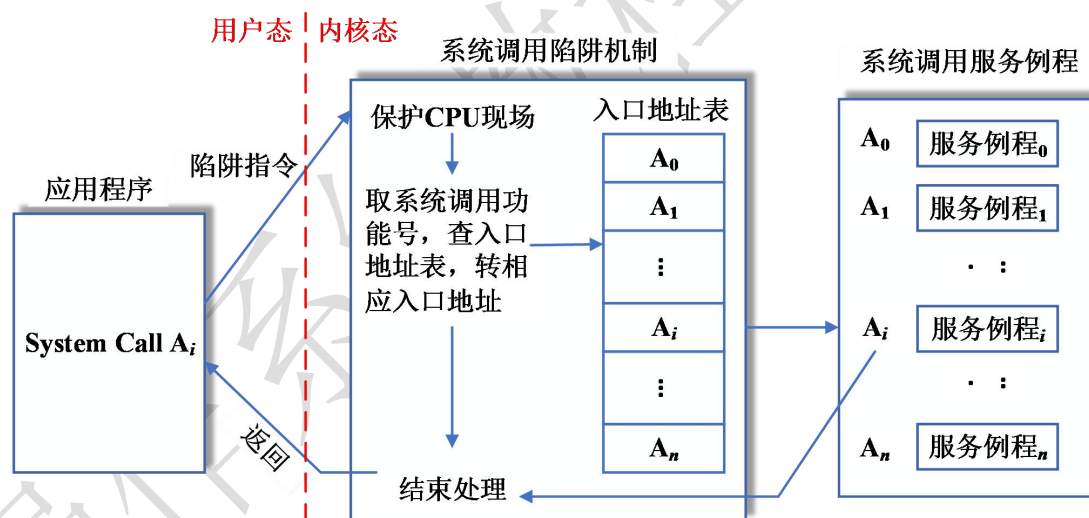


图 1-9 陷阱机制和系统调用处理过程

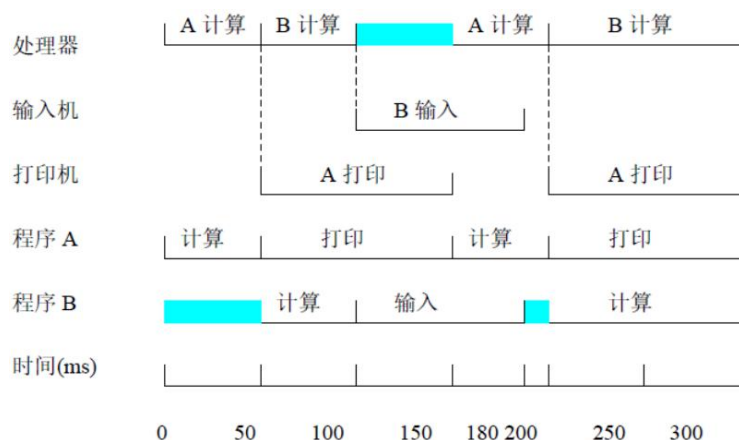
参数传递是系统调用中需要处理的问题，不同的系统调用要向相应的内核服务例程传递不同参数，反之，执行系统调用的结果也要以参数形式返回给应用程序。实现应用程序和系统调用之间传递参数所采用的方法有：一是陷入指令自带参数，可以规定陷入指令之后的若干单元存放参数，叫做直接参数；或者在指令之后紧临的单元中存放参数的地址，叫做间接参数，即由间接地址指出参数的存放区；二是通过 CPU 的通用寄存器传递参数，该方法不适用于传递大量参数，改进方法是在主存的某个区或表中存放参数，将其首地址送入寄存器，实现参数传递；三是在主存中开辟专用堆栈区传递参数。

2. 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。

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。

3. 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：

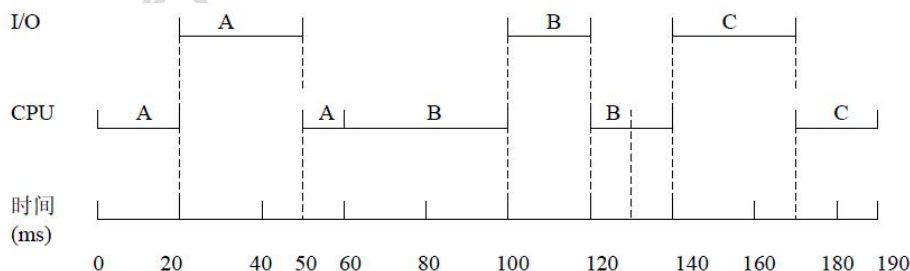
A：计算（20ms），I/O（30ms），计算（10ms）

B：计算（40ms），I/O（20ms），计算（10ms）

C：计算（10ms），I/O（30ms），计算（20ms）

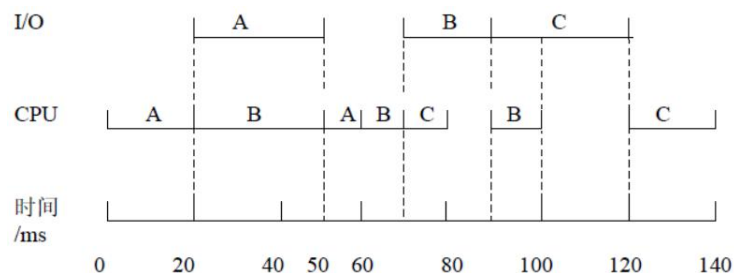
如果 3 道程序都使用相同的设备进行 I/O 操作（即程序以串行方式使用设备，调度开销忽略不计），试分别画出①单道和②多道运行的时间关系图。在两种情况下，CPU 的平均利用率各是多少？（满分 12 分）

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 $(140-30)/140 \approx 78.6\%$ 。

4. 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）。

5. 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 10 分）

答：①

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。

②平均作业周转时间 $T = (155 + 95 + 20 + 55 + 15 + 20) / 6 = 60$ 。

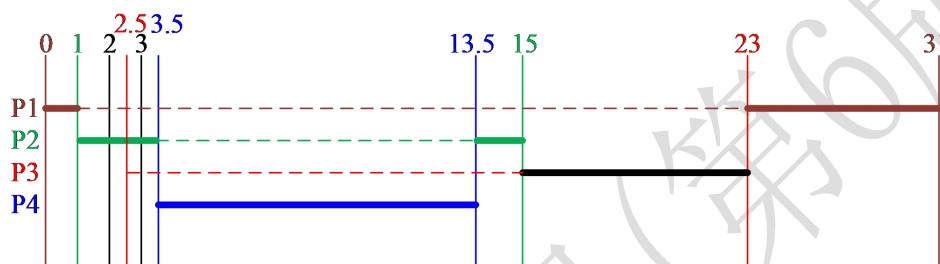
6. 设有 4 个进程 P₁、P₂、P₃、P₄，它们到达就绪队列的时刻、运行时间及优先级（**优先数越大优先级越高**）如下表：

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 10 分）

答：①采用抢占式优先数调度算法



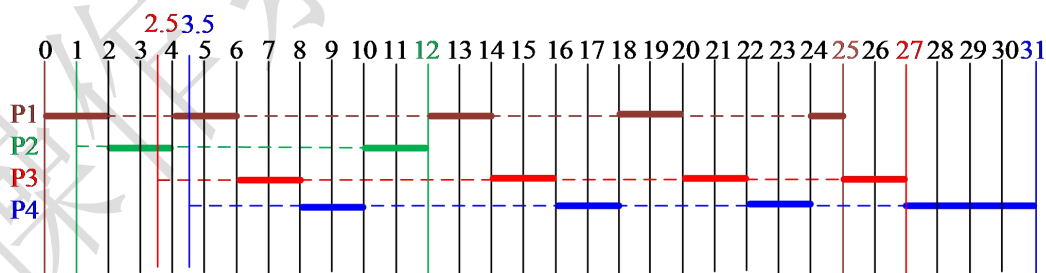
故调度次序为：P₁、P₂、P₄、P₂、P₃、P₁；

平均周转时间= $(31+14+20.5+10)/4=18.875$ ；

平均等待时间= $(22+10+12.5+0)/4=11.125$ 。

进程	到达就绪队列的时刻	运行时间/ms	优先级	完成时间	周转时间	等待时间
P ₁	0	9	1	31	31	22
P ₂	1	4	3	15	14	10
P ₃	2.5	8	2	23	20.5	12.5
P ₄	3.5	10	4	13.5	10	0

②采用时间片轮换调度算法，调度次序如下：



进程	到达就绪队列的时刻	运行时间/ms	优先级	完成时间	周转时间	等待时间
P ₁	0	9	1	25	25	16
P ₂	1	4	3	12	11	7
P ₃	2.5	8	2	27	24.5	16.5
P ₄	3.5	10	4	31	27.5	17.5

平均周转时间= $(25+11+24.5+27.5)/4=22$ ；

平均等待时间= $(16+7+16.5+17.5)/4=14.25$ 。

7. 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 8 分）

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

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

8. 在一页式存储管理系统中，逻辑地址长度为 16 位，页面大小为 4096B，已知第 0、1、2 页依次存放在第 10、12、14 号物理块中，现有逻辑地址 2F6AH，请问其相应的物理地址是多少？（地址以十六进制表示）（满分 8 分）

答：

因为逻辑地址长度为 16 位，而页面大小为 4096 字节，所以，前面的 4 位表示页号。把 2F6AH 转换成二进制为：0010 1111 0110 1010，可知页号为 2，故放在 14 号物理块中，写成十六进制为：EF6AH。

9. 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、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 24 分）

答：

①最优置换算法 OPT：缺页__6__次。

时刻 t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
页面序列	1	2	3	1	4	5	1	2	1	4	5	3	4	5
页框 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3
页框 2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
页框 3			3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
页框 4					4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
缺页标记	F	F	F		F	F						F		

在时刻 $t=11$ 至 12 时，可以替换 1 号或者 2 号页，结果不唯一，选中其一即可。

②先进先出算法 FIFO：缺页__10__次。

时刻 t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
页面序列	1	2	3	1	4	5	1	2	1	4	5	3	4	5
页框 1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	4	4
页框 2		2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	5
页框 3			3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
页框 4					4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
缺页标记	F	F	F		F	F	F	F				F	F	F

③最近最少使用算法（LRU）：缺页__7__次。

时刻 t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
页面序列	1	2	3	1	4	5	1	2	1	4	5	3	4	5
页框 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
页框 2		2	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
页框 3			3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
页框 4					4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
缺页标记	F	F	F		F	F		F				F		

④Clock 调度算法：缺页 10 次。注：解题时需要标记每个页号的引用位（*表示引用位标记，→表示指针的位置）



时刻 t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
页面序列	1	2	3	1	4	5	1	2	1	4	5	3	4	5
页框 1	1*	1*	1*	1*	→1*	5*	5*	5*	5*	5*	5*	→5*	4*	4*
页框 2	→	2*	2*	2*	2*	→2	1*	1*	1*	1*	1*	1*	→1	5*
页框 3		→	3*	3*	3*	3	→3	2*	2*	2*	2*	2*	2	→2
页框 4			→	→	4*	4	4	→4	→4	→4*	→4*	3*	3	3
缺页标记	F	F	F		F	F	F	F				F	F	F

⑤MIN(滑动窗口 $\tau=3$)：缺页 9 次。

时刻 t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
引用串		P1	P2	P3	P1	P4	P5	P1	P2	P1	P4	P5	P3	P4	P5
P1		√	√	√	√	√	√	√	√	√					
P2			√						√						
P3				√									√		
P4						√					√	√	√	√	
P5							√				√	√	√	√	√
IN		P1	P2	P3		P4	P5		P2		P4	P5	P3		
OUT				P2	P3		P4	P5		P2	P1			P3	P4

⑥工作集算法（WS）($\Delta=2$)：缺页 9 次。

时刻 t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
引用串		P1	P2	P3	P1	P4	P5	P1	P2	P1	P4	P5	P3	P4	P5
P1		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			
P2			√	√	√				√	√	√				
P3				√	√	√							√	√	√
P4						√	√	√			√	√	√	√	√
P5							√	√	√			√	√	√	√
IN		P1	P2	P3		P4	P5		P2		P4	P5	P3		
OUT						P2	P3		P4	P5		P2	P1		