

1. Why is it important for the scheduler to distinguish I/O-bound programs from CPU-bound programs?

首先 I/O 密集型程序：大部分时间用于等待 I/O 操作，CPU 的利用率为低，因而 I/O 阻塞。

CPU 密集型：计算密集的任务，长时间持续占用 CPU，较少等待 I/O。

重要性：① 优化资源利用率

对 I/O 密集型程序：因频繁等待 I/O，调度器采用快速响应策略，这样，当 I/O 密集型程序完成短 CPU burst 后进入 I/O 等待，减少 CPU 占用时间。

对 CPU 密集型程序：因需要长时间占用 CPU，调度器可使用长时间片，减少消耗资源。需要减少频繁的上下文切换。

② 保障系统的响应能力

优先 I/O 密集型程序，会显得系统灵敏，用户体验更好。

③ 提高系统整体吞吐量

在 I/O 密集型程序等待时，迅速将 CPU 切换到其他程序，系统可以同时处理更多的任务。

2. Discuss how the following pairs of scheduling criteria conflict in certain settings.

- a. CPU utilization and response time
- b. Average turnaround time and maximum waiting time
- c. I/O device utilization and CPU utilization

a. CPU 利用率高会减少进程的切换

响应时间要求“用户请求能快速得到反馈”

冲突情况：当用大型计算任务后台运行，而界面请求服务器状态。由于

CPU 利用率高的调度导致响应时间过慢

b. 平均周转时间使用 SJF 能有效降低

最大等待时间会因此恶化

比如有一个长任务由于在执行中不断有短任务执行因此等待时间不断拉长，造成最大等待时间拉长。

C. I/O设备利用高，需要频繁调度“I/O密集型进程”，但CPU会由于频繁等待I/O设备而导致利用率降低

CPU利用率高会由于多调度CPU密集型任务，很少利用I/O设备，导致I/O设备利用率降低。

比如在做大型计算任务靠CPU计算很少利用I/O设备，导致其利用率降低了。

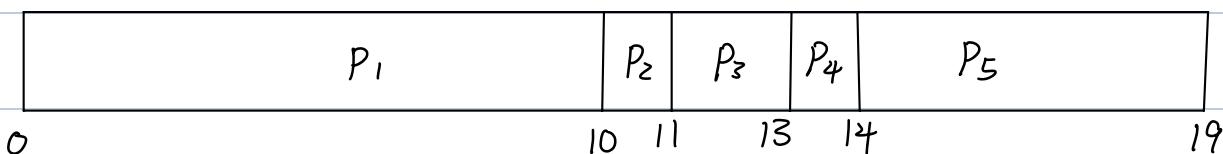
3. Consider the following set of processes, with the length of the CPU-burst time given in milliseconds:

Process	Burst Time	Priority
P1	10	3
P2	1	1
P3	2	3
P4	1	4
P5	5	2

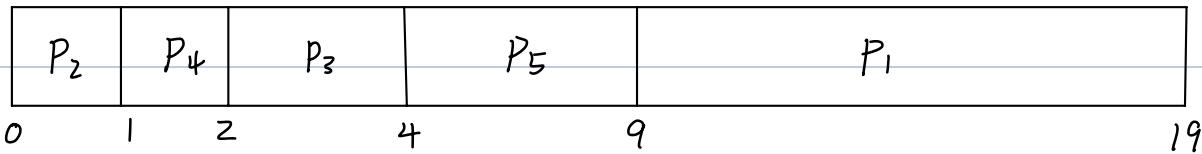
The processes are assumed to have arrived in the order P1, P2, P3, P4, P5, all at time 0.

- Draw four Gantt charts illustrating the execution of these processes using FCFS, SJF, a nonpreemptive priority (a smaller priority number implies a higher priority), and RR (quantum = 1) scheduling.
- What is the turnaround time of each process for each of the scheduling algorithms in part a?
- What is the waiting time of each process for each of the scheduling algorithms in part a?
- Which of the schedules in part a results in the minimal average waiting time (over all processes)?

a. FCFS



SJF



非抢占式优先级 (低数字表示高优先级)

P_2	P_5	P_1	P_3	P_4
0	1	6	16	18 19

RR (时间配额为 1)

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_1	P_3	P_5	P_1	P_5	P_1	P_5	P_1	P_5	P_1						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	

b. FCFS $P_1 = 10$ $P_2 = 11$ $P_3 = 13$ $P_4 = 14$ $P_5 = 19$

SJF $P_1 = 19$ $P_2 = 1$ $P_3 = 4$ $P_4 = 2$ $P_5 = 9$

非抢占式优先级 $P_1 = 16$ $P_2 = 1$ $P_3 = 18$ $P_4 = 19$ $P_5 = 6$

RR $P_1 = 19$ $P_2 = 2$ $P_3 = 7$ $P_4 = 4$ $P_5 = 14$

C. FCFS $P_1 = 0$ $P_2 = 10$ $P_3 = 11$ $P_4 = 13$ $P_5 = 14$

SJF $P_1 = 9$ $P_2 = 0$ $P_3 = 2$ $P_4 = 1$ $P_5 = 4$

非抢占式优先级 $P_1 = 6$ $P_2 = 0$ $P_3 = 16$ $P_4 = 18$ $P_5 = 1$

RR $P_1 = 9$ $P_2 = 1$ $P_3 = 5$ $P_4 = 3$ $P_5 = 9$

d. 平均等待时间 FCFS = 9.6 SJF = 3.2

非抢占式优先级 = 8.2 RR = 5.4

SJF 的平均等待时间最短