

Process Scheduling 3 (scheduling3)

[Time Limit : 1 sec , Mem Limit : 32 MB]

Problem :

ซีพียู (CPU) คือหน่วยประมวลผลกลางของเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งต้องทำงานต่างๆมากมาย โดยงานต่างๆที่ซีพียูต้องทำจะเกิดจากสิ่งที่เรียกว่า โปรเซส (Process) ในขณะที่ขณะหนึ่งซีพียูจะสามารถทำงานได้เพียง 1 งานเท่านั้น ดังนั้นหากมีมากกว่า 1 โปรเซส ที่ต้องการเข้าไปทำงานในซีพียู ก็จะต้องมีอัลกอริทึมสำหรับการทำ Process Scheduling เพื่อเลือกลำดับว่าโปรเซสใดจะได้เข้าไปทำงานในซีพียูก่อน (หรือหลัง)

หนึ่งในอัลกอริทึมพื้นฐานคือ Priority Scheduling ซึ่งหลักการคือแต่ละโปรเซสจะมีการกำหนดจำนวนเต็ม P ซึ่งระบุค่าความสำคัญ (Priority) ของโปรเซสนั้น (ยิ่ง P มีค่าน้อยจะยิ่งถือว่ามีความสำคัญมาก) และจะมีที่ให้โปรเซสต่างๆรอขณะที่ซีพียูไม่ว่างซึ่งเรียกว่า Wait Queue โดยในขณะเวลา t ใดๆ (t เป็นจำนวนเต็มที่มากกว่า 0) จะมีกฎในการจัดการโปรเซสต่างๆ ตามขั้นตอนนี้ ตามลำดับ

1. หากมีโปรเซสเกิดขึ้นใหม่ ให้โปรเซสนั้นเข้ามารอใน Wait Queue
2. หากมีโปรเซสที่กำลังทำงานอยู่ในซีพียู และทำงานเสร็จแล้ว ก็ให้โปรเซสนั้นออกจากซีพียูไป และซีพียูจะว่าง
3. หากมีโปรเซสที่กำลังทำงานอยู่ในซีพียู แต่มีโปรเซสอื่นใน Wait Queue ที่มีค่า P น้อยกว่า ก็ให้โปรเซสนั้นออกจากซีพียูแล้วเข้าไปอยู่ใน Wait Queue และซีพียูจะว่าง
4. หากซีพียูกำลังว่าง ให้นำโปรเซสใน Wait Queue (ถ้ามี) ที่มีค่า P น้อยที่สุดเข้ามาทำงาน ถ้ามีโปรเซสที่มีค่า P น้อยที่สุดเท่ากัน ให้เอาโปรเซสที่เกิดก่อนเข้ามาทำงาน
5. ทุกโปรเซสที่ยังทำงานไม่เสร็จ (ทั้งในซีพียูและ Wait Queue) จะมีค่า P ลดลง 1

เหตุผลที่ต้องมีการลดค่า P ของทุกโปรเซสลงตามข้อ 5 ก็เพื่อเป็นการเพิ่มค่าความสำคัญของทุกโปรเซสตามอายุของมัน ยิ่งโปรเซสใดเกิดมานานก็จะมีค่าความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เป็นการป้องกันการเกิด Starvation หรือก็คือการที่บางโปรเซสมีความสำคัญน้อยมาก จนอาจจะไม่ได้เข้าไปทำงานในซีพียูเลย เพราะโดนโปรเซสใหม่ๆที่มีความสำคัญมากกว่าแย่งไปหมด

ทั้งนี้สำหรับอัลกอริทึมใดๆย่อมมีการวัดประสิทธิภาพ ซึ่งสำหรับการทำ Process Scheduling นี้ก็จะมีวิธีวัดประสิทธิภาพจากการคำนวณ Average Waiting Time ซึ่งก็คือค่าเฉลี่ยของเวลาที่ทุกๆโปรเซสต้องรออยู่ใน Wait Queue จงเขียนโปรแกรมเพื่อรับลำดับเวลาการเกิดของโปรเซส ค่าความสำคัญของโปรเซส และเวลาทั้งหมดที่คาดว่าโปรเซสนั้นๆจะใช้ในการทำงานในซีพียู แล้วคำนวณ Average Waiting Time ออกมา

Input :

บรรทัดแรก ระบุจำนวนเต็ม T ($1 \leq T \leq 10$) แทนจำนวนชุดทดสอบย่อยทั้งหมด
สำหรับแต่ละชุดทดสอบย่อย :

บรรทัดแรก ระบุจำนวนเต็ม N ($1 \leq N \leq 20,000$) แทนจำนวนโปรเซสทั้งหมด

อีก N บรรทัด โดยบรรทัดที่ i ($1 \leq i \leq N$) ระบุจำนวนเต็ม M_i, P_i, Q_i ($1 \leq M_i, P_i \leq 10^9; 1 \leq Q_i \leq 10^5$)
แทนเวลาเกิด ค่าความสำคัญ และเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดของโปรเซสที่ i ตามลำดับ โดยรับประกันว่า $M_i < M_{i+1}$ เสมอ

Output :

สำหรับแต่ละชุดทดสอบย่อย มีบรรทัดเดียว ให้แสดงค่า Average Waiting Time โดยมีทศนิยม 7 ตำแหน่ง

Example :

Sample Input	Sample Output
1 3 2 5 4 3 1 5 8 3 7	2.6666667
2 4 1 10 3 5 8 5 6 11 2 10 1 1 3 1 8 29 5 10 37 10 6 16	1.2500000 27.3333333

อธิบายตัวอย่างที่ 1

มี 1 ชุดทดสอบย่อย โดยชุดทดสอบย่อยนั้นมีทั้งหมด 3 โปรเซส

ที่เวลา $t = 2$;

- โปรเซสที่ 1 ($P1 = 5$, $Q1 = 4$) เกิดขึ้นมา และเข้าไปใน Wait Queue
- โปรเซสที่ 1 เข้าไปทำงานในซีพียู
- โปรเซสที่ 1 ลดค่า P ลง ($P1 = 4$)
- Waiting Time สะสม ($W1 = 0$)

ที่เวลา $t = 3$;

- โปรเซสที่ 2 ($P2 = 1$, $Q2 = 5$) เกิดขึ้นมา และเข้าไปใน Wait Queue
- โปรเซสที่ 1 ($P1 = 4$, $Q1 = 3$) ออกจากซีพียู และเข้าไปใน Wait Queue (เพราะมีโปรเซสที่ P น้อยกว่า 4)
- โปรเซสที่ 2 เข้าไปทำงานในซีพียู เนื่องจากมีค่า P น้อยที่สุด
- โปรเซสที่ 1 และ 2 ลดค่า P ลง ($P1 = 3$) ($P2 = 0$)
- Waiting Time สะสม ($W1 = 0$, $W2 = 0$)

ที่เวลา $t = 4 - 7$;

- โปรเซสที่ 1 และ 2 ลดค่า P ลง ($P1 = -1$) ($P2 = -4$)
- Waiting Time สะสม ($W1 = 4$, $W2 = 0$)

ที่เวลา $t = 8$;

- โปรเซสที่ 3 ($P_3 = 3, Q_3 = 7$) เกิดขึ้นมา และเข้าไปใน Wait Queue
- โปรเซสที่ 2 ($P_2 = -4, Q_2 = 0$) ทำงานเสร็จ และออกจากซีพียู
- โปรเซสที่ 1 ($P_1 = -1, Q_1 = 3$) เข้าไปทำงานในซีพียู เนื่องจากมีค่า P น้อยที่สุด
- โปรเซสที่ 1 และ 3 ลดค่า P ลง ($P_1 = -2$) ($P_3 = 2$)
- Waiting Time สะสม ($W_1 = 5, W_2 = 0, W_3 = 0$)

ที่เวลา $t = 9 - 10$;

- โปรเซสที่ 1 และ 3 ลดค่า P ลง ($P_1 = -4$) ($P_3 = 0$)
- Waiting Time สะสม ($W_1 = 5, W_2 = 0, W_3 = 2$)

ที่เวลา $t = 11$;

- โปรเซสที่ 1 ($P_1 = -4, Q_1 = 0$) ทำงานเสร็จ และออกจากซีพียู
- โปรเซสที่ 3 ($P_3 = 0, Q_3 = 7$) เข้าไปทำงานในซีพียู
- โปรเซสที่ 3 ลดค่า P ลง ($P_3 = -1$)
- Waiting Time สะสม ($W_1 = 5, W_2 = 0, W_3 = 3$)

ที่เวลา $t = 12 - 17$;

- โปรเซสที่ 3 ลดค่า P ลง ($P_3 = -7$)
- Waiting Time สะสม ($W_1 = 5, W_2 = 0, W_3 = 3$)

ที่เวลา $t = 18$;

- โปรเซสที่ 3 ($P_3 = -7, Q_3 = 0$) ทำงานเสร็จ และออกจากซีพียู
- Waiting Time สะสม ($W_1 = 5, W_2 = 0, W_3 = 3$)

Average Waiting Time = $(5 + 0 + 3) / 3 = 8.3333333$