

1. พิจารณาสถานะของระบบดังต่อไปนี้

|                | Allocation |   |   |   | Max |   |   |   | Available |   |   |   |
|----------------|------------|---|---|---|-----|---|---|---|-----------|---|---|---|
|                | A          | B | C | D | A   | B | C | D | A         | B | C | D |
| P <sub>0</sub> | 0          | 0 | 1 | 2 | 0   | 0 | 1 | 2 | 1         | 5 | 2 | 0 |
| P <sub>1</sub> | 1          | 0 | 0 | 0 | 1   | 7 | 5 | 0 |           |   |   |   |
| P <sub>2</sub> | 1          | 3 | 5 | 4 | 2   | 3 | 5 | 6 |           |   |   |   |
| P <sub>3</sub> | 0          | 6 | 3 | 2 | 0   | 6 | 5 | 2 |           |   |   |   |
| P <sub>4</sub> | 0          | 0 | 1 | 4 | 0   | 6 | 5 | 6 |           |   |   |   |

ตอบคำถามต่อไปนี้ โดยใช้ banker's algorithm

1.1. จงแสดงค่าของ Request matrix

คำตอบ:

|                | Request |   |   |   |
|----------------|---------|---|---|---|
|                | A       | B | C | D |
| P <sub>0</sub> | 0       | 0 | 0 | 0 |
| P <sub>1</sub> | 0       | 7 | 5 | 0 |
| P <sub>2</sub> | 1       | 0 | 0 | 2 |
| P <sub>3</sub> | 0       | 0 | 2 | 0 |
| P <sub>4</sub> | 0       | 6 | 4 | 2 |

1.2. อยากทราบว่าขณะนี้ระบบอยู่ใน safe state หรือไม่

คำตอบ:

ขณะนี้ระบบอยู่ใน safe state เนื่องจากมีลำดับในการประมวลผล process ที่เป็นไปได้ ดังนี้ <P<sub>0</sub>, P<sub>2</sub>, (P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>)> หรือ <P<sub>0</sub>, P<sub>3</sub>, (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>)> หรือ <P<sub>3</sub>, (P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>)>

หมายเหตุ ตอบเพียง 1 sequence ก็เพียงพอ และในเครื่องหมาย () หมายความว่าอาจสลับลำดับกันได้

กรณี 1 sequence <P<sub>0</sub>, P<sub>2</sub>, (P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>)>

|                | Request |   |   |   |   | Available |           |           |           |
|----------------|---------|---|---|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                | A       | B | C | D |   | A         | B         | C         | D         |
| P <sub>0</sub> | 0       | 0 | 0 | 0 | → | 1         | 5         | 2         | 0         |
| P <sub>2</sub> | 1       | 0 | 0 | 2 | → | 1         | 5         | 3         | 2         |
| P <sub>1</sub> | 0       | 7 | 5 | 0 | → | 2         | 8         | 8         | 6         |
| P <sub>3</sub> | 0       | 0 | 2 | 0 | → | 3         | 8         | 8         | 6         |
| P <sub>4</sub> | 0       | 6 | 4 | 2 | → | 3         | 14        | 11        | 8         |
|                |         |   |   |   |   | <b>3</b>  | <b>14</b> | <b>12</b> | <b>12</b> |

กรณี 2 sequence <P<sub>0</sub>, P<sub>3</sub>, (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>)>>

|                | Request |   |   |   |   | Available |           |           |           |
|----------------|---------|---|---|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                | A       | B | C | D |   | A         | B         | C         | D         |
| P <sub>0</sub> | 0       | 0 | 0 | 0 | → | 1         | 5         | 2         | 0         |
| P <sub>3</sub> | 0       | 0 | 2 | 0 | → | 1         | 5         | 3         | 2         |
| P <sub>1</sub> | 0       | 7 | 5 | 0 | → | 1         | 11        | 6         | 4         |
| P <sub>2</sub> | 1       | 0 | 0 | 2 | → | 2         | 11        | 6         | 4         |
| P <sub>4</sub> | 0       | 6 | 4 | 2 | → | 3         | 14        | 11        | 8         |
|                |         |   |   |   |   | <b>3</b>  | <b>14</b> | <b>12</b> | <b>12</b> |

กรณี 3 sequence  $\langle P_3, (P_0, P_1, P_2, P_4) \rangle$

|       | Request |   |   |   |   | Available |           |           |           |
|-------|---------|---|---|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
|       | A       | B | C | D |   | A         | B         | C         | D         |
| $P_3$ | 0       | 0 | 2 | 0 | → | 1         | 5         | 2         | 0         |
| $P_0$ | 0       | 0 | 0 | 0 | → | 1         | 11        | 5         | 2         |
| $P_1$ | 0       | 7 | 5 | 0 | → | 1         | 11        | 6         | 4         |
| $P_2$ | 1       | 0 | 0 | 2 | → | 2         | 11        | 6         | 4         |
| $P_4$ | 0       | 6 | 4 | 2 | → | 3         | 14        | 11        | 8         |
|       |         |   |   |   |   | <b>3</b>  | <b>14</b> | <b>12</b> | <b>12</b> |

1.3. สมมติให้  $P_1$  มี request เป็น (0, 4, 2, 0) อยากทราบว่าระบบจะจัดสรร request นี้ได้ในทันทีหรือไม่

คำตอบ:

**สมมติ** ให้ระบบจัดสรร request ดังกล่าว ซึ่งจะทำให้ Allocation และ Request ของ  $P_1$  มีค่าเป็นดังนี้

|       | Allocation |   |   |   |  | Request |   |   |   |  | Available |   |   |   |
|-------|------------|---|---|---|--|---------|---|---|---|--|-----------|---|---|---|
|       | A          | B | C | D |  | A       | B | C | D |  | A         | B | C | D |
| $P_0$ | 0          | 0 | 1 | 2 |  | 0       | 0 | 0 | 0 |  | 1         | 1 | 0 | 0 |
| $P_1$ | 1          | 4 | 2 | 0 |  | 0       | 3 | 3 | 0 |  |           |   |   |   |
| $P_2$ | 1          | 3 | 5 | 4 |  | 1       | 0 | 0 | 2 |  |           |   |   |   |
| $P_3$ | 0          | 6 | 3 | 2 |  | 0       | 0 | 2 | 0 |  |           |   |   |   |
| $P_4$ | 0          | 0 | 1 | 4 |  | 0       | 6 | 4 | 2 |  |           |   |   |   |

จะเห็นว่าในสถานะนี้ระบบอยู่ใน safe state นั่นคือมีลำดับในการประมวลผล process เป็น  $\langle P_0, P_2, (P_1, P_3), P_4 \rangle$

|       | Request |   |   |   |   | Available |           |           |           |
|-------|---------|---|---|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
|       | A       | B | C | D |   | A         | B         | C         | D         |
| $P_0$ | 0       | 0 | 0 | 0 | → | 1         | 1         | 0         | 0         |
| $P_2$ | 1       | 0 | 0 | 2 | → | 1         | 1         | 1         | 2         |
| $P_1$ | 0       | 3 | 3 | 0 | → | 2         | 4         | 6         | 6         |
| $P_3$ | 0       | 0 | 2 | 0 | → | 3         | 8         | 8         | 6         |
| $P_4$ | 0       | 6 | 4 | 2 | → | 3         | 14        | 11        | 8         |
|       |         |   |   |   |   | <b>3</b>  | <b>14</b> | <b>12</b> | <b>12</b> |

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ระบบสามารถจัดสรร request ให้กับ  $P_1$  ได้ในทันที

2. พิจารณาสถานะของระบบดังต่อไปนี้

|       | Allocation |   |   |   |  | Request |   |   |   |  | Available |   |   |   |
|-------|------------|---|---|---|--|---------|---|---|---|--|-----------|---|---|---|
|       | A          | B | C | D |  | A       | B | C | D |  | A         | B | C | D |
| $P_0$ | 3          | 0 | 1 | 1 |  | 1       | 1 | 0 | 0 |  | 1         | 0 | 2 | 0 |
| $P_1$ | 0          | 1 | 0 | 0 |  | 0       | 1 | 1 | 2 |  |           |   |   |   |
| $P_2$ | 1          | 1 | 1 | 0 |  | 3       | 1 | 0 | 0 |  |           |   |   |   |
| $P_3$ | 1          | 1 | 0 | 1 |  | 0       | 0 | 1 | 0 |  |           |   |   |   |
| $P_4$ | 0          | 0 | 0 | 0 |  | 2       | 1 | 1 | 0 |  |           |   |   |   |

ตอบคำถามต่อไปนี้ โดยใช้ banker's algorithm

2.1. อยากทราบว่าขณะนี้ระบบอยู่ใน safe state หรือไม่

คำตอบ:

ขณะนี้ระบบอยู่ใน safe state เนื่องจากมีลำดับในการประมวลผล process ที่เป็นไปได้ คือ  $\langle P_3, (P_0, P_4), (P_1, P_2) \rangle$

|                | Request |   |   |   |   | Available |          |          |          |
|----------------|---------|---|---|---|---|-----------|----------|----------|----------|
|                | A       | B | C | D |   | A         | B        | C        | D        |
| P <sub>3</sub> | 0       | 0 | 1 | 0 | → | 1         | 0        | 2        | 0        |
| P <sub>0</sub> | 1       | 1 | 0 | 0 | → | 2         | 1        | 2        | 1        |
| P <sub>4</sub> | 2       | 1 | 1 | 0 | → | 5         | 1        | 3        | 2        |
| P <sub>1</sub> | 0       | 1 | 1 | 2 | → | 5         | 1        | 3        | 2        |
| P <sub>2</sub> | 3       | 1 | 0 | 0 | → | 5         | 2        | 3        | 2        |
|                |         |   |   |   |   | <b>6</b>  | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>2</b> |

- 2.2. สมมติให้ P<sub>1</sub> ขอจัดสรร resource C จำนวน 1 ชุด อยากทราบว่าระบบจะจัดสรร request นี้ได้ในทันทีหรือไม่  
คำตอบ:

สมมติ ให้ระบบจัดสรร resource C ให้กับ P<sub>1</sub> ซึ่งจะทำให้ระบบมีสถานะเป็นดังนี้

|                | Allocation |   |   |   |  | Request |   |   |   |  | Available |   |   |   |
|----------------|------------|---|---|---|--|---------|---|---|---|--|-----------|---|---|---|
|                | A          | B | C | D |  | A       | B | C | D |  | A         | B | C | D |
| P <sub>0</sub> | 3          | 0 | 1 | 1 |  | 1       | 1 | 0 | 0 |  | 1         | 0 | 1 | 0 |
| P <sub>1</sub> | 0          | 1 | 1 | 0 |  | 0       | 1 | 0 | 2 |  |           |   |   |   |
| P <sub>2</sub> | 1          | 1 | 1 | 0 |  | 3       | 1 | 0 | 0 |  |           |   |   |   |
| P <sub>3</sub> | 1          | 1 | 0 | 1 |  | 0       | 0 | 1 | 0 |  |           |   |   |   |
| P <sub>4</sub> | 0          | 0 | 0 | 0 |  | 2       | 1 | 1 | 0 |  |           |   |   |   |

จะเห็นได้ว่า ในสถานะนี้ระบบอยู่ใน safe state เนื่องจากมีลำดับในการประมวลผลเป็น <P<sub>3</sub>, (P<sub>0</sub>, P<sub>4</sub>), (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>)>

|                | Allocation |   |   |   |  | Request |   |   |   |   | Available |   |   |   |
|----------------|------------|---|---|---|--|---------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|
|                | A          | B | C | D |  | A       | B | C | D |   | A         | B | C | D |
| P <sub>3</sub> | 1          | 1 | 0 | 1 |  | 0       | 0 | 1 | 0 | → | 1         | 0 | 1 | 0 |
| P <sub>0</sub> | 3          | 0 | 1 | 1 |  | 1       | 1 | 0 | 0 | → | 2         | 1 | 1 | 1 |
| P <sub>4</sub> | 0          | 0 | 0 | 0 |  | 2       | 1 | 1 | 0 | → | 5         | 1 | 2 | 2 |
| P <sub>1</sub> | 0          | 1 | 1 | 0 |  | 0       | 1 | 0 | 2 | → | 5         | 2 | 3 | 2 |
| P <sub>2</sub> | 1          | 1 | 1 | 0 |  | 3       | 1 | 0 | 0 | → | 6         | 3 | 4 | 2 |

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ระบบสามารถจัดสรร request ให้กับ P<sub>1</sub> ได้ในทันที

- 2.3. สมมติให้ P<sub>1</sub> และ P<sub>4</sub> ขอจัดสรร resource C process ละ 1 ชุด อยากทราบว่าระบบจะจัดสรร resource ดังกล่าวได้ในทันทีหรือไม่

คำตอบ:

สมมติ ให้ระบบจัดสรร resource C ให้กับ P<sub>1</sub> และ P<sub>4</sub> ซึ่งจะทำให้ระบบมีสถานะเป็นดังนี้

|                | Allocation |   |   |   |  | Request |   |   |   |  | Available |   |   |   |
|----------------|------------|---|---|---|--|---------|---|---|---|--|-----------|---|---|---|
|                | A          | B | C | D |  | A       | B | C | D |  | A         | B | C | D |
| P <sub>0</sub> | 3          | 0 | 1 | 1 |  | 1       | 1 | 0 | 0 |  | 1         | 0 | 0 | 0 |
| P <sub>1</sub> | 0          | 1 | 1 | 0 |  | 0       | 1 | 0 | 2 |  |           |   |   |   |
| P <sub>2</sub> | 1          | 1 | 1 | 0 |  | 3       | 1 | 0 | 0 |  |           |   |   |   |
| P <sub>3</sub> | 1          | 1 | 0 | 1 |  | 0       | 0 | 1 | 0 |  |           |   |   |   |
| P <sub>4</sub> | 0          | 0 | 1 | 0 |  | 2       | 1 | 0 | 0 |  |           |   |   |   |

จะเห็นได้ว่า ในสถานะนี้ระบบอยู่ใน unsafe state เนื่องจาก Available ที่มีอยู่ไม่เพียงพอที่จะนำมาจัดสรรให้กับ process ใดได้เลย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ระบบไม่ควรจัดสรร resource ดังกล่าวให้กับ P<sub>1</sub> และ P<sub>4</sub>

2.4. สมมติให้  $P_0$  ขอจัดสรร resource A ที่เหลืออยู่เป็นชุดสุดท้าย อยากทราบว่า การกระทำดังกล่าวจะมีโอกาสทำให้เกิด deadlock ได้หรือไม่

คำตอบ:

สมมติ ให้ระบบจัดสรร resource A ให้กับ  $P_0$  ซึ่งจะทำให้ระบบมีสถานะเป็นดังนี้

|       | Allocation |   |   |   | Request |   |   |   | Available |   |   |   |
|-------|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|
|       | A          | B | C | D | A       | B | C | D | A         | B | C | D |
| $P_0$ | 4          | 0 | 1 | 1 | 0       | 1 | 0 | 0 | 0         | 0 | 2 | 0 |
| $P_1$ | 0          | 1 | 0 | 0 | 0       | 1 | 1 | 2 |           |   |   |   |
| $P_2$ | 1          | 1 | 1 | 0 | 3       | 1 | 0 | 0 |           |   |   |   |
| $P_3$ | 1          | 1 | 0 | 1 | 0       | 0 | 1 | 0 |           |   |   |   |
| $P_4$ | 0          | 0 | 0 | 0 | 2       | 1 | 1 | 0 |           |   |   |   |

จะเห็นว่า ในสถานะนี้ระบบอยู่ใน safe state เนื่องจากมีลำดับในการประมวลผลเป็น  $\langle P_3, P_0, (P_1, P_2, P_4) \rangle$

|       | Allocation |   |   |   | Request |   |   |   | Available |   |   |   |
|-------|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|
|       | A          | B | C | D | A       | B | C | D | A         | B | C | D |
| $P_3$ | 1          | 1 | 0 | 1 | 0       | 0 | 1 | 0 | 0         | 0 | 2 | 0 |
| $P_0$ | 4          | 0 | 1 | 1 | 0       | 1 | 0 | 0 | 1         | 1 | 2 | 1 |
| $P_1$ | 0          | 1 | 0 | 0 | 0       | 1 | 1 | 2 | 5         | 1 | 3 | 2 |
| $P_2$ | 1          | 1 | 1 | 0 | 3       | 1 | 0 | 0 | 5         | 2 | 3 | 2 |
| $P_4$ | 0          | 0 | 0 | 0 | 2       | 1 | 1 | 0 | 6         | 3 | 4 | 2 |

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ระบบสามารถจัดสรร request ให้กับ  $P_0$  ได้ในทันที