

1. Dany jest stan początkowy systemu:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 4 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad m = \begin{bmatrix} 5 \\ 9 \\ 9 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 3 & 5 & 3 \\ 2 & 1 & 5 & 9 & 6 \\ 2 & 2 & 4 & 2 & 6 \end{bmatrix}$$

- a) Stosując algorytm Holt'a sprawdź, czy stan jest bezpieczny.  
 b) Zakładając, że konsekwentnie stosowane jest podejście unikania, podaj sekwencję stanów systemu (zaznaczając procesy zawieszone) odpowiadającą następującemu ciągowi żądań zasobów:

- w chwili  $t_1$ :  $\rho^a(P_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$
- w chwili  $t_2 > t_1$ :  $\rho^a(P_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
- w chwili  $t_3 > t_2$ :  $\rho^r(P_4) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

### Rozwiązanie:

a) Stosujemy algorytm Holt'a:

$$H = C - A = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 1 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 1 & 9 & 5 \\ 1 & 1 & 3 & 0 & 5 \end{bmatrix} \quad E = \begin{bmatrix} 1_3 & 2_5 & 3_1 & 4_4 & 5_2 \\ 0_1 & 1_2 & 1_3 & 5_5 & 9_4 \\ 0_4 & 1_1 & 1_2 & 3_3 & 5_5 \end{bmatrix} \quad f = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

1.

$$c = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 3 & 3 & 2 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

↓

$P_3$

$$f = \begin{bmatrix} 3 \\ 6 \\ 4 \end{bmatrix}$$

2.

$$c = \begin{bmatrix} 4 & 1 & 1 & 0 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

↓

$P_1$

$$f = \begin{bmatrix} 3 \\ 8 \\ 5 \end{bmatrix}$$

3.

$$c = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 1 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

↓

$P_5$

$$f = \begin{bmatrix} 4 \\ 9 \\ 6 \end{bmatrix}$$

4.

$$c = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 1 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

↓

$P_4$

$$f = \begin{bmatrix} 5 \\ 9 \\ 8 \end{bmatrix}$$

5.

$$c = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

↓

$P_2$

$$f = \begin{bmatrix} 5 \\ 9 \\ 9 \end{bmatrix}$$

Stan jest bezpieczny, istnieje bezpieczna sekwencja:  $P_3, P_1, P_5, P_4, P_2$

b)

1)

Sprawdzamy, czy żądanie procesu  $P_2$  może zostać spełnione. Rozwiązanie wg algorytmu Habermana.

$$t_1: \quad \rho^a(P_2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Zakładając, że przydzielamy zasób dla  $P_2$  mamy:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 4 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H = C - A = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 1 & 4 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 9 & 5 \\ 1 & 1 & 3 & 0 & 5 \end{bmatrix}$$

Macierz  $A$  przedstawia stan systemu po przydzieleniu procesowi  $P_2$  jednej jednostki zasobu II. Łącznie przydzielone zostało więc:

$$0 + 0 + 2 + 1 + 1 = 4 \text{ jednostki zasobu I,}$$

$$2 + 1 + 4 + 0 + 1 = 8 \text{ jednostek zasobu II i}$$

$$1 + 1 + 1 + 2 + 1 = 6 \text{ jednostek zasobu III.}$$

Pozostało więc wolne

$$f_1 = \begin{bmatrix} 5-4=1 \\ 9-8=1 \\ 9-6=3 \end{bmatrix}$$

czyli  $5 - 4 = 1$  jednostka zasobu I,  $9 - 8 = 1$  jednostka zasobu II i  $9 - 6 = 3$  jednostki zasobu III. Jest to wystarczające do zakończenia procesu  $P_1$ . Dokonując analizy, analogicznej do powyższej, dochodzi się do wniosku, że wystarczy to do zakończenia procesu,  $P_3$  i  $P_5$ .

$$f_2 = \begin{bmatrix} 3 \\ 5 \\ 4 \end{bmatrix} \quad f_3 = \begin{bmatrix} 3 \\ 7 \\ 5 \end{bmatrix} \quad f_4 = \begin{bmatrix} 4 \\ 8 \\ 6 \end{bmatrix}$$

Dla procesu  $P_4$  nie wystarczy zasobu II, jeżeli zażąda on maksymalną deklarowaną liczbę jednostek tego zasobu. Gdyby zatem proces  $P_4$  zażądał maksymalną liczbę jednostek zasobu B, a inne procesy nie zwolnią przydzielonych jednostek tego zasobu, wówczas nastąpi zakleszczenie. Jest to więc stan zagrożenia, co oznacza, że zakleszczenie jest potencjalnie możliwe. Stosując strategię unikania zakleszczenia, nie można dopuścić do takiego stanu i tym samym **nie można przydzielić dodatkowo jednej jednostki zasobu II procesowi  $P_2$** .

II)

Sprawdzamy, czy żądanie procesu  $P_3$  może zostać spełnione.

$$t_2 > t_1: \quad \rho^a(P_3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Podobnie jak wyżej zakładamy, że przydzielamy zasób dla  $P_3$  mamy:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 5 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad H = C - A = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 1 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 9 & 5 \\ 1 & 1 & 2 & 0 & 5 \end{bmatrix}$$

Analogicznie jak wyżej otrzymujemy:

$$f_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix} \quad f_2 = \begin{bmatrix} 3 \\ 6 \\ 4 \end{bmatrix} \quad f_3 = \begin{bmatrix} 3 \\ 8 \\ 5 \end{bmatrix} \quad f_4 = \begin{bmatrix} 4 \\ 9 \\ 6 \end{bmatrix} \quad f_5 = \begin{bmatrix} 5 \\ 9 \\ 8 \end{bmatrix}$$

Zatem przydzielenie zasobów żądanych przez proces  $P_3$  nie spowoduje stanu niebezpiecznego, więc zasoby te mogą być przydzielone.

III)

Proces  $P_4$  może zwolnić zasoby, w wyniku czego :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 5 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H = C - A = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 1 & 5 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 9 & 5 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 5 \end{bmatrix}$$

IV)

Ponownie staramy się spełnić żądanie procesu  $P_2$  :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 5 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H = C - A = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 1 & 5 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 9 & 5 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 5 \end{bmatrix}$$

$$f_1 = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix} \quad f_2 = \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \\ 5 \end{bmatrix} \quad f_3 = \begin{bmatrix} 4 \\ 7 \\ 6 \end{bmatrix} \quad f_4 = \begin{bmatrix} 5 \\ 8 \\ 7 \end{bmatrix} \quad f_5 = \begin{bmatrix} 5 \\ 9 \\ 8 \end{bmatrix}$$

Otrzymujemy bezpieczną sekwencję  $P_3, P_1, P_5, P_2, P_4$ . Żądanie procesu  $P_2$  może być spełnione.