

# Розбиття множини ОВ на групи

## 1. Вихідні дані

$$O_1 = (OP_{11}, OP_{21}, OP_{12}, OP_{13}, OP_{22}, OP_{14}, OP_{15}),$$

$$O_2 = (OP_{11}, OP_{21}, OP_{12}, OP_{14}, OP_{15}),$$

$$O_3 = (OP_{11}, OP_{21}, OP_{12}),$$

$$O_4 = (OP_{13}, OP_{11}, OP_{21}, OP_{12}, OP_{22})$$

$$O_5 = (OP_{13}, OP_{22}, OP_{11}, OP_{21}, OP_{12}, OP_{31}, OP_{15})$$

$$O_6 = (OP_{14}, OP_{11}, OP_{21}, OP_{12}, OP_{31}, OP_{15})$$

$$O_7 = (OP_{14}, OP_{13}, OP_{12}, OP_{22})$$

$$OP_{i_m} = (B_{i_k}; P_{i_l}),$$

де  $B_{i_k}$  – вид операції (наприклад: токарна, свердлильна і т.д.);

$P_{i_l}$  – параметри операції - програмно-технологічний модуль (ПТМ)

# Приклад

1. T3,T1,C1,T2,C2
2. T3,C2,T1,C1,T2,Φ1,T5
3. T4,T1,C1,T2,Φ1,T5
4. T4,T1,C1,T2,C2,T5
5. T1,C1,T2,T3,T4
6. T1,C1,T2,Φ1,Φ2
7. T1,C1,T2,C2,T5
8. T1,Φ2,P1,T2,T3,T4,T5
9. T1,P1,Φ2,Φ3
10. T1,P1,T2,T3,Φ2,T5
11. T3,T4,T2,Φ3,P1,Φ2
12. T3,T1,Φ2,P1,T4,T5
13. T3,C1,T1,Φ3,P1,Φ2,T5
14. T4,C1,T1,Φ2,P1

## 2. Критерій розбиття множини ОВ на групи

В якості такого критерію доцільно використовувати міру близькості  $i$ -го та  $j$ -го об'єктів, яку позначимо  $K_{ij}$  та яку будемо обчислювати за допомогою наступної формули:

$$K_{ij} = K - K_{n(i,j)},$$

де  $K_o$  - кількість різнотипних операцій, які повинна виконувати ГВС;

$K_{n(i,j)}$  - кількість не співпадаючих операцій для кожної пари ОВ вихідної матриці.

Визначення кількості різнотипних операцій, які повинна виконувати ГВС зводиться до визначення множини елементів вихідної матриці, які не повторюються. Наприклад, для множини ОВ (слайд 1) набір таких елементів складає:

$$ОП_{11}, ОП_{21}, ОП_{12}, ОП_{13}, ОП_{22}, ОП_{14}, ОП_{15}, ОП_{31},$$

тобто для даної множини ОВ кількість різнотипних операцій, які повинна виконувати ГВС, буде дорівнювати 8.

# Приклад

1. T3,T1,C1,T2,C2
2. T3,C2,T1,C1,T2,Φ1,T5
3. T4,T1,C1,T2,Φ1,T5
4. T4,T1,C1,T2,C2,T5
5. T1,C1,T2,T3,T4
6. T1,C1,T2,Φ1,Φ2
7. T1,C1,T2,C2,T5
8. T1,Φ2,P1,T2,T3,T4,T5
9. T1,P1,Φ2,Φ3
10. T1,P1,T2,T3,Φ2,T5
11. T3,T4,T2,Φ3,P1,Φ2
12. T3,T1,Φ2,P1,T4,T5
13. T3,C1,T1,Φ3,P1,Φ2,T5
14. T4,C1,T1,Φ2,P1

T3,T1,C1,T2,C2,Φ1,T5,T4,Φ2,P1,Φ3

# 3. Визначення кількості не співпадаючих операцій

Для визначення кількості не співпадаючих операцій для кожної пари ОВ може бути використана матриця суміжності  $A_s$ , тобто матриця  $n \times m$ , де  $n$  - множина різнотипних операцій, які повинна виконувати ГВС, а  $m$  - множина ОВ, випуск яких повинна забезпечувати дана ГВС.

Матриця суміжності  $A_s = \|a_{ij}\|$  визначається як:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо ОП}_j \in o_i \\ 0 & \text{- в протилежному випадку} \end{cases}$$

Наприклад, для множини ОВ (слайд 1), для яких набір різнотипних операцій був визначений вище, матриця суміжності має наступний вид:

	ОП <sub>11</sub>	ОП <sub>21</sub>	ОП <sub>12</sub>	ОП <sub>13</sub>	ОП <sub>22</sub>	ОП <sub>14</sub>	ОП <sub>15</sub>	ОП <sub>31</sub>
o <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	1	1	0
o <sub>2</sub>	1	1	1	0	0	1	1	0
o <sub>3</sub>	1	1	1	0	0	1	0	0
o <sub>4</sub>	1	1	1	1	1	0	0	0
o <sub>5</sub>	1	1	1	1	1	0	1	1
o <sub>6</sub>	1	1	1	0	0	1	1	1
o <sub>7</sub>	0	0	1	1	1	1	0	0

## продовження

Алгоритм визначення кількості не співпадаючих операцій для кожної пари ОВ оснований на процедурі порівняння елементів відповідних строк матриці суміжності. Так, наприклад, якщо порівняти елементи 1-ї та 2-ї строк матриці (слайд 1), то визначення  $K_n$  для цих елементів здійснюється наступним чином:

$$\begin{array}{rcccccccc} o_1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ o_2 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ \hline & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

$$K_{n(1,2)} = 2,$$

а якщо порівнювати елементи 3-ї та 5-ї строк цієї ж матриці, то  $K_n$  визначається так:

$$\begin{array}{rcccccccc} o_3 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ o_5 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ \hline & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

$$K_{n(3,5)} = 5$$

і т. д.

Отримані значення  $K_o$  та  $K_{n(i,j)}$  дозволяють обчислити міру близькості кожної пари ОВ, множина яких утворює квадратичну матрицю  $A_2$  розмірності  $[N * N]$ .



# Приклад

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
<i>1</i>	–													
<i>2</i>	9	–												
<i>3</i>	6	8	–											
<i>4</i>	8	8	9	–										
<i>5</i>	9	7	8	8	–									
<i>6</i>	7	7	8	6	7	–								
<i>7</i>	9	9	8	10	7	7	–							
<i>8</i>	5	5	6	6	7	5	5	–						
<i>9</i>	4	2	3	3	4	6	4	6	–					
<i>10</i>	6	6	5	5	6	6	6	10	7	–				
<i>11</i>	4	2	3	3	6	4	2	8	7	7	–			
<i>12</i>	4	4	5	5	6	4	4	10	7	9	7	–		
<i>13</i>	5	5	4	4	5	5	5	7	8	8	6	8	–	
<i>14</i>	5	3	6	6	7	7	7	7	8	6	6	8	7	–



# Алгоритм розбиття множини ОВ на групи

Сутність алгоритму розв'язку даної задачі міститься в наступному. Спочатку здійснюється процедура пошук максимального елемента  $\max\{k_{ij}\}$  в матриці. Якщо таких елементів декілька, то довільним чином вибирається один з цих елементів.

Після отримання такого елемента здійснюється пошук по рядку та стовпцю, на перетині яких розташований цей елемент, елементів рівних йому за значенням. При цьому можливі такі ситуації:

1. Якщо таких елементів більше не знайдено, то номер рядку  $i$  та стовпця  $j$ , на перетині яких знайдений цей елемент, заносяться до відповідної групи і група закривається. Після чого викреслюється відповідний рядок і стовпчик з матриці;

	$o_1$	$o_2$	$o_3$	$o_4$	$o_5$	$o_6$	$o_7$
$o_1$							
$o_2$	3						
$o_3$	2	5					
$o_4$	2	3	6				
$o_5$	5	4	7	3			
$o_6$	5	3	6	5	4		
$o_7$	6	6	5	6	3	2	

$$\Gamma p_1 = \{o_3, o_5\}$$

2. Якщо такий елемент знайдено, то запам'ятовується номер рядку  $i$  та стовпця  $j$ , на перетині яких він розташований. Далі закінчується пошук для попереднього елемента: заносяться його координати до відповідної групи і викреслюється відповідний рядок та стовпчик з матриці. Після цього до тієї ж групи заносяться координати елемента, який був запам'ятований, та виконуються відповідно нього всі попередні дії. Так продовжується поки пошук для всіх запам'ятованих елементів не буде завершено і не закриється чергова група ОВ.

	$o_1$	$o_2$	$o_3$	$o_4$	$o_5$	$o_6$	$o_7$
$o_1$							
$o_2$	3						
$o_3$	2	5					
$o_4$	2	3	6				
$o_5$	5	4	7	3			
$o_6$	5	3	6	5	4		
$o_7$	6	6	5	6	3	2	

$Гр_1 = \{o_3, o_5\}$

$Гр_2 = \{o_1, o_7, o_2, o_4\}$

Потім знов проводиться пошук максимального елемента  $\max\{k_{ij}\}$  серед тих елементів матриці (3.8), які ще залишились, і повторюються всі попередні операції.

Пошук завершується коли будуть викреслені всі рядки та стовпці.

3. Якщо після завершення пошуку залишається один елемент, то він заноситься у окрему групу.

	$o_1$	$o_2$	$o_3$	$o_4$	$o_5$	$o_6$	$o_7$
$o_1$							
$o_2$	3						
$o_3$	2	5					
$o_4$	2	3	6				
$o_5$	5	4	7	3			
$o_6$	5	3	6	5	4		
$o_7$	6	6	5	6	3	2	

$$Gr_1 = \{o_3, o_5\}$$

$$Gr_2 = \{o_1, o_7, o_2, o_4\}$$

$$Gr_3 = \{o_6\}$$

Процес попереднього розбиття ОВ на групи продовжується до тих пір, поки всі ОВ вихідної множини не будуть розподілені по групах.

Таким чином, побудована квадратична матриця дозволяє здійснити розбиття множини об'єктів  $O$  на групи  $Gr = \{Gr_j\}, j = [1, J]$ , в залежності від кількості співпадаючих операцій, але без врахування їх виду та параметрів.

# Приклад

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
<i>1</i>	–													
<i>2</i>	9	–												
<i>3</i>	6	8	–											
<del><i>4</i></del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>9</del>	–										
<i>5</i>	9	7	8	8	–									
<i>6</i>	7	7	8	6	7	–								
<del><i>7</i></del>	<del>9</del>	<del>9</del>	<del>8</del>	<del>10</del>	<del>7</del>	<del>7</del>	–							
<i>8</i>	5	5	6	6	7	5	5	–						
<i>9</i>	4	2	3	3	4	6	4	6	–					
<i>10</i>	6	6	5	5	6	6	6	10	7	–				
<i>11</i>	4	2	3	3	6	4	2	8	7	7	–			
<i>12</i>	4	4	5	5	6	4	4	10	7	9	7	–		
<i>13</i>	5	5	4	4	5	5	5	7	8	8	6	8	–	
<i>14</i>	5	3	6	6	7	7	7	7	8	6	6	8	7	–

Бачимо, що лінія перетину ніде більше не перетинає елемент зі значенням 10. Отже, група закрита. У результаті отримуємо першу групу:  $I_{gr} \{4,7\}$ .

Повторюючи процес, отримуємо:

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
<i>1</i>	–													
<i>2</i>	9	–												
<i>3</i>	6	8	–											
<i>4</i>														
<i>5</i>	9	7	8		–									
<i>6</i>	7	7	8		7	–								
<i>7</i>														
<del><i>8</i></del>	<del>5</del>	<del>5</del>	<del>6</del>	<del>7</del>	<del>5</del>		–							
<i>9</i>	4	2	3		4	6		6	–					
<del><i>10</i></del>	<del>6</del>	<del>6</del>	<del>5</del>	<del>6</del>	<del>6</del>	<del>6</del>	<del>10</del>	<del>7</del>		–				
<i>11</i>	4	2	3		6	4		8	7	7	–			
<del><i>12</i></del>	<del>4</del>	<del>4</del>	<del>5</del>	<del>6</del>	<del>4</del>	<del>10</del>	<del>7</del>	<del>9</del>	<del>7</del>		–			
<i>13</i>	5	5	4		5	5		7	8	8	6	8	–	
<i>14</i>	5	3	6		7	7		7	8	6	6	8	7	–

Бачимо, що лінії перетину перетинають елемент зі значенням 10, що знаходиться в 12 строці матриці, проводимо через 12 строку та 12 стовпець лінії перетину Отримуємо , що друга група закрита:  $\Pi_{gr} \{8,10,12\}$ .Максимальним стає число 9.

Далі:

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
<del><i>1</i></del>	–													
<del><i>2</i></del>	<i>9</i>	–												
<i>3</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	–											
<i>4</i>														
<del><i>5</i></del>	<i>9</i>	<i>7</i>	<i>8</i>		–									
<i>6</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>8</i>		<i>7</i>	–								
<i>7</i>														
<i>8</i>						<i>5</i>								
<i>9</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>3</i>		<i>4</i>	<i>6</i>		<i>6</i>	–					
<i>10</i>						<i>6</i>								
<i>11</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>3</i>		<i>6</i>	<i>4</i>		<i>8</i>	<i>7</i>		–			
<i>12</i>						<i>4</i>								
<i>13</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>4</i>		<i>5</i>	<i>5</i>		<i>7</i>	<i>8</i>		<i>6</i>	<i>8</i>	–	
<i>14</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>6</i>		<i>7</i>	<i>7</i>		<i>7</i>	<i>8</i>		<i>6</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	–



Як і в попередньому випадку бачимо що лінії перетину перетинають ще одне максимальне число, отримуємо ще одну групу:  $\Pi_{гр} \{1,2,5\}$ .  
 Максимальним числом стає 8

Далі:

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
<i>1</i>														
<i>2</i>														
<i>3</i>	6		–											
<i>4</i>														
<i>5</i>														
<i>6</i>			8			–								
<i>7</i>														
<i>8</i>						5								
<i>9</i>			3			6		6	–					
<i>10</i>														
<i>11</i>			3			4		8	7		–			
<i>12</i>														
<i>13</i>			4			5		7	8		6	8	–	
<i>14</i>			6			7		7	8		6	8	7	–

Процес для даної групи завершений:  $IV_{гр} \{3,6\}$ .

Далі:

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	
<i>1</i>															
<i>2</i>															
<i>3</i>															
<i>4</i>															
<i>5</i>															
<i>6</i>															
<i>7</i>															
<i>8</i>															
<i>9</i>															
<i>10</i>									-						
<i>11</i>									7		-				
<i>12</i>															
<i>13</i>										8	6	8	-		
<i>14</i>											8	6	8	7	-

Бачимо, що ще отримуємо дві групи:  $VI_{гр} \{9,13,14\}$  і  $VII_{гр} \{11\}$ .

Запишемо отримані групи:  $I_{гр} \{4,7\}$ ;  $II_{гр} \{8,10,12\}$ ;  $III_{гр} \{1,2,5\}$ ;  $IV_{гр} \{3,6\}$ ;

$V_{гр} \{9,13,14\}$ ;  $VI_{гр} \{11\}$ .