

Лабораторна робота 6

Тема: Формування спрямованих систем з поведінкою та породжуючих спрямованих систем з поведінкою.

Мета роботи – вивчити основні поняття та визначення, що стосуються спрямованих систем з поведінкою, розкрити основні методологічні особливості з побудови систем з поведінкою, навчитися будувати спрямовані системи з поведінкою визначених типів, тлумачити отримані результати.

Стислі теоретичні відомості

1. Формування спрямованої системи з поведінкою

Для систем, визначених на нульовому рівні або вищому рівні епістемологічної ієрархії, як направлені, опис на другому рівні включає розбиття множини вибірових змінних S_k , введених через маску M , на дві підмножини:

- вхідні змінні $(\{v_i \mid i \in N_n, u(i) = 0\})$;
- інші вибірові змінні S_k , визначені через маску M .

Дані підмножини вибірових змінних визначаються розбиттям маски M на дві підмаски M_e , що визначає вхідні вибірові змінні і $M_{\bar{e}}$ - інші(вихідні вибірові змінні). Маска спрямованої системи з поведінкою \hat{M} визначається трійкою

$$\hat{M} = (M; M_e, M_{\bar{e}}) \quad (1)$$

при $M_e, M_{\bar{e}} \subset M, M_e \cup M_{\bar{e}} = M, M_e \cap M_{\bar{e}} = \emptyset$.

Множина ідентифікаторів $N_{|M|}$ вибірових змінних також розбивається на підмножини K_e і $K_{\bar{e}}$. Кодуючі функції будуть мати вигляд:

$$\lambda_e : M_e \rightarrow K_e, \lambda_{\bar{e}} : M_{\bar{e}} \rightarrow K_{\bar{e}}. \quad (2)$$

Через вибірові змінні визначаються дві множини станів: повна множина станів вхідних E та повна множина станів вихідних \bar{E} вибірових змінних

$$E = \times_{k \in K_e} S_k, \bar{E} = \times_{k \in K_{\bar{e}}} S_k, \quad (3)$$

через які визначається функція поведінки спрямованої системи

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| v1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| v2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| v3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| v4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| v5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| v6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| v7 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| v8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 |
| v1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| v2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| v3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| v4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| v5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| v6 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| v7 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| v8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Нехай для побудови спрямованої системи з поведінкою застосуємо маску M з параметром $\rho = 0$. Візуально маска з зазначеним параметром та введеним розбиттям маски M на дві підмаски M_e і $M_{\bar{e}}$ має вигляд представлений нижче.

$\rho = 0$

| | |
|-------|--|
| S_1 | M : Вхідні вибіркові змінні M_e : |
| S_2 | |
| S_3 | |
| S_4 | |
| S_5 | |
| S_6 | |
| S_7 | |
| S_8 | Вихідні вибіркові змінні $M_{\bar{e}}$: |

Застосовуючи (3),(4), отримуємо результати, представлені в наступному вигляді:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | S_5 | S_6 | S_7 | $\hat{f}_B(e)$ |
| 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0.019607843137255 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0.019607843137255 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|
| 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.03921568627451 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.058823529411765 |
| 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.019607843137255 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.019607843137255 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0.03921568627451 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.03921568627451 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.03921568627451 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.019607843137255 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0.019607843137255 |
| 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0.019607843137255 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.019607843137255 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0.019607843137255 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0.03921568627451 |
| 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0.019607843137255 |
| 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0.019607843137255 |
| 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.019607843137255 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.019607843137255 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0.019607843137255 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.019607843137255 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0.019607843137255 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0.019607843137255 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.019607843137255 |
| 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.019607843137255 |

Вихідні вибіркові змінні та відповідна функція поведінки наводиться нижче:

| | |
|-------|----------------------|
| S_8 | $\hat{f}_B(\bar{e})$ |
| 2 | 0.98039215686275 |
| 1 | 0.019607843137255 |

Приклад 3. Побудуємо спрямовану систему з поведінкою з визначником входу-виходу $u = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)$. Система даних наведена в таблиці 1.

Нехай для побудови спрямованої системи з поведінкою застосуємо маску M з параметром $\rho = (-1, 0)$. Візуально маска з зазначеним параметром та введеним розбиттям маски M на дві підмаски M_e і $M_{\bar{e}}$ має вигляд представлений нижче.

$$\rho = -1, 0$$

| | |
|----------|----------|
| S_1 | S_2 |
| S_3 | S_4 |
| S_5 | S_6 |
| S_7 | S_8 |
| S_9 | S_{10} |
| S_{11} | S_{12} |
| S_{13} | S_{14} |

Вхідні вибіркові змінні згідно визначника входу-виходу $u = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)$, згідно підмасці M_e

| S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | S_5 | S_6 | S_7 | S_9 | S_{10} | S_{11} | S_{12} | S_{13} | S_{14} | $\hat{f}_B(e)$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|
| 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0.02 |
| 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0.02 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.02 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0.02 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|------|
| 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0.02 | |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0.02 | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0.02 | |
| 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0.02 | |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0.02 | |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0.02 | |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0.02 | |
| 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0.02 | |
| 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0.02 | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0.02 | |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.02 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0.02 |
| 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0.02 |
| 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.02 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |

Вихідні вибіркові змінні, згідно визначника входу-виходу $u = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)$, зображені у вигляді вирізки з маски M , згідно введеного розбиття (2):

$$\begin{array}{|c|c|} \hline S15 & S16 \\ \hline \end{array} M_{\bar{e}}$$

Стани вихідних вибірових змінних та відповідна функція поведінки представляються в таблиці наступним чином:

| S15 | S16 | $\hat{f}_B(\bar{e})$ |
|-----|-----|----------------------|
| 2 | 2 | 0.96 |
| 2 | 1 | 0.02 |
| 1 | 2 | 0.02 |

Отже, спрямована система з поведінкою побудована.

2. Спрямована породжуюча система з поведінкою

Для здійснення породження даних спрямованої системи необхідне введення породжуючої функції поведінки. Дана функція може бути введена за допомогою розбиття маски M на підмножини (підмаски) $M_e, M_g, M_{\bar{g}}$. Процес розбиття множини $M_{\bar{e}}$ на дві підмножини M_g і $M_{\bar{g}}$ аналогічний правилу описаному вище. Отже, породжуюча маска \hat{M}_G для спрямованих систем задається четвіркою виду

$$\hat{M}_G = (M, M_e; M_g, M_{\bar{g}}), \quad (6)$$

де $\{M_e, M_g, M_{\bar{g}}\}$ – це розбиття маски M , M_g – підмаска з породжуваними вибірковими змінними, $M_{\bar{g}}$ – підмаска з породжуючими вибірковими змінними.

Множини E, G і \bar{G} визначаються відповідним чином

$$E = \times_{k \in K_e} S_k, \quad G = \times_{k \in K_g} S_k, \quad \bar{G} = \times_{k \in K_{\bar{g}}} S_k, \quad (7)$$

де $K_e, K_g, K_{\bar{g}}$ – ідентифікатори, введені за допомогою кодуєчих функцій

$$\lambda_e : M_e \rightarrow K_e; \quad \lambda_g : M_g \rightarrow K_g; \quad \lambda_{\bar{g}} : M_{\bar{g}} \rightarrow K_{\bar{g}}. \quad (8)$$

Породжуюча функція поведінки для спрямованих систем визначається як

$$\hat{f}_{GB} : E \times \bar{G} \times G \rightarrow [0,1], \quad (9)$$

а для детермінованих систем

$$\hat{f}_{GB} : E \times \bar{G} \rightarrow G, \quad (10)$$

де $\hat{f}_{GB}(g/e, \bar{g})$ – умовна ймовірність або можливість.

Породжуюча система з поведінкою для спрямованих систем визначається трійкою виду

$$\widehat{F}_{GB} = (\widehat{I}, \widehat{M}_G, \widehat{f}_{GB}). \quad (11)$$

Приклад 4. Формування породжуючої маски для спрямованих систем \widehat{M}_G шляхом розбиття маски M на три підмаски M_e , M_g і $M_{\bar{g}}$ і відповідне розбиття ідентифікаторів вибіркової змінної S_k , визначених через маску M з визначником входу-виходу $u = (0,0,1,1)$ подано на рис. 2.

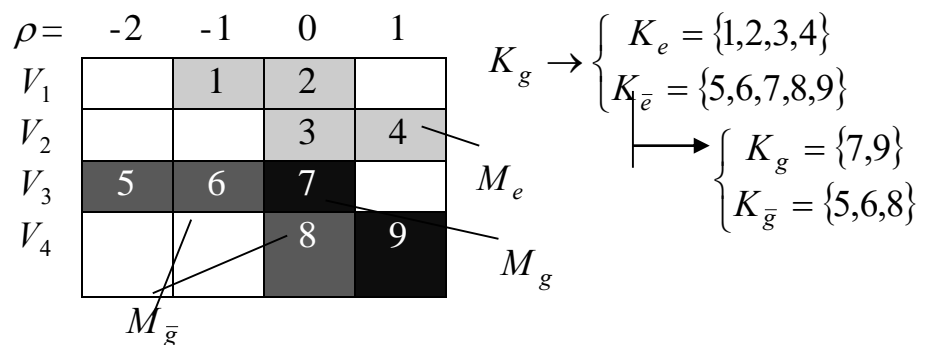


Рис. 2. Розбиття маски спрямованої породжуючої системи із визначником входу-виходу $u = (0,0,1,1)$ для породження даних у порядку зростання повної параметричної множини.

Приклад 5. Побудуємо спрямовану породжуючу систему з поведінкою з визначником входу-виходу $u = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)$. Система даних наведена в таблиці 1.

Нехай для побудови спрямованої системи з поведінкою застосуємо маску M з параметром $\rho = (-1, 0)$. Система даних подана у вигляді табл. 1. Візуально маска M із зазначеним параметром та введеним розбиттям маски M на підмножини (підмаски) M_e , $M_{\bar{g}}$, M_g має вигляд, представлений нижче.

$$\rho = -1, 0;$$

| | |
|-------|-------|
| S_1 | S_2 |
| S_3 | S_4 |

$$M_e \times M_{\bar{g}} \Rightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline S_5 & S_6 \\ \hline S_7 & S_8 \\ \hline S_9 & S_{10} \\ \hline S_{11} & S_{12} \\ \hline S_{13} & S_{14} \\ \hline S_{15} & \\ \hline \end{array}$$

Застосовуючи (7),(9), отримуємо результати, представлені в наступному вигляді:

| S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | S_5 | S_6 | S_7 | S_8 | S_9 | S_{10} | S_{11} | S_{12} | S_{13} | S_{14} | S_{15} | $\hat{f}_{GB}(\bar{g})$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|
| 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0.02 |
| 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0.02 |
| 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0.02 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0.02 |
| 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0.02 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.02 |
| 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.02 |
| 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0.02 |
| 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.02 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0.02 |

Підмаска M_g маски M з параметром $\rho = (-1, 0)$ та визначником входу-виходу $u = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)$ зображена нижче:

$$\boxed{S_{16}} \quad M_g = >$$

| | |
|----------|-------------------|
| S_{16} | $\hat{f}_{GB}(g)$ |
| 2 | 0.98 |
| 1 | 0.02 |