Лабораторна робота 5

<u>Тема.</u> Формування другого епістемологічного рівня – нейтральної системи з поведінкою та нейтральної породжуючої системи з поведінкою

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

Стислі теоретичні відомості

1. Системи з поведінкою

Другий рівень епістемологічної класифікації систем містить знання про деякі інваріантні параметрам характеристики відношень розглянутих змінних, за допомогою яких можливо генерування даних при відповідних початкових і граничних умовах. Дані, що генеруються, можуть бути детермінованими або стохастичними, чіткими або нечіткими.

На основі властивостей параметричної множини W визначається параметрично інваріантне обмеження стану змінних V. На неупорядкованій параметричній множині W стани змінних V можуть обмежувати тільки один одного, у той час як на упорядкованій параметричній множині W стани змінних V обмежуються ще і станами обраного сусідства.

Сусідство називається маскою M і визначається через змінні V**,** параметричну множину W і набір правил зсуву R на параметричній множині.

Правило зсуву r_j - це однозначна функція

$$r_j : W \to W. \qquad (1)$$

Будь-яке правило зсуву на упорядкованій параметричній множині може бути задано рівнянням

$$r_j(w) = w + \rho, \qquad (2$$

де ρ – ціла константа (додатна, від'ємна або нуль). При $\rho = 0$, правило зсуву r_j називається ***тотожним правилом зсуву***. Сусідство на параметричній множині W визначається маскою M

$$M \subseteq V \times R, \tag{3}$$

де R – множина правил зсуву, що розглядаються на повній параметричній множині W.

Множина змінних $S = \{s_1, s_2, ..., s_k\}, k \in N_{|M|}$, визначених через маску M називається вибірковими змінними і задається рівняннями

$$s_{k,w} = v_{i,r_j(w)} \tag{4}$$

для $v_i \in V$ і $r_j \in R$.

Для повністю упорядкованої параметричної множини W вибіркові змінні можна задати за допомогою рівнянь

$$s_{k,w} = v_{i,w+\rho} \ . \tag{5}$$

Для введення ідентифікаторів k вибіркових змінних s_k застосовується однозначна кодуюча функція

$$\lambda : M \to N_{|M|} \,. \tag{6}$$

Повна множина станів вибіркових змінних визначається як

$$C = S_1 \times S_2 \times ... \times S_{|M|} \ . \tag{7}$$

Відношення на повній множині станів вибіркових змінних C визначається функцією поведінки f_B виду

$$f_B : C \to \{0,1\}, \tag{8}$$

де $f_B(c) = 1,$ якщо c входить у множину C і $f_B(c) = 0,$ в протилежному випадку.

Отже, функція f_B – це типова функція вибору і є параметрично інваріантною, тому що визначає стани, що реально зустрічаються у системі даних D, але не визначає значення параметра, при якому вони мають місце.

Область визначення f_B однакова для всіх типів функцій поведінки і визначається через маску M, яка у свою чергу визначається через змінні і параметри представляючої системи I. Тоді систему на другому епістемологічному рівні з визначеною функцією f_B будемо називати системою з поведінкою і вона може бути подана трійкою

$$F_B = \left(I, M, f_B\right) . \tag{9}$$

Для недетермінованих систем $f'_B : C \to [0,1]$. Введенні поняття проілюструємо на прикладі.

Приклад 1. Нехай побудована система даних D з чіткими даними із сформованою матрицею даних d. Повна параметрична множина W *не має математичних властивостей*, тоді можна застосувати лише одну осмислену маску M (3) з правилом зсуву r_j (2) при $\rho = 0$. Дана маска M подана на рис. 1 (а,б). Ідентифікатори k вибіркових змінних s_k вводяться рівнянням (6)

	$\rho = 0$
$i = 1$	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6

k

Маска M з ідентифікаторами вибіркових змміннних

а)

$W =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…
V_1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	
V_2	1	2	2	2	1	1	0	0	1	2	
V_3	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	
V_4	1	0	0	1	1	1	0	1	2	0	
V_5	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	
V_6	1	0	0	1	1	2	1	0	1	1	

Матриця даних d

Маска M

б)

Рис. 1. Використання маски для побудови системи з поведінкою з неупорядкованою параметричною множиною

Визначемо повний стан вибіркових змінних через маску M при значені w=4.

$$\begin{array}{ccccc|c|} S_{1,4} & = & V_{1,4} & = & 1 \\ S_{2,4} & = & V_{2,4} & = & 2 \\ S_{3,4} & = & V_{3,4} & = & 1 \\ S_{4,4} & = & V_{4,4} & = & 1 \\ S_{5,4} & = & V_{5,4} & = & 0 \\ S_{6,4} & = & V_{6,4} & = & 1 \end{array}$$

повний стан вибіркових змінних для маски M при $W = 4$

Функція поведінки f_B для фраґменту матриці даних d, що зображена на рис. 1 (б) має вигляд

$f_B(011111) = 1$ $\quad f_B(011101) = 1$ $\quad f_B(021011) = 1$

$f_B(021000) = 1$ $\quad f_B(111112) = 1$ $\quad f_B(011201) = 1$

$f_B(120000) = 1$ $\quad f_B(100011) = 1$

$f_B(121101) = 1$ $\quad f_B(100110) = 1$

Оскільки можливі стани змінних $V_i = \{0,1,2\}$, $i = 1,2,\ldots,6$, а наступні повні стани вибіркових змінних потенційно можливі, але не мають місця в системі даних, то в цьому випадку $f_B(000000) = 0$; $f_B(111111) = 0$; $f_B(222222) = 0$; $f_B(200000) = 0$, …

Стандартною формою запису результатів побудови системи з поведінкою F_B є форма представлена в наступному прикладі.

Приклад 2 Нехай система даних D подана у вигляді табл. 1.

Таблиця 1. – Матриця даних

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
v1	0	2	0	1	2	1	1	1	0	0	1	1	2	2	1	1	2
v2	0	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1
v3	2	2	2	2	0	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
v4	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
v5	2	0	2	1	2	2	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	2
v6	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	2
v7	1	1	2	2	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
v8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Продовження табл..1

	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

Продовження табл. 1

	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

Побудуємо систему з поведінкою.

Нехай для побудови системи з поведінкою застосуємо маску M з параметром $\rho = 0$. Візуально маска M із зазначеним параметром має вигляд, представлений на рис. 2, та описується рівнянням (3). Ідентифікатори k вибіркових змінних s_k вводяться за допомогою рівняння (6).

M:

$\rho = 0.$

S_1
S_2
S_3
S_4
S_5
S_6
S_7
S_8

Рисунок 2. Маска *M*

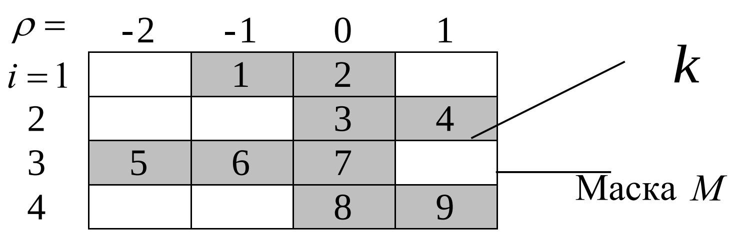
Застосовуючи (5),(7),(8), отримуємо результати, представлені в наступному вигляді.

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	$f_B(c)$	$f'_B(c)$
0	0	2	2	2	2	1	2	1	0.019607843137255
2	2	2	1	0	2	1	2	1	0.019607843137255
0	1	2	2	2	2	2	2	2	0.03921568627451
1	2	2	2	1	2	2	2	3	0.058823529411765
2	2	0	2	2	1	0	2	1	0.019607843137255
1	1	1	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
1	2	2	2	1	2	0	2	1	0.019607843137255
1	1	2	2	1	2	2	2	1	0.019607843137255
0	1	1	2	1	2	2	2	1	0.019607843137255
0	1	2	2	0	2	2	2	1	0.019607843137255
1	2	2	2	2	1	2	2	2	0.03921568627451
1	1	2	2	2	2	2	2	2	0.03921568627451
2	2	2	2	2	0	2	2	1	0.019607843137255
2	1	2	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
1	2	1	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
2	1	2	1	2	2	2	2	1	0.019607843137255
0	2	1	1	2	2	2	2	1	0.019607843137255
2	1	2	2	2	0	2	2	2	0.03921568627451

1	2	1	2	2	0	2	2	1	0.019607843137255
2	2	0	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
2	1	2	2	2	2	0	2	1	0.019607843137255
1	1	2	2	0	1	1	2	1	0.019607843137255
1	0	0	2	1	2	2	2	1	0.019607843137255
0	2	2	2	2	2	1	2	1	0.019607843137255
2	2	1	2	1	2	0	2	1	0.019607843137255
2	1	2	2	2	2	1	2	1	0.019607843137255
2	1	1	2	2	0	2	2	1	0.019607843137255
2	1	1	1	1	2	2	2	2	0.03921568627451
0	2	0	1	2	1	1	1	1	0.019607843137255
0	2	0	2	1	2	2	2	1	0.019607843137255
2	0	2	2	2	1	2	2	1	0.019607843137255
1	2	0	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
1	1	2	2	2	1	0	2	1	0.019607843137255
1	2	2	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
2	2	2	1	2	0	2	2	1	0.019607843137255
2	2	1	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
0	0	2	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
2	2	2	2	2	2	0	2	1	0.019607843137255
2	2	2	2	2	1	1	2	1	0.019607843137255
0	1	1	2	2	2	0	2	1	0.019607843137255
1	2	2	2	2	1	1	2	1	0.019607843137255
2	1	2	2	0	1	2	2	1	0.019607843137255
2	2	2	2	2	2	2	2	1	0.019607843137255
1	2	0	2	2	2	0	2	1	0.019607843137255

$f'_B(c)$ – ймовірність появи повних станів вибіркових змінних в системі даних.

Приклад 3. Побудова системи з поведінкою F_B для даних, що представлені матрицею даних d, зображеною на рис. 1 (б), але припустимо, що *повна параметрична множина* W *є повністю упорядкованою*. Позначимо повністю упорядковану параметричну множину T, а її елементи t $(t \in T)$. При цьому рівняння (5) зміниться: $s_{k,t} = v_{i,t+\rho}$. Маска M може бути зображеною у вигляді вирізки із матриці $M = V \times R$, як показано на рис. 3 (а, б).



а)

$t=$	1	2	3	4	5	$\boxed{6}$	7	…
V_1	0	0	0	1	2	1	0	
V_2	1	1	0	1	2	3	2	
V_3	2	1	1	2	0	0	1	
V_4	1	2	1	0	0	1	0	

Матриця даних d

б)

Рис. 3. Зображення маски M (а) і повного стану вибіркових змінних відповідно з матрицею даних d при t=6 (б)

Повний стан вибіркових змінних для $t=6$ представляється наступним чином:

$$
\begin{array}{ccccc|c|}
\cline{6-6}
S_{1,6} & = & V_{1,5} & = & & 2 \\
S_{2,6} & = & V_{1,6} & = & & 1 \\
S_{3,6} & = & V_{2,6} & = & & 3 \\
S_{4,6} & = & V_{2,7} & = & & 2 \\
S_{5,6} & = & V_{3,4} & = & & 2 \\
S_{6,6} & = & V_{3,5} & = & & 0 \\
S_{7,6} & = & V_{3,6} & = & & 0 \\
S_{8,6} & = & V_{4,6} & = & & 1 \\
S_{9,6} & = & V_{4,7} & = & & 0 \\
\cline{6-6}
\end{array}
$$

повний стан вибіркових змінних для M при $t=6$

Функція поведінки f_B для матриці даних d (рис.3. (б)) визначається так

$$
\begin{aligned}
&f_B(000121110)=1\\
&f_B(011211200)=1\\
&f_B(122312001)=1\\
&f_B(213220010)=1\\
&\dots\dots\dots\dots\\
&f_B(101010101)=0\\
&f_B(011111000)=0\\
&\dots\dots\dots\dots
\end{aligned}
$$

Стандартною формою запису результатів побудови системи з поведінкою F_B є форма наведеная в прикладі 4.

Побудуємо ще одну систему з поведінкою.

Приклад 4. Нехай для побудови системи з поведінкою застосуємо маску M з параметром ρ =(-1, 0). Система даних подана у вигляді табл. 1. Візуально маска *M* з зазначеним параметрам має вигляд представлений на рис. 4 та описується рівнянням (3). Ідентифікатори *k* вибіркових змінних s_k вводяться рівнянням (6).

ρ= -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}
S_{15}	S_{16}

M:

Рисунок 4 Маска *M*

Застосовуючи (5),(7),(8) 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}	$S_{1}5$	S_{16}	$f'_B(c)$
0	2	0	2	2	2	2	1	2	0	2	2	1	1	2	2	0.02
2	0	2	1	2	2	1	2	0	2	2	2	1	2	2	2	0.02
0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	0.02
1	2	2	2	2	0	2	2	1	2	2	1	2	0	2	2	0.02
2	1	2	1	0	1	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	0.02
1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	0	2	2	0.02
1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	0	2	2	2	0.02
1	0	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	0.02
0	0	1	1	1	2	2	2	1	0	2	2	2	2	2	2	0.02
0	1	1	2	2	2	2	2	0	2	2	1	2	2	2	2	0.02
1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	0.02
1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	0.02
2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0.02
2	1	1	2	2	1	2	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	2	0.02
1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0.02
2	0	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0.02
0	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	0	2	2	2	2	0.02
2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	0.02
2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	0.02
1	2	2	2	1	0	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0.02
2	2	2	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0.02
2	1	1	1	2	2	2	2	2	0	2	1	0	1	2	2	0.02
1	1	1	2	2	2	2	2	0	2	1	1	1	2	2	2	0.02
1	1	2	0	2	0	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	0.02
1	0	0	2	0	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	0.02
0	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	0	2	2	0.02
2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	0	1	2	2	0.02
2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	0	1	2	2	2	0.02
2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	0	2	2	2	2	2	0.02
2	0	1	2	1	0	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	0.02
0	0	2	2	0	0	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	0.02
0	2	2	1	0	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	0.02
2	2	1	0	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	0.02
2	1	0	2	2	0	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	0.02
1	1	2	1	0	2	2	2	2	2	2	1	2	0	2	2	0.02
1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	0.02
1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	0	2	2	2	2	0.02
2	0	2	1	2	2	1	2	2	2	0	2	2	2	2	2	0.02
0	2	1	2	2	1	2	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	2	0.02
1	0	2	0	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	0.02

0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0.02
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	1	2	2	0.02
2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	0.02
1	0	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	0	2	2	0.02
0	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	0	1	2	2	0.02
1	2	2	1	2	2	2	2	2	0	1	1	1	2	2	2	0.02
2	2	1	2	2	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2	0.02
2	1	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0.02

Тут $f'_B(c)$– ймовірність появи повних станів вибіркових змінних в системі даних. Оскільки система недетермінована, то функцію вибору f_B, яка визначає частоту появи повних станів змінних в системі даних наводити не будемо.

Отже, система з поведінкою F_B побудована.

2. Породжуюча система з поведінкою

Для породження даних необхідно привести розбиття множини вибіркових змінних S_k на дві підмножини: породжуємих і породжуючих змінних, які визначаються через маску M:

$$M_G = \left(M; M_g, M_{\bar{g}}\right), \qquad (10\ \ 9)$$

де $M_g, M_{\bar{g}} \in M$, $M_g \cup M_{\bar{g}} = M$, $M_g \cap M_{\bar{g}} = \varnothing$, M_G-маска породження, або породжуюча маска.

Для повністю упорядкованої параметричної множини маска може бути зображена у вигляді вирізки з матриці (рис. 3 (а)).

Множина ідентифікаторів k вибіркових змінних розбивається на дві підмножини K_g і $K_{\bar{g}}$. Таким чином функція λ (6) може бути замінена функціями

$$\lambda_g : M_g \to K_g;\ \lambda_{\bar{g}} : M_{\bar{g}} \to K_{\bar{g}}. \qquad (11)$$

Повні множини станів породжуваних G і породжуючих $\overline{G}$ вибіркових змінних задаються як:

$$G = \underset{k \in K_g}{\times} S_k\ , \qquad (12)$$

$$\overline{G} = \underset{k \in K_{\bar{g}}}{\times} S_k\ , \qquad (13)$$

де K_g і $K_{\overline{g}}$ підмножини ідентифікаторів породжуваних і породжуючих вибіркових змінних відповідно.

Породжуюча функція поведінки виражається наступним чином

$$f_{GB} : \overline{G} \times G \to \{0,1\}, \quad (14)$$

де $f_{GB}(\overline{g}, g) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } g \text{ може мати місце, якщо має місце } \overline{g} \\ 0, & \text{якщо } g \text{ не може мати місця, якщо має місце } \overline{g} \end{cases}$

Для детермінованих систем

$$f_{GB} : \overline{G} \to G. \quad (15)$$

Породжуюча система з поведінкою визначається трійкою

$$F_{GB} = (I, M_G, f_{GB}). \quad (16)$$

Таким чином, **побудова породжуючої системи з поведінкою включає два етапи:**

1) для деякого значення часу $t \in T$ задано стан $\overline{g} \in \overline{G}$, розглядаємий, як початкова умова; для визначення стану $g \in G$ при цьому ж значенні використовується функція f_{GB};

2) значення часу t заміняється на нове і далі повторюється перший етап.

Для недетермінованих систем маємо

$$f_{GB} : \overline{G} \times G \to [0,1]. \quad (17)$$

Приклад 5. Породжуюча система з поведінкою визначається рівнянням (16). Нехай ісходна (вихідна) система має упорядковану параметричну множину $T = N_{100}$, множини змінних V_i, $i = 1,2,\ldots,4$, стани яких визначені у системі I. Дані можуть бути породжені як в порядку зростання параметру T, так і в порядку спадання. В першому випадку змінні, що породжуються, це змінні, які відповідають правому краю маски M та утворюють підмаску M_G, а в другому випадку - відповідають лівому краю маски M.

Нехай маска M має вид, представлений на рис. 5.а). Відповідно до розбиття множини ідентифікаторів k вибіркових змінних S_k за допомогою кодуючих функцій λ_g і $\lambda_{\overline{g}}$, поданих на рис. 5.б), визначаються повні множини станів породжуваних G і породжуючих вибіркових змінних $\overline{G}$.

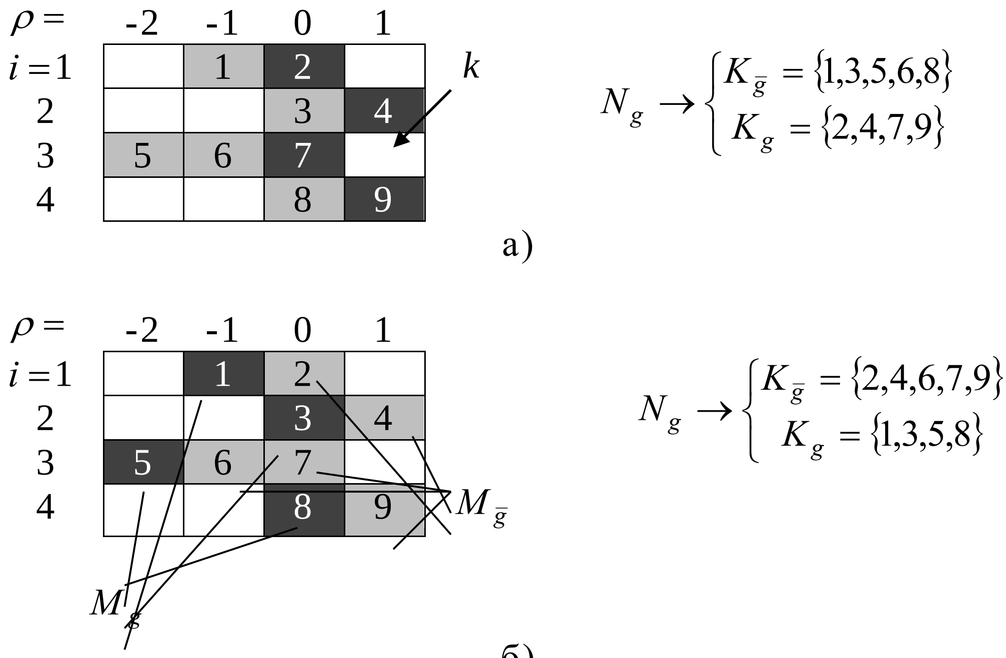


Рис. 5. Розбиття маски *M* для породження даних у порядку зростання а) й спадання б) значень повної параметричної множини

Застосовуючи маску M_G до матриці даних d, поданої на рис. 3 б), одержуємо породжуючу функцію поведінки f_{GB}:

$f_{GB}(000121110) = 1$

$f_{GB}(011211200) = 1$

…………………

$f_{GB}(010121110) = 0$

$f_{GB}(001121110) = 0$

Стандартною формою запису результатів побудови породжуючої системи з поведінкою є форма наведена в прикладі 6.

Побудуємо породжуючою систему з поведінкою.

Приклад 6. Нехай для побудови породжуючої системи з поведінкою застосуємо маску *M* з параметром ρ = (-1, 0). Система даних *D* подана у вигляді табл. 1. Візуально маска *M* з зазначеним параметрам має вигляд представлений на рис. 4 та описується рівнянням (3). Ідентифікатори k вибіркових змінних s_k вводяться рівнянням (6). Відповідно до розбиття множини ідентифікаторів k вибіркових змінних S_k за допомогою кодуючих функцій λ_g і $\lambda_{\overline{g}}$ визначаються підмаски M_g, $M_{\overline{g}}$ та повні множини породжуваних G і породжуючих $\overline{G}$ станів вибіркових змінних наведені нижче.

Для маски M з параметром ρ = (-1, 0), підмаска $M_{\bar{g}}$ (на випадок розв'язання задачі прогнозування) має вигляд

S_1
S_3
S_5
S_7
S_9
S_{11}
S_{13}
S_{15}

$M_{\bar{g}}$ =>

Результати застосування підмаски $M_{\bar{g}}$ представлені в наступному вигляді.

S_1	S_3	S_5	S_7	S_9	S11	S_{13}	S_{15}	$f_{gb}(\bar{g})$
0	0	2	2	2	2	1	2	0.02
2	2	2	1	0	2	1	2	0.02
0	1	2	2	2	2	2	2	0.04
1	2	2	2	1	2	2	2	0.06
2	2	0	2	2	1	0	2	0.02
1	1	1	2	2	2	2	2	0.02
1	2	2	2	1	2	0	2	0.02
1	1	2	2	1	2	2	2	0.02
0	1	1	2	1	2	2	2	0.02
0	1	2	2	0	2	2	2	0.02
1	2	2	2	2	1	2	2	0.04
1	1	2	2	2	2	2	2	0.04
2	2	2	2	2	0	2	2	0.02
2	1	2	2	2	2	2	2	0.02
1	2	1	2	2	2	2	2	0.02
2	1	2	1	2	2	2	2	0.02
0	2	1	1	2	2	2	2	0.02
2	1	2	2	2	0	2	2	0.04
1	2	1	2	2	0	2	2	0.02
2	2	0	2	2	2	2	2	0.02
2	1	2	2	2	2	0	2	0.02
1	1	2	2	0	1	1	2	0.02
1	0	0	2	1	2	2	2	0.02
0	2	2	2	2	2	1	2	0.02
2	2	1	2	1	2	0	2	0.02
2	1	2	2	2	2	1	2	0.02

2	1	1	2	2	0	2	2	0.02
2	1	1	1	1	2	2	2	0.04
0	2	0	1	2	1	1	1	0.02
0	2	0	2	1	2	2	2	0.02
2	0	2	2	2	1	2	2	0.02
1	2	0	2	2	2	2	2	0.02
1	1	2	2	2	1	0	2	0.02
1	2	2	2	2	2	2	2	0.02
2	2	2	1	2	0	2	2	0.02
2	2	1	2	2	2	2	2	0.02
0	0	2	2	2	2	2	2	0.02
2	2	2	2	2	2	0	2	0.02
2	2	2	2	2	1	1	2	0.02
0	1	1	2	2	2	0	2	0.02
1	2	2	2	2	1	1	2	0.02
2	1	2	2	0	1	2	2	0.02
2	2	2	2	2	2	2	2	0.02

В свою чергу підмаска M_g (на випадок розв’язання задачі прогнозування) має вигляд

S_2
S_4
S_6
S_8
S_{10}
S_{12}
S_{14}
S_{16}

M_g =>

Результат, отриманий із застосуванням даної підмаски наведено нижче

S_2	S_4	S_6	S_8	S_{10}	S_{12}	S_{14}	S_{16}	$f_{gb}(g)$
2	2	2	1	0	2	1	2	0.02
0	1	2	2	2	2	2	2	0.04
1	2	2	2	1	2	2	2	0.06
2	2	0	2	2	1	0	2	0.02
1	1	1	2	2	2	2	2	0.02
1	2	2	2	1	2	0	2	0.02
1	1	2	2	1	2	2	2	0.02
0	1	1	2	1	2	2	2	0.02
0	1	2	2	0	2	2	2	0.02

1	2	2	2	2	1	2	2	0.04
1	1	2	2	2	2	2	2	0.04
2	2	2	2	2	0	2	2	0.02
2	1	2	2	2	2	2	2	0.02
1	2	1	2	2	2	2	2	0.02
2	1	2	1	2	2	2	2	0.02
0	2	1	1	2	2	2	2	0.02
2	1	2	2	2	0	2	2	0.04
1	2	1	2	2	0	2	2	0.02
2	2	0	2	2	2	2	2	0.02
2	1	2	2	2	2	0	2	0.02
1	1	2	2	0	1	1	2	0.02
1	0	0	2	1	2	2	2	0.02
0	2	2	2	2	2	1	2	0.02
2	2	1	2	1	2	0	2	0.02
2	1	2	2	2	2	1	2	0.02
2	1	1	2	2	0	2	2	0.02
2	1	1	1	1	2	2	2	0.04
0	2	0	1	2	1	1	1	0.02
0	2	0	2	1	2	2	2	0.02
2	0	2	2	2	1	2	2	0.02
1	2	0	2	2	2	2	2	0.02
1	1	2	2	2	1	0	2	0.02
1	2	2	2	2	2	2	2	0.02
2	2	2	1	2	0	2	2	0.02
2	2	1	2	2	2	2	2	0.02
0	0	2	2	2	2	2	2	0.02
2	2	2	2	2	2	0	2	0.02
2	2	2	2	2	1	1	2	0.02
0	1	1	2	2	2	0	2	0.02
1	2	2	2	2	1	1	2	0.02
2	1	2	2	0	1	2	2	0.02
2	2	2	2	2	2	2	2	0.02
1	2	0	2	2	2	0	2	0.02

Отже, породжуюча система з поведінкою побудована.