

УДК 681.30001.571

Предложена компьютерная модель стохастической матричной коммутационной структуры. Проведено имитационное моделирование процессов образования спонтанных коммутационных цепей, предназначенных для организации взаимодействия нейроавтоматов, присоединенных к входам и выходам коммутационной структуры.

СПОНТАННЫЕ СТОХАСТИЧЕСКИЕ МАТРИЧНЫЕ КОММУТАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ

О.И. Филиппенко
кандидат технических наук
УкрГАЗТ г. Харьков.

1. Введение

В работе [1] предложена однородная стохастическая двунаправленная коммутационная структура (ОСДСКС) нейроавтоматных сетей, решающая задачу спонтанного поиска проводящих цепей между присоединенными к ней нейроавтоматами (НА). Каждый вход и выход ОСДСКС соединен со своей однородной ориентированной стохастической коммутационной структурой (ООСКС) типа F и типа B. ООСКС предназначены для образования направленных коммутационных цепей. Направления образования коммутационных цепей в структурах типа F и типа B противоположны друг другу. Активизация процесса образования стохастических коммутационных проводящих цепей указанных выше, осуществляется НА, находящимися в активном состоянии. Начала коммутационных цепей совпадают с точками выходов и входов соответствующих НА.

Цель данной работы – разработать коммутационную структуру, содержащую меньшее число клеточных автоматов, чем в ОСДСКС [1], и при этом способную не хуже выполнять поставленную перед ней задачу.

2. Условные обозначения

КА - клеточный автомат.

$\lim RNF$ - пределы случайных чисел МООСКС_F

$\lim RNB$ - пределы случайных чисел МООСКС_B

МООСКС_F - модифицированная однородная ориентированная стохастическая коммутационная структура типа F.

МООСКС_B - модифицированная однородная ориентированная стохастическая коммутационная структура типа B.

МОРСКС_B - модернизированная однородная равновероятная стохастическая коммутационная структура типа B.

НА - нейроавтомат.

ОСДСКС - однородная стохастическая двунаправленная коммутационная структура.

ООСКС - однородная ориентированная стохастическая коммутационная структура.

ССМКС - спонтанная стохастическая матричная коммутационная структура.

СУ - связующий узел.

СССУ - структурная схема соединений связующих узлов.

3. Решение задачи

3.1. Построение спонтанной стохастической матричной коммутационной структуры (ССМКС)

Для решения поставленной задачи в ОСДСКС [1] сделано следующее преобразование. В модернизированных однородных ориентированных стохастических коммутационных структурах типа B (МООСКС_B), которые принадлежат ОСДСКС, однородная ориентированная стохастическая коммутационная структура заменена однородной равновероятной стохастической коммутационной структурой, описанной в [2]. Вновь созданная коммутационная структура названа модифицированной однородной равновероятной стохастической коммутационной структурой (МОРСКС_B).

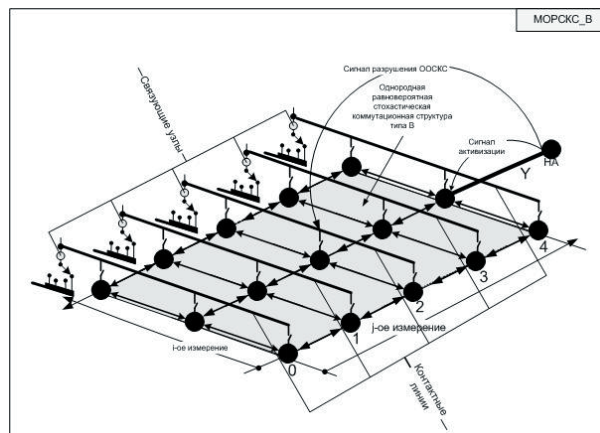


Рис. 1. Модернизированная однородная равновероятная стохастическая коммутационная структура типа B

Она представлена на рис. 1. Для удобочитаемости рисунка размерность решетки однородной равновероятной стохастической коммутационной структуры принята равной 3x5. Теоретически размерность МОРСКС_В не ограничена

На рис. 2 представлена модифицированная однородная ориентированная стохастическая коммутационная структура типа F [1] той же размерности 3x5. Клеточные автоматы, размещенные в узлах решетки [3], на рис. 1, 2 показаны окружностями, окрашенными в черный цвет. Направления возможных взаимодействий КА с соседствующими с ним КА указаны стрелками. Связующие узлы (СУ), присоединенные к проводным линиям, представляют собой мультиплексоры и демультимплексоры, которые предназначены для сканирования состояний КА, МООСКС_Ф и МОРСКС_В и определения моментов «встречи» КА между собой. Структурная схема соединений связующих узлов (СССУ) приведена на рис. 3.

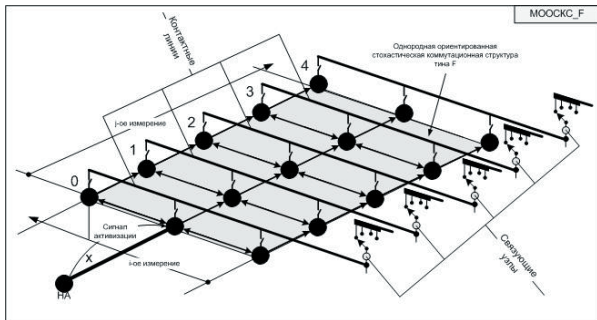


Рис. 2. Модифицированная однородная ориентированная стохастическая коммутационная структура типа F (МООСКС_Ф)

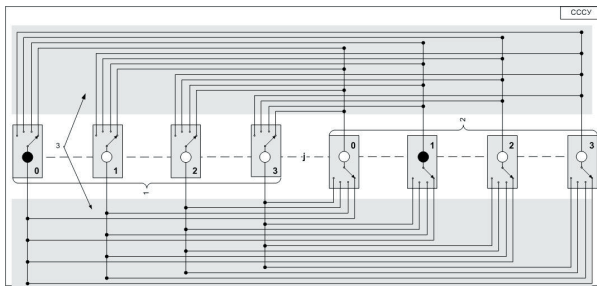


Рис. 3. Структурная схема соединения связующих узлов МООСКС_Ф и МОРСКС_В (заимствована из [1])

МООСКС_Ф, МОРСКС_В и СССУ являются образующими элементами коммутационной структуры, названной спонтанной стохастической матричной коммутационной структурой (ССМКС), показанной на рис. 4. Спонтанной структура названа потому, что образование проводящих цепей в ней происходит самопроизвольно; стохастической потому, что процесс образования проводящих цепей по своей природе носит стохастический характер, матричной потому, что МООСКС_Ф и МОРСКС_В в ССМКС не что иное, как столбцы и строки двумерной матрицы, соответственно. В результате «встречи» клеточных автоматов образуется проводящая цепь между соответствующими входами и выходами ССМКС.

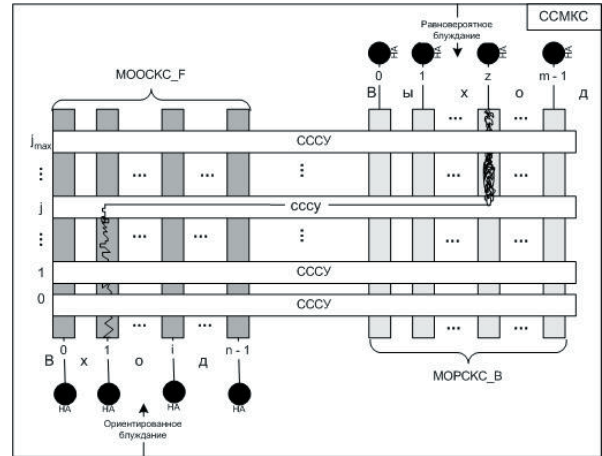


Рис. 4. Спонтанная стохастическая матричная коммутационная структура

Пусть число активных НА входов и выходов ССМКС равно $n = m = 4$. Тогда ССМКС представляет собой 4-х полюсный спонтанный переключатель. Тогда число возможных коммутационных цепей равно $n! = 24$ (см. рис. 5).

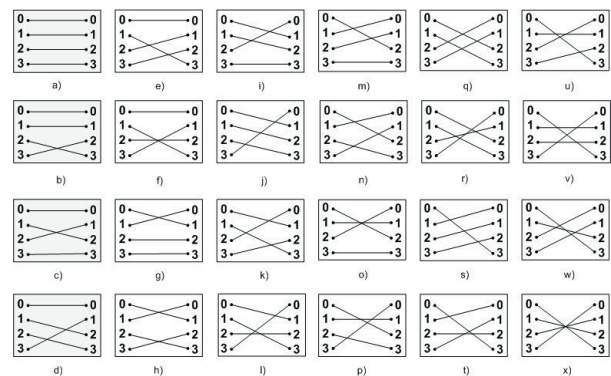


Рис. 5. Конфигурации коммутационных цепей в ССМКС для $n = m = 3$

Различные конфигурации коммутационных цепей в ССМКС для любых $n = m$ находятся из статистических данных, полученных методом моделирования процесса образования коммутационных цепей, следующим образом:

1. Известным способом строим дерево для получения размещений номеров $(0, 1, \dots, n - 1)$ входа ССМКС. В результате построения дерева размещения номеров получим кортеж α_n , элементами которого будут

$$\alpha_n = \prod_{i=0}^{n-1} (n - i) \text{ кортежей. Для } n = 4 \text{ имеем:}$$

$$\alpha_4 = \langle a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}, a_{19}, a_{20}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24} \rangle, \quad (1)$$

где:

$$\begin{aligned} a_1 = \langle 0, 1, 2, 3 \rangle, & a_2 = \langle 0, 1, 3, 2 \rangle, & a_3 = \langle 0, 2, 1, 3 \rangle, \\ a_4 = \langle 0, 2, 3, 1 \rangle, & a_5 = \langle 0, 3, 1, 2 \rangle, & a_6 = \langle 0, 3, 2, 1 \rangle, \\ a_7 = \langle 1, 0, 2, 3 \rangle, & a_8 = \langle 1, 0, 3, 2 \rangle, & a_9 = \langle 1, 2, 0, 3 \rangle, \\ a_{10} = \langle 1, 2, 3, 0 \rangle, & a_{11} = \langle 1, 3, 0, 2 \rangle, & a_{12} = \langle 1, 3, 2, 0 \rangle, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_{13} &= \langle 2,0,1,3 \rangle, & a_{14} &= \langle 2,0,3,1 \rangle, & a_{15} &= \langle 2,1,0,3 \rangle, \\
 a_{16} &= \langle 2,1,3,0 \rangle, & a_{17} &= \langle 2,3,0,1 \rangle, & a_{18} &= \langle 2,3,1,0 \rangle, \\
 a_{19} &= \langle 3,0,1,2 \rangle, & a_{20} &= \langle 3,0,2,1 \rangle, & a_{21} &= \langle 3,1,0,2 \rangle, \\
 a_{22} &= \langle 3,1,2,0 \rangle, & a_{23} &= \langle 3,2,0,1 \rangle, & a_{24} &= \langle 3,2,1,0 \rangle.
 \end{aligned}$$

2. Введем бинарную операцию произведения (\times) кортежей одинаковой длины r , определенной как

$$\gamma_1 \times \beta_1 = \langle \langle a_1, b_1 \rangle, \langle a_2, b_2 \rangle, \dots, \langle a_r, b_r \rangle \rangle,$$

где

$$\gamma_1 = \langle a_1, a_2, \dots, a_r \rangle \text{ и } \beta_1 = \langle b_1, b_2, \dots, b_r \rangle$$

3. Из кортежей (1) выбираем любую компоненту кортежа, которую назовем исходной, например a_1 , и вычислим кортежи, полученные в результате произведения исходного кортежа со всеми элементами кортежа (1) поочередно:

$$v_1 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,1 \rangle, \langle 2,2 \rangle, \langle 3,3 \rangle \rangle. \tag{2}$$

$$v_2 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,1 \rangle, \langle 2,3 \rangle, \langle 3,2 \rangle \rangle. \tag{3}$$

$$v_3 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,2 \rangle, \langle 2,1 \rangle, \langle 3,3 \rangle \rangle. \tag{4}$$

$$v_4 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,2 \rangle, \langle 2,3 \rangle, \langle 3,1 \rangle \rangle. \tag{5}$$

$$v_5 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,3 \rangle, \langle 2,1 \rangle, \langle 3,2 \rangle \rangle. \tag{6}$$

$$v_6 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,3 \rangle, \langle 2,2 \rangle, \langle 3,1 \rangle \rangle. \tag{7}$$

$$v_7 = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,0 \rangle, \langle 2,2 \rangle, \langle 3,3 \rangle \rangle. \tag{8}$$

$$v_8 = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,0 \rangle, \langle 2,3 \rangle, \langle 3,2 \rangle \rangle. \tag{9}$$

$$v_9 = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,2 \rangle, \langle 2,0 \rangle, \langle 3,3 \rangle \rangle. \tag{10}$$

$$v_{10} = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,2 \rangle, \langle 2,3 \rangle, \langle 3,0 \rangle \rangle. \tag{11}$$

$$v_{11} = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,3 \rangle, \langle 2,0 \rangle, \langle 3,2 \rangle \rangle. \tag{12}$$

$$v_{12} = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,3 \rangle, \langle 2,2 \rangle, \langle 3,0 \rangle \rangle. \tag{13}$$

$$v_{13} = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,0 \rangle, \langle 2,1 \rangle, \langle 3,3 \rangle \rangle. \tag{14}$$

$$v_{14} = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,0 \rangle, \langle 2,3 \rangle, \langle 3,1 \rangle \rangle. \tag{15}$$

$$v_{15} = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,1 \rangle, \langle 2,0 \rangle, \langle 3,3 \rangle \rangle. \tag{16}$$

$$v_{16} = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,1 \rangle, \langle 2,3 \rangle, \langle 3,0 \rangle \rangle. \tag{17}$$

$$v_{17} = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,3 \rangle, \langle 2,0 \rangle, \langle 3,1 \rangle \rangle. \tag{18}$$

$$v_{18} = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,3 \rangle, \langle 2,1 \rangle, \langle 3,0 \rangle \rangle. \tag{19}$$

$$v_{19} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,0 \rangle, \langle 2,1 \rangle, \langle 3,2 \rangle \rangle. \tag{20}$$

$$v_{20} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,0 \rangle, \langle 2,2 \rangle, \langle 3,1 \rangle \rangle. \tag{21}$$

$$v_{21} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,1 \rangle, \langle 2,0 \rangle, \langle 3,2 \rangle \rangle. \tag{22}$$

$$v_{22} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,1 \rangle, \langle 2,2 \rangle, \langle 3,0 \rangle \rangle. \tag{23}$$

$$v_{23} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,2 \rangle, \langle 2,0 \rangle, \langle 3,1 \rangle \rangle. \tag{24}$$

$$v_{24} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,2 \rangle, \langle 2,1 \rangle, \langle 3,0 \rangle \rangle. \tag{25}$$

Каждый v_i кортеж описывает определенную конфигурацию спонтанной коммутационной цепи в ССМКС. Все v_i кортежи длины 4, которая равна числу входов и выходов ССМКС (4 для рассматриваемого случая).

Каждый элемент v_i кортежа имеет длину 2. Первый элемент этого кортежа указывает номер i -го входа ССМКС, второй элемент указывает z -й выход ССМКС (см. рис. 4).

Рассмотрим, например, v_7 кортеж (8). Первая компонента этого кортежа 0,1. Первый элемент этого кортежа указывает номер входа, а второй – номер выхода ССМКС. Вторая компонента v_7 кортежа 1,0. Аналогично предыдущему, первый элемент этого кортежа указывает номер входа, а второй – номер выхода ССМКС и т.д.

Все сказанное справедливо и для третьей и четвертой компонент v_7 кортежа.

Компоненты v_i кортежа ни что иное, как координаты точек «встреч» проводящих цепей ССМКС между собой. Точки «встреч» фиксируются в двумерной матрице.

По оси абсцисс отложены номера входов, а по оси ординат номера выходов. Из матрицы необходимо извлечь информацию о той или иной конфигурации проводящей цепи. Каждая конфигурация фиксируется в четырех элементах матрицы.

На рис. 6 это четыре компоненты v_7 кортежа на матрице отображены четырьмя черными точками. Компоненты кортежа (8) несут информацию об образовании проводящей цепи между соответствующими входами и выходами.

Первая компонента 0, 1 - между нулевым входом и первым выходом.

Вторая компонента 1, 0 - между первым входом и нулевым выходом.

Третья компонента 2, 2 - между вторым входом и вторым выходом.

Четвертая компонента 3, 3 - между третьим входом и третьим выходом.

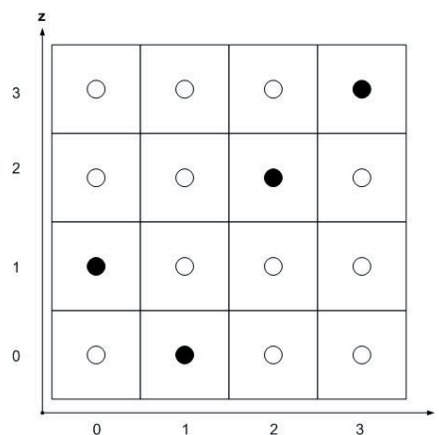


Рис. 6. Компоненты v_7 кортежа

Графическая интерпретация конфигурации коммутационной цепи, описанной v_7 кортежем, представлена на рис. 5г.

Начало процесса формирования коммутационных цепей в ССМКС активизируется НА, находящимися в активном состоянии [2], которые запускают процесс образования проводящих цепей в ССМКС. Подключение КА к контактной линии происходит только тогда, когда он находится в активном состоянии. И в том случае, когда проводящие цепи, образовавшиеся в МООСКС_F и в МОРСКС_B, подключены к одной и той же контактной линии происходит контакт («встреча») между входными и выходными НА. В результате этой «встречи» образуется проводящая цепь между соответствующими входами и выходами ССМКС, которая позволяет входным и выходным НА вступить во взаимодействие.

После завершения процесса взаимодействия нейроравтоматов, происходит разрушение образовавшейся проводящей цепи, в результате чего КА, образовавшие эту цепь, переходят в пассивное состояние. Их флаги (признаки активности КА) обнуляются.

Процесс формирования спонтанных коммутационных цепей заканчивается тогда, когда флаги всех МООСКС_F, участвующих в процессе формирования, будут обнулены. Это относится и к случаю, когда $n \neq m$.

3.2. Имитационное моделирование процесса образования коммутационных цепей в ССМКС

3.2.1. Образование спонтанных коммутационных цепей в ССМКС для $n = m = 4$. Независимые параметры компьютерной имитационной модели ССМКС и их условные обозначения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Независимые параметры ССМКС и их условные обозначения

Параметр	Наименование
Число видимых МООСКС F в ССМКС	nF
Число видимых МОРСКС B в ССМКС	mB
Число строк решетки МООСКС F	nStrF
Число столбцов решетки МООСКС F	nStlbF
Число строк решетки МОРСКС B	nStrB
Число столбцов решетки МОРСКС B	nStlbB
Пределы случайных чисел МООСКС F	limRNF
Пределы случайных чисел МОРСКС B	limRNB
Номер строки начального положения частицы на решетке МООСКС F	iF
Номер столбца начального положения частицы на решетке МООСКС F	jF
Номер строки начального положения частицы на решетке МОРСКС B	iB
Номер столбца начального положения частицы на решетке МОРСКС B	jB
Левый предел номера столбцов решетки МОРСКС B	leftB
Число испытаний ССМКС	N

На рис. 7 представлено эмпирическое распределение конфигураций коммутационных цепей ССМКС для приведенных параметров.

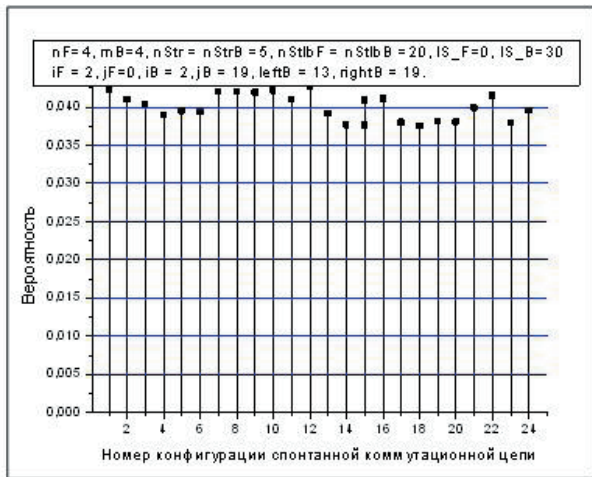


Рис. 7. Эмпирическое распределение конфигураций спонтанных коммутационных цепей ССМКС

Рассмотрим работу ССМКС, для случая, когда $nF = 2$ и $mB = 4$. Это равносильно тому, что два ее входа не активизированы (не видимы НА, подключенными к ним), а четыре ее выхода активизированы (видимы НА, подключенными к выходам). Этот факт соответствует неравенству $nF \neq mB$. В этом случае для извлечения информации о частоте случаев образо-

вания той или иной конфигурации коммутационной цепи ССМКС необходимо преобразовать кортежи (2-25) следующим образом. Пусть входы ССМКС под номерами 2 и 3 не видимы.

Тогда в кортежах (2-25) необходимо исключить кортежи, первые компоненты которых равны 2 и 3 (номера не видимых входов), и исключить из полученных кортежей повторяющиеся.

Проделав эти операции, получим следующие кортежи конфигураций коммутационных цепей ССМКС:

$$v_1 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,1 \rangle \rangle, \tag{26}$$

$$v_2 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,2 \rangle \rangle. \tag{27}$$

$$v_3 = \langle \langle 0,0 \rangle, \langle 1,3 \rangle \rangle. \tag{28}$$

$$v_4 = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,0 \rangle \rangle. \tag{29}$$

$$v_5 = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,2 \rangle \rangle. \tag{30}$$

$$v_6 = \langle \langle 0,1 \rangle, \langle 1,3 \rangle \rangle. \tag{31}$$

$$v_7 = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,0 \rangle \rangle. \tag{32}$$

$$v_8 = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,1 \rangle \rangle. \tag{33}$$

$$v_9 = \langle \langle 0,2 \rangle, \langle 1,3 \rangle \rangle. \tag{34}$$

$$v_{10} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,0 \rangle \rangle. \tag{35}$$

$$v_{11} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,1 \rangle \rangle. \tag{36}$$

$$v_{12} = \langle \langle 0,3 \rangle, \langle 1,2 \rangle \rangle. \tag{37}$$

На рис. 8 представлено эмпирическое распределение пронумерованных конфигураций спонтанных коммутационных цепей ССМКС для параметров, приведенных на рисунке.

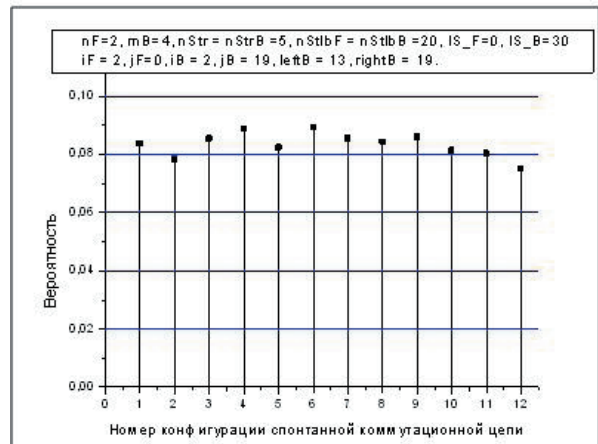


Рис. 8. Эмпирическое распределение конфигураций спонтанных коммутационных цепей ССМКС для $nF = 2$, $mB = 4$

Рассмотрим процедуру извлечения информации о частоте образования конфигураций спонтанных коммутационных цепей ССМКС из матрицы (рис. 6) для случая видимости всех входов (0, 1, 2 и 3) ССМКС, и не видимости выходов (2, 3).

В этом случае исключаются те компоненты кортежа (2-25), в которых вторые компоненты равны 2 и 3 (номера не видимых выходов ССМКС), и из полученных кортежей удаляются повторяющиеся. Эмпирическое распределение конфигураций спонтанных коммутационных цепей ССМКС, вычисленное по извлеченным (приведенным выше способом) статистическим данным образования проводящих цепей показано на рис. 9.

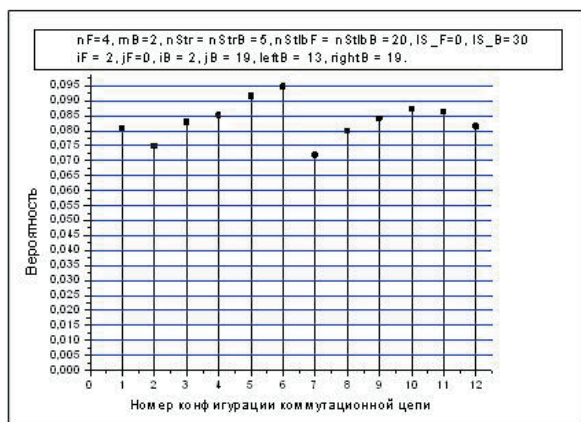


Рис. 9. Эмпирическое распределение конфигураций спонтанных коммутационных цепей ССМКС для $nF = 4$, $mB = 2$

Эмпирические распределения конфигураций спонтанных коммутационных цепей ССМКС подчинены равномерному закону распределения независимо от соотношения числа активированных входов и выходов (nF и mB) ССМКС.

3.2.2. Исследование эмпирических законов распределения точек «встреч»

КА в зависимости от различных значений $\lim RNF = \lim RNB$ пределов случайных чисел МОСКС_F и МОСКС_B.

Случайное число, выбранное из этих пределов распределения случайных чисел, подчиненных равномерному закону распределения, определяет число шагов, которое должна совершить частица за определенный период времени блуждая случайным образом по решетке. Тем самым задается случайное значение скорости блуждания частиц по решетке.

Эмпирический закон распределения координат точек встреч КА для $\lim RNF = \lim RNB = 30$ представлен на рис. 10. Параметры модели так же приведены на рисунке.

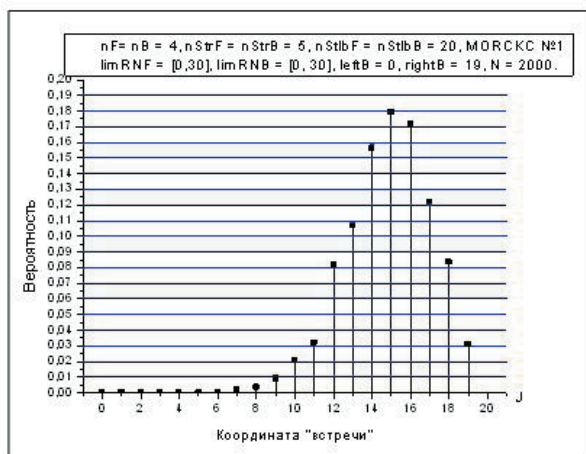


Рис. 10. Эмпирическое распределение координат точек «встреч» КА-ов для $\lim RNF = \lim RNB = 30$

На рис 11 представлено эмпирическое распределение координат точек «встреч» КА для $\lim RNF = \lim RNB = 600$.

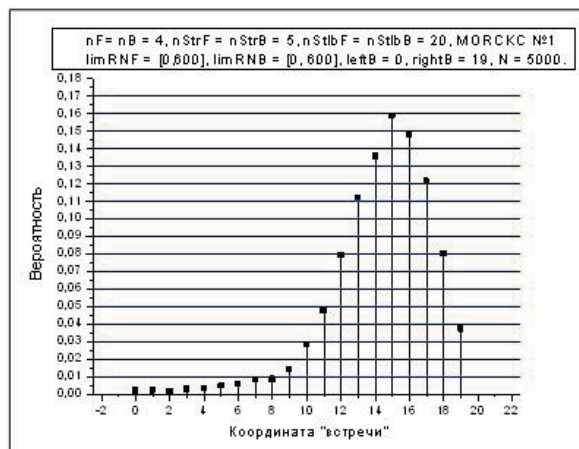


Рис.11. Эмпирическое распределение координат точек встреч КА для $\lim RNF = \lim RNB = 600$

По эмпирическим распределениям координат точек «встреч» КА для различных значений $\lim RNF = \lim RNB$ построен график изменения математического ожидания ($M[J]$) координат точек «встреч» КА-ов, представленный на рис 12.

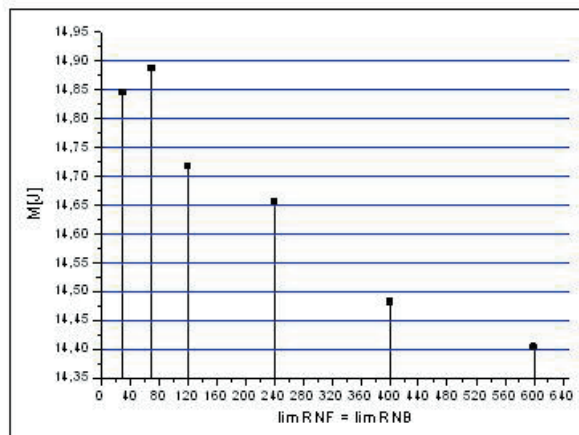


Рис. 12. График изменения математического ожидания ($M[J]$) координат точек «встреч» КА в зависимости от значений $\lim RNF = \lim RNB$

Разность между максимальным и минимальным значениями математических ожиданий координат точек «встречи» КА (см. рис. 12) равна:

$$\frac{M[J]_{\lim RNF=\lim RNB=70} - M[J]_{\lim RNF=\lim RNB=600}}{M[J]_{\lim RNF=\lim RNB=600}} = 0,4837 \tag{38}$$

Если сравнить эмпирические распределения координат точек «встреч» КА, представленных на рис 10–11, то можно заметить, что законы распределения похожи между собой.

Изменяются математические ожидания ($M[J]$) координат точек «встреч» КА в зависимости от значений $\lim RNF = \lim RNB$, причем разность между мак-

симальным и минимальным значением не превышает 0,5. (38).

Благодаря механизму изменения значения левой границы предела ($limRNF$) решена поставленная в работе задача уменьшения числа КА МООСКС_F без ухудшения процесса функционирования ССМКС.

3.2.3. Исследование эмпирических распределений точек «встреч» КА-ов в зависимости от различных значений $limRNF$, $limRNB$ и $leftB > 0$ в ССМКС.

Число клеточных автоматов (nKA_B) МОРСКС_B определяется как произведение числа строк ($nStrB$) однородной равновероятной стохастической коммутационной структуры типа В (рис. 1) на разность между числом столбцов ($nStlbB$) и значением левого предела ($leftB$), умноженным на mB , как:

$$nKA_B = nStrB \cdot (nStlbB - leftB) \cdot mB \quad (39)$$

Количество изъятых КА из МОРСКС_B при $leftB > 0$ из общего числа КА при $leftB = 0$ определяется как

$$n_{из}KA_B = nStrB \cdot mB \cdot leftB \quad (40)$$

Для $leftB > 0$ структурная схема ССМКС (рис 4) примет вид, показанный на рис. 13.

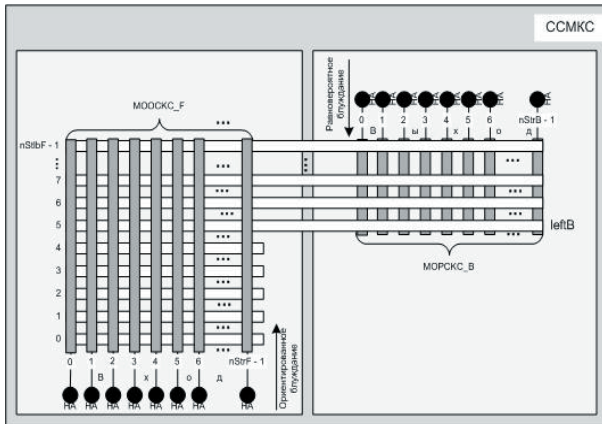


Рис. 13. Спонтанная стохастическая матричная коммутационная структура для $leftB > 0$

В качестве примера приведены некоторые эмпирические распределения точек «встреч» КА в зависимости от различных значений $limRNF$, $limRNB$ и $leftB = 12$, полученные по результатам статистического моделирования процесса образования спонтанных коммутационных цепей.

Для $nStrB = 5$, $nStlbB = 20$, $mB = 4$, $leftB = 0$ имеем $nKA_B = 400$. Для $nStrB = 5$, $nStlbB = 20$, $mB = 4$, $leftB = 12$ $n_{из}KA_B = 240$ из 400, т.е. при $leftB = 12$ число КА-ов ССМКС уменьшилось более чем на более 50%.

На рис 14, 15 представлено эмпирическое распределение координат точек «встреч» КА для $limRNF = limRNB = 30$ и $limRNF = limRNB = 600$ соответственно и для $leftB = 12$.

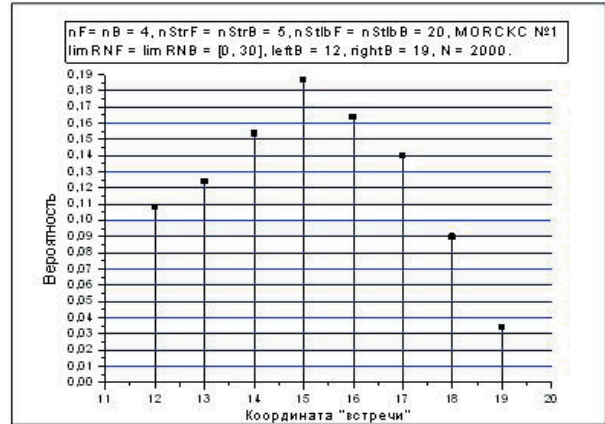


Рис. 14. Эмпирическое распределение координат точек «встреч» КА

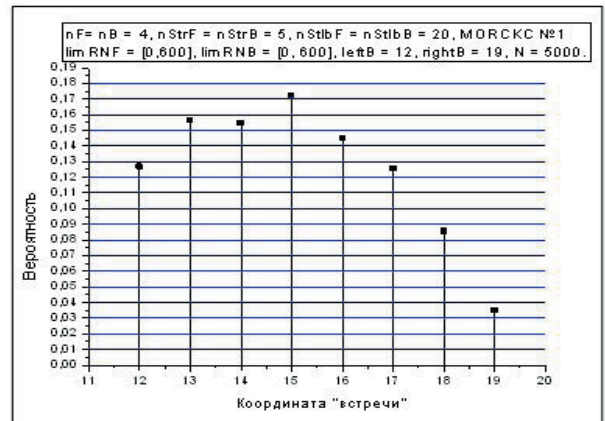


Рис. 15. Эмпирическое распределение координат точек «встреч» КА

Характер эмпирических распределений координат точек «встреч» КА для различных значений $limRNF = limRNB$ и $leftB = 12$ примерно одинаков. Математическое ожидание точек «встреч» КА в зависимости от различных значений $limRNF = limRNB$ показаны на рис. 16.

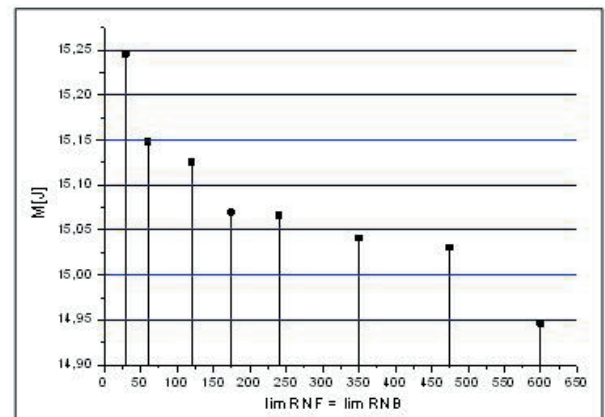


Рис. 16 График изменения математического ожидания ($M[J]$) координат точек «встреч» КА в зависимости от различных значений $limRNF = limRNB$

Разность между максимальным и минимальным значениями математических ожиданий координат точек «встречи» КА (см. рис. 16) равна:

$$M[J]_{\lim RNF=\lim RNB=30} - M[J]_{\lim RNF=\lim RNB=600} = 0,2994 \quad (41)$$

Интерес представляет изучение эмпирических распределений точек встреч КА для различных соотношений $\lim RNF$ и $\lim RNB$. Из исследуемого диапазона соотношений $\lim RNF$ и $\lim RNB$ для $\text{left}B = 12$ на рис. 17,18 представлены выборочные эмпирические распределения точек встреч КА.

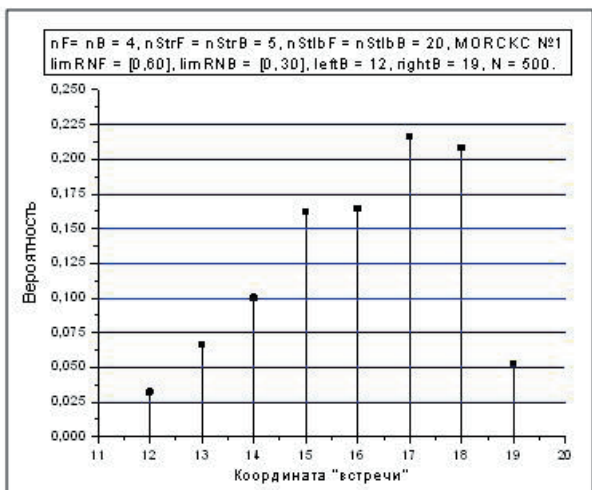


Рис. 17. Эмпирическое распределение координат точек «встреч» КА

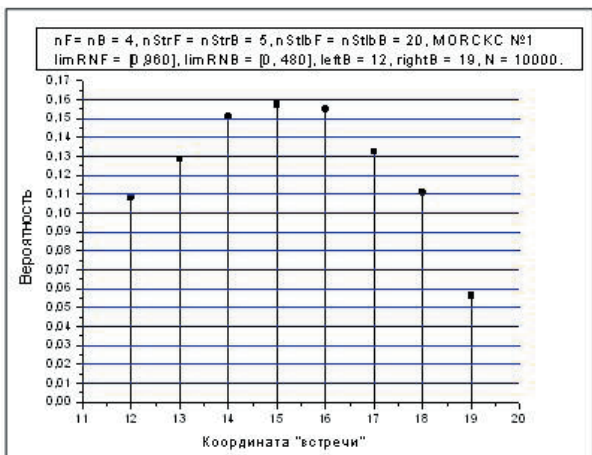


Рис. 18. Эмпирическое распределение координат точек «встреч» КА

Вид эмпирического распределения точек «встреч» КА в зависимости от различных отношений значений $\lim RNF$ и $\lim RNB$ изменяется от эмпирического распределения, представленного на рис. 17, до эмпирического распределения, представленного на рис. 18. На рис.19 представлен график изменения математического ожидания ($M[J]$) координат точек «встречи» КА в зависимости от различных отношений значений $\lim RNF$ и $\lim RNB$. Зависимость носит линейный характер.

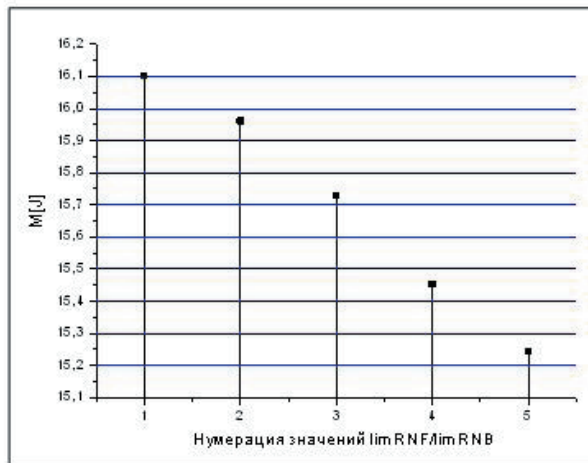


Рис. 19. График изменения математического ожидания ($M[J]$) координат точек «встречи» КА в зависимости от различных отношений значений $\lim RNF$ и $\lim RNB$. Нумерация значений $\lim RNF/\lim RNB$: 1 - 60/30; 1 - 120/60; 1 - 240/120; 1 - 480/240; 1 - 960/480;

Выводы

- Впервые предложена компьютерная имитационная модель спонтанной стохастической матричной коммутационной структуры для нейроавтоматных сетей.
- Предложенная модель позволяет анализировать процессы образования коммутационных цепей между нейроавтоматами для различных значений параметров модели.
- Образование коммутационных цепей в предложенной спонтанной стохастической матричной коммутационной структуре носит спонтанный характер.
- Возможность изменения в модели спонтанной стохастической матричной коммутационной структуры левого предела столбцов решетки МОРСК_B ($\text{left}B$), позволяет уменьшить численность клеточных автоматов по сравнению с численностью клеточных автоматов в однородных спонтанных стохастических двунаправленных коммутационных структурах нейроавтоматных сетей [1].
- При этом функциональные характеристики ССМКС не уступают ОСДСКС.
- Не зависимо от значений параметров модели ССМКС в допустимых пределах, эмпирические распределения конфигураций спонтанных коммутационных цепей подчинены нормальному закону распределения.

Литература

1. Филиппенко О.И. Однородные спонтанные стохастические двунаправленные коммутационные структуры нейроавтоматных сетей. – 2008. - №3/3 (33). - С.50 – 57.
2. Филиппенко О.И. Компьютерная модель и имитационное моделирование процесса образования случайных коммутационных цепей в однородной коммутационной структуре // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. - №4/2 (28). - С. 66–73.

3. Филиппенко О.И. Синтез клеточного автомата однородной вероятностной коммутационной структуры // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. - №3/2 (27). - С. 42–52.
4. Филиппенко О.И. Правонаправленные вероятностные коммутационные структуры. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. - №5/2 (29). - С. 79–85.

УДК 622.24.05:685.5

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ БУРІННЯ НА БАЗІ ПРОМИСЛОВОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

Розроблені структура та алгоритми для мікропроцесорної системи управління процесом буріння на базі промислової комп'ютерної мережі Profibus-PA, що забезпечить підвищення ефективності бурових робіт. Розроблена і описана в статті система управління процесом буріння може бути використана як основа для створення сучасних SCADA-систем підприємств, які займаються бурінням свердловин на нафту і газ.

С. М. Бабчук

Кандидат технічних наук, доцент*
Контактний телефон: (099) 1578411
e-mail: telure@rambler.ru

О. И. Іванкевич

Студент*

*Кафедра комп'ютерних систем і мереж
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м.Івано-Франківськ, Україна, 76000

1. Вступ

Потреби народного господарства України в енергетичних ресурсах за рахунок власного видобутку забезпечуються менше як на 25% (природний газ – 24-25%, нафта – 10%) [1]. З метою збільшення видобутку нафти і природного газу Національною програмою “Нафта і газ України 2010р.” заплановано збільшення обсягів буріння свердловин на нафту та газ [2]. Тому великого значення набуває проблема підвищення ефективності бурових робіт, зокрема, недопущення аварій і ускладнень. Вищевказану проблему можна вирішити тільки шляхом впровадження на бурових установках України сучасних мікропроцесорних систем управління процесом буріння на базі промислових комп'ютерних мереж.

На даний час вже розроблено комп'ютерну систему автоматизованого управління процесом буріння

свердловин, яка використовує елементи теорії нечіткої логіки [3]. Вказана система містить модем для передачі інформації з об'єкта в Управління бурових робіт (УБР). Проте, в Україні більшість бурових установок знаходиться у районах, віддалених від інформаційно-телекомунікаційних магістралей та в гірській місцевості, що не дає змоги передавати інформацію про стан бурових робіт в УБР за допомогою модемів. У зв'язку з вказаним вище, не вирішено питання щодо інтеграції описаних локальних систем управління процесом буріння у єдину корпоративну мережу підприємства, яке займається буровими роботами. Це, в свою чергу, не дає змоги організувати в режимі “реального часу” надання інформації про стан бурових робіт для керівництва підприємства для формування ним оперативних та ефективних управлінських рішень. Крім того, вказана система автоматизованого управління