

ЭЛЕМЕНТЫ ОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ АФФЕРЕНТНОГО СИНТЕЗА (САС)

З.Р. Кардашова, аспирант

Дагестанский государственный технический университет

(Россия, г. Махачкала)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-6-3-117-121

Аннотация. Несмотря на то, что однородные структуры применяются в разных областях знаний, принципы их построения остаются сходными, как и методы описания. Ниже рассмотрены несколько примеров современного практического применения теории и методов однородных структур в решении научно-технических задач. Афферентация находится в прямой зависимости от силы раздражителей и насыщенности ими внешней среды. Представленные ниже материалы исследований помогут убедиться в актуальности проблематики теории однородных структур.

Ключевые слова: синтез, однородная, структура, сигнал, задач, метод.

Для робота с d степенями свободы строится d -мерное пространство его состояний, каждая точка которого соответствует положению робота $Y_j = \{y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{dj}\}$ и содержит элементарную процессорную

ячейку Π_j . Каждая процессорная ячейка этой структуры связана с соседними процессорными ячейками таким же образом, как связаны положение робота Y_j с его соседними положениями из множества $S(Y_j)$.

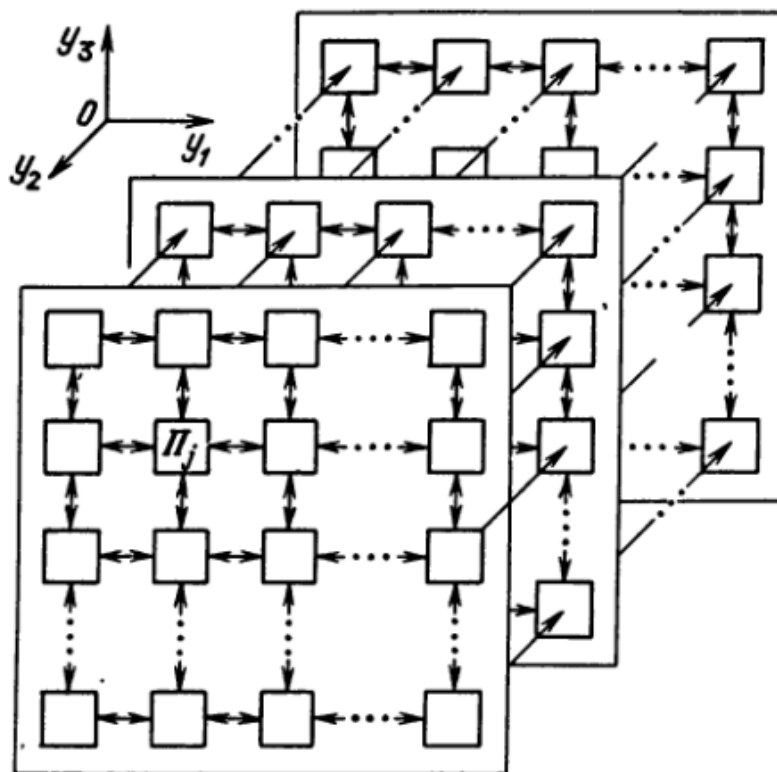


Рис. 1. Архитектура САС для $d=3$ -х степеней свободы

Для двумерного случая такая структура представляет собой матрицу процессорных ячеек, а для трёхмерного (см. рисунок 1) – последовательный набор матриц, в которые в каждый момент времени t будут

отображаться множество разрешённых положений робота $\{Z_{с,t}\}$, множество положений цели перемещения $\{Z_{ц,t}\}$, множество запрещённых положений $\{Z_{п,t}\}$ и множество начальных положений $\{Z_{0,t}\}$. Тогда

задачей этот САС будет воспроизвести все возможные траектории, соединяющие целевое (конечное) $Z_{ц,t}$ и начальное $Z_{0,t} = Y_j$ положения робота.

С целью обеспечения данной задачи процессорные ячейки Π_j должны выполнять ряд задач:

- если в момент времени $t+1$ целевое положение робота $Z_{ц,t}$ соответствует элементарному процессору Π_j , то он должен генерировать сигналы возбуждения;

- если в момент времени $t+1$ положение робота $Z_{j,t}$ из множества разрешённых положений $\{Z_{с,t}\}$ соответствует элементарному процессору Π_j , то он должен передавать на свой выход сигналы возбуждения, пришедшие на его входы от других процессоров;

- если в момент времени $t+1$ положение робота $Z_{j,t}$ из множества запрещённых положений $\{Z_{н,t}\}$ соответствует элементарному процессору Π_j , то он заблокирует все сигналы возбуждения, пришедшие на его входы от соседних процессорных ячеек;

- все элементарные процессорные ячейки задерживают прохождение сигналов возбуждения на 1 такт.

Такая структура афферентного синтеза будет распространять сигнал возбуждения от процессора в целевом положении $\Pi_{ц,t}$ через множество процессоров $\{\Pi_{с,t}\}$, соответствующее разрешённым положениям, к процессору $\Pi_{0,t}$, соответствующему начальному положению робота. Последовательность процессоров, через которую сигнал возбуждения от $\Pi_{ц,t}$ пройдёт за минимальное количество тактов повторит кратчайшую траекторию движения робота к цели.

Для простоты изложения будем считать, что элементарные процессоры оперируют с входными и выходными сигналами, как с булевыми (логическими) переменными, что позволит записать логическую формулу функционирования каждой ячейки однородной структуры:

$$y_j(\tau+1) = [(\bigvee_{\sigma \in L} y_\sigma(\tau) \vee a_j(t)) \wedge b_j(t) \wedge d] \quad (1)$$

где $y_j(\tau+1)$ – выходная функция процессора Π_j в последующие моменты времени;

$y_\sigma(\tau)$ – выходные функции соседей процессора Π_j и, соответственно, входные функции для Π_j в текущий момент времени;

L – множество индексов процессоров-соседей процессора Π_j ;

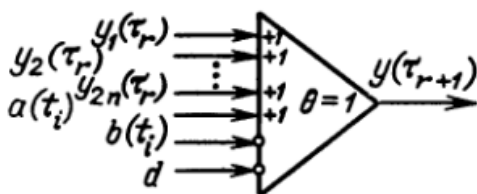
$a_j(t) = 1$ – двоичный сигнал, формируемый, если процессор Π_j оказался целевым $\Pi_{ц,t}$;

$b_j(t) = 0$ – двоичный сигнал, маркер свободного участка внешней среды;

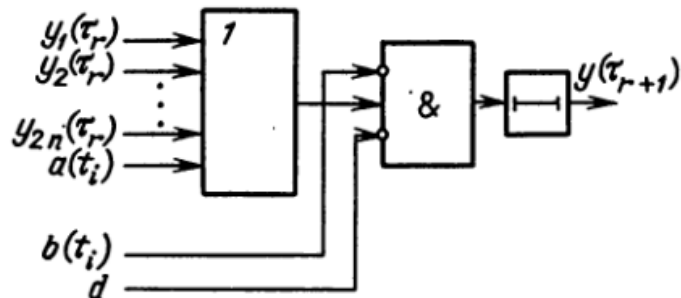
если процессор Π_j оказался целевым $\Pi_{ц,t}$;

d – сигналы гашения ранее возбуждённых процессоров Π_j , поступающий в систему в начале каждого такта.

Реализация таких единичных автоматов, как описанные тут элементарные процессоры, может быть выполнена логически, программными устройствами или на базе формального нейрона, схемы которого представлены на рисунке 2.



а) условное графическое обозначение



б) функциональная схема

Рис. 2. Формальный нейрон

Работа формального нейрона сводится к правильному реагированию на управляющие сигналы:

- если сформирован сигнал цели $a_j(t) = 1$ и, одновременно, отсутствует запрещающее воздействие $b_j(t) = 0$ (участок среды проводящий), процессор работает в режиме генератора единичных импульсов возбуждения;

- если сигнала цели нет $a_j(t) = 0$ и, одновременно, отсутствует запрещающее

воздействие $b_j(t) = 0$ (участок среды проводящий), процессор проводит импульсы возбуждения от его соседей, что соответствует разрешённому положению для робота;

- если появился запрещающий сигнал $b_j(t) = 0$ (участок среды не проводящий, что соответствует запрещённому положению для робота), процессор блокирует импульсы, попадающие на его входы от соседей.

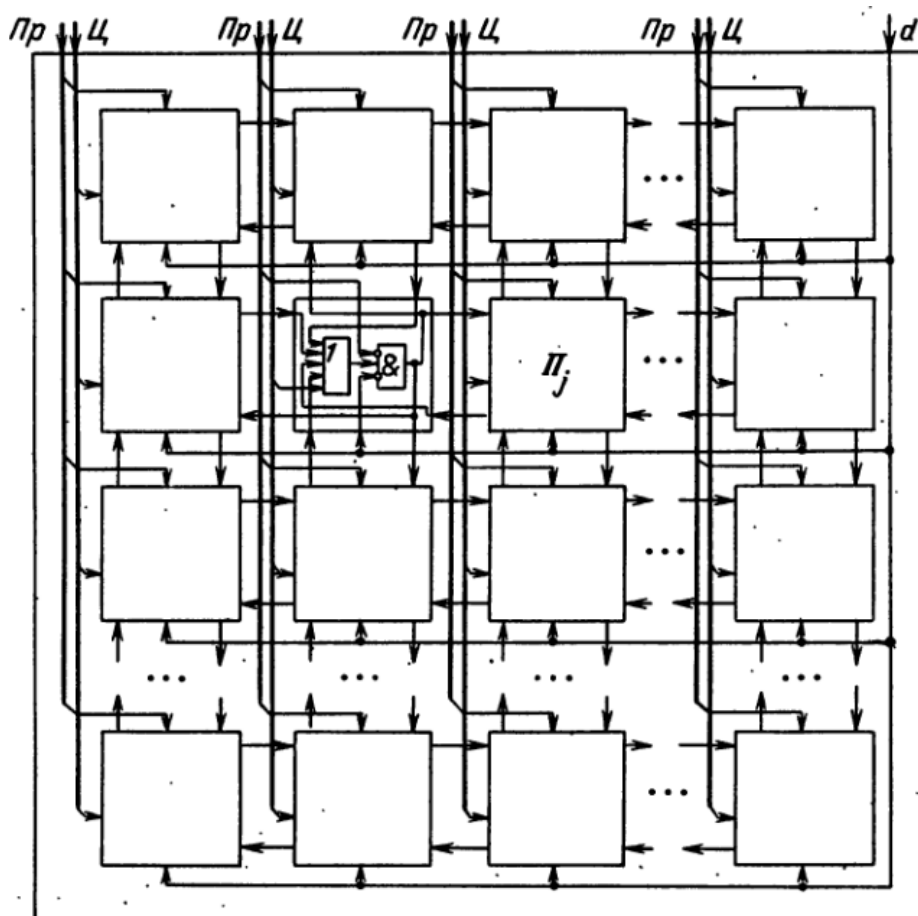


Рис. 3. Двумерная структура афферентного синтеза на базе формальных нейронов

Однородная структура, созданная из формальных нейронов, моделирующая перемещение робота с двумя степенями свободы представлена на рисунке 3. Иллюстративный пример аналогичной структу-

ры, но уже для размерности $d=4$ см. на рисунке 4. Подробное соответствие переменных из (5) и сигналов в ансамбле нейронов см. на рисунке 5.

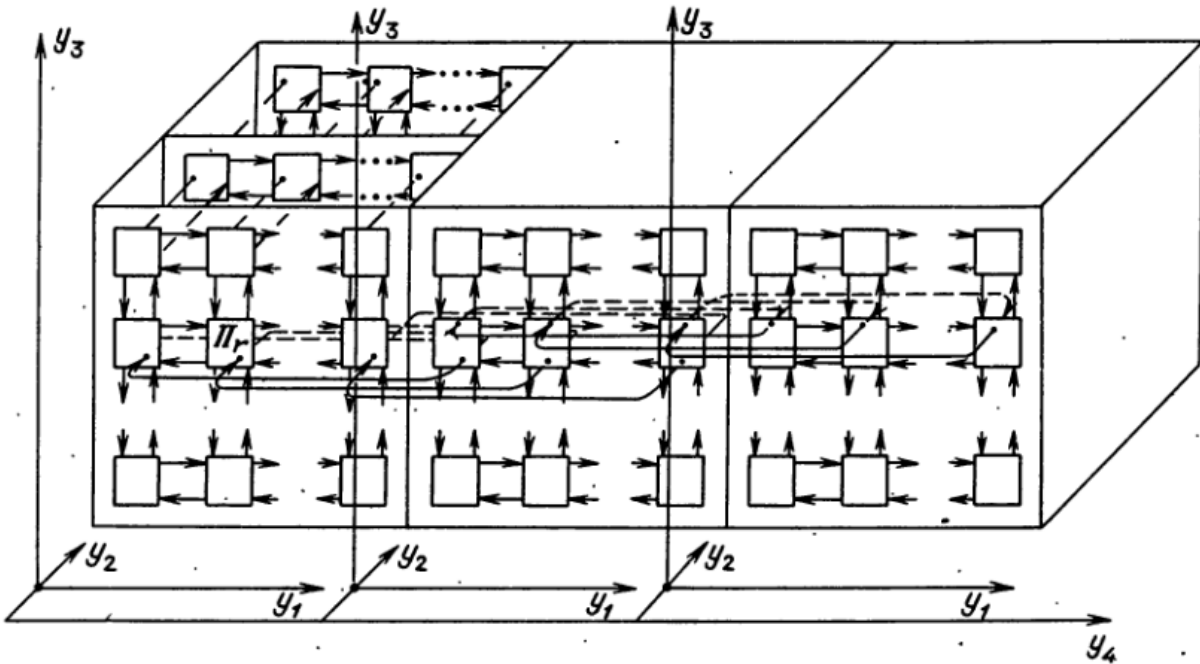
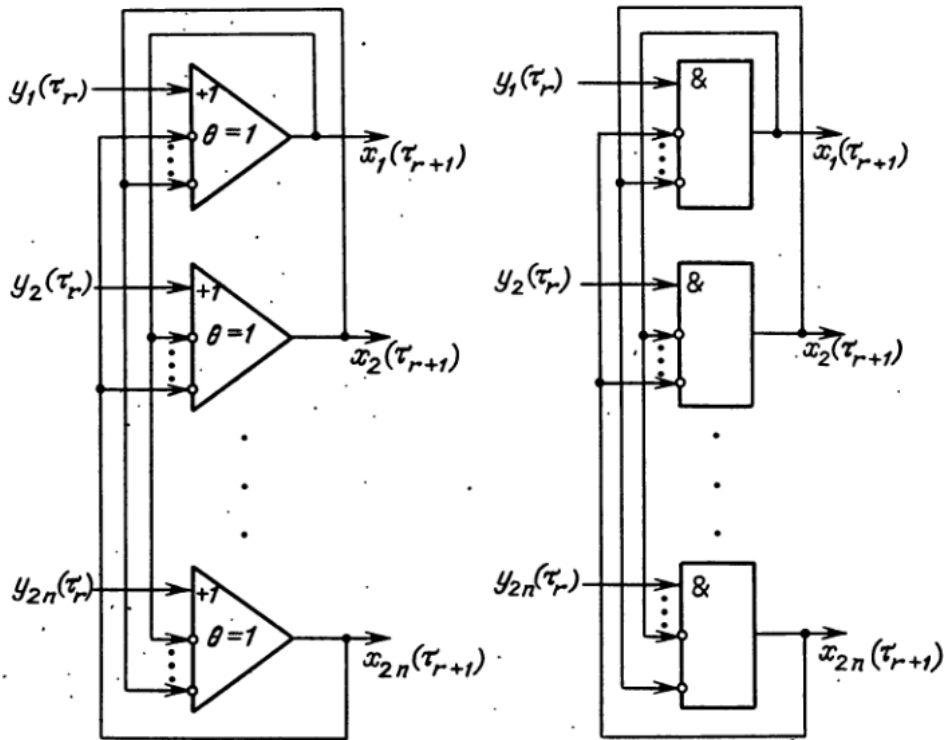


Рис. 4. Структура афферентного синтеза на базе формальных нейронов для робота с четырьмя степенями свободы



а) условное графическое обозначение

б) функциональная схема

Рис. 5. Ансамбль нейронов и переменные формулы

Функциональная схема рисунка 5 (б) описывается в литературе [7] под названием многостабильный триггер. При поступлении на его входы нулевых сигналов, что считается исходным состоянием, на всех $2n$ выходах он выдаёт нули. Поступление единичного сигнала на любой входов

формирует на соответствующем выходе «1», а остальные входы блокируются и поступившие на них сигналы никак не меняют состояние триггера. Триггер пребывает в таком состоянии пока вход, на который ранее пришла «1» не будет опять установ-

лен в «0». Такому поведению соответствует система логических выражений вида:

$$x_s(\tau+1) = y_s(\tau+1) \wedge \left(\bigwedge_{\substack{\beta=1 \\ \beta \neq s}}^{2n} x_\beta(\tau) \right), s=1,2,\dots,2n \quad (6)$$

где $y_s(\tau+1)$ – сигнал на s -ном входе триггера в последующий момент времени;
 $x_s(\tau+1)$ – сигнал на s -ном выходе триггера в последующий момент времени.

Библиографический список

1. Von Neumann J. Theory of Self-Reproducing Automata / Ed. A.W. Burks. – Urbana: University of Illinois Press, 1966. – 324 p.
2. Zuse K. Rechnender Raum. – Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn, 1969, 115 p. [English translation: Calculating Space, MIT Technical Translation AZT-70-164-GEMIT, MIT (Proj. MAC), Cambridge, Mass. 02139, Feb. 1970].
3. Аладьев, В.З. Классические однородные структуры: Теория и приложения = Classical Cellular Automata: Theory and Applications: монография / В.З. Аладьев, В.К. Бойко, Е.А. Ровба. – Гродно : ГрГУ, 2008. – 486 с.
4. Параллельные системы обработки информации / Под ред. В.З. Аладьева. – Таллин: Республиканское изд-во Валгус, 1983. – 376 с.
5. Аладьев В.З. Однородные структуры: Теоретические и прикладные аспекты. – Киев: Республиканское изд-во Техника, 1990, – 272 с.
6. Каляев А.В., Чернухин Ю.В., Носков В.Н., Каляев И.А. Однородные управляющие структуры адаптивных роботов. – М.: Наука., 1990. – 152 с.
7. Букреев И.Н., Мансуров Б.М., Горячев В.И. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. – М.: Советское радио, 1975. – 264 с.

ELEMENTS OF THE HOMOGENEOUS STRUCTURE OF AFFERENT SYNTHESIS (SAS)

Z.R. Kardashova, Postgraduate Student
Dagestan State Technical University
(Russia, Makhachkala)

Abstract. *Despite the fact that homogeneous structures are used in different fields of knowledge, the principles of their construction remain similar, as well as the methods of description. Several examples of modern practical application of the theory and methods of homogeneous structures in solving scientific and technical problems are considered below. Afferentation is directly dependent on the strength of stimuli and the saturation of the external environment with them. The research materials presented below will help to verify the relevance of the problems of the theory of homogeneous structures.*

Keywords: *synthesis, homogeneous, structure, signal, problem, method.*