

# СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ МЕМБРАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТОПОЛОГИЙ

Негарэ Е., Мелник Р., Бордиан Д., Нистирюк А.  
Технический Университет Молдовы  
Eugen.negara@scec.utm.md

**Аннотация.** В данной работе предложено проектирование системы принятия решений на базе мембранных вычислительных топологий. Для описания динамики топологии предложены основные методы преобразования, которые включают: гибель мембраны, поглощение мембраны, размножение мембраны, конкатенация мембран и рождение новой мембраны.

**Ключевые слова:** мембранные вычисления, система управления, параллельные и распределенные вычисления, модель и динамика мембранной топологии.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие мембранных вычислений и соответственно мембранных вычислительных систем обусловлено их массовым параллелизмом. Мембранные системы (*МС*) (*Membrane Computing* или *P-systems*) представляют собой множество параллельных и распределенных вычислительных моделей, которые сообща решают общую задачу управления или принятия решения [1-3]. В результате анализа источников информации были выявлены интересные свойства *МС*, которые позволяют проектирование параллельных вычислительных систем с реконфигурируемой архитектурой.

Мембранная система представляет собой, прежде всего, систему вложенных друг в друга простых или сложных мембран. Внутри каждой мембраны помимо других мембран также может содержаться некоторое мультимножество некоторых объектов, которые выполняет функции преобразования данных.

По сути, мембранная система представляет собой древовидную структуру, в которой роль корня играет либо среда, либо скин-мембрана. Мембрана *A* является дочерней по отношению к мембране *B*, если *A* непосредственно вложена в *B*. Мембранные системы обычно записываются в виде строки, в которых сами мембраны обозначаются скобками [1,2].

Любая мембранная система является динамической, т.е. изменяется со временем, при этом говорят об ее эволюции. Законы (правила) эволюции определяет разработчик системы, и эти правила являются неотъемлемой частью мембранной системы.

Для любой *МС* действует принцип максимального параллелизма – все преобразования, которые могут быть применены, должны быть применены одновременно. Если имеется несколько конкурирующих правил, то выбор одного из них выполняется не детерминировано, т.е. случайно. При необходимости для разрешения подобных конфликтов на множестве правил вводится приоритет, т.е.

отношение частичного порядка или синхронизация процессов преобразования.

Помимо преимуществ, такие как эффективность и производительность реконфигурируемых вычислительных систем можно найти и некоторые недостатки, связанные со сложностью процесса моделирования и проектирования. В работах [4,5] авторами рассматриваются способы моделирования и проектирования реконфигурируемых вычислительных систем на базе аппаратных сетей Петри, где абстрактная модель вычислительной системы представляется в виде модели сети Петри, которая в результате компиляции преобразовывается в HDL код для конфигурации ПЛИС. Особенности распределенных вычислительных систем и их использование для решения сложных задач рассмотрены в работах [6,7].

В данной работе предложено проектирование системы принятия решений на базе мембранных вычислительных топологий [9].

## II. МОДЕЛЬ МЕМБРАННОЙ СИСТЕМЫ

Предположим, что в  $N$ -мерном пространстве  $S$ , где  $S \in R^N$ , задана система  $C$  поведение которой определено мембранной вычислительной системой (*МВС*)  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$ , где  $m_k, \forall k = \overline{1, K}$  элементарные мембраны. Для каждой элементарной мембраны задан оператор  $o_k, k = \overline{1, K}$ , который преобразовывает поток входных данных  $m_k^{in}$  в поток выходных данных  $m_k^{out} : m_k^{in} \xrightarrow{o_k} m_k^{out}$ . Множество всех операторов  $O = \{o_k, k = \overline{1, K}\}$  выполняются параллельно и формируют математическую модель управления системой  $C$  в пространстве  $S$ .

В исходном состоянии *МВС*  $M$  будет иметь следующую топологию [8]:

$$M_0 = (m_0 [m_1 [o_1]_{m_1 m_2} [o_2]_{m_2} \dots m_k [o_k]_{m_k} ]_{m_0}) \cdot \quad (1)$$

III. ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МВС

Для динамики **МВС**  $M$  определены следующие топологические преобразования, которые приводят к изменению операторов  $O$  и их взаимодействие [8]:

- гибель мембраны  $mi$ :  $mi[o_i]_{mi} = \emptyset$ ; (2)

- поглощение мембраны  $mi$  мембраной  $mj$ :

$$mi[o_i]_{mi} = mj[o_j]_{mj}; \quad (3)$$

- размножение мембраны  $mi$ :

$$m_{k+l}[o_i]_{m_{k+l}} = mi[o_i]_{mi}; \quad (4)$$

- конкатенация мембран  $mi$  и  $mj$ :

$$mi[o_i]_{mi} = mi[o_i \cup o_j]_{mi}; \quad (5)$$

- рождение новой мембраны  $m_{k+l}$ :

$$NEV(m_{k+l}[o_{k+l}]_{m_{k+l}}). \quad (6)$$

В процессе эволюции системы  $C$  и преобразовании топологии **МВС**  $M$  под воздействием моделей (2)-(6) можно найти наиболее оптимальные алгоритмы для решения задачи управления системой  $C$ .

При проектировании реконфигурируемой вычислительной системы необходимо поменять мембраны  $m_k, \forall k = \overline{1, K}$  на процессоры  $p_k, \forall k = \overline{1, K}$ , а операторы  $o_k, k = \overline{1, K}$  на программные коды  $pc_k, k = \overline{1, K}$ .

IV. ПРИМЕР ТОПОЛОГИИ МВС

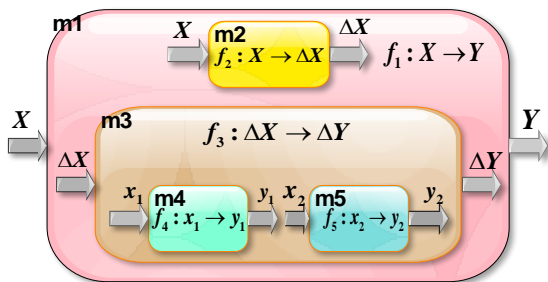


Рисунок 1. Пример **МВС**.

На Рисунке 1 представлен результат преобразования **МВС**, из исходной модели  $M_0$  (1), в оптимальную модель управления **МВС**  $M_T = (m_1[f_1 m_2[f_2] m_3[f_3 m_4[f_4] m_5[f_5]] m_3] m_1)$ , где:  $X$  - входные данные о состоянии процесса;  $Y$  - выходные данные для принятия решения и воздействия на процессом;  $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4, f_5\}$  - операторы (функции) для преобразования входных данных  $X$  в выходные  $Y$ .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Paun Gh. *Membrane Computing. An Introduction*, Springer, 2002.
2. Ciobanu G., Paun Gh., Pérez-Jiménez M.J., eds., *Applications of Membrane Computing*, Springer, 2006.
3. Паун Г., Розенберг Г., Саломая А. ДНК-компьютер. Новая парадигма вычислений. Пер. с англ. М.: Мир, 2003. 528 с.
4. Sudacevschi V., Ababii V., Podubnii M. A Synthesis Method for Reconfigurable Embedded Processors. *13th International Conference on DEVELOPMENT AND APPLICATION SYSTEMS, Suceava, Romania, May 19-21, 2016*, IEEE Catalog Number: CFP1665Y-DVD, pp. 184-188, ISBN: 978-1-5090-1992-2.
5. Sudacevschi V., Ababii V. *Modelling and Synthesis of Real-Time Control Systems Based on Hardware Timed Petri Nets*. Buletinul Institutului Politehnic Din Iași, Publicat de Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Secția „Electrotehnică. Energetică. Electronică”, Tomul LIX (LXIII), Fasc. 4, 2013, pp. 161-172.
6. Абабий В., Судачевски В., Подубный М., Сафонов Г., Негарэ Е. Система коллективного принятия решений на базе пространственно-распределенных ВУ. *The Tenth International Scientific-Practical Conference Internet-Education-Science IES-2016, Ukraine, Vinnytsia, VNTU, 11-14 October, 2016*, pp. 20-22, ISBN 978-9666-641-646-2.
7. Абабий В., Судачевски В., Подубный М., Морошан И. Ассоциативная вычислительная сеть для решения сложных задач на базе устройств с ограниченными вычислительными ресурсами. *Proceeding of the 3rd International Conference "Computational Intelligence (Results, Problems and Perspectives) — 2015", ComInt-2015, May 12-15, 2015, Cherkasy, Ukraine*, pp. 48-49.
8. Негарэ Е., Абабий В., Судачевски В. Проектирование реконфигурируемых вычислительных систем на базе мембранных моделей. *Прикладні науково-технічні дослідження: матеріали міжнар. наук.-прак. конф., 5-7 квіт. 2017р. – Івано-Франківськ* : Симфонія форте, 2017. стр. 23, ISBN 978-966-284-110-7.
9. Черноморов Г.А. Теория принятия решений. Новочеркасск, 2002, 276 с. ISBN 588998-288-5.