

**ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВОЛНОВЫХ МАТРИЧНЫХ ПРОЦЕССОРОВ
ПРИ ПОМОЩИ СЕТЕЙ ПЕТРИ**

К.Н. Родионова

*ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет»,
г. Комсомольск-на-Амуре*

Волновая система состоит из функциональных устройств и каналов, используемых для передачи данных между этими устройствами. Волновые процессоры используют конвейерный параллелизм и повсеместно применяются на практике в современных ЭВМ. Волновой процессор – это систолический процессор, в котором реализован принцип управления потоком данных. Рассматривая волновые процессоры, следует отметить, что структуры матричных процессоров можно представить двумя способами: синхронные и асинхронные. Синхронные матричные процессоры известны как систолические системы. Если для систолической системы увеличить размеры матрицы и тактовую частоту, то они становятся неэффективными. Поэтому следует рассматривать асинхронные систолические системы – волновые матричные процессоры.

Волновой матричный процессор представляет вычислительную сеть, обладающую следующими свойствами:

1. Автосинхронные вычисления, управляемые данными.
2. Регулярность, модульность и локальные межсоединения.
3. Возможность программирования на волновом языке или путем задания графа потока данных.
4. Вычисления с линейным ростом ускорения.

Можно отметить, что, в отличие от систолической обработки, которая отличается высоким уровнем конвейерных вычислений, волновая использует локальность потока данных и потока управления. Волновой матричный процессор обладает достоинствами систолического процессора, такими, как многопроцессорная обработка, обширная конвертизация, регулярность и модульность. Благодаря возможности асинхронной обработки, которая основана на управлении данными, можно упростить проблему неопределенности синхронизации в матричных процессах на СБИС.

Существует три подхода при формировании волновых процессоров:

1. Трассировка вычислительных волновых фронтов и их «прокачка» через матрицу процессоров.
2. Отображение графа вычислений непосредственно на волновой процессор.
3. Преобразование матричного процессора в волновой с помощью представления нескольких ключевых элементов аппаратуры с управлением потоком данных.

Для решения поставленной задачи необходимо ввести понятие волновых фронтов, которое подразумевает простой способ: разбить алгоритм на упорядоченную последовательность рекурсий, отобразить рекурсии на волновые фронты в процессоре и последовательно «прокачать» через матрицу процессоров.

Представление волновых матричных процессоров удобно реализовать, используя сеть Петри. Сетью Петри называется запись $(P, T, \text{pre}, \text{post}, M)$, которая состоит из конечных множеств: $P = \{p_0, \dots, p_{n-1}\}$, $T = t_0 \dots t_{m-1}$, функций $\text{pre}, \text{post}: T \rightarrow N^P$, где N – множество неотрицательных чисел, P – произвольное конечное множество,

элементы из P места. Элементы $t_0 \dots t_{m-1}$ называются переходами. Функция M называется маркировкой, которая определяет состояние сети. Наглядно места в сети Петри обозначаются кругами, переходы – прямоугольниками, которые соединяются стрелками. Рассмотрим реализацию волнового процессора при помощи сети (рисунок 1), где a_1, a_2 – начальные состояния, у которых существует одна выходная стрелка и a_3 – конечное состояние, для которого существует одна входная стрелка. Места имеют хотя бы одну входную и одну выходную стрелки.

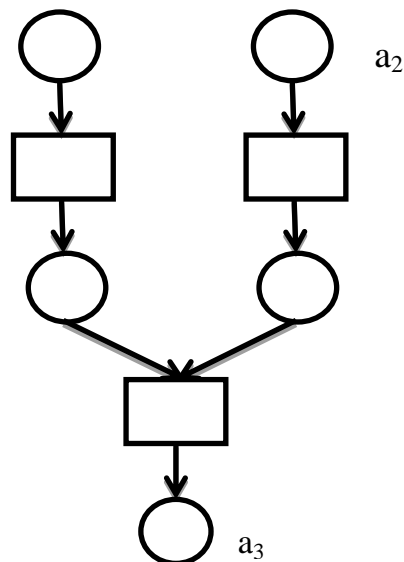


Рис.1. Представление волнового процессора при помощи сети Петри

Покажем, как реализуются волновые матричные процессоры при помощи сети Петри. Рассмотрим матрицы размером 3×3 , состоящие из элементов A_{ij} , B_{ij} , и выполним умножение.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}$$

Для начала зададим места для двух матриц, используя сеть Петри, получится шесть начальных мест со значениями матриц: a_{11}, a_{12}, a_{13} ; a_{21}, a_{22}, a_{23} ; a_{31}, a_{32}, a_{33} ; b_{11}, b_{12}, b_{13} ; b_{21}, b_{22}, b_{23} ; b_{31}, b_{32}, b_{33} . Переходы используют значения мест и рассчитывают значения по принципу умножения матриц:

$$c_{ij} = a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + a_{i3}b_{3j}, \quad 1 \leq i, j \leq 3.$$

После первого действия рассчитанные значения записываются в следующее место вместе с начальными данными. В освободившемся переходе считаются следующие значения. Процесс повторяется до получения конечных значений обозначаемых на рисунке как конечные места, из которых нет выхода. Сеть Петри процесса изображена на рисунке 2.

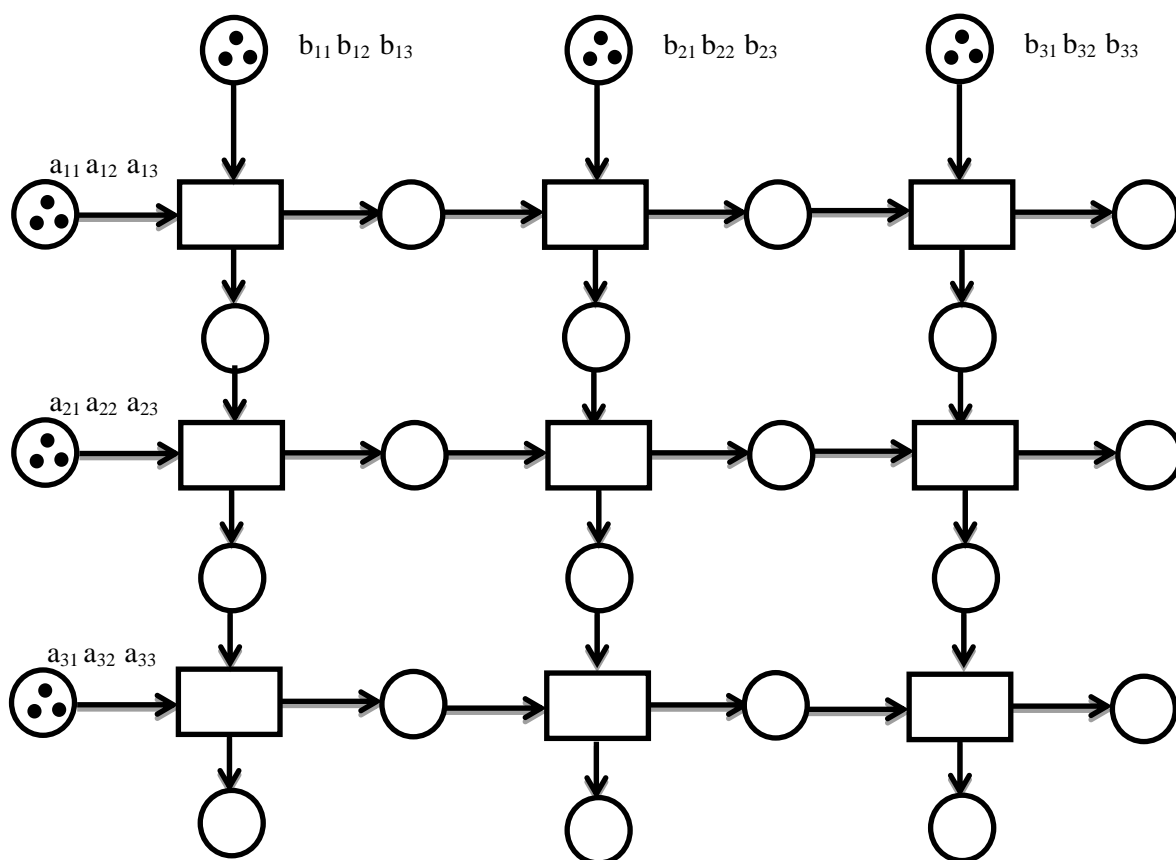


Рис.2. Представления волновых матричных процессоров
при помощи сети Петри

После чего образуется новая матрица $C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{pmatrix}$

Рассматривая волновые процессоры, следует отметить, что их представление играет немаловажную роль. Представление сетью Петри имеет преимущества. Во-первых, сети Петри более известны, а следовательно, более понятны для программистов. Во-вторых, переходам сетей Петри соответствуют параллельные потоки, и изображение переходов с помощью прямоугольников позволяет делать записи действий в этих прямоугольниках.

Библиографический список

1. Кудряшова, Е.С. Моделирование конвейерных и волновых вычислений / Е.С. Кудряшова, Н.Н. Михайлова, А.А. Хусаинов // Наукоедение. – 2014. – № 1 (20) [Электронный ресурс]. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/56TVN114.pdf>
2. Кун, С. Матричные процессы на СБИС / С. Кун // Мир. – 1991.