

УДК 004.4

Александрова Наталья Николаевна, студентка; Aleksandrova Natalya Nikolaevna

Хусаинов Ахмет Аксанович, доктор физико-математических наук, профессор; Husainov Ahmet Aksanovich

Комсомольский-на-Амуре государственный университет

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ АЦИКЛИЧНОГО ВОЛНОВОГО ПРОЦЕССОРА

ESTIMATION OF DATA PROCESSING TIME FOR ACYCLIC WAVE PROCESSOR

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию математической модели ациклического волнового процессора и описанию его компьютерной модели. Сформулирована цель исследования и приведены основные задачи. Математическая модель представлена в виде сети Петри. Опираясь на нее, разрабатывается компьютерная модель, которая является многопоточным приложением. Компьютерная модель позволяет найти время обработки заданного объема входных данных ациклическим волновым процессором.

Abstract. This work is devoted to the study of the mathematical model of the acyclic wave processor and the description of its computer model. The purpose of the study is formulated and the main tasks are presented. The mathematical model is presented as a Petri net. Based on it, a computer model is developed, which is a multithreaded application. The computer model allows us to find the processing time of a given amount of input data by an acyclic wave processor.

Ключевые слова: ациклический волновой процессор, математическая и компьютерная модели.

Keywords: acyclic wave processor, mathematical and computer models.

Для ускорения вычислений и обработки больших объемов данных широко применяются волновые процессоры. Они также используются при проектировании нелинейных цифровых фильтров и разработке процессоров для вычисления значений арифметических операций.

Волновой процессор состоит из конечного множества функциональных устройств (ступеней) и каналов для передачи данных между ними. Каждому волновому процессору можно поставить в соответствие ориентированный граф, в вершинах которого расположены ступени, а каналы соответствуют направленным ребрам этого графа [1]. Если ориентированный граф, соответствующий волновому процессору, не имеет направленных циклов, но такой волновой процессор называется ациклическим.

Отметим, что волновой процессор представляет собой систолический процессор, в котором реализован принцип управления потоком данных, также

волновой процессор является обобщением линейного вычислительного конвейера.

Математической моделью волнового процессора является сеть Петри, у которой места соответствуют ребрам ориентированного графа, а переходы – вершинам графа. На рисунке 1 в виде сети Петри приведена математическая модель ациклического волнового процессора, состоящего из пяти ступеней и восьми каналов.

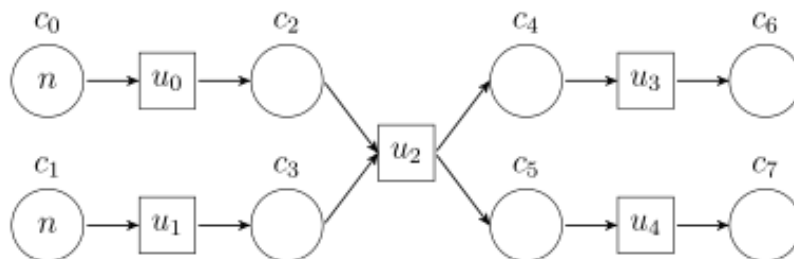


Рисунок 1 – Сеть Петри волнового процессора

Квадратами показаны функциональные устройства u_i , а кругами – каналы c_i для передачи данных. Число n , записанное во входных местах c_0 и c_1 , равно объему входных данных.

Каждое функциональное устройство (ступень) ациклического волнового процессора выполняет цикл, состоящий из следующих действий:

- ожидает поступления данных во все входные каналы;
- принимает по одному элементу данных из каждого входного канала;
- выполняет функциональную операцию над этими элементами данных;
- записывает результаты во все выходные каналы.

В дальнейшем будем полагать, что время передачи данных через каналы равно нулю, а n – объем входных данных. Отметим, что в работе [2] исследовался вопрос о производительности ациклического волнового процессора для случая бесконечного объема данных, а в данной работе важным моментом является то, что объем данных конечен и задан.

Определим цель исследования – разработать компьютерную модель для нахождения времени обработки фиксированного объема входных данных ациклическим волновым процессором, а также по результатам компьютерных экспериментов проверить гипотезу, предложенную научным руководителем [1].

Приведем задачи исследования:

- изучение предметной области;
- изучение математической модели ациклического волнового процессора;
- разработка и тестирование программного обеспечения;
- проведение компьютерных экспериментов, визуализация результатов.

В работе [1] высказана гипотеза, что для любого ациклического волнового процессора и каждого объема входных данных n существует некоторый

критический вычислительный конвейер, такой что время обработки n входных данных ациклическим волновым процессором совпадает с временем обработки этого же объема данных критическим вычислительным конвейером.

Также в работе [1] описан алгоритм для нахождения времени обработки n входных данных ациклическим волновым процессором.

При проведении компьютерного эксперимента для различных волновых процессоров находится время обработки входных данных и сравнивается со временем работы критического вычислительного конвейера. Если эти числа совпадают, то гипотеза подтверждается.

На основе математической модели, разрабатывается компьютерная модель ациклического волнового процессора, имитирующая работу многопроцессорной системы. Для волнового процессора строится сеть Петри, а уже опираясь на нее, разрабатывается многопоточное приложение, состоящее из потоков, соответствующих переходам сети Петри и каналов, соответствующих местам.

Программная реализация использует класс канала, разработанный на основе алгоритма Дейкстры для решения задачи о производителе и потребителе. В программе всякий поток, соответствующий переходу, реализует цикл. В теле цикла сначала ожидаются и принимаются данные из входных каналов. Затем имитируется выполнение операции с помощью подпрограммы Sleep(). После этого производится запись в выходные каналы. Время работы многопоточного приложения считается временем обработки входных данных ациклическим волновым процессором.

Новым научным результатом является компьютерная модель, которая позволит на практике находить время работы ациклического волнового процессора и проверить гипотезу из работы [1].

Программное обеспечение разрабатывается на языке C++ в среде Embarcadero RAD Studio XE10 в операционной системе Windows 10.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Khusainov A.A. Calculation of data processing time for an acyclic wave front array processing // Journal of Physics: Conference Series, 1333, 022006, IOP Publishing. 2019. doi:10.1088/1742-6596/1333/2/022006.

2 Хусаинов А.А., Шпунтенок А.С. Производительность вычислительного мультиконвейера // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Т. 9. №2. <http://naukovedenie.ru/PDF/20TVN217.pdf> (доступ свободный).