

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНИКА И РАСЧЕТ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СЕТОК

Лай Нгок Куэт

Описывается параллельная вычислительная система и использование сетей Петри-Маркова для её моделирования приводится параллельных вычислений.

Ключевые слова: параллельные вычисления сетей Петри-Маркова.

В вычислительной практике существует значительное количество задач, требующих большого количества однотипных вычислений, которые должны быть выполнены в реальном времени. В указанных задачах существует значительное количество операций, выполняемых одновременно с одним типом данных. Для решения подобных задач в настоящее время применяются параллельные ЭВМ.

Под собственно параллельными понимаются ЭВМ, содержащие как минимум два процессора, которые функционируют одновременно и во взаимодействии. Среди них выделяют параллельные системы SIMD одним потоком команд и множественными потоками данных (рис.1, а), MISD (рис.1, б), и MIMD - архитектура с множеством потоков данных и множеством потоков команд (рис.1, в).

На рис. 1 использованы следующие обозначения: БУ - блок управления; АЛУ - арифметико-логическое устройство; ШК - шина команд; ШД - шина данных; СС - центральная ЭВМ; РС - периферийные ЭВМ; СВ - системная шина; ЛВ - локальная шина; СР - процессор центральной ЭВМ; РР - процессор периферийной ЭВМ; СМ - общее запоминающее устройство; РМ - запоминающее устройство периферийной ЭВМ; IC - коммутатор межпроцессорных связей; PIC - порт обмена с коммутатором; PIM - порт обмена с запоминающим устройством.

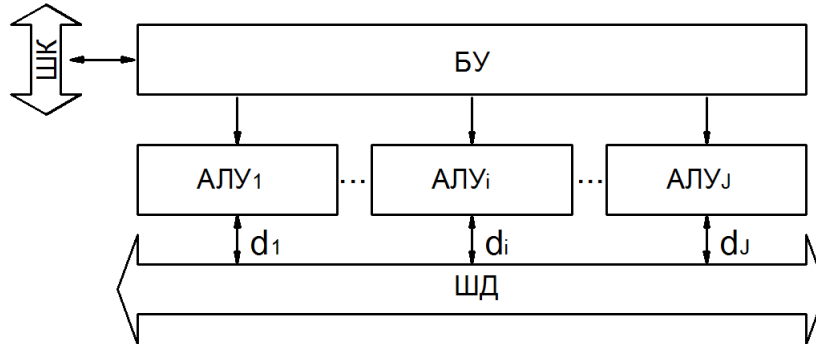
В SIMD процесс контролируется одним блоком управления (БУ), который получает команды по отдельной шине команд (ШК). Все команды выполняются одновременно над различными данными, поступающими с шины данных (ШД) [1].

MISD одновременно выполняет множество команд над одним оператором. Команды поступают с шины команд (ШК) на множества блоков управления (БУ₁,...,БУ_J), каждый из которых управляет своим арифметико-логическим устройством (АЛУ₁,..., АЛУ_J). Данные поступают с шины ШД1, а результат передается на ШД2 [1].

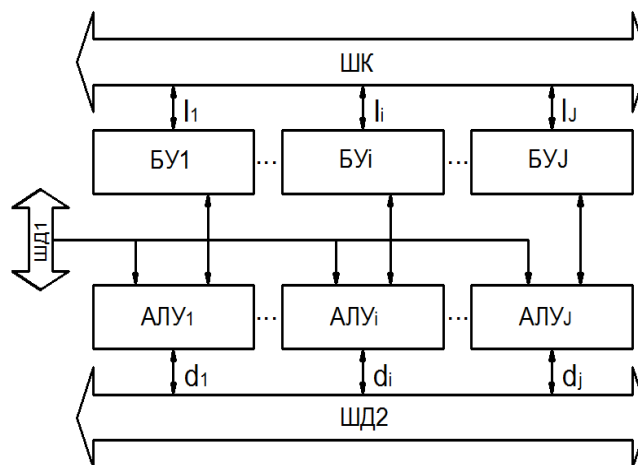
MIMD представляет собой множество отдельных ЭВМ, каждая из которых имеет свои процессор и память. Межпроцессорный обмен осуществляется через команду передачи данных либо через обычные

области памяти.

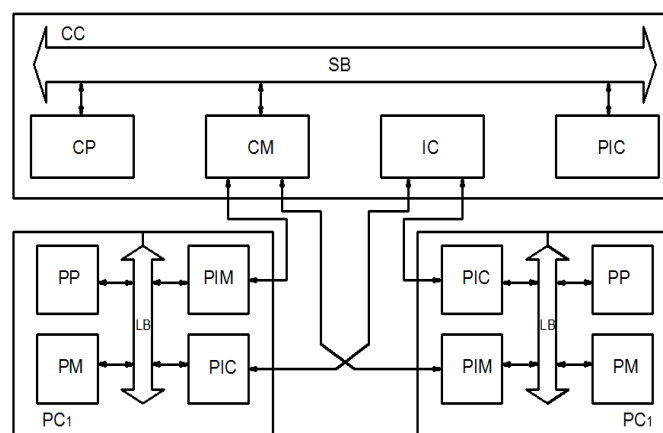
Параллельные алгоритмы очень разнообразны, но можно представить их две основные функции: параллелизм функционирования и параллелизм данных.



a



б



в

Рис. 1. Параллельная структуры: а – SIMD, б - MISD, в - MIMD

Сети Петри-Маркова для типовых параллельных процессов

Одной из основных задач организации вычислительного процесса является задача повышения производительности. Для её решения требуется адекватная модель, по которой можно проводить расчет временных характеристик.

Естественной моделью для описания случайной последовательности смены состояний некоторого объекта во времени является марковский, а в более общем случае - полумарковский процесс. Однако наличие взаимосвязей в достаточно сложной системе приводит к необходимости учета взаимодействия элементарных полумарковских процессов и формирования единого случайного процесса, учитывающего не только смену состояний отдельных элементов моделируемой системы, но и весь комплекс взаимодействий между элементами.

Идеальным инструментарием для анализа взаимодействия процессов являются сети Петри, однако, являясь асинхронными по определению, модели указанного типа позволяют лишь ответить на вопросы о принципиальной достижимости состояний системы, соответствующих заданным требованиям. Спрогнозировать моменты переключения в указанные состояния с помощью сетей Петри в их классической интерпретации затруднительно. Кроме того, ограничения в моделировании параллельных процессов с помощью сетей Петри заключаются в ограниченности логических условий продолжения процессов элементарной конъюнкцией, что не учитывает всего многообразия взаимодействий элементов в реальных сложных системах.

Объединение двух подходов к моделированию параллелизма порождает сеть Петри-Маркова (СПМ), которая представляет собой структурно-параметрическую модель, заданную множеством

$$\Psi = \{P, M\} \quad (1)$$

где P - описание структуры двудольного графа, представляющего собой сеть Петри; M - описание параметров, накладываемых на структуру P и определяющих временные, вероятностные и логические характеристики СПМ.

Структура СПМ характеризуется множеством

$$P = \{A, Z, I_A(Z), O_A(Z)\} \quad (2)$$

где $A = \{a_{1(a)}, \dots, a_{j(a)}, \dots, a_{J(a)}\}$ - конечное множество позиций, $j(a) > 0$; $Z = \{z_{1(z)}, \dots, z_{j(z)}, \dots, z_{J(z)}\}$ - конечное множество переходов, $j(z) > 0$; $I_A(Z) = \{I_A(z_{1(z)}), \dots, I_A(z_{j(z)}), \dots, I_A(z_{J(z)})\}$ - входная функция, отображающая переходы в конечные множества позиций $I_A(z_{j(z)}) = \{a_{[I, j(z)]}, \dots, a_{J[I, j(z)]}\}$; $O_A(Z) = \{O_A(z_{1(z)}), \dots, O_A(z_{j(z)}), \dots, O_A(z_{J(z)})\}$ - выходная функция, отображающая переходы $z_{i(z)}$ в конечные множества

позиций $O_A(z_{j(z)}) = \{a_{1[O,j(z)]}, \dots, a_{J[O,j(z)]}\}$ $J(a)$ - общее количество позиций; $J(z)$ - общее количество переходов.

В контексте задачи моделирования процесса параллельных вычислений:

позиции множества $A = \{a_{1(a)}, \dots, a_{j(a)}, \dots, a_{J(a)}\}$ являются математическим подобием состояний элементов системы;

переходы множества $Z = \{z_{1(z)}, \dots, z_{j(z)}, \dots, z_{J(z)}\}$ моделируют взаимодействие элементов при переключениях системы из одного состояния в другое, при этом во временной области взаимодействие может рассматриваться как «соревнование» процессоров, исходом которого является переключение системы в одно из возможных сопряженных состояний;

входная функция перехода $I_A(z_{j(z)}) = \{a_{1[I,j(z)]}, \dots, a_{J[I,j(z)]}\} \subset A$ моделирует множество состояний, участвующих в «соревновании», $j[I, j(z)]$ - общее количество позиций, составляющих входную функцию $I_A(z_{j(z)})$ перехода $j(z)$;

выходная функция перехода $O_A(z_{j(z)}) = \{a_{1[O,j(z)]}, \dots, a_{J[O,j(z)]}\} \subset A$ моделирует множество исходов «соревнований» элементов; $j[O, j(z)]$ - общее количество позиций, составляющих входную функцию $O_A(z_{j(z)})$ перехода $j(z)$.

Параметрические аспекты M сети Петри-Маркова описываются следующим множеством:

$$M = \{q, p, f(t), \Lambda\}, \quad (3)$$

где $q = [q_{1(z)}, \dots, q_{j(z)}, \dots, q_{J(z)}]$ - вектор, определяющий вероятность начала процесса в одном из переходов множества Z ; $p = [p_{j(a)j(z)}]$ - матрица с количеством элементов $J(a) \times J(z)$, определяющая априорные вероятности участия $j(a)$ -го элемента в одном из возможных «соревнований» $z_{j(z)}$; $f(t)$ - матрица с количеством элементов $J(a) \times J(z)$, определяющих плотности распределения времени t пребывания процесса в состоянии $a_{j(a)}$ при участии в «соревновании» $z_{j(z)}$; $\Lambda = [\lambda_{i(z)i(a)}]$ - матрица с количеством элементов $J(z) \times J(a)$, определяющих логические условия окончания взаимодействий, с последующим переключением в состояния множества $O_A(z_{j(z)})$; $\lambda_{i(z)i(a)}$ - элементы матрицы логических условий,

$$\lambda_{i(z)i(a)} = \begin{cases} L\{\sigma[a_{i(a)} \in I_A(z_{j(z)}), z_{j(z)}]\}, & \text{если } a_{j(a)} \in O_A(z_{j(z)}); \\ 0, & \text{если } a_{j(a)} \notin O_A(z_{j(z)}); \end{cases} \quad (4)$$

$L\{\dots\}$ - некоторая логическая функция; $\sigma[a_{i(a)} \in I_A(z_{j(z)}), z_{j(z)}]$ - полушаг, под которым понимается логическая переменная, принимающая значения

$$\sigma[a_{i(a)} \in I_A(z_{j(z)}), z_{j(z)}] = \begin{cases} 1, \text{ если в } j(z) - M \text{ "соревновании сделал"} \\ \text{полушаг из } j(a) = i \text{ позиции в } j(z) = i \text{ переход;} \\ 0, \text{ если в } j(z) - M \text{ "соревновании не сделал"} \\ \text{полушаг из } j(a) = i \text{ пазииции в } j(z) = i \text{ переход;} \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом, полушаги в СПМ являются функциональным подобием потока событий выполнения операторов алгоритма каким-либо компонентом параллельной вычислительной системы в системах исследуемого класса.

Структура системы СПМ, ее моделирующей, приведена на рис. 2.

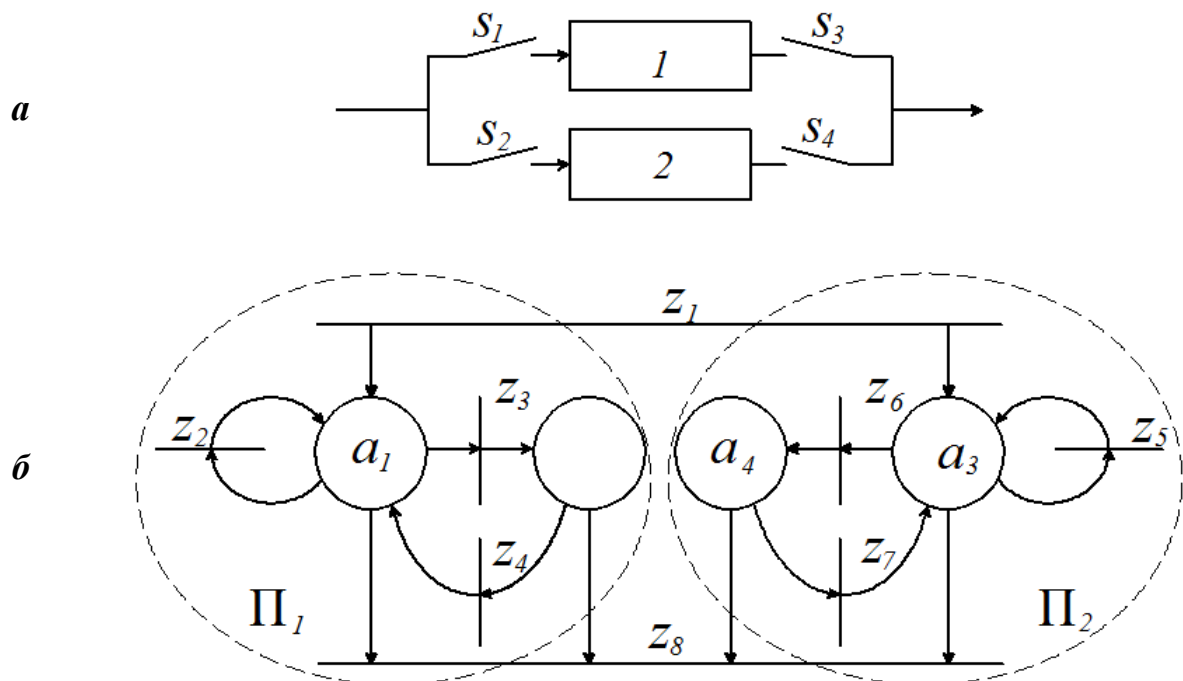


Рис.2. Система из двух элементов (а) и СПМ, ее моделирующая (б)

На рис. 2, а: 1 и 2 - элементы системы, $s1, s2, s3, s4$ - переключатели, позволяющие производить отключение элемента на время проведения ремонтных работ. На рис. 2, б: Π_1 и Π_2 - соответственно ЭППМ, моделирующие процессы в первом и втором элементах; a_1, a_3 - позиции, моделирующие процесс функционирования первого и второго элементов соответственно; a_2, a_4 - позиции, моделирующие процесс восстановления первого и второго элементов соответственно; z_1 - стартовый переход; z_2, z_5 - переходы, моделирующие возникновение перемежающегося отказа в первом и втором элементах соответственно; z_3, z_6 - переходы, моделирующие возникновение отказов, поддающихся восстановлению в первом и втором

элементах соответственно; Z_4, Z_7 - переходы, моделирующие момент возврата первого и второго элементов соответственно в работоспособное состояние.

Структура СПМ описывается множеством

$$P = \{ \{a1, a2, a3, a4\}, \{z1, z2, z3, z4, z5, z6\}, \{\}, \{a1\}, \{a1\}, \{a2\}, \{a3\}, \{a3\}, \{a4\}, \{a1, a2, a3, a4\}\}, \{ \{a1, a3\}, \{a1\}, \{a2\}, \{a1\}, \{a3\}, \{a4\}, \{a3\}, \{a1\}, \{\} \} \}.$$

Вектор начала процесса имеет вид (процесс с вероятностью единица начинается в переходе z_1)

$$q = (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0).$$

Матрицы вероятностей и плотностей распределения имеют вид

$$P = \begin{pmatrix} 0 & p_{12} & p_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{18} \\ 0 & 0 & 0 & p_{24} & 0 & 0 & 0 & p_{28} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_{35} & p_{36} & 0 & p_{38} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{47} & p_{48} \end{pmatrix};$$

$$f(t) = \begin{pmatrix} \xi(t) & f_{12}(t) & f_{13}(t) & \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & f_{18}(t) \\ \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & f_{24}(t) & \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & f_{28}(t) \\ \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & f_{35}(t) & f_{36}(t) & \xi(t) & f_{38}(t) \\ \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & \xi(t) & f_{47}(t) & f_{48}(t) \end{pmatrix};$$

где $\xi(t) = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \delta(t - \tau)$ (срабатывание в бесконечности); $\delta(t) - \delta$ - функция Дирака.

Матрица логических условий имеет вид

$$\Lambda = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ [a_1, z_2] & 0 & 0 & 0 \\ 0 & [a_1, z_3] & 0 & 0 \\ [a_2, z_4] & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & [a_3, z_5] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [a_3, z_6] \\ 0 & 0 & [a_4, z_7] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Список литературы

1. Ларкин Е.В., Котова Н.А.. Проектирование информационных систем роботов с использованием сетей Петри-Маркова. Тула, 2008. 157 с.
2. Артамонов Г.Т., Тюрин В.Д. Топология сетей ЭВМ и много-процессорных систем. М.: Радио и связь, 1991. 248 с.
3. Котов В.Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. 160 с.

Лай Нгок Куэт, аспирант, quyetlaingoc@yahoo.com.vn, Россия, Тула, Тульский государственный университет

COMPUTER TECHNOLOGY AND CALCULATION OF PERFORMANCE GRIDS

Lai Ngoc Quyet

This paper describes a parallel computing system and the use of Petri nets, Markov for parallel processing, as one example of a model of parallel computing has been two parameter and use Petri-Markov net.

Key words: parallel computation Petri-Markov net.

Lai Ngoc Quyet, postgraduate, quyetlaingoc@yahoo.com.vn, Russia, Tula, Tula State University

УДК 621.396.669

СПОСОБ БОРЬБЫ С ПОМЕХАМИ СНС

М.Б. Богданов, А.В. Прохорцов, В.В. Савельев

Рассматриваются существующие источники. Проанализированы существующие методы защиты аппаратуры СНС от помех, предложен способ борьбы с преднамеренными помехами.

Ключевые слова: спутниковая навигационная система, преднамеренные помехи, бесплатформенная инерциальная навигационная система, направление на спутник.

В последние годы широкое распространение получили спутниковые навигационные системы (СНС) ГЛОНАСС и GPS.

К основным недостаткам СНС относят неавтономность, слабую помехозащищенность, возможность отсутствия сигналов достаточного количества навигационных спутников вследствие особенностей траектории полета подвижного объекта, особенностей рельефа местности и т.д., например, ГЛОНАСС в настоящее время развернута не в полном объеме.

Выделим основные виды помех [1-4], влияющие на аппаратуру спутниковой навигационной системы (рис.1).

Принимая во внимание, что типовая аппаратура СНС представляет собой корреляционный приёмник, предкорреляционный тракт которого согласован с полосой частот полезного сигнала, можно выделить комплекс мер повышения помехоустойчивости, который условно разделим на две части [5-18]: