

имеющийся вычислительный ресурс. При этом выполняется модификация информационной структуры потоков данных в зависимости от конфигурации и параметров имеющихся вычислительных ресурсов, далее осуществляется развертка структуры задачи из рекурсивно-определенных компонентов, на основе которой формируются загрузочные исполняемые модули.

Аппаратно-программная поддержка данной технологии осуществляется на базе встраиваемых в ПЛИС систем. Модификация параметров потоков и развертка структуры задачи выполняется аппаратно встраиваемой системой.

Реализация предлагаемых методов за счет аппаратной составляющей обеспечивает выполнение параллельных программ при динамически изменяющемся вычислительном ресурсе, а также минимизирует время постановки задачи на исполнение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Каляев А.В.* Многопроцессорные системы с программируемой архитектурой. М.: Радио и связь, 1984. 240 с.
2. *Каляев А.В., Левин И.И.* Модульно-наращиваемые многопроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений. М.: Изд-во ООО "Янус-К", 2003. 380 с.
3. *Левин И.И.* Параллельные компьютеры с программируемой архитектурой и структурно-процедурной организацией вычислений. // "TELEMATICA-2001", International Conference on Telematics and Web-Based Education, 2001, St. Petersburg, <http://risbank.spb.ru/tm2001/>.
4. *Каляев А.В., Каляев И.А., Левин И.И.* Модульно-наращиваемые многопроцессорные системы с программируемой архитектурой и структурно-процедурной организацией вычислений // Сборник докладов конференции "С.А. Лебедев и развитие отечественной вычислительной техники". М., 2002. С. 112-116.
5. *Нирва Мориссо-Леруа, Мартин К. Соломон, Джули Басу.* Oracle 8i: Java-компонентное программирование при помощи EJB, CORBA и JSP
6. *Лейнекер.* COM+. Энциклопедия программиста Изд-во: ДиаСофт. 2001 г. 656 с. ISBN 5-93772-013-х.
7. *Вандевурд, Джосаттис.* Шаблоны C++: справочник разработчика Изд-во: «Вильямс». 2003 г. 544 с. ISBN 5-8459-0513-3.

А.И. Дордопуло, О.М. Омаров

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОПЕРАТОРОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В УНИФИЦИРОВАННОЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ФОРМЕ

Исходное представление задачи для разнообразных методов организации параллельных вычислений и архитектур многопроцессорных вычислительных систем в виде последовательного алгоритма, распараллеливающегося по множеству локально-независимых участков, не позволяет эффективно ее реализовать для произвольного варианта распараллеливания, что обуславливает актуальность представления алгоритма решаемой задачи в некоторой унифицированной форме, не зависящей от архитектуры вычислительного ресурса.

При решении задач на многопроцессорных вычислительных системах одними из широко распространенных представлений являются формальные модели сетей Петри [1] и представление в виде взаимодействующих последовательных процессов [2].

Сети Петри (СП) получили широкую известность как средство описания и проектирования параллельных систем, так как они отражают структуру описываемой системы и позволяют моделировать динамическое поведение системы и, в частности, обнаруживать тупики и «дедлоки». Практическое использование сетевого формализма СП для моделирования реальных систем выявило ряд серьезных недостатков, существенно ограничивающих область применения классических СП (в частности невозможно описать функционирование условного оператора *if*).

Поэтому для представления структуры процесса адекватно структуре управления предлагаются функциональные расширения сетей Петри, ориентированные на распределенную обработку информации в высокопроизводительных вычислительных комплексах и вычислительных сетях: *ингибиторная дуга* [1] и *позиция управления*.

Первое из них необходимо для отражения факта отсутствия фишки в определенной позиции, а второе – для отражения факта наличия управления в определенной точке, при этом функциональное поведение позиции управления аналогично поведению обычной позиции СП. Таким образом, каждой позиции a СП соответствует позиция управления Γ_a , в некотором смысле соответствующая счетчику команд процессора, указывающему на определенную операцию.

Для представления последовательных структурных программ в унифицированной параллельной форме необходимо рассмотреть предлагаемый сетевой формализм основных конструкций программирования: следования, повторения и выбора.

Вводимое расширение для последовательного процесса сводится к традиционной СП объединением обычных позиций СП и позиций управления (рис.1).

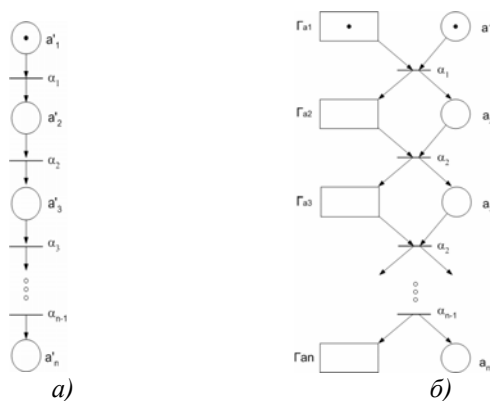


Рис. 1. Представление последовательного процесса сетью Петри:
а) традиционная СП; б) расширение СП позицией управления

Широко используемый в различных задачах рекурсивный процесс (рекурсия), на основе которого можно реализовать любую повторяющуюся конструкцию, вида $\mu R : \{x, y, \dots, z\}.F(R)$ [2], структурно выглядит следующим образом (рис.2). На рис.2 сплошная линия обратной связи соответствует рекурсии по данным, а пунктирная – рекурсии по управлению.

Для процесса выбора предложенный сетевой формализм структурно отличается от традиционных СП, но позволяет представлять гораздо более широкий круг задач. Рассмотрим следующие процессы выбора [2]:

- детерминированный выбор;
- независимый недетерминированный выбор;
- генеральный выбор.

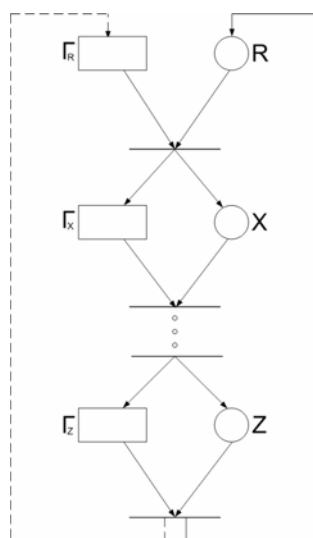


Рис. 2. Рекурсивный процесс (подстановка) $\mu R : \{x, y, \dots, z\}.F(R)$

Для представления процесса детерминированного выбора (аналога оператора *if* в языках программирования) используется ингибиторная дуга, чтобы отразить отсутствие фишки в определенной позиции (рис. 3).

В данном случае управляющая позиция Γ_{RS} (управление в начале оператора) означает, что управление находится на операторе выбора.

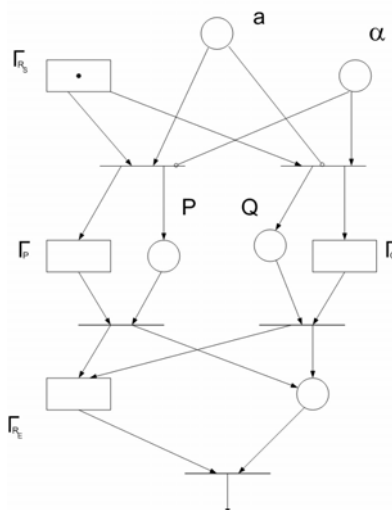


Рис. 3. Детерминированный выбор (управляющие позиции Γ_{RS} и Γ_{RE} – управление в начале и в конце оператора выбора)

Процесс недетерминированного выбора (рис.4) ведет себя как P или как Q , причем выбор между ними осуществляется произвольно без ведома внешнего окружения, т.е. процесс обладает некоторым спектром возможного поведения, но его окружение не обладает возможностью ни влиять на выбор между альтернативами, ни даже наблюдать его.

С учетом традиционных подходов к моделированию параллельных систем применительно к оператору выбора $P \text{ и } Q$ можно различать недетерминированный

выбор по данным РпDQ (рис. 5), по управлению РпCQ (рис. 6) и по управлению и данным одновременно – РпDC Q (рис. 7).

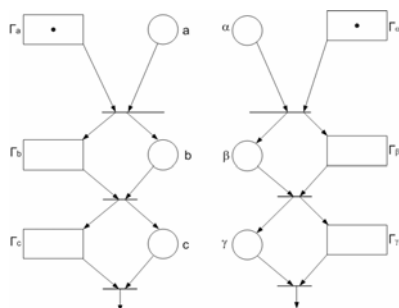


Рис. 4. Процесс независимого недетерминированного выбора РпQ

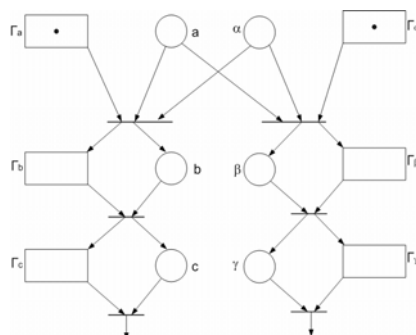


Рис. 5. Процесс недетерминированного выбора по данным РпDQ

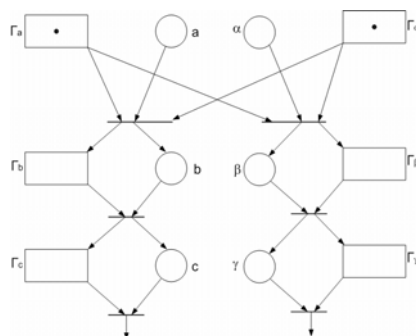


Рис. 6. Процесс недетерминированного выбора по управлению РпC Q

Для недетерминированного выбора по данным РпDQ выбор между реализациями процессов Р или Q осуществляется без ведома внешнего окружения на основе данных каждого из процессов, причем сам процесс выбора может осуществиться только при наличии данных для обоих процессов.

В случае недетерминированного выбора по управлению РпCQ выбор между Р и Q осуществляется при наличии управления для обоих процессов.

Процесс недетерминированного выбора по данным и управлению РпDC Q является объединением предыдущих вариантов и в его результате реализуется один из процессов Р или Q, выбираемый без ведома внешнего окружения, но при наличии как управления, так и данных для обоих процессов.

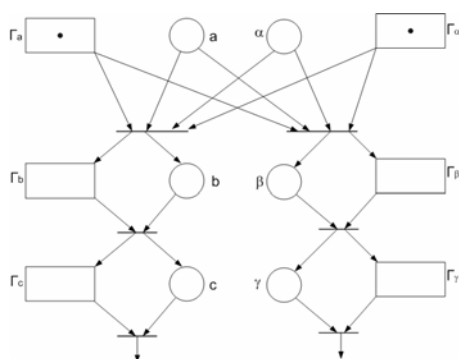


Рис. 7. Процесс недетерминированного выбора по данным и управлению $PnDC Q$

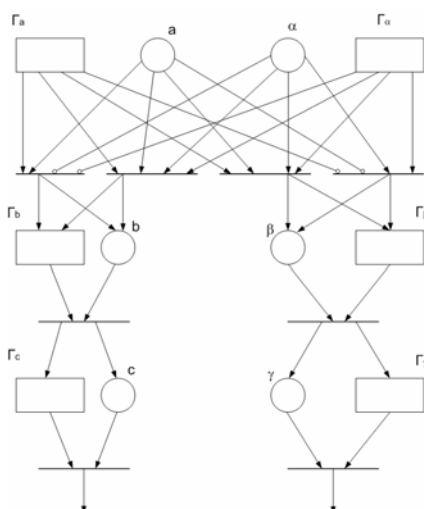


Рис. 8. Генеральный выбор

На рис. 8 представлена операция генерального (общего) выбора $P \amalg Q$, где окружение может управлять выбором между процессами P и Q при условии, что выбор будет сделан на первом же шаге. Если первое действие невозможно для D , то выбирается Q . Если процесс Q не может выполнить первое действие, выбирается P . Если первое действие возможно для P и для Q , то выбор остается недетерминированным. Пары ингибиторных дуг, идущих от позиций одного из процессов к переходу другого, означают выбор только одного из процессов, т.е. описывают невозможность выполнения процесса P при возможности выполнения Q и наоборот.

Представление операторов параллельного программирования в унифицированной параллельной форме позволяет более эффективно отображать задачи для решения на различных архитектурах многопроцессорных вычислительных систем для произвольного варианта распараллеливания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Котов В. Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984.
2. Хоар Ч. Взаимодействующие последовательные процессы. М.: Мир, 1989.