

УДК 681.31

Г.А. Поляков¹, Е.Г. Толстолужская², Д.А. Толстолужский²¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород²Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков

МОДЕЛЬ ФРАГМЕНТАЦИИ ВРЕМЯПАРАМЕТРИЗОВАННЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ РЕСУРСНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ

Раскрываются этапы решения задачи фрагментации времяпараметризованных параллельных ресурсно-ориентированных процессов в интересах создания систем автоматического синтеза высокоэффективных параллельных программ для вычислительных систем с распределенной памятью. Приводится иллюстрирующий пример.

Ключевые слова: параллельный алгоритм, временные модели алгоритмов, временное моделирование, оценка времени реализации алгоритма.

Введение

Постановка проблемы. В настоящее время общепризнано, что решающим значением для успеха использования существующих и будущих супер-ЭВМ является повышение эффективности параллельных программ [1 – 3].

Недостатками известных систем параллельного программирования является необходимость выполнения вручную наиболее сложных, творческих этапов параллельного программирования (декомпозиция/фрагментация задач и данных, планирование коммуникаций, укрупнение фрагментов, распределение фрагментов вычислений на ресурс), которые определяют оптимальность параллельных программ, предельно допустимую сложность эффективно программируемых задач и сроки разработки параллельных программ [2, 3].

Анализ литературы показывает, что вопросы разработки математических моделей фрагментации задач проработаны не достаточно [1 – 6].

В статье представлена математическая модель фрагментации времяпараметризованных параллельных ресурсно-ориентированных процессов.

Цели статьи. Целью статьи является описание математической модели фрагментации времяпараметризованных параллельных ресурсно-ориентированных процессов в интересах создания систем автоматического синтеза высокоэффективных параллельных программ для вычислительных систем с распределенной памятью.

Исследования и результаты

Введем некоторые определения и понятия.

Фрагмент графа – это некоторый его подграф (состоящий из подмножества вершин и соединяющих вершины ребер), назначаемый для реализации на конкретный вычислительный узел (ВУ) сети.

Сложность произвольного фрагмента – это сумма количества входных ребер всех вершин фрагмента и количества всех выходных ребер всех вершин фрагмента, соединяющих рассматриваемый подграф с остальными подграфами S -графа задачи [7].

Основные этапы модели фрагментации времяпараметризованных параллельных ресурсно-ориентированных процессов представлены на рис. 1.

Исходные данные:

- множество операторов задачи $P = \{P_j\}$, $j=1..n$;
- структуры BF, CF, TF семантико-числовой спецификации (СЧС) времяпараметризованной параллельной модели (ВПМ) модели;

- время решения $T_{реш}$ задачи;

- класс вычислительных систем BC – MPP;

- характеристики архитектуры: количество NM и $typ(pr)$ процессоров PR, длительности выполнения операций t_j^0 , количество портов ввода-вывода $k_{порт}$;

- сложность μ -го фрагмента $Q(\mu) = \emptyset$, количество операторов μ -го фрагмента $\delta_\mu = 0$ для $\mu=1..kfr_0$ и состав операторов $FR_\mu = \emptyset$ для $\mu=1..kfr_0$, где kfr_0 – исходное количество фрагментов.

Выходные данные:

- множество фрагментов $FR = \{FR_\mu\}$, $\mu=1..kfr$;

- оптимальный состав операторов P_j каждого фрагмента FR_μ ($\mu=1..kfr$) $FR_\mu = \{P_{j\mu}\}$ и количество kfr фрагментов FR_μ , обеспечивающих минимальную сложность фрагментации, при этом

$$\bigcup_{\mu=1}^{kfr} FR_\mu = P, \text{ и } \forall \mu, \delta: FR_\mu \cap FR_\delta = \emptyset;$$

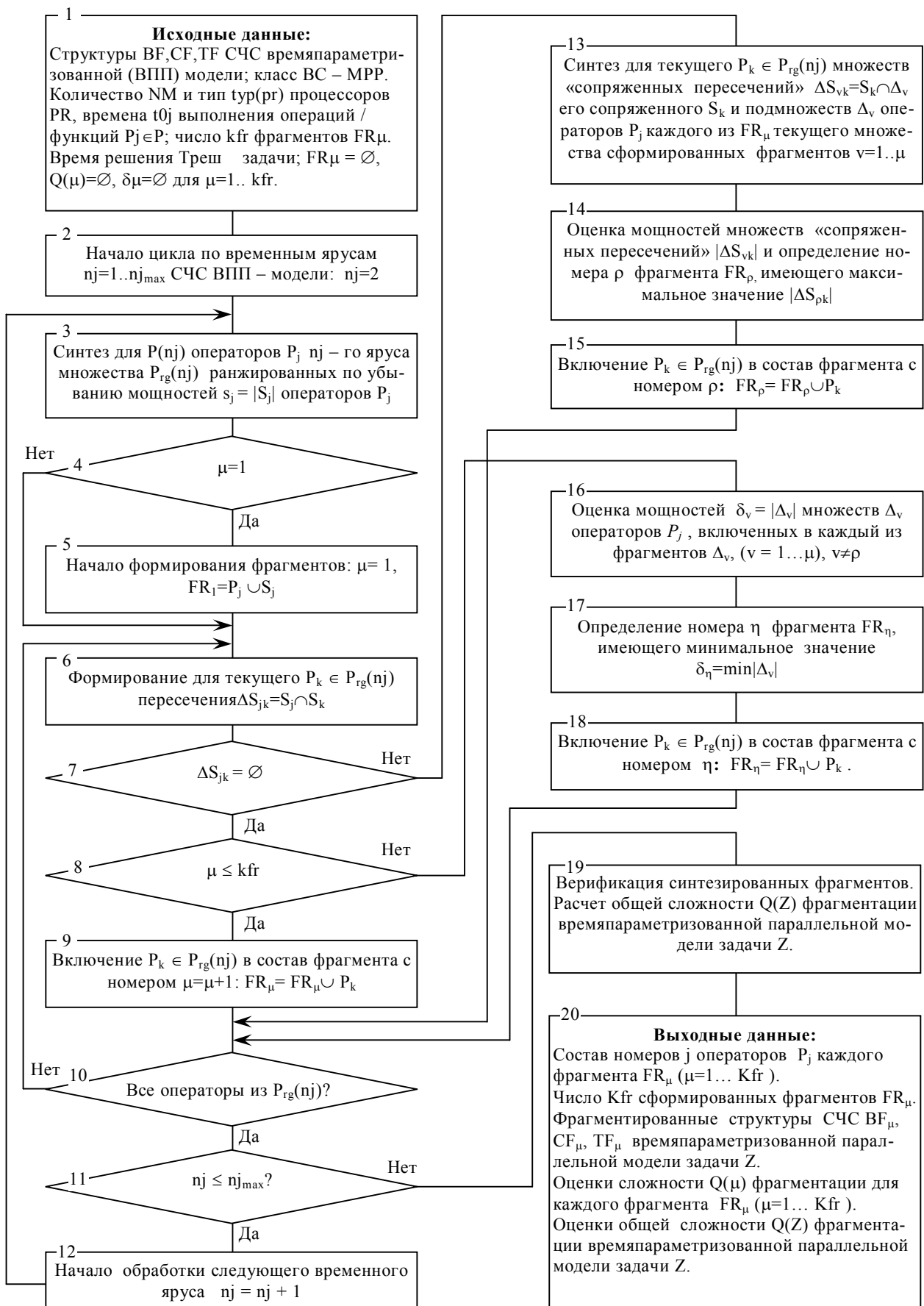


Рис. 1. Модель фрагментации времяпараметризованных параллельных ресурсно-ориентированных процессов

– множество локальных структур СЧС BF_μ , CF_μ , TF_μ $\mu=1..kfr$ множества $FR=\{FR_\mu\}$ фрагментов FR_μ времяпараметризованной параллельной модели задачи Z ;

– оценки сложности $Q(\mu)$ фрагментации для каждого фрагмента FR_μ ($\mu=1..kfr$) и оценки общей сложности $Q(Z)$ фрагментации времяпараметризованной параллельной модели задачи Z .

Рассмотрим назначение и формализованное описание основных этапов синтеза.

Этап 1 (символ 2 рис. 1) обеспечивает начало реализации цикла по временным ярусам семантико-числовой спецификации $n_j = 1..n_{jmax}$ времяпараметризованной параллельной модели задачи с целью формирования для задачи множества фрагментов.

Этап 2 (символ 3 рис. 1) осуществляет синтез для множества $P(n_j)$ операторов $P_j \in P(n_j)$ n_j -го яруса множества $P_{rg}(n_j)$ операторов $P_j \in P(n_j)$ ранжированных по убыванию мощностей $s_j=|S_j|$ их сопряженных множеств S_j операторов P_j .

Этап 3 (символы 4, 5 рис. 1) обеспечивает начало формирования 1-го фрагмента $\mu = 1$:

– текущее значение количества фрагментов $kfr=1$;

– множество операторов, входящих в первый фрагмент, формируется в соответствии с соотношением $FR_1 = FR_1 \cup P_j \cup S_j$, где $P_j \in P_{rg}(n_j)$ – оператор, имеющий максимальную мощность сопряженного множества

$$s_j = \max_{P_j \in P_{rg}(n_j)} |S_j|;$$

– сложность μ -го фрагмента при $\mu=1$ равна

$$Q(1) = s_j + w_j$$

сумме мощностей сопряженного и внешнего множеств оператора $P_j \in P(n_j)$, входящего в 1-й фрагмент.

Этап 4 (символы 6, 7 рис. 1) формирует для текущего оператора $P_k \in P_{rg}(n_j)$ пересечения сопряженных множеств $\Delta S_{jk} = S_j \cap S_k$ и проверку равенства $\Delta S_{jk} = \emptyset$ с целью проверки факта использования операторами P_k и P_j общих исходных данных.

Этап 5 (символы 8, 9 рис. 1) осуществляет проверку достижения текущего количества фрагментов заданному и включение операторов $P_k \in P_{rg}(n_j)$ в состав фрагмента с номером $\mu = \mu + 1$ $FR_\mu = FR_\mu \cup P_k$, рассмотрение завершается при $\mu > kfr$. Также на данном этапе проводится расчет сложности $Q(\mu)$ фрагментации для текущего μ -го фрагмента FR_μ ($\mu=1..kfr$):

$$Q(\mu) = Q^1(\mu) + s_k + w_k - \Delta S_{jk}, \quad (1)$$

где $Q^1(\mu)$ – сложность фрагментации μ -го фрагмента, рассчитанная на предыдущих этапах, s_k и w_k – мощности сопряженного и внешнего множеств оператора $P_k \in P(n_j)$, включенного в μ -й фрагмент соответственно.

Этап 6 (символы 10, 11, 12 рис. 1) обеспечивает проверку всех операторов $P_j \in P_{rg}(n_j)$ и проверку завершения рассмотрения ярусов времяпараметризованной параллельной модели $n_j \leq n_{jmax}$.

Этап 7 (символ 13 рис. 1) осуществляет синтез для текущего оператора $P_k \in P_{rg}(n_j)$ множеств «сопряженных пересечений» $\Delta S_{vk} = S_k \cap \Delta_v$ его сопряженного множества S_k и подмножеств Δ_v операторов P_j каждого из FR_μ текущего множества сформированных фрагментов $v = 1.. \mu$.

Этап 8 (символы 14, 15 рис. 1) выполняет определение номера ρ фрагмента FR_ρ , имеющего максимальное значение $|\Delta S_{\rho k}|$, включение оператора $P_k \in P_{rg}(n_j)$ в состав фрагмента с номером ρ : $FR_\rho = FR_\rho \cup P_k$, и проводится расчет сложности $Q(\mu)$ фрагментации (соотношение 1) для текущего μ -го фрагмента FR_μ ($\mu=1..kfr$).

Этап 9 (символ 16 рис. 1) выполняет оценку мощностей $\delta_v = |\Delta_v|$ множеств Δ_v операторов P_j , включенных в каждый из фрагментов Δ_v , ($v=1.. \mu$), $v \neq \rho$ с целью обеспечения равномерности количества операторов во фрагментах и равномерности загрузки ресурса.

На этапе 10 (символы 17, 18 рис. 1) определяется номер η фрагмента FR_η , имеющего минимальное значение $\delta_\eta = \min_{v=1.. \mu} \delta_v$ и включение оператора

$P_k \in P_{rg}(n_j)$ в состав фрагмента с номером η : $FR_\eta = FR_\eta \cup P_k$ с подсчетом сложности $Q(\mu)$ фрагментации для текущего μ -го фрагмента FR_μ ($\mu=1..kfr$) (соотношение 1).

Этап 11 (символ 19 рис. 1) выполняет расчет общей сложности $Q(Z)$ фрагментации времяпараметризованной параллельной модели задачи Z :

$$Q(Z) = \sum_{\mu=1}^{kfr} Q_\mu.$$

Поясним содержание и результаты выполнения различных этапов фрагментации времяпараметризованной параллельной ресурсно-ориентированной модели задачи на примере разветвляющейся задачи, Си-программа которой представлена рис. 2.

```

#include <stdio.h>
void main(void)
{
int a,b,c,d ,r;
int k,z,p,s;
scanf("%d %d %d %d",&a,&b);
scanf("%d %d %d %d",&c,&d);
if(a == b)
{
    k = a % 2;
    z = a * b;
    r = c / 2;
    printf("%4d\n",k);
    printf("%4d\n",z);
    printf("%4d\n",r);
}
else
{
    p = c * d;
    s = b / a ;
    printf("%4d\n",p);
    printf("%4d\n",s);
}
}

```

Рис. 2. Си-программа задачи

Можно показать, что временная глубина последовательной и максимально параллельной времяпараметризованных моделей задачи соответственно равны 104.00 такта и 44.00 такта.

Необходимо сформировать множество фрагментов, определить оптимальный состав операторов каждого фрагмента, обеспечивающих минимальную

сложность фрагментации и общую сложность фрагментации времяпараметризованной параллельной модели задачи.

На рис. 3 представлены результаты проектирования фрагментированной времяпараметризованной параллельной модели задачи с количеством фрагментов kfr=2.

Обобщенные фрагментированные структуры BFF и CFF семантико-числовой спецификации времяпараметризованной параллельной модели задачи представлены в табл. 1 и 2.

Семантика различных массивов обобщенных структур BFF (табл. 1) и CFF (табл. 2) для случая спецификации фрагментированных времяпараметризованных параллельных моделей задач:

N – массив номеров операторов P_j (данные и операции считаются операторами и нумеруются подряд от j = 0 до j = n – 1; n – количество операторов);

TYP – массив типов операторов формата СЧC фрагментированной ВПП модели;

NSJ – массив указателей nsj(j) на номер i-й строки структуры связей CFF, с которой начинается цепочка сопряженных операторов P_i для оператора P_j;

SJD – массив значений sjd(j) мощностей сопряженных множеств S_j операторов P_i для операторов P_j;

BJ – массив номеров естественных частей (фрагментов) Си-программы, значение элемента bj(j) задает номер естественной части, к которой принадлежит оператор P_j;

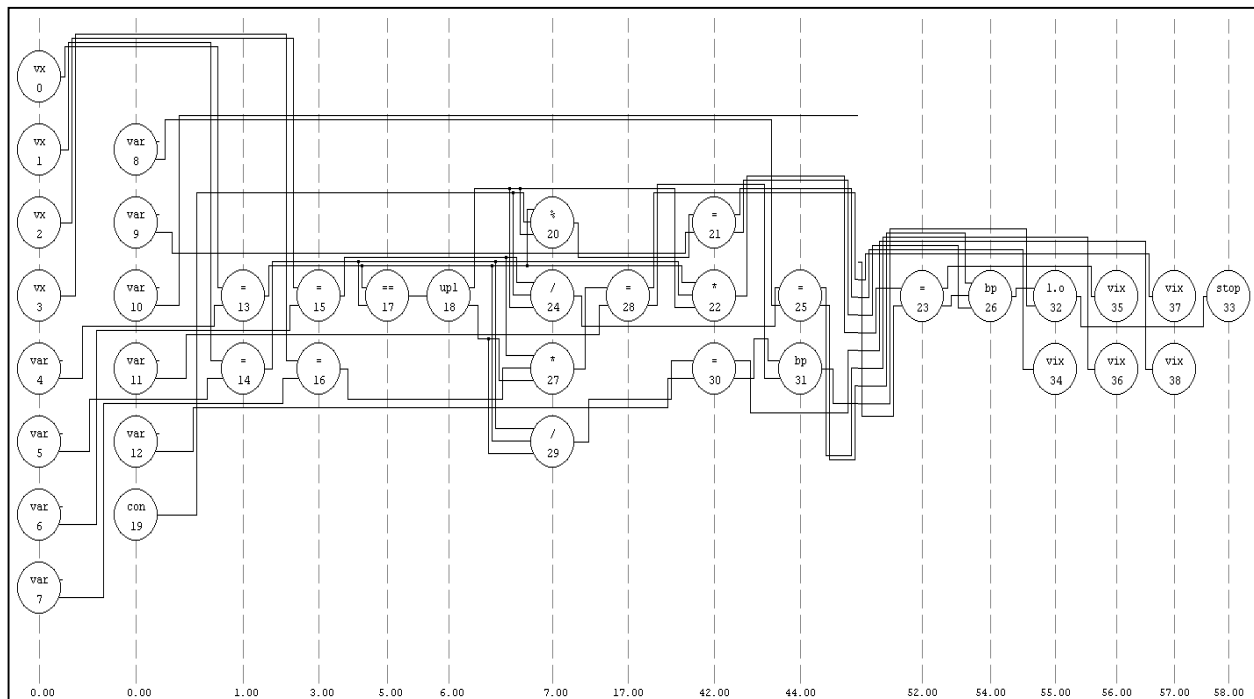


Рис. 3. Фрагментированная времяпараметризованная параллельная модель задачи с количеством фрагментов kfr=2

Таблица 1

Обобщенная фрагментированная структура BFF операторов

N	TYP	NSJ	SJD	BJ	NWJ	WJD	FRAG	SLO	NT	NY	RES	N	TYP	NSJ	SJD	BJ	NWJ	WJD	FRAG	SLO	NT	NY	RES
0	58	-1	0	0	0	1	1	0	0.00	0	a_in	20	5	11	3	1	31	1	1	0	4.00	4	%
1	58	-1	0	0	1	1	1	0	0.00	0	b_in	21	12	14	2	1	32	2	1	0	5.00	5	=
2	58	-1	0	0	2	1	1	0	0.00	0	c_in	22	3	16	3	1	34	1	2	0	4.00	4	*
3	58	-1	0	0	3	1	1	0	0.00	0	d_in	23	12	19	2	1	35	2	2	1	5.00	5	=
4	47	-1	0	0	4	1	1	0	0.00	0	a	24	4	21	3	1	37	1	1	0	4.00	4	/
5	47	-1	0	0	5	1	2	0	0.00	0	b	25	12	24	2	1	38	2	1	0	5.00	5	
6	47	-1	0	0	6	1	1	0	0.00	0	c	26	50	26	6	1	40	1	1	0	7.00	7	bp
7	47	-1	0	0	7	1	1	0	0.00	0	d	27	3	32	3	2	41	1	1	0	4.00	4	*
8	47	-1	0	0	8	1	1	0	0.00	0	r	28	12	35	2	2	42	2	1	0	5.00	5	=
9	47	-1	0	0	9	1	1	0	0.00	0	k	29	4	37	3	2	44	1	1	0	4.00	4	/
10	47	-1	0	0	10	1	2	0	0.00	0	z	30	12	40	2	2	45	2	1	0	5.00	5	=
11	47	-1	0	0	11	1	1	0	0.00	0	P	31	50	42	4	2	47	1	1	0	7.00	7	bp
12	47	-1	0	0	12	1	1	0	0.00	0	s	32	54	46	2	3	48	1	1	0	8.00	8	1.0
13	12	0	2	0	13	4	1	0	1.00	1	=	33	49	48	1	3	-1	0	1	0	9.00	9	stop
14	12	2	2	0	17	3	2	0	1.00	1	=	34	48	49	1	1	49	1	1	0	6.00	6	k_out
15	12	4	2	0	20	2	1	0	1.00	1	=	35	48	50	1	1	50	1	2	0	6.00	6	z_out
16	12	6	2	0	22	1	1	0	1.00	1	=	36	48	51	1	1	51	1	1	0	6.00	6	r_out
17	23	8	2	0	23	1	1	0	2.00	2	==	37	48	52	1	2	52	1	1	0	6.00	6	p_out
18	51	10	1	0	24	5	1	0	3.00	3	upl	38	48	53	1	2	53	1	1	0	6.00	6	s_out
19	57	-1	0	1	29	2	1	0	0.00	0	C2_												

Таблица 2

Обобщенная фрагментированная структура CFF связей операторов

N	JSD	SPJD	SNWH	SNWHO	CFRGS	JWD	WPJD	WNWHO	WNWH	CFRGW	N	JSD	SPJD	SNWH	SNWHO	CFRGS	JWD	WPJD	WNWHO	WNWH	CFRGW	
0	1	0	0	0	0	-1	13	0	0	0	27	28	23	1	1	1	28	27	2	1	0	
1	-1	4	1	1	0	-1	14	0	0	1	28	29	21	1	2	0	-1	29	2	1	0	
2	3	1	0	0	1	-1	15	0	0	0	29	30	34	0	3	0	30	20	1	0	0	
3	-1	5	1	1	0	-1	16	0	0	0	30	31	35	0	4	1	-1	24	1	0	0	
4	5	2	0	0	0	-1	13	1	1	0	31	-1	36	0	5	0	-1	21	0	0	0	
5	-1	6	1	1	0	-1	14	1	1	0	32	33	15	0	0	0	33	26	2	1	0	
6	7	3	0	0	0	-1	15	1	1	0	33	34	16	0	1	0	-1	34	0	0	0	
7	-1	7	1	1	0	-1	16	1	1	0	34	-1	18	1	2	0	-1	23	0	0	0	
8	9	13	0	0	0	-1	25	1	1	0	35	36	27	0	0	0	36	26	1	1	1	
9	-1	14	0	1	1	-1	21	1	1	0	36	-1	11	1	1	0	-1	35	0	0	0	
10	-1	17	0	0	0	-1	23	1	1	0	37	38	14	0	0	1	-1	25	0	0	0	
11	12	13	0	0	0	-1	28	1	1	0	38	39	13	0	1	0	39	26	0	1	0	
12	13	19	0	1	0	-1	30	1	1	0	39	-1	18	1	2	0	-1	36	0	0	0	
13	-1	18	0	2	0	14	17	0	0	0	40	41	29	0	0	0	-1	32	0	0	0	
14	15	20	0	0	0	15	20	0	0	0	41	-1	12	1	1	0	-1	28	0	0	0	
15	-1	9	1	1	0	16	22	0	0	1	42	43	30	30	1	0	0	43	31	1	1	0
16	17	13	0	0	1	-1	29	1	0	0	43	44	28	1	1	0	-1	37	0	0	0	
17	18	14	0	1	0	18	17	1	0	1	44	45	37	0	2	0	-1	30	0	0	0	
18	-1	18	0	2	1	19	22	1	0	0	45	-1	38	0	3	0	46	31	0	1	0	
19	20	22	0	0	0	-1	29	0	0	1	46	47	26	0	0	0	-1	38	0	0	0	
20	-1	10	1	1	0	21	24	0	0	0	47	-1	31	0	1	0	-1	32	1	0	0	
21	22	15	0	0	0	-1	27	0	0	0	48	-1	32	0	0	0	-1	33	0	0	0	
22	23	19	0	1	0	-1	27	1	0	0	49	-1	21	0	0	0	-1	26	3	0	0	
23	-1	18	0	2	0	-1	18	0	0	0	50	-1	23	0	0	0	-1	26	4	0	1	
24	25	24	0	0	0	25	20	2	0	0	51	-1	25	0	0	0	-1	26	5	0	0	
25	-1	8	1	1	0	26	22	2	0	1	52	-1	28	0	0	0	-1	31	2	0	0	
26	27	25	1	0	0	27	24	2	0	0	53	-1	30	0	0	0	-1	31	3	0	0	

NWJ – массив указателей $pwj(j)$ на номер i -й строки структуры связей CFF, с которой начинается цепочка внешних операторов P_i для оператора P_j ;

WJD – массив значений $wjd(j)$ мощностей внешних множеств W_j операторов P_i для оператора P_j ;

FRAG – массив задает для каждого оператора $P_{j\mu}$ с номером $j = N$ номер фрагмента μ , в состав которого он входит;

SLO – массив показывает значение сложности оператора $P_{j\mu}$;

NT – массив задает параметры начала выполнения операторов $P_{j\mu}$;

NY – массив задает номера временных ярусов операторов $P_{j\mu}$;

RES – массив, содержит имена входов данных, имена исходных переменных, констант, символов операций языка Си, имена промежуточных и окончательных результатов решения задачи, имена выходов.

Обобщенная фрагментированная структура CFF связей операторов имеет следующую организацию:

N – массив номеров n строк структуры связей CFF;

JSD – массив указателей $jsd(n)$ на множество номеров сопряженных операторов P_i для оператора P_j , начинающийся с указателя $jsd(n) = nsj(j)$ строки с номером $n = nsj(j)$ массива SPJD и заканчивающихся n -й строкой массива JSD, имеющей $jsd(n) = -1$ (при этом каждый указатель $jsd(n) \neq -1$ указывает на некоторый элемент массива SPJD, задающий номер очередного оператора P_i , сопряженного для P_j);

SPJD – массив, задающий для каждого оператора P_j ($j = 0, 1, 2, \dots, n-1$) его сопряженное множество S_j (то есть номера i операторов P_i , выходы которых являются входами для P_j), указателями на элементы множества S_j являются значения элементов соответствующей цепочки указателей $jsd(n)$ массива JSD, начинающейся с n -й строки с указателем $jsd(n) = nsj(j)$ из массива NSJ структуры BFF);

В табл. 3 представлена структура указателей на начала цепочек операторов, входящих в состав каждого фрагмента задачи.

Таблица 3

Структура указателей на начала цепочек операторов, входящих в состав каждого фрагмента

NFR	n_JOP_FR	k_OP_FR
1	0	33
2	33	6

В состав структуры входят:

NFR – массив номеров фрагментов задачи;

N_JOP_FR – массив указателей на начала цепочек операторов, входящих в состав каждого фрагмента;

K_OP_FR – массив количества операторов каждого фрагмента.

В табл. 4 представлена структура состава операторов фрагментов задачи, содержащая массивы:

Таблица 4

Структура состава операторов фрагментов

NN	JOP_FR	OP_FR
0	1	0
1	2	1
2	3	2
3	4	3
4	5	4
5	6	6
6	7	7
7	8	8
8	9	9
9	10	11
10	11	12
11	12	13
12	13	15
13	14	16
14	15	17
15	16	18
16	17	19
17	18	20
18	19	21
19	20	24
20	21	25
21	22	26
22	23	27
23	24	28
24	25	29
25	26	30
26	27	31
27	28	32
28	29	33
29	30	34
30	31	36
31	32	37
32	-1	38
33	34	5
34	35	10
35	36	14
36	37	22
37	38	23
38	-1	35

NN – массив номеров операторов P_j исходной Си-программы;

JOP_FR – массив указателей на продолжение цепочек операторов P_j , входящих в состав каждого фрагмента;

OP_FR – массив номеров операторов P_j , входящих в состав каждого фрагмента.

Результаты фрагментации можно прокомментировать следующим образом:

– минимальная сложность обмена данными между фрагментами задачи $Q_{\min} = 1$;

– оптимальный (по критерию минимизации обменов данными между фрагментами) вариант декомпозиции задачи содержит два фрагмента FR₁ и FR₂, где FR₁ = {P₀, P₁, P₂, P₃, P₄, P₆, ..., P₉, ..., P₁₃, P₁₅, ..., P₂₁, P₂₄, ..., P₃₄, P₃₆, ..., P₃₈}, FR₂ = {P₅, P₁₀, P₁₄, P₂₂, P₂₃, P₃₅};

– решение задачи с использованием двух фрагментов (рис. 3) позволяет сократить время решения задачи T_{FR} по сравнению с последовательным вариантом с $T_{\text{пос}} = 104.0$ тактов до $T_{FR} = 58.0$ тактов и по сравнению с $T_{\text{сж}} = 44.0$ тактов максимально параллельной модели;

– при фрагментации исходной задачи на большее количество фрагментов сложность межфрагментного обмена данными увеличивается.

Следует отметить, что требование сочетания фрагментации задачи с равномерностью загрузки ресурса приводит к увеличению количества обменов данными между фрагментами и, соответственно, увеличению общего времени выполнения задачи MPP BC.

Выводы

1. Разработана математическая модель фрагментации, обеспечивающая возможность автоматизации основных этапов синтеза эффективных времяпараметризованных параллельных ресурсно-ориентированных программ.

2. Модель фрагментации поддерживает возможность синтеза времяпараметризованных параллельных ресурсно-ориентированных программ с учетом заданных требований и ограничений различных прикладных областей.

Список литературы

1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
2. Трахтенгерц Э.А. Введение в теорию анализа и распараллеливания программ ЭВМ в процессе трансляции / Э.А. Трахтенгерц. – М.: Наука, 1981. – 256 с.
3. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы / В.В. Корнеев. – М.: «Нолидж», 1999. – 320 с.
4. Polyakov G. The hard-and-soft Automatic Design of Self-Organizing Adaptive Systems / G Polyakov // Радиоэлектроника и информатика. – X., 2003. – № 3. – С. 149.
5. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования / И.П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
6. Кофман А. Сетевые методы планирования / А. Кофман, Г. Дебазей. – М.: «Прогресс», 1968. – 184 с.
7. Поляков Г.А. Синтез и анализ параллельных процессов в адаптивных времяпараметризованных вычислительных системах / Г.А. Поляков, С.И. Шматков, Е.Г. Толстолужская, Д.А. Толстолужский: монография. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – С. 434-575.

Поступила в редколлегию 25.12.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.И. Лосев, Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Харьков.

МОДЕЛЬ ФРАГМЕНТАЦІЇ ЧАСУПАРАМЕТРИЗОВАНИХ ПАРАЛЕЛЬНИХ РЕСУРСНО-ОРІЄНТОВАНИХ ПРОЦЕСІВ

Г.О. Поляков, О. Г. Толстолужька, Д.О. Толстолужький

Розкриваються етапи рішення задачі фрагментації часупараметризованих паралельних ресурсно-орієнтованих процесів в інтересах створення систем автоматичного синтезу високоефективних паралельних програм для обчислювальних систем з розподіленою пам'яттю. Приводиться приклад, що ілюструє основні етапи моделі фрагментації.

Ключові слова: паралельний алгоритм, часові моделі алгоритмів, часові моделювання, оцінка часу реалізації алгоритму.

MODEL OF FRAGMENTATION TIME PARAMETRIZED PARALLEL RESOURCE-ORIENTED PROCESSES

G.A. Polyakov, E.G. Tolstoluzhskaya, D.A. Tolstoluzhskiy

The parallel resource-oriented time parametrized processes fragmentation task resolving stages open up in behalf of the high-efficiency parallel programs automatic synthesis systems creation for the computer systems with the up-diffused memory. There is provided example illustrating basic stages of fragmentation model.

Keywords: parallel algorithm, temporal models of algorithms, temporal design, estimation of time of realization of algorithm.