УДК 658.012.011.56

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НА ВРЕМЯ СЧЕТА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

С.Ф. Маслович

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель

ASSESSEMENT OF THE INFLUENCE OF THE INFORMATION PROCESSING MODES OF COMPUTATIONAL PROCESS IN A MULTIPROCESSOR COMPUTER SYSTEMS ON THE COMPUTING TIME OF DISTRIBUTED TASKS

S.F. Maslovich

F. Scorina Gomel State University, Gomel

В статье представлены результаты моделирования оценки влияния режимов обработки информации вычислительного процесса в многопроцессорной вычислительной системе на время счета распределенной задачи. Задача представлена в виде сетевого графика. Проведена оценка длин критических путей при различных вариантах организации нагрузок на узлы сети в динамике изменения приоритетов диалоговых и распределенных задач.

Ключевые слова: *программно–технологический комплекс имитации, имитационное моделирование, вычислительная система, вычислительный процесс, рабочая нагрузка, распределенная обработка информации.*

In the article the author presents the simulation results of assessment the impact of modes of information processing computational process in a multiprocessor computer system at the time of the sharing the task. The problem is presented in the form of a network schedule. The estimation of the lengths of critical paths for different versions of the organization stresses on nodes in the dynamics of changes in the priorities of interactive and distributed applications is carried out.

Keywords: *program-technological complex of simulation, simulation modeling, computer system, computer process, the working load, the distributed processing of the information.*

Введение

Оценка влияния режимов обработки информации вычислительного процесса в многопроцессорной вычислительной системе на время счета распределенной задачи предполагает решение следующих подзадач: оценка влияния диалоговых и счетных (пакетных) задач узлов сети многопроцессорной вычислительной системы (МВС) на время счета распределенных *подзадач задачи распределенной обработки информации* (РОИ); анализ критических путей при наличии/отсутствии диалоговых и счетных задач; оценка длин этих критических путей при различных вариантах организации нагрузок на узлы сети МВС в динамике изменения приоритетов диалоговых и распределенных задач. Для решения перечисленных задач используется имитационная модель (ИМ) «РОИ МВС». В качестве основных вариантов организации вычислительного процесса (ВП) в МВС рассматривались: организация ВП при большей приоритетности диалоговых задач над задачами РОИ при варьировании параметров ИМ; организация ВП при большей приоритетности задач РОИ над диалоговыми задачами.

При выборе параметров и откликов моделирования использовалась методика, описанная в [1], [2].

1 Этапы решения задачи

Решение поставленных подзадач осуществлялось в два этапа.

На *этапе 1* производился запуск ИМ «РОИ МВС» в «холостом» режиме при отсутствии нагрузки на узлах задач диалогового и счетного типов ($\lambda_{DIALj} = 0; \lambda_{OTLj} = 0$). Фиксировались значения счета каждой из *j*-ой подзадачи *i*-ой задачи РОИ ($\tau_{\text{MXTO}ij}$). На основании полученных значений времен счета подзадач ($\tau_{\text{MXTO}ij}$) определялись последовательность вершин критического пути, его длинна ВСГР$_i$. Наличие «холостого» режима необходимо для дальнейшего *сравнения* значений счета подзадач РОИ в «нагруженном» режиме – наличие нагрузки на узлах задач диалогового и счетного типов, что реализуется на *этапе 2*.

Этап 2 по сравнению с предыдущим этапом характеризуется наличием следующих дополнительных *условий*:

© *Маслович С.Ф., 2012*

1) наличие собственной нагрузки на узлах сети МВС ($\lambda_{\text{ДИАЛj}} > 0$; $\lambda_{\text{СЧЕТj}} > 0$);

2) применение процедуры Монте-Карло с многократными реализациями ИЭ (N=30). После каждой из реализаций при одних и тех же значениях входных параметров ИМ проводились операции по подсчету значений каждой из j-ой подзадачи i-ой задачи РОИ ($\tau_{\text{МХТО}ij}$), для которой вычислялись математическое ожидание ($\overline{\tau_{\text{МХТО}ij}}$) и дисперсия ($\sigma_{\tau_{\text{МХТО}ij}}$).

2 Оценка времени счета распределенных подзадач РОИ

Решение данной задачи реализуется согласно ранее описанным этапам. Структура задачи РОИ определяется сетевым графиком, представленным на рисунке 2.1.

В результате реализации *этапа 1* были получены значения времен выполнения подзадач РОИ ($\tau_{\text{МТХО0ij}}$) на узлах сети МВС, которые и будут выступать в качестве эталонных для дальнейшего сравнения. В данном случае времена решения 14 модулей РОИ составили {12; 11,5; 12; 10,8; 8,5; 8,9; 10,7; 8,6; 8,8; 10,5; 9,8; 10,7; 11,1; 10,7} условных единиц времени. В качестве критического пути выступает последовательность вершин L_i $(1 \to 3 \to 7 \to 9)$, а его длинна ($T_{\text{крит}i}$) составляет 33,3 условных единиц времени. В «холостом» режиме существует только один критический путь. Данный результат обуславливается тем, что в процессе обработки подзадач РОИ на узлах МВС конкуренцию им могут составлять только сами подзадачи РОИ. Однако последовательность их выполнения определяется сетевым графом (СГР), который реализуется на множестве узлов – одновременных исполнителей.

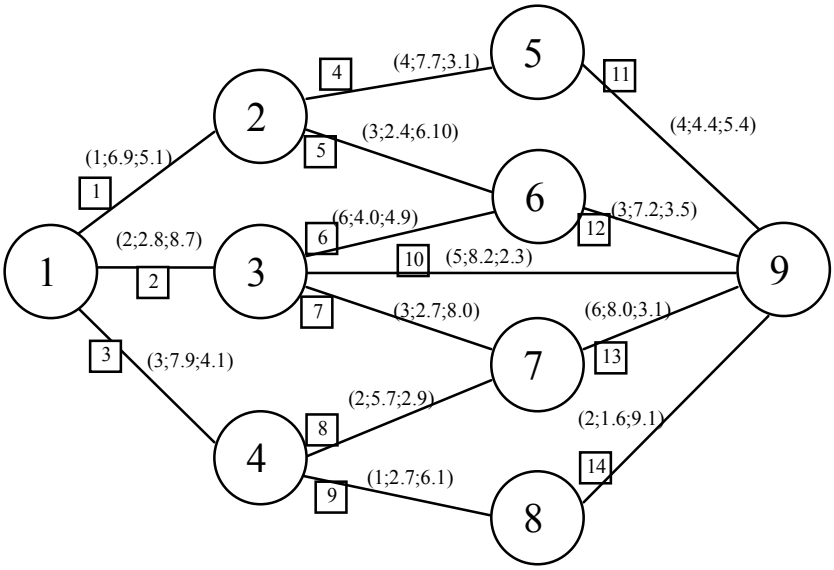
На *этапе 2* были получены значения времен выполнения подзадач РОИ ($\tau_{\text{МХТО}hij}$) для каждой h-ой реализации ИМ (h=1,…,30). По этим данных были рассчитаны множества критических путей $T_{\text{крит}hi}$. Причем среди них существует множество совпадающих друг с другом. Таким образом, среди всевозможных путей (в рассматриваемом примере всего их было ровно 7) можно выделить k=1,…, 6, которые, по крайней мере, в единичном случае являлись критическими. Соответственно существовала возможность подсчета вероятностей возникновения того или иного критического пути. На рисунке 2.2 приведен сетевой граф критических путей задачи РОИ и соответствующие вероятности их появления. По каждому из типов k критических путей подсчитывались значения средних:

1) времен выполнения ($\overline{\tau_{\text{МХТО}kj}}$) подзадач РОИ;

2) длин критических путей ($\overline{T_{\text{крит}k}}$);

3) ранних ($\overline{t_{psk}}$) и поздних ($\overline{t_{nsk}}$) сроков свершения событий s;

4) резервов времени их свершения ($\overline{R_{sk}}$).



[i] – номер подзадачи РОИ

(n;t_{0CPU};t_{0HDD}) – значения (n – номер узла счета; t_{0CPU} – заказ времени CPU; t_{0HDD} – заказ времени HDD)

Рисунок 2.1 – Сетевой график задачи РОИ

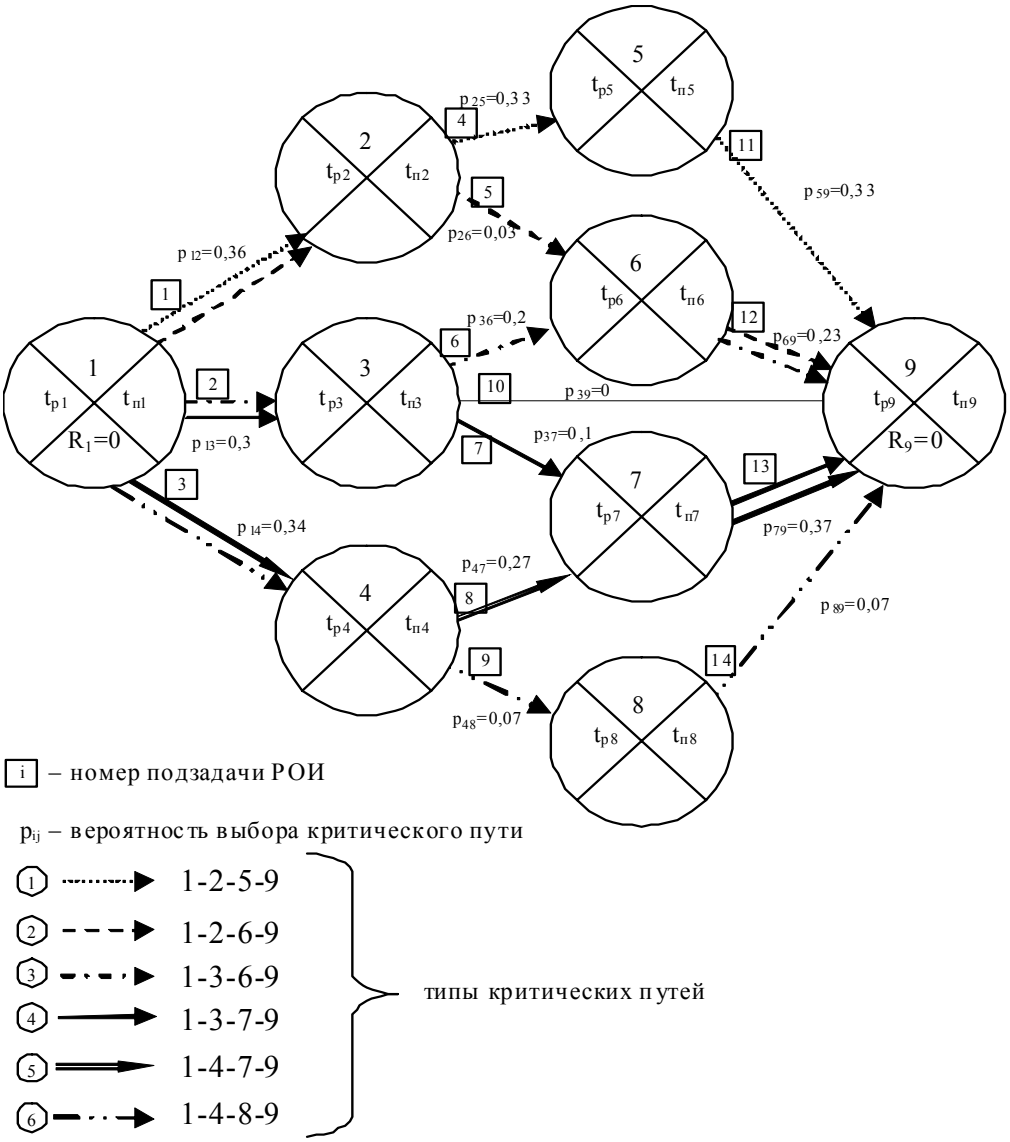


Рисунок 2.2 – Граф критических путей задачи РОИ

В таблице 2.1 приведены значения расчетов 1) и 2), а также вероятности (p_k) появления *k*-го типа критического пути.

Таблица 2.1 – Времена вероятности появления и значения длин различных типов критических путей

Тип критического пути	p_k	$\overline{T_k}$, часов
1	0,33	109,03
2	0,03	118,83
3	0,20	109,64
4	0,10	99,51
5	0,27	102,69
6	0,07	138,79
«холостой» режим	1	33,3

Как видно из таблицы 2.1, наиболее вероятностным критическим путем среди остальных является критический путь первого типа (*k*=1) с вероятностью появления равной 0,33 и длиной ($T_{крит1}$) в 3,27 раз больше длины критического пути «холостого» режима работы ИМ ($T_{крит0}$).

Вторым, вероятным критическим путем является критический путь 5-го типа (*k*=5) с вероятностью появления 0,27 и длиной в 3 раза большей длины «холостого» пути ($T_{крит0}$).

С вероятностью 0,6 можно утверждать, что длина (время) критического пути «загруженного» режима ИМ в среднем составит в 3,18 раза больше длины (времени) «холостого» режима работы ИМ. Причем длины (времена) наиболее вероятностных критических путей достаточно близки к *общей* средней длине (времени) критического пути, которая составляет:

$$\overline{T_{\text{крит}}} = 0{,}33\cdot 109{,}33+0{,}03\cdot 118{,}83+0{,}2\cdot 109{,}64+$$
$$+0{,}1\cdot 99{,}51+0{,}27\cdot 102{,}69+0{,}07\cdot 138{,}79=108{,}46,$$

что в 3,26 раза больше эталонной (критической длительности «холостого» режима).

Вероятности же появления критических путей наименьшей длины (в 2,9 раза больше) и наибольшей длины (в 4,17 раза больше) составляют 0,1 и 0,07 соответственно.

Заключение

При заданном наборе входных параметров ИМ (средней интенсивности поступления запросов диалогового типа) следует, что**:**

– наиболее вероятностными критически путями при выполнении задачи РОИ являются 1-ый или 5-ый (k=1, 5);

– с вероятностью 0,6 можно утверждать, что увеличение длины (времени) критического пути ($T_{\text{крит}}$) при наличии в узлах сети МВС других типов запросов (λ_{DIAL}, λ_{OTL}) составляет в 3,18 раза больше длины «холостого» критического пути ($T_{\text{крит0}}$);

– вероятности (p_k) появления критических путей наименьшей (k=4) и наибольшей длины (k=6) крайне малы (p_4=0,1 и p_6=0,07).

Таким образом, наличие на узлах МВС собственной рабочей нагрузки вносит неопределенность времени обработки подзадач РОИ ($\tau_{\text{МХТО}kj}$), а следовательно, возрастает и неопределенность формирования последовательности вершин (L_k) и длин ($T_{\text{крит}k}$) критических путей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маслович, С.Ф.* Транзактно-процессный подход к формализации имитационного моделирования распределенной обработки информации в сети многопроцессорной вычислительной системы / С.Ф. Маслович // Проблемы физики, математики и техники. – 2010. – № 1 (2). – С. 49–55.

2. *Маслович, С.Ф.* Состав и структура подсистемы проведения имитационных экспериментов программно-технологического комплекса имитации для исследования ВП в МВС / С.Ф. Маслович, В.Д. Левчук, В.В. Старченко // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. – 2010. – № 5 (62). – С. 37–41.

Поступила в редакцию 01.03.12.