

сети
метрам
АЭ для
начения
потока
м} для
заных
начения
Ф_{2y} и

матрива-
твов от-
, то исто-
м для
ся опи-
нная на
Монте-

ания ТС
ни могут
оделиро-
чений и
ектируе-

. 1. Ана-
Уч. по-
бщ. ред.
99 с.
ного мо-
го макси-
на / И. В.
экстрация,
ling, Sto-
3.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В МВС

И.В. Максимей, С.Ф. Маслович

Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины,
кафедра математических проблем управления
ул. Советская, 104, г. Гомель, 246019, Республика Беларусь
телефон: + (375) 232 604237; e-mail: mpu@gsu.by

В статье приведена формализация вычислительного процесса в сети многопроцессорной вычислительной системы для случая, когда задача распределенной обработки информации представлена в виде вероятностного сетевого графика. Приводится пример обработки этой задачи распределенной задачи с помощью средств имитационного моделирования для оценки влияния режимов обработки информации узлов сети многопроцессорной вычислительной системы на время счета этой задачи.

Ключевые слова – вычислительный процесс, многопроцессорная вычислительная система, рабочая нагрузка, распределенная обработка информации.

1 ФОРМАЛИЗАЦИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СЕТИ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Имитационная модель (ИМ) распределенной обработки информации (РОИ) комплектуется из двух подмоделей: модель оборудования многопроцессорной вычислительной системы (МВС) и модель рабочей нагрузки (РН) РОИ. Она позволяет отображать во времени запросы РН на ресурсы j-го узла МВС. Назовем уровень отображения расхода ресурсов j-го узла МВС (физическим уровнем), а отображение структуры задачи РОИ в МВС (виртуальным уровнем). На рисунке 1 представлена структура этой имитационной модели.

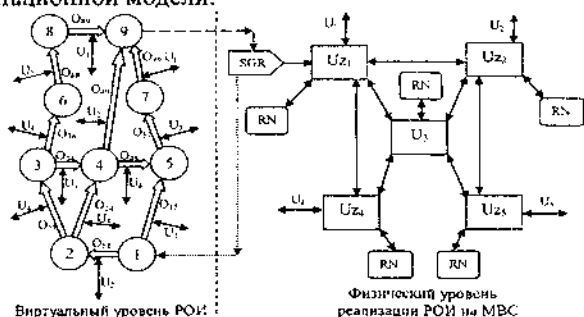


Рис.1. Схема имитационной модели РОИ на МВС
Модель оборудования МВС представляет собой сеть МВС, состоящую из n узлов (Uz).

Модель задачи РОИ представим вероятностным сетевым графиком (ВСГР) конструируемых двумя типами элементов: SOB_{mj} и SOB_{nj} (номера свершения событий m и n после выполнения запросов ресурсов на j-ом узле МВС). O_{mn} представляют собой операции события ВСГР инициируемые пользователем узла МВС, выполняемые после свершения m-го события и активизирующие n-е событие, соответствующее очередному модулю использования ресурсов j-го узла. Каждая O_{mn} является операцией (подзадачей) обработки части общей распределенной задачи в МВС. Фактическое время, затраченное на выполнения O_{mn} (τ_{Omn}) определяется как разность между временем прибытия (t_{inmn}) и временем отправки (t_{outmn}) управляющего транзакта (U_j) на узлы МВС, которые в данный момент времени могут обрабатывать иные задачи и поэтому U_j приходится ожидать в очереди к j-му узлу длительностью ($\tau_{ожmij}$). Таким образом, время обработки h-той реализации O_{mn} на узле МВС определяется как $\tau_{Omn} = t_{inmn} - t_{outmn}$. Времена выполнения O_{mn} (τ_{Omn}) являются случайными величинами из-за случайного характера обработки информации на узлах различного класса собственных задач в МВС. Поэтому, для определения среднего времени выполнения O_{mn} необходимо использование метода Монте-Карло [1].

2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ВП В МВС НА ВРЕМЯ СЧЕТА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

Для решения этой задачи используется разработанная ИМ «РОИ МВС» [2]. В качестве основных вариантов организации вычислительного процесса (ВИ) в МВС рассматривались: организация ВП при большей приоритетности диалоговых задач над задачами РОИ при варьировании параметров ИМ.

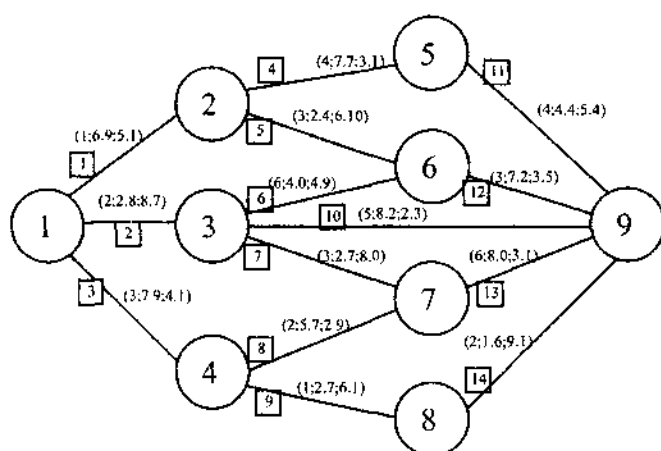
Решение задачи осуществлялось в два этапа. На этапе I производился запуск ИМ «РОИ МВС» в «без нагрузки» режиме при отсутствии нагрузки на узлах задач диалогового и счетного типов ($\lambda_{DIALi}=0$; $\lambda_{OTLj}=0$). Фиксировались значения счета каждой из j-ой подзадачи i-ой задачи РОИ (τ_{Oij}). На основании полученных значений времен счета подзадач (τ_{Oij}) определялись последовательность вершин критического пути, его длина ВСГР. Наличие режима «без нагрузки» 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:

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

2) применение процедуры Монте-Карло с многократными реализациями имитационных экспериментов (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 (τ_{Oij}), для которой вычислялись математическое ожидание (τ_{Oij}) и дисперсия (σ_{Oij}). Оценка времени счета распределенных подзадач РОИ. Решение данной задачи реализуется согласно ранее описанным этапам. Для задачи РОИ, структура которой определяется сетевым графиком, представленным на рисунке 2.



□ – номер подзадачи РОИ

(n; tср; tндр) – значения (n – номер узла счета; tср – заказ времени CPU; tндр – заказ времени HDD)

Рис.2. Сетевой график задачи РОИ

В результате реализации этапа 1 были получены значения времен выполнения подзадач РОИ (τ_{Oij}) на узлах сети МВС. В режиме «без нагрузки» 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 графиком, который реализуется на множестве узлов – одновременных исполнителей.

На этапе 2 были получены значения времен выполнения подзадач РОИ (τ_{Oij}) для каждой h -ой реализации ИМ ($h=1, \dots, 30$). По этим данным были рассчитаны множества критических путей $T_{\text{крит}}$. Причем, среди них существует множество совпадающих друг с другом. Таким образом, среди всевозможных путей (в рассматриваемом примере всего их было ровно 7) можно выделить $k=1, \dots, 6$, которые, по крайней мере, в единичном случае являлись критическими. Соответственно существовала возможность

подсчета вероятностей возникновения того или иного критического пути.

В таблице 1 представлены типы критических путей, вероятности их появления, а также значения длин этих критических путей на ВСГР задачи РОИ.

На рисунке 3 представлена диаграмма нормированных длин (времен) критических путей ($T_{\text{крит}}$).

ТАБЛИЦА 1
ВЕРоятности появления и значения длин
РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ КРИТИЧЕСКИХ ПУТЕЙ

Тип критического пути	p_k	$\bar{T}_k$
1 (1-2-5-9)	0,33	109,03
2 (1-2-6-9)	0,03	118,83
3 (1-3-6-9)	0,20	109,64
4 (1-3-7-9)	0,10	99,51
5 (1-4-7-9)	0,27	102,69
6 (1-4-8-9)	0,07	138,79
режим «без нагрузки»	1	33,3

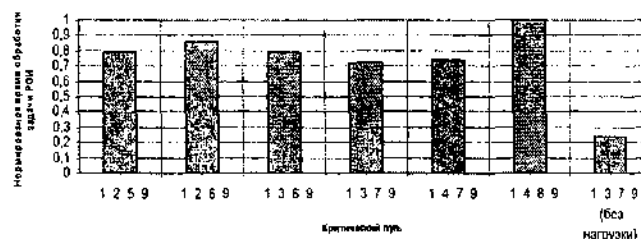


Рис.3. Диаграмма времен критических путей.

Как видно из таблицы 1, наиболее вероятностным критическим путем среди остальных является критический путь первого типа ($k=1$) с вероятностью появления равной 0,33 и длиной ($T_{\text{крит}1}$) и в 3,27 раз больше длины критического пути режима «без нагрузки» работы ИМ ($T_{\text{крит}0}$). Наличие на узлах МВС собственной рабочей нагрузки вносит неопределенность времени обработки подзадач РОИ (τ_{Oij}), а следовательно возрастает и неопределенность формирования последовательности вершин (L_k) и длин ($T_{\text{крит}k}$) критических путей. Поэтому исследование такого рода задач возможно только с помощью методов имитационного моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Соболев, И.М. Метод Монте-Карло / И.М. Соболев. Москва: «Наука», 1978. – 64 с.
- [2] Максимей, И.В. Имитация распределенной обработки информации в вычислительных системах и локальных вычислительных сетях / И.В. Максимей [и др.] // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2005. – №1. – С. 70–79.