УДК 004.75

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ С БЛОЧНО-ЦИКЛИЧЕСКОЙ СХЕМОЙ РАССЛОЕНИЯ ПАМЯТИ

Абдулина О.Р., Михайлова Т.В.
Донецкий национальный технический университет

Предложена вероятностная модель с блочно-циклической схемой расслоения памяти и пример ее использования.

Введение

Оперативная память (ОП) — управляемая процессором совокупность объединенных в одну систему ОЗУ. В функциональном отношении блочная ОП рассматривается как одно ОЗУ с емкостью, равной сумме емкостей блоков, и быстродействием, примерно равным быстродействию отдельного блока [1].

В блочно-циклической схеме расслоения памяти каждый банк состоит из нескольких модулей, адресация которых происходит по круговой схеме. Адреса между банками распределены по блочной схеме. Адрес ячейки разбит на три части, старшие биты определяют номер банка, следующая группа разрядов адреса указывает на ячейку в модуле, а младшие биты адреса выбирают модуль в банке (рис. 1) [2].

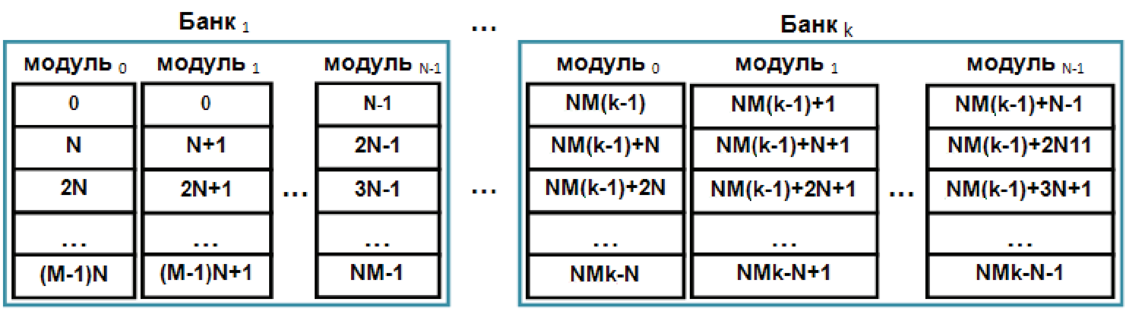

Рисунок 1. Распределение адресов в ОП с чередованием адресов по блочно-циклической схеме расслоения

Одной из наиболее важных характеристик структуры ОП является ее функциональная надежность. При блочно-циклической структуре ОП работоспособность системы в целом сохраняется даже при одновременном отказе всех, кроме одного, банков ОП, если в оставшемся исправном банке находится хотя бы один фрагмент задачи, готовый к выполнению. В этот банк может быть перезагружена задача, размещавшаяся в отказавших модулях.

Вероятностная модель основной памяти с чередованием адресов по блочно-циклической схеме расслоения рассмотрена в [3]. Приведем результаты численного эксперимента, использующего данную модель, с изменением количества банков и модулей в них, но при фиксированном числе независимых параллельных потоков и заданном общем числе модулей.

Вероятностная модель с блочно-циклической схемой расслоения памяти

Используя приведенные в [3] формулы для оценки производительности ОП с блочно-циклической структурой, содержащей k=4 блоков с n=4 модулями в каждом блоке (тогда общее число модулей N=16), при поступлении L=4 заявок. Определим вероятности различных разбиений:

а) в одном из банков находятся на обслуживании заявки всех четырех потоков, три остальных банка свободны:

$$p_1 = \frac{1}{k^{L-1}} = \frac{1}{4^{4-1}} = \frac{1}{64} = 0.0156;$$

б) в одном банке находятся на обслуживании заявки трех потоков, в другом – заявки одного потока, два банка свободны:

$$p_2 = \frac{L!\,k!}{l_1!\ l_2!\,(k-2)!\,k^L} = \frac{4!\,4!}{3!\ 1!\,(4-2)!\,k^4} = \frac{12}{64} = 0.1875,$$

в) в одном банке находятся на обслуживании заявки двух потоков, в другом – также двух потоков:

$$p_2 = \frac{L!\,k!}{l_1!\ l_2!\,(k-2)!\ \ 2!\,k^L} = \frac{4!\,4!}{2!\ 2!\,(4-2)!\ \ 2!\,4^4} = \frac{9}{64} = 0.1406,$$

г) в одном банке находятся на обслуживании заявки двух потоков, в каждом из двух других банков – заявки одного потока, один банк свободен:

$$p_г = \frac{L!\,k!}{l_1!\ l_2!\,l_3!\,(k-3)!\ \ 2!\,k^L} = \frac{4!\,4!}{3!\ 1!\,1!\,(4-3)!\ \ 2!\,4^4} = \frac{36}{64} = 0.5625,$$

д) в каждом из банков находятся на обслуживании заявки только одного потока (учитывая, что имеется группа одинаковых l_i с числом k_i =4:

$$p_д = \frac{L!}{l_1!\ l_2!\ldots l_j!} \cdot \frac{k!}{(k-j)!\,k_1!\,k_2!\ldots k_r!\,k^L} = \frac{4!}{1!\,1!\,1!\,1!} \cdot \frac{4!}{(4-4)!\ \ 4!\ \ 4^4} = \frac{6}{64} = 0.0937$$

Для дальнейших расчетов воспользуемся таблицей значений $N_{ср}$, полученной в [4].

Таблица 1. Зависимость $N_{ср}$ от количества банков и потоков

Число банков	Число потоков							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,50	1,75	1,86	1,94	1,97	1,98	1,99	2,00
4	2,21	2,83	3.19	3,42	3,58	3,69	3,77	3,83

Для каждого рассматриваемого события по табл. 1 найдем среднее число $N_{ср}$ модулей, занятых обслуживанием заявок в каждом такте.

а) l_1 = 4, n = 4, так как заявки всех четырех потоков в одном банке, по табл. 2, $n_а$ = 3,42;
б) l_1 = 3 в одном банке и l_2 = 1 – в другом, $n_б$ =5,4;
в) l_1 = 2 в одном банке и l_2 = 2 – в другом, $n_в$ =5,66;
г) l_1 = 2 ,l_2 = 1, l_3 = 1, тогда $n_г$ =7,26;
д) l_1 = 1 ,l_2 = 1, l_3 = 1, l_4 = 1, соответственно $n_д$ = 8,85.
Тогда

$$N_{ср} = n_а p_а + n_б p_б + n_в p_в + n_г p_г + n_д p_д = 6{,}78$$

Для изучения зависимости производительности, $N_{ср}$, от количества банков, модулей и числа потоков (от 1 до 8) рассмотрим четыре ОП с блочно-циклической схемой расслоения, состоящей из:

1. общего числа модулей N=16, числом банков k=1 и n=16 модулей в банке (рис. 2, кривая А);

Таблица 2. Изменение $N_{ср}$ при увеличении числа потоков

L	1	2	3	4	5	6	7	8
Nср	4.70	6.6	7.81	8.76	9.53	10.17	10.71	11.18

2. общего числа модулей N=16, числом банков k=2 и n=8 модулей в банках (рис. 2, кривая Б);

Таблица 3. Изменение $N_{ср}$ при увеличении числа потоков

L	1	2	3	4	5	6	7	8
Ncp	3.25	5.43	6.98	8.14	9.05	9.78	10.39	10.92

1) общего числа модулей N=16, числом банков k=4 и n=4 модуля в банках (рис. 2, кривая В);

Таблица 4. Изменение $N_{ср}$ при увеличении числа потоков

L	1	2	3	4	5	6	7	8
Ncp	2.22	4.04	5.53	6.78	7.83	8.71	9.47	10.11

2) общего числа модулей N=16, числом банков k=16 и n=1 модуль в банках (рис. 2, кривая Г);

Таблица 5. Изменение $N_{ср}$ при увеличении числа потоков

L	1	2	3	4	5	6	7	8
Ncp	1.00	1.94	2.82	3.64	4.41	5.14	5.82	6.45

Проанализируем значения, полученные при фиксированном числе L независимых параллельных потоков и заданном общем числе модулей N.

С увеличением числа потоков заявок, различие в оценках производительности ОП (с отличающимся числом блоков и модулей в них, но при одном и том же общем количестве модулей) уменьшается.

Наибольшей производительностью обладает ОП, имеющая модульную структуру с «горизонтальной нумерацией ячеек» (рис. 2, кривая А).

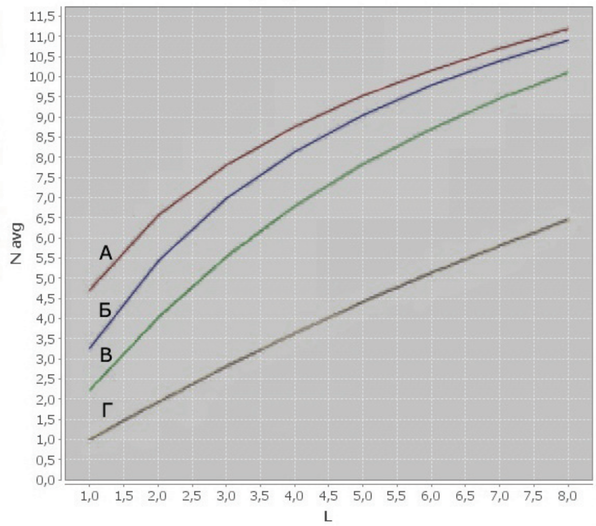

Рисунок 2. Зависимость производительности параллельной ОП с числом модулей N=16 от числа потоков L

Наименьшую производительность имеет блочно-циклическая структура с k=16 и n=1 (рис. 2, кривая Г), так как число занятых обслуживанием модулей не будет больше числа потоков.

С увеличением числа блоков k производительность ОП монотонно уменьшается (при фиксированном числе L независимых параллельных потоков и заданном общем числе модулей N) (рис. 3).

Соответственно, при увеличении числа модулей n (при фиксированном числе L независимых

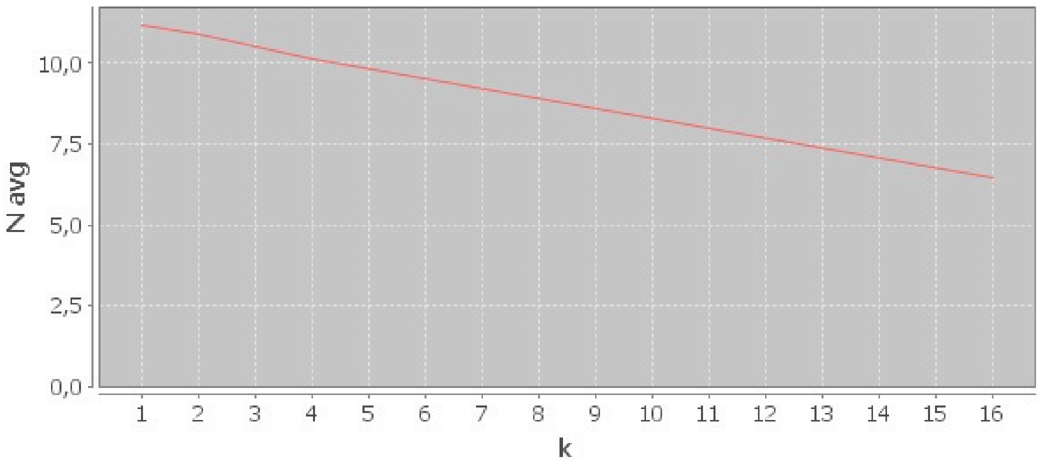

Рисунок 3. Зависимость производительности параллельной ОП от количества блоков *k* при неизменном общем числе модулей *N*=16

параллельных потоков и заданном общем числе модулей *N*) производительность ОП монотонно увеличивается (рис. 4).

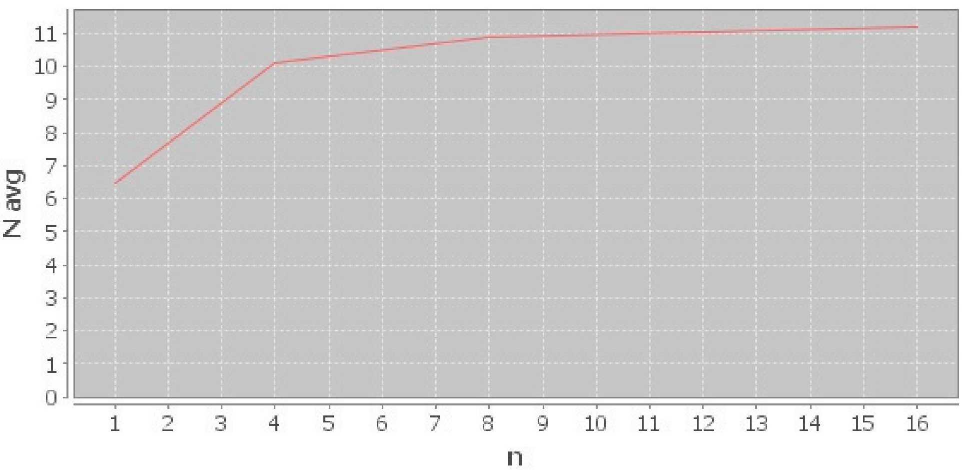

Рисунок 4. Зависимость производительности параллельной ОП от количества модулей *n* при неизменном общем числе модулей *N*=16

Выводы

Предложена вероятностная модель ОП с блочно-циклической схемой расслоения, которая может быть использована для моделирования ОП и как эмулятор для учебного процесса.

Литература

[1] Халабия Р.Ф. Организация вычислительных систем и сетей: учебное пособие. — М.: МГАПИ-Москва, 2000. — 141 с.

[2] Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 668 с.

[3] Абдулина О.Р., Фельдман Л.П., Михайлова Т.В. Вероятностная модель оперативной памяти с блочно-циклической схемой расслоения // ДонНТУ— Донецк: Четверта міжнародна науково-технічна конференція "Моделювання та комп'ютерна графіка", 2011.

[4] Фельдман Л.П., Михайлова Т.В. Вероятностная модель блочной памяти // Искусственный интеллект.— Донецк: ІПШІ МОН і НАН України "Наука і освіта", 2010.