

УДК.681.142.2.

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММ СИСТЕМЫ

Ю.И. Колосова, В.А. Казущик, Ю.Г. Косарев

Описываются программа для измерения времени простоев машин в системе (ПИП) и программа измерения времени работы участков программы (ПИУ). ПИП позволяет в процессе решения данной задачи на вычислительной системе "Минск-222" [1] определять время, расходуемое на синхронизацию машин. ПИУ позволяет измерять время работы участков программы в процессе ее выполнения на одной машине системы. При этом другая машина системы используется для анализа.

1. В системе "Минск-222" машины синхронизируются с помощью команд обобщенного условного перехода ($ОУП_0$). Для определения времени простоев в анализируемой программе (АП) предварительно все команды $ОУП_0$ (α_i) заменяются командой обращения к ПИП ($-31\ 00\ \beta\ 0017$), где β - начальный адрес ПИП. Кроме того, программный останов заменяется командой ($-30\ 00\ \alpha\ 0000$), где α - начальный адрес третьего блока ПИП.

ПИП выполнена в виде стандартной программы. Предполагается, что ℓ - число машин, участвующих в синхронизации, одно и то же для всей задачи. Если это не так, то можно использовать несколько ПИП с различными ℓ либо перед каждым обращением к ПИП изменять величину ℓ с помощью дополнительных подпрограмм.

ПИП состоит из четырех блоков и может употребляться для подсчета как суммарного времени простоев (режим 1), так и для определения простоев при отдельных командах $ОУП_0$ (режим 2). В ячейках α_j , содержащих контролируемые команды $ОУП_0$, $\beta = 7052 + 4(j-1)$, а во всех остальных α_{i+j} $\beta = 7000$.

Б.1. (7000-7005) сигнализирует остальным синхронизируемым машинам, что очередная из них вышла на ПИП. Машина, вышедшая на

ПМП последней, передает управление блоку Б.2. Все остальные машины включают часы, реализуемые циклом постоянной длины:

$\alpha + 0$)	1000	c'	ε	
$\alpha + 1$)	-3000	$\alpha + 0$	0000	(I)
c')	0000	0001	0000	

Б.2. (7006-7025) прерывает работу часов, прибавляет их показание к счетчику суммарного времени простоев одной машины (Σ), выполняет команду ОУП₀ и две (одну) следующие команды. После чего передает управление $\alpha_i + 3$ ($\alpha_i + 2$).

Б.3. (7026-7036) выдает на печать время простоев машины в секундах.

Б.4 (7051+7051 + 4 (j-I)) (j=1,2,...,M ≤ II6) работает только в режиме 2. Каждой из команд $\langle \alpha_j \rangle$ соответствует четыре ячейки блока, в первой из которых накапливается время простоев.

Инструкция к пользованию

1. Вызвать все необходимые для АП СП и СП-21.
2. Ввести АП.
3. Занести в ячейки α_i команду -3100 в 0017, а в ячейку программного останова -3000 7026 0000.
4. Ввести программу ПМП.
5. Занести 7033) -3100 СП-21 0017
7046) 0000 ℓ 0000
7047) M 0000 0000
6. Пуск АП.

Время работы АП увеличивается за счет программы ПМП на $\approx 1400 \cdot n$ мксек, где n - число обращений к ПМП за время решения задачи.

Программа ПМП применялась для исследования затрат времени на синхронизацию некоторых задач. Как и ожидалось [2, 3], это время оказалось небольшим.

При решении кинетического уравнения методом последовательной релаксации простой составил 1,8%, при обращении матриц методом пополнения - 2,7 - 2,9%. В первом случае большая часть этого времени затрачивалась на предусмотренные алгоритмом простои при счете первого и последнего столбцов, во втором - обуславливалась неравномерностью распределения нулевых элементов.

				ПМП		
7000)	-02 00 0000	7001	ПУ : 7001			Б1
1	10 00 7040	7043	7043 : 0000	ℓ_i	0000	
2	07 00 7046	0137	$\ell_i = \ell ?$			
3	-34 00 7004	7006	Нет - дальше			
4	10 00 7040	7044	Часы			
5	-30 00 7004	0000				
6	-02 40 0000	7041	ПУ : 7007			Б2
7	10 00 7044	7045	7045 : Σ			
7010)	-10 17 0000	7023	7023 : Команда из $\alpha_i + 1$			
1	-10 17 0001	7024	7024 : Команда из $\alpha_i + 2$			
2	63 00 7002	0000	Сж : 0000 0000 x			
3	07 00 7042	0000	$x = 67?$			
4	-34 00 7015	7017	Нет - дальше			
5	-10 00 0000	7024	7024:0			
6	10 00 7040	0017	0017:-3000 α_i 0000			
7	00 00 0000	0000	ЯОС для блока Б.4			
7020)	-10 00 0000	7017	7017: 0			
1	-75 00 0000	7043	0 - 7043; 7044			
2	-65 00 0000	0000	ОУП ₀			
3	00 00 0000	0000	Команда из $\alpha_i + 1$			
4	00 00 0000	0000	Команда из $\alpha_i + 2$ (0)			
5	-30 17 0002	0000	ПУ на $\alpha_i + 3$ ($\alpha_i + 2$)			
6	-10 00 7047	0016	$\ell_{16} : M$ 0000 0000			Б3
7	-60 00 1400	7042	Печать (0000 0000 0067)			
7030)	-75 16 7045	0040				
1	13 00 0040	0000				
2	36 00 7037	0040	0040 : Число с ПЗ в сек.			
3	-31 00 0000	0017	ПУ СП-21			
4	-60 00 0400	0041	10-я печать			
5	-20 16 7030	7050	Цикл по M ; $\ell_{16} + 0000$ 0004 0000			
6	-00 00 0000	0000	Конец			
7	62 25 1633	4014	0,000192 · 2 ²⁴			
7040)	00 00 0001	0000				
1	-30 00 7007	0000	Константы			
2	00 00 0000	0067				
3	00 00 0000	0000	Ячейка для ℓ_i			
4	00 00 0000	0000	ε			
5	00 00 0000	0000	Σ			
6	00 00 0000	0000	7046 : 0000 ℓ 0000			
7	00 00 0000	0000	7047 : M 0000 0000			
7050)	00 00 0004	0000	Константа			
1	00 00 0000	0000	Ячейка для Σ_1			Б4
2	-31 00 7000	7017				
3	10 00 7044	7051				
4	-30 00 7020	0000				
5	00 00 0000	0000	Ячейка для Σ_2			
6	-31 00 7000	7017				
7	10 00 7044	7055				
7060)	-30 00 7020	0000				
1	00 00 0000	0000	Ячейка для Σ_3			
2	-31 00 7000	7017				
3	10 00 7044	7061				
4	-30 00 7020	0000				
5	00 00 0000	0000	Ячейка для Σ_4			
6	-31 00 7000	7017				
7	10 00 7044	7065				
7070)	-30 00 7020	0000				

2. Перед применением ПМУ вся АП разбивается на участки.

Разбиение произвольное, но участок не должен начинаться с команды обращения к магнитной ленте или с команды управления. Далее, для определенности, будем считать, что АП находится в машине m_1 , а основные блоки ПИУ в машине m_2 .

Команда в первой ячейке α_i исследуемого участка i ($i=1, 2, \dots, M \leq 100$) запоминается, а на ее место помещается команда отсылки к подпрограмме обращения к машине m_2 . В m_2 для каждого участка i имеются два счетчика, в которых накапливаются число обращений к участку (n_i) и время его работы (t_i). Часами служит цикл постоянной длины (I).

Программа состоит из пяти блоков. Блоки Б.2 и Б.4 находятся в машине m_1 , а блоки Б.1, Б.3, Б.5 в машине m_2 .

Блок Б.1 (6000-6022) в соответствии с информационной картой (ИК), включающей в себя список адресов α_i , запоминает содержимое ячеек α_i и на их место помещает команды ($-3100 \theta + i$ с). Здесь θ - адрес начала таблицы, состоящей из M одинаковых команд (-3100α e), α - адрес начала блока Б.2. Кроме того, Б.1 заменяет программный останов командой обращения к блоку Б.4 и передает измененную АП в m_1 .

Блок Б.2 (7000-7010) запоминает значение сумматора, останавливает часы, преобразует адрес α_i в $\theta + i + 1$ и посылает его в машину m_2 . Получает от m_2 команду из α_i , восстанавливает значение сумматора, выполняет команду $\langle \alpha_i \rangle$ и передает управление команде $\langle \alpha_i + 1 \rangle$.

Блок Б.3 (6023-6036) находит по полученному из m_1 адресу $\theta + i + 1$ содержимое ячейки α_i в АП, передает его в m_1 и включает часы. Прибавляет показания часов к соответствующему t_i , накапливает в n_i число обращений к участку.

Блок Б.4 (7011-7012) после окончания АП дает приказ m_2 перейти к блоку Б.5 и останавливает машину m_1 .

Блок Б.5 (6037-6064) выдает на печать для каждого участка α_i , n_i и время t_i и $\sum t_i$ в секундах.

Время работы блока Б.1 $t_1 = (796 + 48m + 1092 \cdot M)$ мсек, где m - длина АП.

Общее время всех прерываний АП $t_2 = 1416 \cdot n$ мсек, где $n = \sum_{i=1}^M n_i$, 1416 мсек - время одного прерывания.

Время работы блока Б.5 $t_5 = 21,2$ сек при $M = 100$.

Распределение памяти			
В машине m_1		В машине m_2	
7000-7012	программа	6000-6064	программа
7013-7014	константы	6065-6072	константы
7015	рабочая ячейка	6075-6142	СП-21
7016+7016+M	Таблица $\theta + i$	6145-6313	ИК
	6314-6457	площадь для $\langle \alpha_i \rangle$	
	6460-6623	площадь для t_i	
	6624	рабочая ячейка для $\sum_{i=1}^M t_i$	
	6625-6770	площадь для n_i	
	0001-0003	индексные ячейки	
	0040-0044	рабочие ячейки	

Информационная карта

Адрес	КОП	A_1	A_2
6145	0000	m	н.п.
6146	0000	0000	к.п.
6147	$M-1$	0000	0000
6150	0000	α_1	0000
6151	0000	α_2	0000
...	...	...	...
6147+M	0000	α_M	0000

н.п. - начало АП.

к.п. - ячейка программного останова в АП.

Все параметры задаются в восьмеричной системе.

Инструкция к пользованию

Для машины m_1 .

1. Вызвать необходимые для АП СП.
2. Ввести всю нужную для АП информацию, кроме самой АП.
3. Ввести Б.2 и Б.4.
4. В любые свободные ячейки занести:
 $\theta + 1$ -65 00 0000 0000
 $\theta + 2$ -57 00 m н.п.
 $\theta + 3$ -30 00 п.а. 0000
 п.а. - пусковой адрес АП.
5. Занести в регистр настройки (010).
6. Если машина m_2 настроена - пуск с $\theta + 1$.
7. Программный останов 7012.

Для машины m_2 .

1. Вызвать СП-21 в 6075.
2. Ввести АП, начиная с ячейки н.п.
3. Ввести Б.1, Б.3, Б.5.

4. Ввести МК.
5. Занести в регистр настройки (010).
6. Если машина m_1 пущена - пуск с 6000.
7. Программный останов в 6064.

З а м е ч а н и е. Программа измерения времени в машине m_1 может быть размещена с любой свободной ячейки P . Тогда в машине m_2 необходимо изменить три константы

6070) 0000 4777 10000 - P - 0016
 1) -3100 $P + 0016$ $P + 0010$
 2) -3000 $P + 0011$ 0000

АП для машины "Минск-22" (где возможно прерывание по псевдокоду), не использующей ячейку 0023, можно анализировать с помощью другого варианта программы [2], для которого в машине m_1 достаточно 15 ячеек.

Программа измерения времени

Блоки Б.2 и Б.4 (в машине m_1).

7000)	0600 0000 7015	Запоминание СМ перед α_i	
I	-0240 0000 7013	Остановить часы в m_2	
2	-6500 0000 0000	ОУП	
3	-5600 0001 0017	$\Pi(0001; 7015 + i)$	
4	-5700 0001 7007	$\Pi(0001; < \alpha_i >)$	
5	-6500 0000 0000	ОУП	
6	0500 0000 7015	Восстановление СМ перед α_i	
7	0000 0000 0000	Выполнение $< \alpha_i >$	
7010)	-3000 0000 0000	Уход на $\alpha_i + 1$	
I	-0240 0000 7014	БП машины m_2 на Б.5	
2	-0000 0000 0000	Конец	
3	-3000 6034 0000	Константы для передачи в m_2	
4	-3000 6037 0000		
5	0000 0000 0000	Рабочая ячейка	
6	-3100 7000 0017	Таблица	
7	-3100 7000 0017		
7020)	-3100 7000 0017		
I	-3100 7000 0017		
2	-3100 7000 0017		
3	-3100 7000 0017		
4	-3100 7000 0017		
5	-3100 7000 0017		

Б.2

Б.4

Программа измерения времени

Блоки Б.1, Б.3, Б.5 (в машине m_2).

6000)	-1000 6146 0001	i_1 : 0000 0000 к.п.	Б.1
I	-1001 6072 0000	к.п.: -3000 7011 0000	
2	-1000 6147 0001	i_1 : $M - I$ 0000 0000	
3	-1000 6071 0040	0040: -3100 7016 7010	
4	0501 0000 6150	См : 0000 α_i 0000	
5	1200 0000 0003	i_3 : 0000 α_i 0000	
6	1200 0001 0002	i_2 : $M - i$ α_i $i - 1$	
7	-1002 0000 6314	Запоминание $< \alpha_i >$	
6010)	6000 6053 0003	i_3 : 0000 0000 α_i	
I	-1003 0040 0000	α_i : -3100 7015 + i 7010	
2	-1001 0000 6460	Чистка площадей для t_i и n_i	
3	-7501 0000 6624		
4	1000 6064 0040	0040 : -3100 7015 + $i + 1$ 7010	
5	-2001 6004 6067	Цикл по M ; i_1 + 0000 0000 0001	
6	-1000 6145 0003	i_3 : 0000 m н.п.	
7	-6500 0000 0000	ОУП	
6020)	-5603 0000 0000	$\Pi(m ; \text{н.п.})$	
I	-1000 0000 0001	i_1 : 0	
2	-3000 6022 0040	Зацикливание, 0040: 0	
3	-6500 0000 0000	ОУП	Б.3
4	-5700 0001 0001	$\Pi(-3000 7015 + i$ 0000)	
5	6500 6053 0001	См: -0000 3000 7015 + i	
6	2200 6070 0001	i_1 : -0001 0000 $i - 1$	
7	-5601 0001 6314	$\Pi(0001; < \alpha_i >)$	
6030)	-6500 0000 0000	ОУП	
I	-1000 0000 0040	0040 : 0	
2	1000 6067 0040	Часы	
3	-3000 6032 0000		
4	1001 0040 6460	Накопление I в t_i	
5	1001 6067 6625	Накопление I в n_i	
6	-3000 6023 0000		
7	2000 6067 6625	6625 : 6625 -(0000 0000 0001)	Б.5
6040)	-1000 6147 0002	i_2 : $M - I$ 0000 0000	
I	-1002 6150 0040	Печать	
2	-6000 1400 0040		
3	-7502 6625 0041	0000 α_i 0000	
4	1200 0041 0040	Получение n_i с плавающей запятой	
5	-7200 6052 0040		

6 -3100 6075 0017 ПУ СП-21
 7 -6000 0400 0041 Печать π_i
 6050) 3400 6065 0040
 1 -7502 6460 0041
 2 1300 0041 0044 } Получение t_i с
 3 3700 6066 0114 } плавающей запятой
 4 2600 0040 0040 } в секундах
 5 1600 6624 6624 $\sum_{i=1}^M t_i$
 6 -3100 6075 0017 ПУ СП-21
 7 -6000 0400 0041 Печать t_i
 6060) -2002 6041 6064 Цикл по M ; $i_2+0000 0001 0000$
 1 -1000 6624 0040 $0040 : \sum_{i=1}^M t_i$
 2 -3100 6075 0017 ПУ СП-21
 3 -6000 0400 0041 Печать $\sum t_i$
 4 -0000 0001 0000 Конец
 5 5071 1756 2113 0,000312
 6 6225 1633 4030 0,000192 2^{36}
 7 0000 0000 0001
 6070) 0000 4777 0762
 1 -3100 7016 7010
 2 -3100 7011 0000

Л и т е р а т у р а

1. Э.В. Евреинов, Г.П. Лопато. Универсальная вычислительная система "Минск-222". - Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука", Сиб.отд., 1966 г., вып. 23, стр. 13-20.
2. Ю.Г. Косарев, С.В. Нагаев. О потерях времени на синхронизацию в однородных вычислительных системах. - Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука", Сиб.отд. 1967 г., вып. 24, стр. 21-40.
3. Э.В. Евреинов, Ю.Г. Косарев. Однородные универсальные вычислительные системы высокой производительности. Изд-во "Наука" Сиб.отд., Новосибирск, 1966 г.
4. Ю.И. Колосова, Ю.Г. Косарев. Измерение времени работы участков программы. Отчет ИМ АН СССР, 1967 г.

Поступила в редакцию

8.П.1968 г.