

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"**

**ІКНІ
Кафедра ПЗ**

ЗВІТ

до лабораторної роботи № 9

на тему: “Складення та відлагодження циклічної програми мовою асемблера
процесорів Cortex- M3/M4”

з дисципліни: “Архітектура комп’ютера”

Лектор:
доц. каф. ПЗ
Крук О. Г.

Виконав:
ст. гр. ПЗ-22
Ясногородський Н.В.

Прийняв:
доц. каф. ПЗ
Крук О. Г.

« ____ » _____ 2022р.
Σ = ____ _

Тема: Складення та відлагодження циклічної програми мовою асемблера процесорів Cortex- M3/M4

Мета: Ознайомитись на приладі циклічної програми з основними командами асемблера процесорів Cortex- M3/M4; розвинути навички складання програми з вкладеними циклами; відтранслювати і виконати покроково в режимі відлагодження програму, складену відповідно до свого варіанту; перевірити виконання тесту.

Індивідуальне завдання

1. В середовищі Keil μ Vision створіть проект Lab11. Відтранслюйте програми StartUp_1.s та LR_11.s (скопіюйте ці програми з методичних вказівок).
2. Виконайте компонування проекту.
3. Запустіть процес відлагодження.
4. Виконайте проект в режимі відлагодження покроково, слідкуйте за змінами регістрів.
5. В середовищі Keil μ Vision створіть новий проект.
6. Для розміщення матриці опишіть та ініціалізуйте двовимірний масив з розмірами, відповідними до свого варіанту. Елементи матриці задавайте довільними різними дворозрядними цілими додатними або від'ємними числами. Значення елементів рядка чи стовпця, які необхідно перевіряти на виконання умови відповідно до індивідуального завдання, виберіть довільно, але вони мають бути і меншими, і рівними, і більшими за b та c.
7. Напишіть фрагмент програми для транспонування матриці ($b_{j,i} = a_{i,j}$), яку збережіть в іншому масиві.
8. В програмі реалізуйте вказані у своєму варіанті операції оброблення матриці в першому масиві.
9. Всі результати розміщуйте в пам'яті (копіюйте з регістрів в пам'ять).
10. Відтранслюйте програму StartUp_1.s та розроблену програму.
11. Виконайте компонування проекту.
12. Запустіть процес відлагодження.
13. Виконайте проект в режимі відлагодження, слідкуйте за змінами регістрів.
14. Перевірте результат роботи програми. Наведіть розгорнутий розрахунок скалярного добутку та обчислення кількості та суми елементів, що задовільняють вказаній умові.
15. Збережіть проект.
16. У звіті наведіть текст програми та копії вікон з регістрами і всіма змінними.
17. Зробіть висновки про виконану роботу.

30	(7 × 8)	1. Обчисліть скалярний добуток 2-го і 4-го стовпців. 2. Обчисліть кількість і суму елементів 6-го рядка, які задовільняють вказаній умові.	-3 7	69	$b \leq a_i < c$
----	---------	--	---------	----	------------------

Код програми

```
AREA MyCode, CODE, ReadOnly
ENTRY
EXPORT MyProg
MyProg
    ; 7*8, 2 and 4 th columns, 6th row -37 <= a < 69
TRANPOSE
    LDR r2, = 7; rows
    LDR r3, = 8; cols
    LDR r7, = 4; DCD size
    LDR r4, = 0; 0..cols counter - i

OUTER
    LDR r5, = 0; 0..rows counter - j

INNER
    LDR r0, = arr
    LDR r1, = res

    ; arr[i][j] => arr[4*(i*cols)+j]
    MUL r6, r5, r3
    ADD r6, r4
    MUL r6, r6, r7
    ADD r0, r6

    ; res[j][i] => res[4*(j*rows)+i]
    MUL r6, r4, r2
    ADD r6, r5
    MUL r6, r6, r7
    ADD r1, r6

    LDR r6, [r0]; mov [r0], [r1]
    STR r6, [r1]

    ADD r5, #1; if r5 < r2 goto INNER
    CMP r5, r2
    BLO INNER

    ADD r4, #1; if r4 < r3 goto OUTER
    CMP r4, r3
    BLO OUTER
```

SCALAR

```
LDR r0, = arr + 4; 2 col  
LDR r1, = arr + 12; 4 col  
LDR r4, = 7; rows  
LDR r5, = 0; 0..rows  
LDR r6, = 0; scalar  
LDR r7, = scalar
```

LOOP

```
LDR r2, [r0]  
LDR r3, [r1]  
MUL r2, r2, r3  
ADD r6, r2  
ADD r0, #32; 8*4 next cell of 2 col  
ADD r1, #32; 8*4 next cell of 4 col  
ADD r5, #1  
CMP r5, r4  
BLO LOOP  
STR r6, [r7]; answer
```

```
LDR r0, = arr + 160; (8*4)*5 6 row  
LDR r3, = 0; 0..cols  
LDR r4, = 0; sum  
LDR r5, = 0; count  
LDR r6, = sum  
LDR r7, = count
```

COUNT_AND_SUM

```
LDR r1, [r0]  
ADD r0, #4
```

```
CMP r3, #8; >= cols  
BGE DONE
```

```
ADD r3, #1  
CMP r1, #-37  
BLT COUNT_AND_SUM  
CMP r1, #69  
BGE COUNT_AND_SUM  
ADD r4, r1  
ADD r5, #1  
B COUNT_AND_SUM
```

DONE

STR r4, [r6]

STR r5, [r7]

STOP B STOP

ALIGN

AREA InputData, Data, ReadOnly

EXPORT arr

arr DCD 10, 64, -94, 77, 99, 18, 52, -11

DCD -23, -77, -45, 65, 77, 66, -24, 69

DCD -81, -78, -82, -39, -90, -78, 24, 95

DCD -18, -64, -74, -28, -16, -40, 91, 42

DCD 56, -19, 86, 34, -83, -99, -31, -51

DCD -70, -58, 13, 98, 90, 46, -77, 37; -37 <= a < 69 => 13+46+37 = 96

DCD 97, 85, -10, 57, 88, 99, -26, -51

AREA OutputData, Data, ReadWrite

EXPORT res

EXPORT scalar

EXPORT sum

EXPORT count

res SPACE 7 * 8 * 4

scalar SPACE 4

sum SPACE 4

count SPACE 4

END

Результат

Address: [res]	Name	Value	Type
0x20000000: 0000000010 -0000000023 -0000000081 -0000000018 0000000056 -0000000070 0000000097	&res	0x20000000 &res	pointer
0x20000001C: 0000000064 -0000000077 -0000000078 -0000000064 -0000000019 -0000000058 0000000085	&scalar	0x200000E0 &scalar	pointer
0x200000038: -0000000094 -0000000045 -0000000082 -0000000074 0000000086 0000000013 -0000000010	r1*-1	4294567199	ulong
0x200000054: 0000000077 0000000065 -0000000039 -0000000028 0000000034 0000000098 0000000057	r1	97	ulong
0x200000070: 0000000099 0000000077 -0000000083 -0000000016 -0000000083 0000000090 0000000088	scalar	3272	uint
0x20000008C: 0000000018 0000000066 -0000000078 -0000000040 -0000000095 0000000046 0000000099	sum	96	uint
0x2000000A8: 0000000052 -0000000024 0000000024 0000000091 -0000000031 -0000000077 -0000000026	count	3	uint
0x2000000C4: -0000000011 0000000069 0000000095 0000000042 -0000000051 0000000037 -0000000051			

Результати роботи програми - транспонування матриці, обчислення скалярного добутку 2 та 4 стовпців та сума та к-сть елементів бтого рядку, які задовільняють умовам

Скалярний добуток - $64*77+(-77*65)+(-78*-39)+(-64*-28)+(-19*34)+(-58*98)+85*57 = 3272$

Висновки

Під час виконання лабораторної роботи я ознайомивсь на прикладі циклічної програми з основними командами асемблера процесорів Cortex- M3/M4; розвинув навички складання програми з вкладеними циклами; відтранслявав і виконав покроково в режимі відлагодження програму, складену відповідно до свого варіанту; перевінив виконання тесту.