

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Кафедра програмного забезпечення**



**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. кафедри ПЗ  
Крук О. Г.

**Виконав:**

ст. гр. ПЗ-22  
Чаус О. М.

**Прийняв:**

доц. кафедри ПЗ  
Крук О. Г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

Σ= \_\_\_\_ .....

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

**Мета роботи:** 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.

#### Варіант 27

27	(6 × 7)	1. Обчисліть скалярний добуток 7-го і 3-го стовпців. 2. Обчисліть кількість і суму елементів 2-го рядка, які задовільняють вказаній умові.	-51	99	$a_i \leq b$ або $a_i \geq c$
----	---------	--	-----	----	-------------------------------

#### Теоретичні відомості

Команда/директива	Опис
Var_1 DCD 0xff33, 37, 0xffaa55bb Array_W DCD 9, 4, 3, 5	Директива резервування пам'яті під три змінні типу слово з ініціалізацією
CMP{cond} Rn, Operand2	Команда CMP віднімає Operand2 з вмісту регістра Rn, змінює прапорці умов відповідно до результату порівняння, але без збереження результату віднімання.
B{cond} label	Перехід на мітку (за безпосередньою адресою)

Суфікс	Прапорці	Значення
EQ	Z = 1	«Еквівалентно» (Equal)
NE	Z = 0	«Не еквівалентно» (Not Equal)
HS або CS	C = 1	«Вище або таке саме» (Higher or same) або «Прапорець Carry встановлений» (Carry Set) Більше або дорівнює ( $\geq$ ) при порівнянні чисел без знака (unsigned)
LO або CC	C = 0	«Нижче» (Lower) або «Прапорець Carry скинутий» (Carry Clear) Строго менше ( $<$ ) при порівнянні чисел без знака (unsigned)
MI	N = 1	«Мінус» (Negative) - Від'ємний результат
PL	N = 0	«Плюс» (Positive or Zero) - Додатний результат або нуль
VS	V = 1	«Переповнення знакове» (Overflow)
VC	V = 0	«Немає знакового переповнення» (No Overflow)
HI	C = 1 і Z = 0	«Вище» (Higher) Строго більше ( $>$ ) при порівнянні чисел без знака (unsigned)
LS	C = 0 або Z = 1	«Нижче або таке саме» (Lower or same) Менше або дорівнює ( $\leq$ ) при порівнянні чисел без знака (unsigned)
GE	N = V	«Більше або еквівалентно» (Greater then or equal) Більше або дорівнює ( $\geq$ ) при порівнянні чисел зі знаком (signed)
LT	N $\neq$ V	«Менше ніж» (Less then) Строго менше ( $<$ ) при порівнянні чисел зі знаком (signed)
GT	Z = 0 і N = V	«Строго більше» (Greater then) Строго більше ( $>$ ) при порівнянні чисел зі знаком (signed)
LE	Z = 1 або N $\neq$ V	«Менше ніж або еквівалентно» (Less then or equal) Менше або дорівнює ( $\leq$ ) при порівнянні чисел зі знаком (signed)
AL	Будь-які значення прапорців	«Завжди». Суфікс за замовчуванням, який використовується завжди, коли код умовного виконання не специфікується.

## Хід роботи

Текст програми:

AREA MyCode, CODE, ReadOnly

ENTRY

EXPORT MyProg

MyProg

;TASK Transpose

ldr r0, =columns

ldr r0, [r0]

ldr r4, =0

ldr r1, =rows

ldr r1, [r1]

ldr r5, =0

ldr r2, =matr1

ldr r3, =matr2

LOOP1 ldr r6, [r2]

str r6, [r3]

add r2, #28

add r3, #4

add r4, r4, #1 ;count of columns

cmp r1, r4

BNE LOOP1

ldr r4, =0

add r5, r5, #1

ldr r2, =matr1

ldr r8, =4

mul r9, r8, r5

add r2, r9

cmp r0, r5

BNE LOOP1

;TASK 1 7 3

LDR r0, =matr1 + 24

LDR r1, =matr1 + 8

mov r2, #0

ldr r8, =0

LDR r7, =rows

ldr r7, [r7]

LDR r3, =scalar

LOOP2 LDR r4, [r0]

LDR r5, [r1]

MUL r6, r5, r4

add r8, r8, r6

add r0, r0, #28

add r1, r1, #28

add r2, r2, #1

cmp r7, r2

BNE LOOP2

str r8, [r3]

;TASK sum condition

ldr r0, =matr1 + 28

ldr r1, =0

ldr r2, =0

ldr r6, =columns

ldr r6, [r6]

mov r3, #-51

mov r4, #99

ldr r8, =sum

ldr r9, =count

ldr r7, =0

LOOP4 ldr r5, [r0]

cmp r5, r3

```

        BLE CONT
        cmp r5, r4
        BLT SKIP
CONT    add r1, r1, r5
        add r7, r7, #1
SKIP    add r0, r0, #4
        add r2, r2, #1
        cmp r6, r2
        BNE LOOP4
        str r1, [r8]
        str r7, [r9]

```

Stop            B Stop

```

ALIGN
AREA MyData, Data, ReadOnly
EXPORT matr1
EXPORT rows
EXPORT columns
matr1   DCD -29, 36, 181, 150, -12, 90, 76
        DCD 72, -29, -52, -100, -97, -14, 142
        DCD 159, -1, 185, 10, 130, 52, 14
        DCD 188, 58, 76, 19, 180, 157, -56
        DCD 89, 169, -92, -46, -77, 80, 153
        DCD 67, -100, 45, -23, 107, 2, -2
rows DCD 6
columns DCD 7

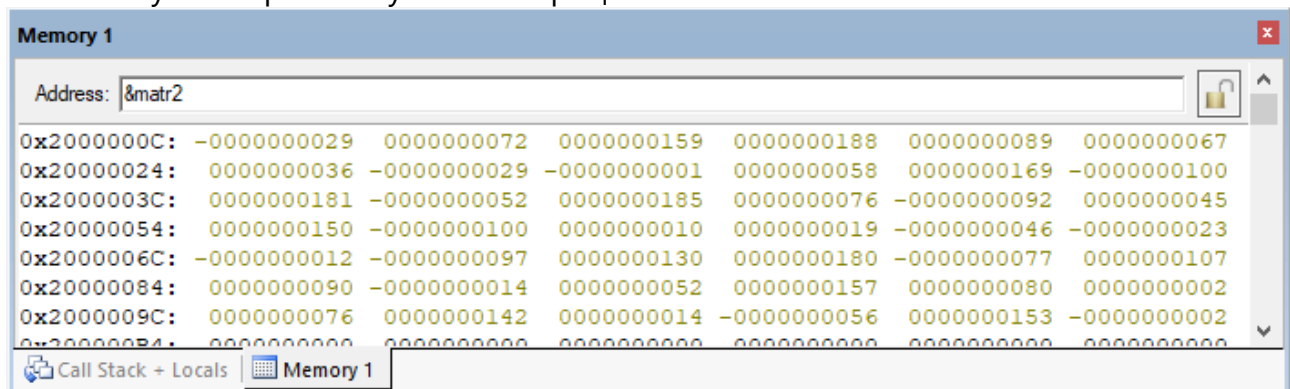
```

```

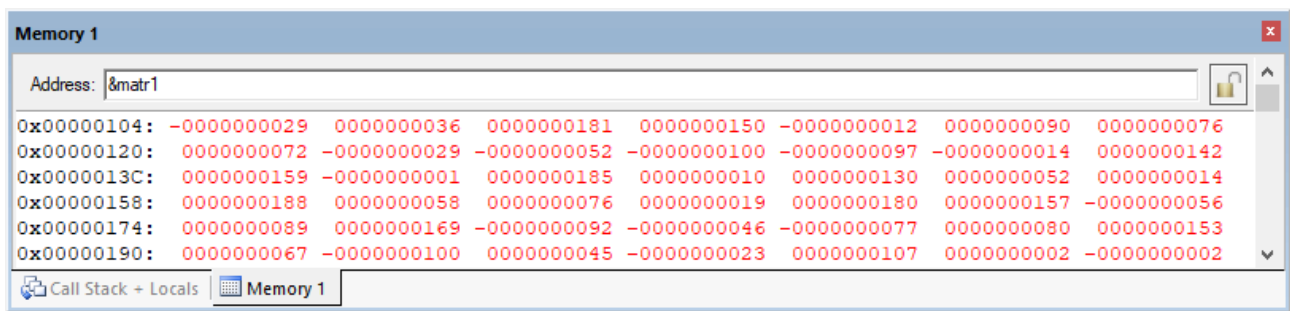
        AREA MyData1, Data, ReadWrite
        EXPORT scalar
        EXPORT count
        EXPORT sum
        EXPORT matr2
scalar  SPACE 4
count   SPACE 4
sum     SPACE 4
matr2   DCD 0, 0, 0, 0, 0, 0
        DCD 0, 0, 0, 0, 0, 0
        DCD 0, 0, 0, 0, 0, 0
        DCD 0, 0, 0, 0, 0, 0
        DCD 0, 0, 0, 0, 0, 0
        DCD 0, 0, 0, 0, 0, 0
        DCD 0, 0, 0, 0, 0, 0
        END

```

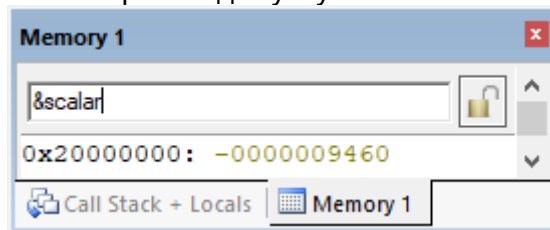
Результат транспонування матриці:



Для порівняння, оригінальна матриця:



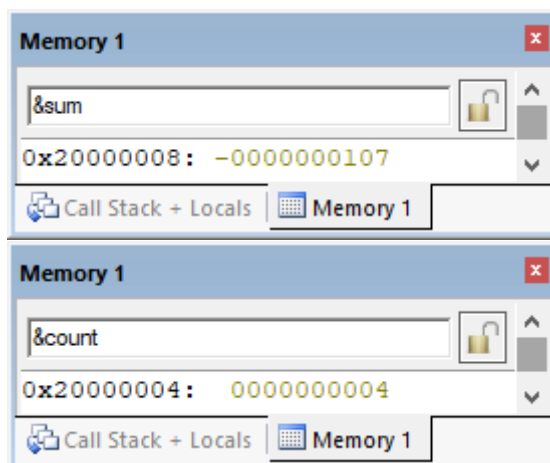
Результат знаходження скалярного добутку 3-го та 7-го стовпців:



$$scalar = (181 \cdot 76) + (-52 \cdot 142) + (185 \cdot 14) + (76 \cdot (-56)) + (-92 \cdot 153) + (45 \cdot (-2)) = 13\,756 - 7\,384 + 2\,590 - 4\,256 - 14\,076 - 90 = -9460.$$

Результат обчислення суми та кількості елементів 2-го рядка, де

$$a \leq -51 \text{ або } a \geq 99:$$



$$sum = -52 - 100 - 97 + 142 = -107.$$

$$n = 4.$$

**Висновки:** під час виконання цієї лабораторної роботи я ознайомився на приладі циклічної програми з основними командами асемблера процесорів Cortex- M3/M4; розвинув навички складання програми з вкладеними циклами; відтранлював і виконав покроково в режимі відлагодження програму, складену відповідно до свого варіанту.