Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

Системне програмування

Лабораторна робота №4

«Програмування множення чисел
підвищеної розрядності»

Виконав:
студент групи ІО-24
Довгань М. С.

Перевірив:
Порєв В. М.

Київ - 2024

Тема: Програмування множення чисел підвищеної розрядності.

Мета: навчитися програмувати на асемблері множення підвищеної розрядності, а також закріпити навички програмування власних процедур у модульному проекті.

Завдання:

1. Створити у середовищі MS Visual Studio проект з ім'ям Lab4.
2. Написати вихідний текст програми згідно варіанту завдання. У проекті мають бути три модуля на асемблері:
   - головний модуль: файл main4.asm. Цей модуль створити та написати заново, частково використавши текст модуля main3.asm попередньої роботи №3;
   - другий модуль: використати module попередніх робіт №2, 3;
   - третій модуль: модуль longop попередньої роботи №3 доповнити новим кодом відповідно завданню.
3. У цьому проекті кожний модуль може окремо компілюватися.
4. Скомпілювати вихідний текст і отримати виконуваний файл програми.
5. Перевірити роботу програми. Налагодити програму.
6. Отримати результати – кодовані значення чисел згідно варіанту завдання.
7. Проаналізувати та прокоментувати вихідний текст та результати.

Індивідуальний варіант завдання:

Обчислення значення n, яке визначається за формулою: $n = 30 + 2 \times H$, де H - номер у журналі. Тобто, $n = 30 + 2 \times 9 = 48$. Отже, мені необхідно запрограмувати на асемблері:

- обчислення факторіалу 48!;
- обчислення квадрату факторіалу 48! × 48!;
- обчислення тесту множення двійкових кодів 111…1 × 111…1 розрядністю операндів N × N. Розрядність кожного операнду (N) має бути тою самою, яка була обрана для представлення означення 48!. Шістнадцяткові коди таких операндів мають вигляд FFF…F × FFF…F.
- Обчислення тесту множення двійкових кодів 111…1 × 111…1 розрядністю операндів N × 32.

- Обчислення тесту множення двійкових кодів 0101…0101 × 10…01 розрядністю операндів N × N. Шістнадцятковий код таких операндів має вигляд 55…5 × 80…01.

Виконання завдання:

Роздруківка коду програми:

module.inc:

```
EXTERN StrHex_MY : proc
```

longop.inc:

```
EXTERN Factorial : proc
EXTERN Mul_NN_LONGOP : proc
EXTERN Mul_N32_LONGOP : proc
```

module,asm:

```
.586
.model flat, c

.code
      ;процедура StrHex_MY запису текст шістнадцяткового коду
      ;перший параметр - адреса буфера результату (рядка символів)
      ;другий параметр - адреса числа
      ;третій параметр - розрядність числа у бітах (має бути кратна 8)

StrHex_MY proc
      push ebp
      mov ebp, esp

      mov ecx, [ebp+8]                    ;кількість бітів числа
      cmp ecx, 0
      jle @exitp
      shr ecx, 3                                ;кількість байтів числа
      mov esi, [ebp+12]                   ;адреса числа
      mov ebx, [ebp+16]                   ;адреса буфера результату

@cycle:
      mov dl, byte ptr[esi+ecx-1]         ;байт числа - це дві hex-цифри

      mov al, dl
      shr al, 4                                 ;старша цифра
      call HexSymbol_MY
      mov byte ptr[ebx], al

      mov al, dl                                ;молодша цифра
      call HexSymbol_MY
```

```
      mov byte ptr[ebx+1], al

      mov eax, ecx
      cmp eax, 4
      jle @next
      dec eax
      and eax, 3                              ;проміжок розділює групи по
вісім цифр
      cmp al, 0
      jne @next
      mov byte ptr[ebx+2], 32             ;код символа проміжку
      inc ebx

@next:
      add ebx, 2
      dec ecx
      jnz @cycle
      mov byte ptr[ebx], 0                ;рядок закінчується нулем

@exitp:
      pop ebp
      ret 12
StrHex_MY endp

;ця процедура обчислює код hex-цифри
;параметр - значення AL
;результат -> AL

HexSymbol_MY proc
      and al, 0Fh
      add al, 48                              ;так можна тільки для цифр
0-9
      cmp al, 58
      jl @exitp
      add al, 7                               ;для цифр A,B,C,D,E,F

@exitp:
      ret

HexSymbol_MY endp

end
```

longop.asm:

```
.586
.model flat, c

.data
      count dd 0h
      factorialValue dd 1h
```

```
	resFactorial dd 18 dup(0h)
	oldResFactorial dd 18 dup(0h)

.code
Factorial proc
	push ebp
	mov ebp, esp
	mov ecx, 1
	add oldResFactorial, 1
	clc

	@cycle:
		cmp ecx, dword ptr[ebp+12]
		jg @exit
		mov factorialValue, ecx
		push offset oldResFactorial
		push factorialValue
		push 18
		push offset resFactorial
		call Mul_N32_LONGOP
		mov ecx, 0

		@copy:
			cmp ecx, 9
			je @next

			mov eax, [resFactorial+4*ecx]
			mov [oldResFactorial+4*ecx], eax
			mov [resFactorial+4*ecx], 0

			inc ecx
			jmp @copy

		@next:
			mov ecx, factorialValue
			inc ecx
			jmp @cycle

	@exit:
		mov edi, [ebp+8]
		mov ecx, 0

		@cycle2:
			cmp ecx, 9
			je @done

			mov eax, [oldResFactorial+4*ecx]
			mov [edi+4*ecx], eax
			mov [oldResFactorial+4*ecx], 0h
```

```
                inc ecx
                jmp @cycle2

          @done:
                pop ebp
                ret 8

Factorial endp

Mul_N32_LONGOP proc
      push ebp
      mov ebp, esp

      mov edi, [ebp+8]
      mov ebx, [ebp+16]
      mov esi, [ebp+20]
      xor ecx, ecx
      xor eax, eax
      xor edx, edx
      clc

      @cycle:
            cmp ecx, dword ptr[ebp+12]
            je @exit
            mov eax, dword ptr[esi+4*ecx]
            mul ebx
            add [edi+4*ecx], eax
            add [edi+4*ecx+4], edx
            inc ecx
            jmp @cycle

      @exit:
            xor ecx, ecx
            pop ebp
            ret 16

Mul_N32_LONGOP endp

Mul_NN_LONGOP proc
      push ebp
      mov ebp, esp

      mov edi, [ebp+8]
      mov ecx, 0
      mov count, 0
      xor edx, edx
      clc

      @maincycle:
            mov eax, count
```

```
            cmp eax, dword ptr[ebp+12]
            je @exit

            mov esi, [ebp+16]
            mov ebx, dword ptr[esi+4*eax]

            @secondcycle:
                  cmp ecx, dword ptr[ebp+12]
                  je @Done
                  mov esi, [ebp+20]
                  mov eax, dword ptr[esi+4*ecx]
                  mul ebx
                  add ecx, count
                  clc
                  add [edi+4*ecx], eax
                  adc [edi+4*ecx+4], edx
                  jnc @next
                  mov eax, ecx

                  @cf:
                        inc eax
                        add dword ptr[edi+4*eax+4], 1
                        jc @cf

                  @next:
                        sub ecx, count
                        inc ecx
                        jmp @secondcycle

            @Done:
                  xor ecx, ecx
                  add count, 1
                  jmp @maincycle

      @exit:
            mov count, 0
            pop ebp
            ret 16

Mul_NN_LONGOP endp

end
```

main4.asm:

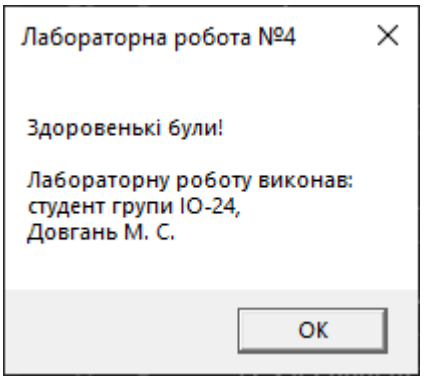
```
.586
.model flat, stdcall

include module.inc
include longop.inc
```

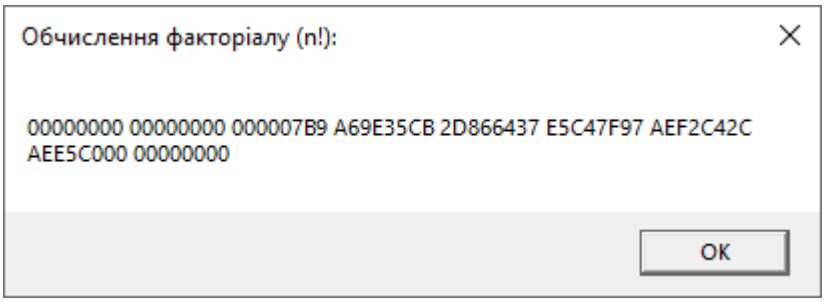
```
include \masm32\include\user32.inc
include \masm32\include\kernel32.inc

.data
      mainWindowTitle db "Лабораторна робота №4", 0
      mainWindowText db "Здоровенькі були!", 13, 10, 13, 10,
                                "Лабораторну роботу виконав:", 13, 10,
                                "студент групи ІО-24,", 13, 10,
                                "Довгань М. С.", 0

      computeFactorialN db "Обчислення факторіалу (n!):", 0
      computeFactorialNN db "Обчислення квадрату факторіалу (n! * n!):", 0
      computeFirstMultiplicationNN db "Обчислення множення розрядністю N *
N:", 0
      computeMultiplicationN32 db "Обчислення множення розрядністю N *
32:", 0
      computeSecondMultiplicationNN db "Обчислення множення розрядністю N *
N:", 0

      lastWindowTitle db "Програма завершила роботу", 0
      lastWindowText db "Дякую за увагу!", 0

      firstFactorialN dd 48
      resFirstFactorialN dd 9 dup(0h), 0

      secondFactorialN dd 48, 0
      resSecondFactorial1N dd 9 dup(0h)
      resSecondFactorial2N dd 9 dup(0h)
      resSecondFactorial dd 18 dup(0h)

      firstValueNN dd 9 dup(0FFFFFFFFh)
      secondValueNN dd 9 dup(0FFFFFFFFh)
      firstResNN dd 18 dup(0h)

      firstValueN32 dd 9 dup(0FFFFFFFFh)
      secondValueN32 dd 0FFFFFFFFh
      resN32 dd 10 dup(0h)

      thirdValueNN dd 9 dup(55555555h)
      fourthValueNN dd 00000001h, 00000000h, 00000000h, 00000000h,
00000000h,
                                00000000h, 00000000h, 00000000h, 80000000h
      secondResNN dd 18 dup(0h)

      textbufFirstFactorial db 9 dup(?)
      textbufSecondFactorial db 18 dup(?)
      textbufFirstNN db 18 dup(?)
      textbufN32 db 10 dup(?)
      textbufSecondNN db 18 dup(?)
```

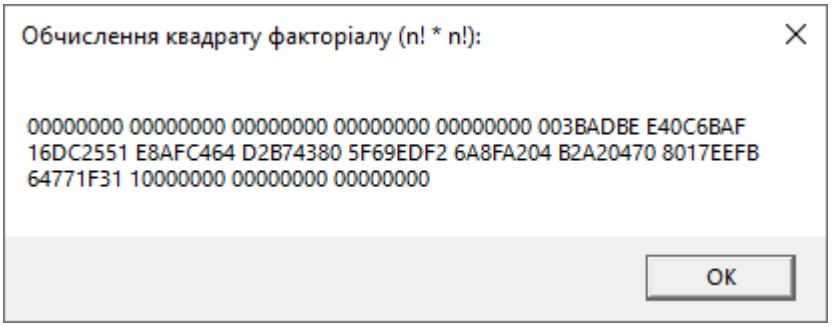
```
.code
main4:
      invoke MessageBoxA, 0, ADDR mainWindowText, ADDR mainWindowTitle, 0

      ;---------- Обчислення факторіалу n! ----------

      push firstFactorialN
      push offset resFirstFactorialN
      call Factorial

      push offset textbufFirstFactorial
      push offset resFirstFactorialN
      push 288
      call StrHex_MY

      invoke MessageBoxA, 0, ADDR textbufFirstFactorial, ADDR
computeFactorialN, 0

      ;---------- Обчислення квадрату факторіалу n! * n! ----------

      push secondFactorialN
      push offset resSecondFactorial1N
      call Factorial

      push secondFactorialN
      push offset resSecondFactorial2N
      call Factorial

      push offset resSecondFactorial1N
      push offset resSecondFactorial2N
      push 9
      push offset resSecondFactorial
      call Mul_NN_LONGOP

      push offset textbufSecondFactorial
      push offset resSecondFactorial
      push 576
      call StrHex_MY

      invoke MessageBoxA, 0, ADDR textbufSecondFactorial, ADDR
computeFactorialNN, 0

      ;---------- Обчислення множення двійкових кодів розрядністю операндів
N * N ----------

      push offset firstValueNN
      push offset secondValueNN
      push 9
      push offset firstResNN
      call Mul_NN_LONGOP
```

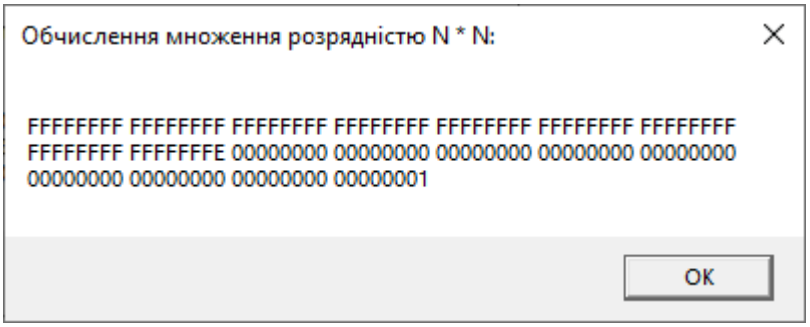
```
      push offset textbufFirstNN
      push offset firstResNN
      push 576
      call StrHex_MY

      invoke MessageBoxA, 0, ADDR textbufFirstNN, ADDR
computeFirstMultiplicationNN, 0

      ;----------- Обчислення множення двійкових кодів розрядністю операндів
N * 32 ----------

      push offset firstValueN32
      push secondValueN32
      push 9
      push offset resN32
      call Mul_N32_LONGOP

      push offset textbufN32
      push offset resN32
      push 320
      call StrHex_MY

      invoke MessageBoxA, 0, ADDR textbufN32, ADDR
computeMultiplicationN32, 0

      ;---------- Обчислення множення двійкових кодів розрядністю операндів
N * N ----------

      push offset thirdValueNN
      push offset fourthValueNN
      push 9
      push offset secondResNN
      call Mul_NN_LONGOP

      push offset textbufSecondNN
      push offset secondResNN
      push 576
      call StrHex_MY

      invoke MessageBoxA, 0, ADDR textbufSecondNN, ADDR
computeSecondMultiplicationNN, 0

      invoke MessageBoxA, 0, ADDR lastWindowText, ADDR lastWindowTitle, 0

      invoke ExitProcess, 0

end main4
```

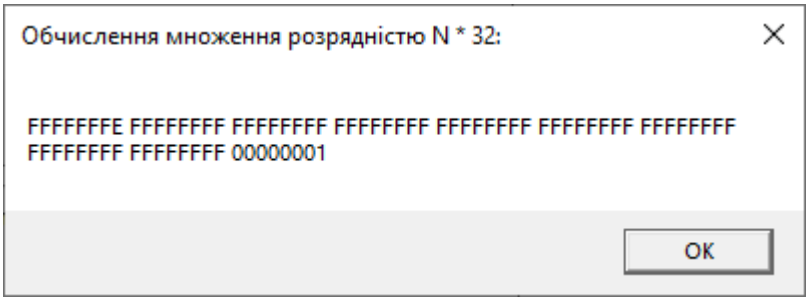
Результати виконання програми:

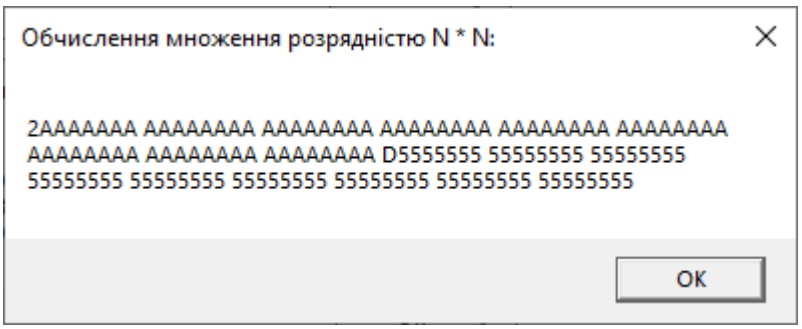


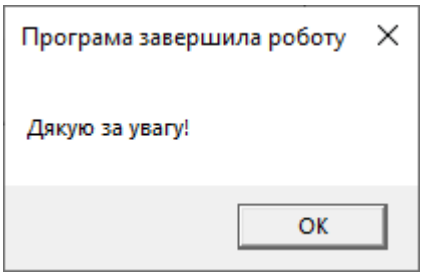












Аналіз виконання програми:
Створена мною програма виконує завдання лабораторної роботи, відповідно до мого індивідуального варіанту завдання та обчисленого значення n. Усі значення, включно із n заносяться до програми у форматі dd (define double word), тобто подвійне слово, по чотири байти. При початковому запуску програми для користувача з’являється стартове вікно-привітання, із привітанням та вказаною інформацією щодо лабораторної роботи та її автора. Потім програма обчислює факторіал заданого нами значення n використовуючи дві процедури - Factorial та StrHex_My і виводить його результат у нове вікно. За схожим принципом виконується обчислення квадрату факторіалу n - ми викликаємо процеси Factorial, NN_Longop та StrHex_My і виводимо вже нове значення у нове вікно, яке підписане, для більшої зручності користувача. Далі у нас виконується обчислення двійкових кодів розрядністю операндів N * N викликаючи ті ж процеси, із виводом результату в окреме вікно та обчислення множення двійкових кодів. У кінці програма видає останнє вікно, в якому йдеться, що вона видала всі значення та завершує роботу.

Висновок: під час виконання даної лабораторної роботи я навчився програмувати на асемблері множення підвищеної розрядності, а також закріпив навички програмування власних процедур у модульному проекті.