

Лабораторна робота 6

Програмування арифметичних операцій із застосуванням FPU

Архітектура IA32

Інструментальні засоби - MASM, x32Dbg

Час виконання – 4 академічних години

Формування звіту

Захист із демонстрацією результатів

Мета роботи і постановка задачі

Мета роботи: набуття практичних навичок дослідження методики програмування мовою асемблера перетворень даних у форматі з рухомою комою із застосуванням арифметичного співпроцесору FPU x87.

Початкові дані: чисельні значення у відповідному форматі і вказаному діапазоні.

Необхідно: Згідно за варіантом розробити мовою асемблера програму обчислення одного з виразів та надати пояснення щодо стану елементів арифметичного співпроцесору у контрольних точках виконання програми.

Послідовність виконання завдання

1. Розробити алгоритм обчислення виразу.
2. Виконати контрольний розрахунок.
3. Розробити мовою асемблера програму реалізації алгоритму.
4. Пояснити формування ознак відповідно до результатів виконання команд на прикладах з програми.
5. Вказати в таблиці результати фактичного виконання арифметичних операцій у співпроцесорі та формування ознак.
6. Оформити звіт з виконання завдання.

Пояснення щодо виконання завдання

1. При програмуванні необхідно враховувати розрядність і діапазон значень чисел, що задано.
2. Дії виконувати в циклі.
3. Застосовувати процедури і макроси.
4. Після налагодження програми необхідно повторно виконати декілька розрахунків з початковими числами (вказати самотійно), при яких формуються одиничні значення ознак особливих ситуацій.
5. Для занесення в таблицю фактичних показників необхідно використовувати стан елементів на інформаційно значущих етапах обчислень.
6. Результати обчислення виразу завантажити у пам'ять.
7. Передбачити видачу повідомлень щодо результатів обчислень і наявності ознак з можливістю вибору подальших дій (OK/Cancel).

Зміст звіту

1. Постановка задачі.
2. Контрольний розрахунок.
3. Лістинг програми з коментарем та описом роботи.
4. Print screen екрану налагоджувача з програмою.
5. Графічне пояснення вмісту комірок пам'яті і регістрів стеку у контрольних точках виконання програми та по завершенні обчислень.
6. Пояснення формування ознак відповідно до результатів виконання команд на прикладах з програми.
7. Таблиця фактичних значень даних.
8. Висновки за результатами роботи.

Приклад завдання

Дослідити виконання команд співпроцесору при розрахунку координат розташування точок зображення після повороту на заданий кут.

Формули для розрахунку координат:

$$X = x \cdot \cos(a) + y \cdot \sin(a);$$
$$Y = -x \cdot \sin(a) + y \cdot \cos(a).$$

Масив початкових координат – [x1, y1; x2, y2; x3, y3 ...].

Масив кінцевих координат – [X1, Y1; Y2, Y2; X3, Y3; ...].

Координати:

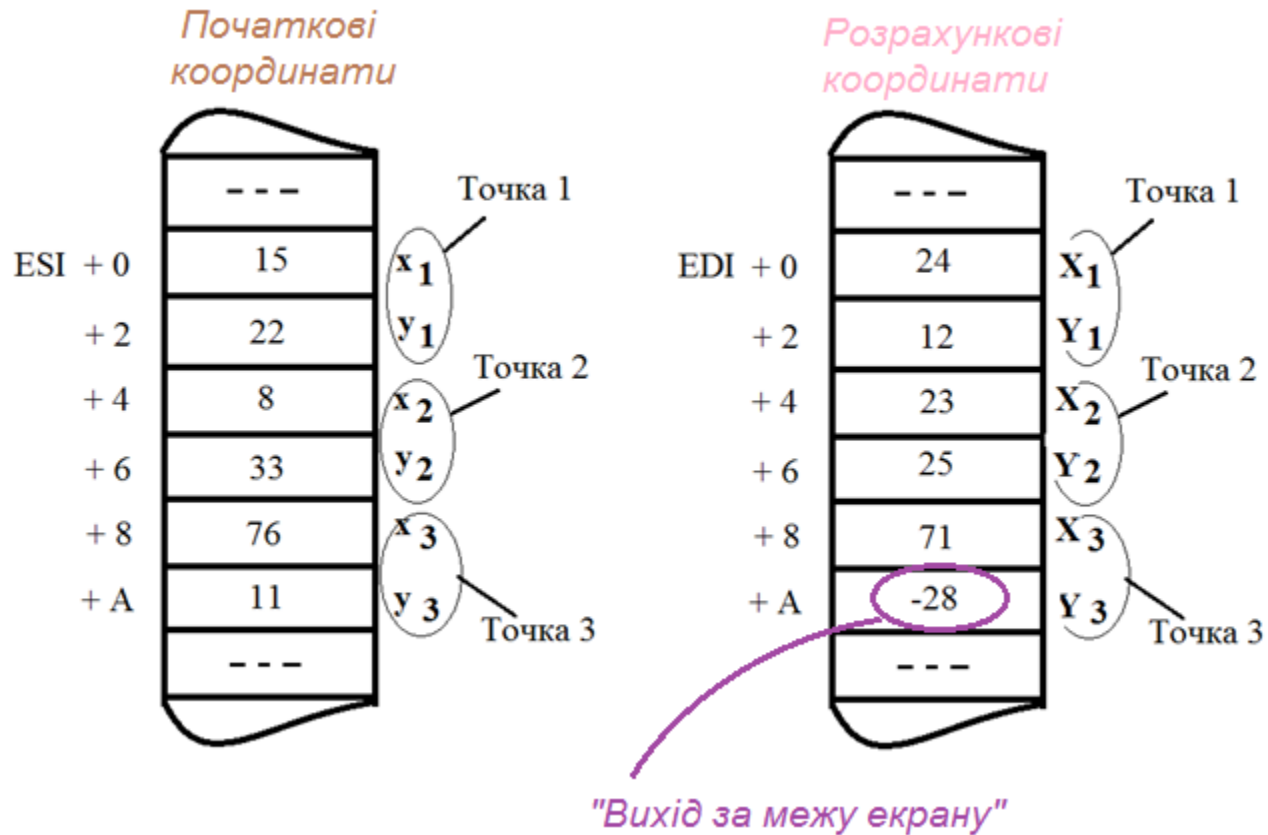
- формат – ціле додатне,
- розрядність – 2 байт.

Кут повороту:

- формат – з рухомою комою,
- розрядність – 32 біт,
- значення – від 0 до 45 град (до 0.782 рад).

Мінімальна кількість координат – 3.

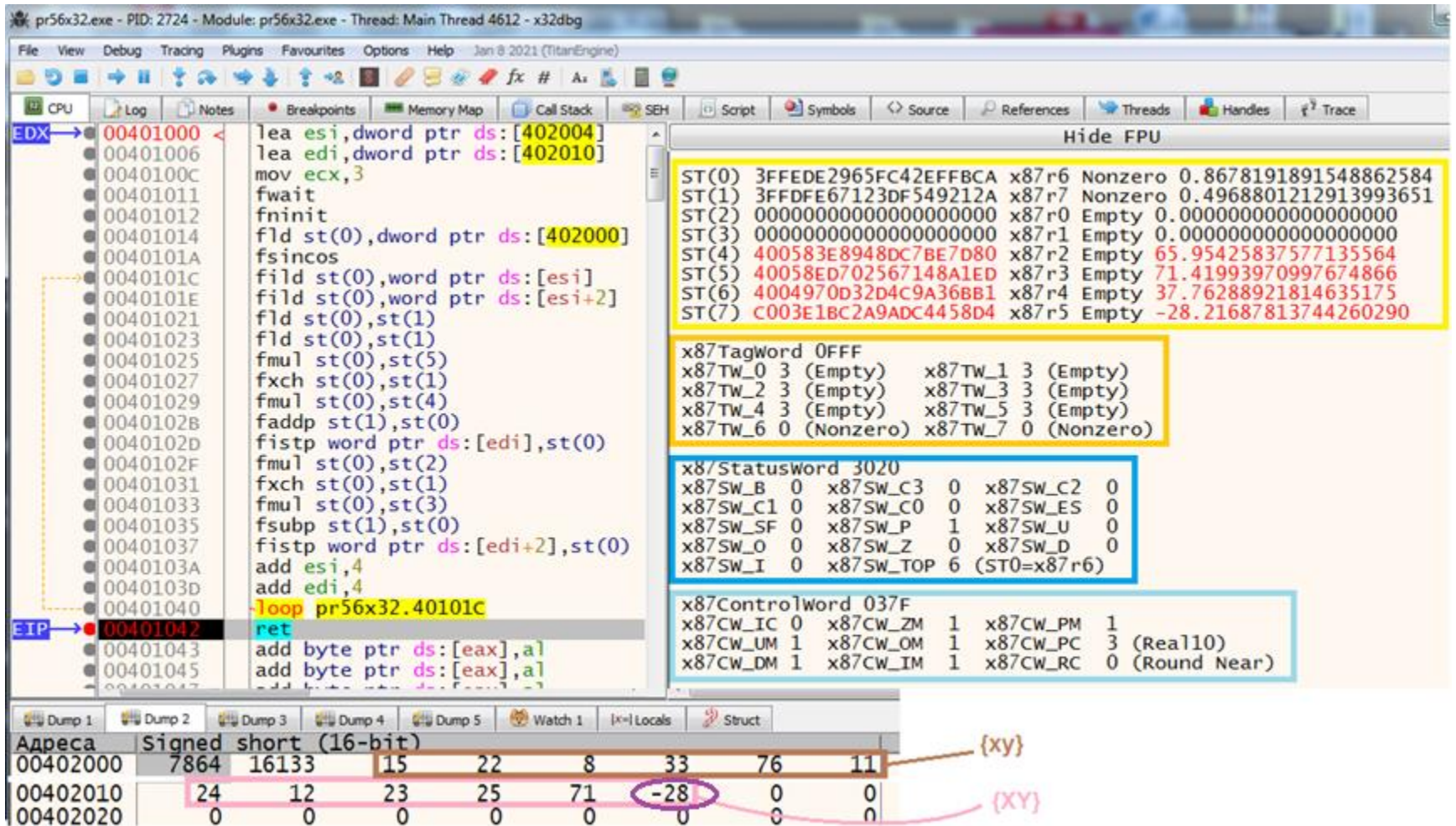
Контрольний розрахунок координат



Приклад програми

```
TITLE <Поворот зображення на кут до 45 град (до 0.782 рад)>
; pr56x32.exe
.686
.model flat, stdcall
option casemap: none
.data
alpha real4 0.52 ; кут в радіанах (0.52 рад = 29.8 град )
xysrc word 15, 22, 8, 33, 76, 11 ; початкові координати ху (цілі додатні !)
numxy EQU (LENGTHOF xysrc)/(TYPE xysrc)
xydst word LENGTHOF xysrc DUP(0FFFFh)
.code
start:
    lea esi, xysrc
    lea edi, xydst
    mov ecx, numxy ; кількість точок
    finit
    fld dword ptr alpha
    fsincos
rotat:
    fild word ptr [esi] ; x
    fild word ptr [esi+2] ; y
    fld st(1) ; copy x
    fld st(1) ; copy y
    fmul st, st(5) ; y*sin(a)
    fxch ; st(0) <-> st(1)
    fmul st, st(4) ; x*cos(a)
    faddp st(1), st ; x
    fistp word ptr [edi]
    fmul st, st(2) ; y*cos(a)
    fxch ; st(0) <-> st(1)
    fmul st, st(3) ; x*sin(a)
    fsubp st(1), st ; y
    fistp word ptr [edi+2]
    add esi, 4
    add edi, 4
loop rotat
ret
end start
```


Стан по завершенні роботи програми



Стан після виконання команди fsincos

pr56x32.exe - PID: 2724 - Module: pr56x32.exe - Thread: Main Thread 4612 - x32dbg

File View Debug Tracing Plugins Favourites Options Help Jan 8 2021 (TitanEngine)

CPU Log Notes Breakpoints Memory Map Call Stack SEH Script Symbols Source References Threads Handles Trace

EDX → 00401000 < lea esi, dword ptr ds:[402004]
00401006 lea edi, dword ptr ds:[402010]
0040100C mov ecx, 3
00401011 fwait
00401012 fninit
00401014 fld st(0), dword ptr ds:[402000]
0040101A fsincos
EIP → 0040101C fld st(0), word ptr ds:[esi]
0040101E fld st(0), word ptr ds:[esi+2]
00401021 fld st(0), st(1)
00401023 fld st(0), st(1)
00401025 fmul st(0), st(5)
00401027 fxch st(0), st(1)
00401029 fmul st(0), st(4)
0040102B faddp st(1), st(0)
0040102D fistp word ptr ds:[edi], st(0)
0040102F fmul st(0), st(2)
00401031 fxch st(0), st(1)
00401033 fmul st(0), st(3)
00401035 fsubp st(1), st(0)
00401037 fistp word ptr ds:[edi+2], st(0)
0040103A add esi, 4
0040103D add edi, 4
00401040 loop pr56x32.40101C
00401042 ret
00401043 add byte ptr ds:[eax], al
00401045 add byte ptr ds:[eax], al
00401047 add byte ptr ds:[eax], al
00401049 add byte ptr ds:[eax], al

Hide FPU

LastError 00000000 (ERROR_SUCCESS)
LastStatus 00000000 (STATUS_SUCCESS)

GS 002B FS 0053
ES 002B DS 002B
CS 0023 SS 002B

Кут

Команда обчислення синусу і косинусу

ST(0) 3FFDE2965FC42EFFBCA x87r6 Nonzero 0.86781918915488625
ST(1) 3FFDFE67123DF549212A x87r7 Nonzero 0.49688012129139936
ST(2) 00000000000000000000 x87r0 Empty 0.000000000000000000
ST(3) 00000000000000000000 x87r1 Empty 0.000000000000000000
ST(4) 00000000000000000000 x87r2 Empty 0.000000000000000000
ST(5) 00000000000000000000 x87r3 Empty 0.000000000000000000
ST(6) 00000000000000000000 x87r4 Empty 0.000000000000000000
ST(7) 00000000000000000000 x87r5 Empty 0.000000000000000000

x87TagWord 0FFF
x87TW_0 3 (Empty) x87TW_1 3 (Empty)
x87TW_2 3 (Empty) x87TW_3 3 (Empty)
x87TW_4 3 (Empty) x87TW_5 3 (Empty)
x87TW_6 0 (Nonzero) x87TW_7 0 (Nonzero)

x87StatusWord 3020
x87SW_B 0 x87SW_C3 0 x87SW_C2 0
x87SW_C1 0 x87SW_C0 0 x87SW_ES 0
x87SW_SF 0 x87SW_P 1 x87SW_U 0
x87SW_O 0 x87SW_Z 0 x87SW_D 0
x87SW_T 0 x87SW_TOP 6 (ST0-x87r6)

0018FF8C 75DB343D return to kern
0018FF90 7EFDE000
0018FF94 0018FFD4 "мя\х18"
0018FF98 771F9812 return to ntdl
0018FF9C 7CCE5000

Dump 1 Dump 2 Dump 3 Dump 4 Dump 5 Watch 1 [x] Locals Struct

Float (32-bit)
00402000 0.52 2.0204e-039 3.03058e-039 1.0103e-039
00402010 -1.#QNAN 9.18341e-041 0 0

Література

Навчально-методичні матеріали попередніх лекцій.