РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

направление: *Компьютерные и информационные науки*

Лабораторная работа №9

дисциплина: *Архитектура компьютеров и операционные системы*

студент: Гробман Александр Евгеньевич

Группа: НКАбд-02-23

Цель работы

Целью работы является приобретение навыков написания программ с использованием подпрограмм. Знакомство с методами отладки при помощи GDB и его основными возможностями.

Задание

1. Изучение подпрограмм в ассемблере
2. Освоение возможностей отладчика GDB
3. Рассмотрение примеров работы с отладчиком
4. Выполнение заданий для самостоятельной работы

Теория

GDB (GNU Debugger — отладчик проекта GNU) работает на многих UNIXподобных системах и умеет производить отладку многих языков программирования. GDB предлагает обширные средства для слежения и контроля за выполнением компьютерных программ. Отладчик не содержит собственного графического пользовательского интерфейса и использует стандартный текстовый интерфейс консоли. Однако для GDB существует несколько сторонних графических надстроек, а кроме того, некоторые интегрированные среды разработки используют его в качестве базовой подсистемы отладки.
Подпрограмма — это, как правило, функционально законченный участок кода, который можно многократно вызывать из разных мест программы. В отличие от простых переходов из подпрограмм существует возврат на команду, следующую за вызовом. Если в программе встречается одинаковый участок кода, его можно оформить в виде подпрограммы, а во всех нужных местах поставить её вызов. При этом подпрограмма будет содержаться в коде в одном экземпляре, что позволит уменьшить размер кода всей программы.

Для вызова подпрограммы из основной программы используется инструкция call, которая заносит адрес следующей инструкции в стек и загружает в регистр eip адрес соответствующей подпрограммы, осуществляя таким образом переход. Затем начинается выполнение подпрограммы, которая, в свою очередь, также может содержать подпрограммы.
Подпрограмма завершается инструкцией ret, которая извлекает из стека адрес, занесённый туда соответствующей инструкцией call, и заносит его в eip. После этого выполнение основной программы возобновится с инструкции, следующей за инструкцией call

Выполнение лабораторной работы

1. **Реализация подпрограмм в NASM**

Создаём файл с именем lab9-1.asm, в котором реализуем программу для вычисления арифметического выражения f(x) = 2x + 7 с использованием подпрограммы calcul. Для этого я ввожу значение переменной x с клавиатуры, а само выражение вычисляется внутри подпрограммы.

```
%include 'in_out.asm'
SECTION .data
div: DB 'Результат: ',0
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
; ---- Вычисление выражения (3+2)*4+5
mov ebx,3
mov eax,2
add eax,ebx
mov ecx,4
mul ecx
add eax,5
mov edi,eax
; ---- Вывод результата на экран
mov eax,div
call sprint
mov eax,edi
call iprintLF
call quit
```

```
Введите x: 3
2x + 7=13
```

Добавим подпрограмму subcalcul внутрь подпрограммы calcul. Это позволяет вычислить составное выражение f(g(x)), где значение x также вводится с клавиатуры. Функции определены следующим образом: f(x) = 2x + 7, g(x) = 3x - 1.

```
%include 'in_out.asm'
SECTION .data
msg: DB 'Введите x: ',0
result: DB '2x+7=',0
SECTION .bss
x: RESB 80
rez: RESB 80

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax, msg
call sprint
mov ecx, x
mov edx, 80
call sread
mov eax,x
call atoi
call _calcul
mov eax,result
call sprint
mov eax,[rez]
call iprintLF
call quit
_calcul:
mov ebx,2
mul ebx
add eax,7
mov [rez],eax
ret
```

```
Введите x: 3
2(3x-1)+7=23
```

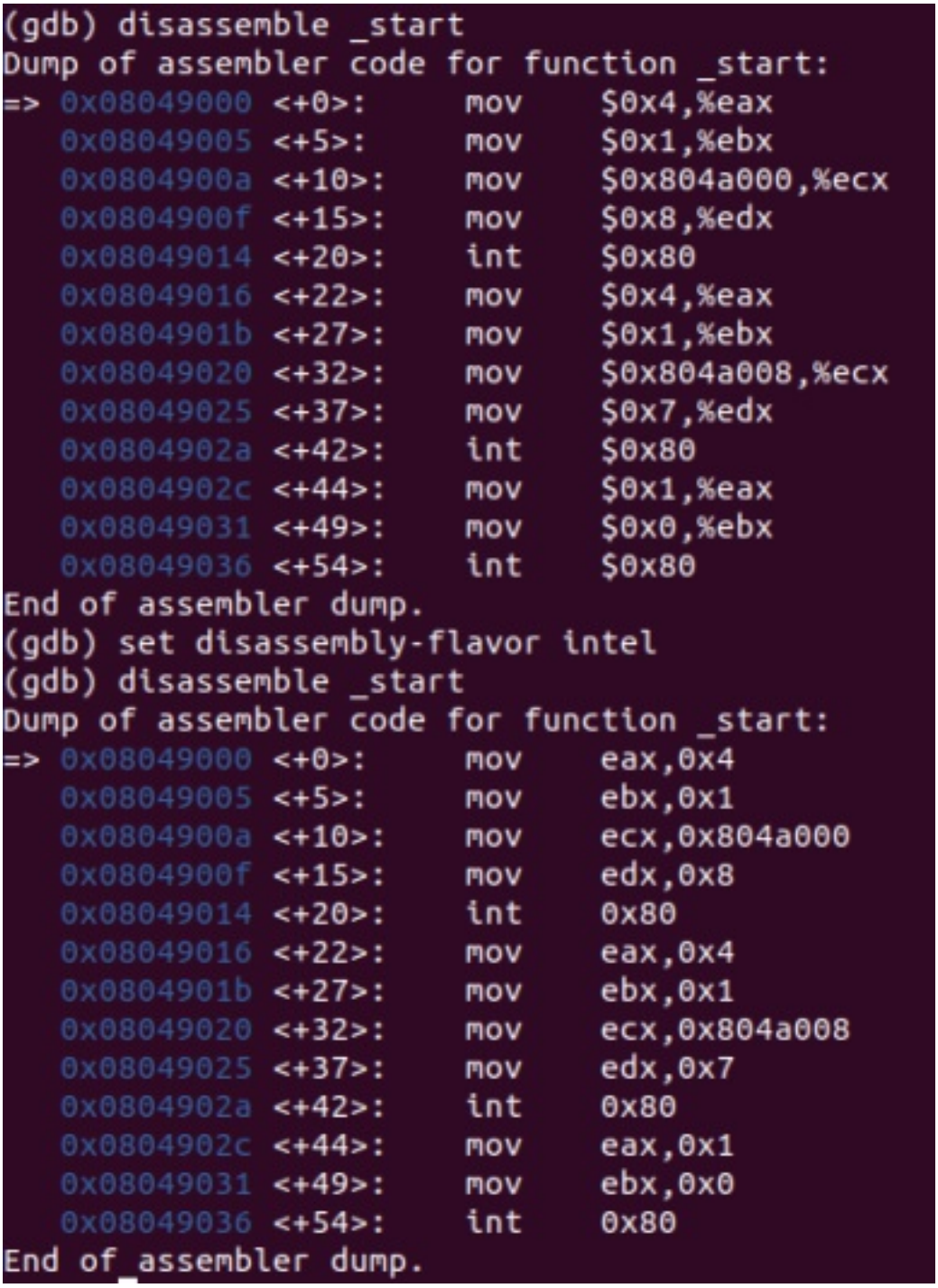
2. **Отладка программам с помощью GDB**

Также я создал файл с именем lab9-2.asm, в котором содержится программа для вывода сообщения “Hello world!”. Я скомпилировал этот файл и получила исполняемый файл.

```
27 _calcul:
28 call _subcalcul
29 mov ebx,2
30 mul ebx
31 add eax,7
32 mov [rez],eax
33 ret
34
35 _subcalcul:
36 mov ebx,3
37 mul ebx
38 sub eax,1
39 ret
```

Затем я загрузил полученный исполняемый файл в отладчик GDB и проверил его работу. Чтобы получить более детальный анализ программы, я установил точку остановки на метке “start” и запустил ее.

```
Breakpoint 1, 0x08049000 in _start ()
(gdb) disassemble _start
Dump of assembler code for function _start:
=> 0x08049000 <+0>:     mov    $0x4,%eax
   0x08049005 <+5>:     mov    $0x1,%ebx
   0x0804900a <+10>:    mov    $0x804a000,%ecx
   0x0804900f <+15>:    mov    $0x8,%edx
   0x08049014 <+20>:    int    $0x80
   0x08049016 <+22>:    mov    $0x4,%eax
   0x0804901b <+27>:    mov    $0x1,%ebx
   0x08049020 <+32>:    mov    $0x804a008,%ecx
   0x08049025 <+37>:    mov    $0x7,%edx
   0x0804902a <+42>:    int    $0x80
   0x0804902c <+44>:    mov    $0x1,%eax
   0x08049031 <+49>:    mov    $0x0,%ebx
   0x08049036 <+54>:    int    $0x80
End of assembler dump.
```



Я установил еще одну точку остановки по адресу инструкции, определив адрес предпоследней инструкции “mov ebx, 0x0”. Это помогло мне контролировать выполнение программы и анализировать ее состояние в отладчике GDB.

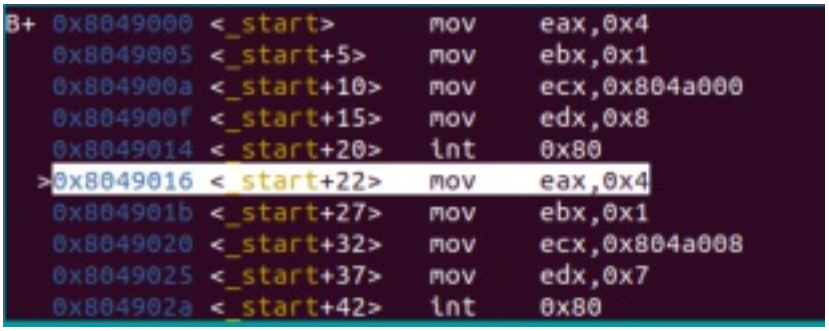
```
B+>0x8049000 <_start>       mov    eax,0x4
   0x8049005 <_start+5>     mov    ebx,0x1
   0x804900a <_start+10>    mov    ecx,0x804a000
   0x804900f <_start+15>    mov    edx,0x8
   0x8049014 <_start+20>    int    0x80
   0x8049016 <_start+22>    mov    eax,0x4
   0x804901b <_start+27>    mov    ebx,0x1
   0x8049020 <_start+32>    mov    ecx,0x804a008
   0x8049025 <_start+37>    mov    edx,0x7
   0x804902a <_start+42>    int    0x80
```

Для отслеживания изменений значений регистров,я использовал команду ‘stepi’ (сокращенно ‘si’), которая позволяет выполнить одну инструкцию за раз. Это позволило мне следить за состоянием программы и анализировать изменения регистров.

```
B+  0x8049000 <_start>       mov    eax,0x4
  >0x8049005 <_start+5>     mov    ebx,0x1
   0x804900a <_start+10>    mov    ecx,0x804a000
   0x804900f <_start+15>    mov    edx,0x8
   0x8049014 <_start+20>    int    0x80
   0x8049016 <_start+22>    mov    eax,0x4
   0x804901b <_start+27>    mov    ebx,0x1
   0x8049020 <_start+32>    mov    ecx,0x804a008
   0x8049025 <_start+37>    mov    edx,0x7
   0x804902a <_start+42>    int    0x80
```

```
B+  0x8049000 <_start>       mov    eax,0x4
   0x8049005 <_start+5>     mov    ebx,0x1
   0x804900a <_start+10>    mov    ecx,0x804a000
   0x804900f <_start+15>    mov    edx,0x8
   0x8049014 <_start+20>    int    0x80
  >0x8049016 <_start+22>    mov    eax,0x4
   0x804901b <_start+27>    mov    ebx,0x1
   0x8049020 <_start+32>    mov    ecx,0x804a008
   0x8049025 <_start+37>    mov    edx,0x7
   0x804902a <_start+42>    int    0x80
```

Для просмотра значения переменной msg1 по имени и получения нужных данных, использовала соответствующую команду, предоставленную отладчиком GDB. Еще одной полезной командой была команда set, которую я использовал для изменения значения регистра или ячейки памяти. Я указывал имя регистра или адрес в качестве аргумента команды set, и успешно изменял значения переменных и регистров в процессе отладки программы.
В частности, я успешно изменила первый символ переменной msg1, что позволило мне проверить поведение программы при изменении данных.
Также, с помощью команды set, я изменяю значение регистра ebx на нужное значение, чтобы проверить влияние такой модификации на выполнение программы.

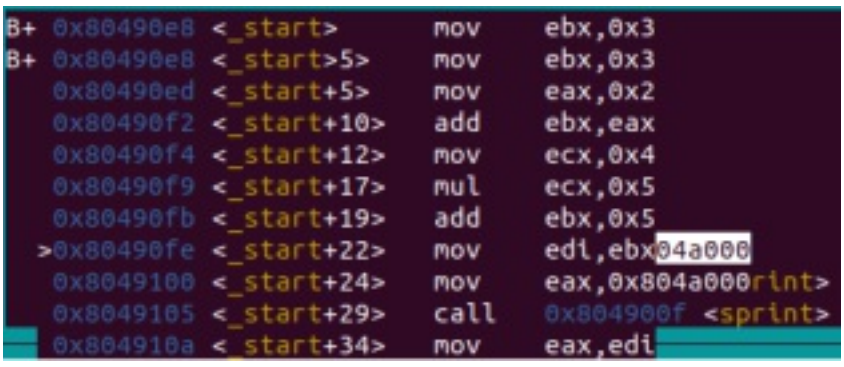


Для выполнения лабораторной работы, я решил использовать файл lab8-2.asm. Этот файл содержит программу, которая выводит аргументы командной строки. Для загрузки программы с аргументами в отладчик GDB, я использую ключ –args и загрузил исполняемый файл в отладчик с указанными аргументами. Затем, установил точку остановки перед первой инструкцией программы и запустил ее. Далее, я просмотрел остальные позиции стека. По адресу [esp+4], нашёл адрес в памяти, где располагается имя программы. По адресу [esp+8] хранится адрес первого аргумента, по адресу [esp+12] - второго, и так далее. Шаг изменения адреса равен 4 байта, так как каждый следующий адрес на стеке находится на расстоянии 4 байт от предыдущего ([esp+4], [esp+8], [esp+12]).

3. **Задания для самостоятельной работы**

Я переписываю программу из лабораторной работы №8, задание №1, чтобы реализовать вычисление значения функции f(x) как подпрограмму.
Однако, при запуске, программа дает неверный результат.
Я провел анализ изменений значений регистров с помощью отладчика GDB и обнаружила ошибку: перепутан порядок аргументов у инструкции add. По окончанию работы программы в регистр edi передается значение ebx вместо eax.

Я внес необходимые исправления в код программы, учитывая перепутанный порядок аргументов у инструкции add и правильную передачу значения в регистр edi по окончании работы программы. Это позволило исправить ошибку и получить правильный результат вычисления выражения



Я внес необходимые исправления в код программы, учитывая перепутанный порядок аргументов у инструкции add и правильную передачу значения в регистр edi по окончании работы программы. Это позволило исправить ошибку и получить правильный результат вычисления выражения

```
SECTION .data
msg1: db "Hello, ",0x0
msg1Len: equ $ - msg1
msg2: db "world!",0xa
msg2Len: equ $ - msg2

SECTION .text
global _start

_start:
mov eax, 4
mov ebx, 1
mov ecx, msg1
mov edx, msg1Len
int 0x80
mov eax, 4
mov ebx, 1
mov ecx, msg2
mov edx, msg2Len
int 0x80
mov eax, 1
mov ebx, 0
int 0x80
```

5. **Вывод**

Я освоил работу с подпрограммами и отладчиком.

Отправляем файлы на гитхаб.

Ссылка на отчёт [https://github.com/DaOneme/AEGrobman_study_2023-2024_arhpc/tree/main/Labs/Lab09 (https://github.com/DaOneme/AEGrobman_study_2023-2024_arhpc/tree/main/Labs/Lab09)](https://github.com/DaOneme/AEGrobman_study_2023-2024_arhpc/tree/main/Labs/Lab09)