에디로봇아카데미

임베디드 마스터 Lv1 과정

Ch3.

제 3기

2022. 01. 13

여건영

핵심 규칙

1. 스택은 거꾸로 자란다.
   rsp의 메모리 주소가 작아질 수록 스택의 사이즈는 커진다.

2. 메모리 단위 연산은 포인터 크기 단위로 이루어진다.
   ALU(CPU – 64bit – 8byte)
   메모리 한 칸의 크기는 1byte 이다.
   64비트 운영체제는 메모리 한 칸의 주소를 64비트로 표현하며
   이는 8byte와 같은 의미이고, 메모리 주소를 8byte로 표현하기 때문에
   포인터(주소를 가리키는 변수)의 크기 또한 8byte이다.

3. ax의 용도 : 함수의 리턴값이 저장되며 연산용으로도 활용 가능
   bp의 용도 : 현재 스택의 기준점
   sp의 용도 : 현재 스택의 최상위
   ip의 용도 : 다음에 실행 할 instruction(명령어)의 주소

디버깅 실습

2. push %rbp

push 명령어 : 현재 스택의 최상위 메모리(rsp) 값에
뒤 값(여기서 %rbp)을 저장하는 명령어

즉, 현재 스택의 최상위 메모리(rsp) 주소에서
%rbp의 크기만큼 push해서 그 값을 저장하라

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000

```
(gdb) si
0x0000555555555160      15      {
(gdb) x $rbp
0x0:    Cannot access memory at address 0x0
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdfa0: 0x00000000
(gdb) x/4wx $rsp
0x7fffffffdfa0: 0x00000000      0x00000000      0xf7deb0b3      0x00007fff
(gdb)
```

// rsp 주소 값이 push 되는 %rbp의 크기(8byte)만큼 작아지고,
// 현재 rsp 메모리 값에 '0x0' 이 들어간 것을 확인할 수 있다.

디버깅 실습

1. 현재 스택의 최상위 주소에 위치한 rsp가 ‘0x7fffffffdfa8’ 라는 가상의 주소 값을 가지며, rbp는 아직 메모리 값이 정해지지 않았으며, 주소 값은 ‘0x0’이다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3

```
(gdb) b main
Breakpoint 1 at 0x1159: file function.c, line 15.
(gdb) r
Starting program: /home/yeo/EmbeddedMasterLv1/3기/GYY/c/ch3/function

Breakpoint 1, main () at function.c:15
15      {
(gdb) si
0x000055555555515f      15      {
(gdb) disas main
Dump of assembler code for function main:
   0x000055555555515b <+0>:     endbr64
=> 0x000055555555515f <+4>:     push   %rbp
   0x0000555555555160 <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555163 <+8>:     sub    $0x10,%rsp
   0x0000555555555167 <+12>:    movl   $0x3,-0x8(%rbp)
   0x000055555555516e <+19>:    mov    -0x8(%rbp),%eax
   0x0000555555555171 <+22>:    mov    %eax,%edi
   0x0000555555555173 <+24>:    callq  0x555555555149 <test_func>
   0x0000555555555178 <+29>:    mov    %eax,-0x4(%rbp)
   0x000055555555517b <+32>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x000055555555517e <+35>:    mov    %eax,%esi
   0x0000555555555180 <+37>:    lea    0xe7d(%rip),%rdi        # 0x555555556004
   0x0000555555555187 <+44>:    mov    $0x0,%eax
   0x000055555555518c <+49>:    callq  0x555555555050 <printf@plt>
   0x0000555555555191 <+54>:    mov    $0x0,%eax
   0x0000555555555196 <+59>:    leaveq
   0x0000555555555197 <+60>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdfa8: 0xf7deb0b3
(gdb) x $rbp
0x0:    Cannot access memory at address 0x0
```

디버깅 실습

```
(gdb) disas main
Dump of assembler code for function main:
   0x000055555555515b <+0>:     endbr64
   0x000055555555515f <+4>:     push   %rbp
   0x0000555555555160 <+5>:     mov    %rsp,%rbp
=> 0x0000555555555163 <+8>:     sub    $0x10,%rsp
   0x0000555555555167 <+12>:    movl   $0x3,-0x8(%rbp)
   0x000055555555516e <+19>:    mov    -0x8(%rbp),%eax
   0x0000555555555171 <+22>:    mov    %eax,%edi
   0x0000555555555173 <+24>:    callq  0x555555555149 <test_func>
   0x0000555555555178 <+29>:    mov    %eax,-0x4(%rbp)
   0x000055555555517b <+32>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x000055555555517e <+35>:    mov    %eax,%esi
   0x0000555555555180 <+37>:    lea    0xe7d(%rip),%rdi        # 0x555555556004
   0x0000555555555187 <+44>:    mov    $0x0,%eax
   0x000055555555518c <+49>:    callq  0x555555555050 <printf@plt>
   0x0000555555555191 <+54>:    mov    $0x0,%eax
   0x0000555555555196 <+59>:    leaveq
   0x0000555555555197 <+60>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $rbp
0x7fffffffdfa0: 0x00000000
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdfa0: 0x00000000
(gdb)
```

3. mov %rsp,%rbp

mov : 좌측 값을 우측으로 복사 or 대
mov : 데이터 복사를 담당하는 명령어
레지스터 → 레지스터
메모리 < - > 레지스터
상수 → 레지스터 or 메모리
위 관계와 같이 데이터를 복사 or 대입 할 수 있다.
메모리 to 메모리는 불가

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000

main함수의 rbp

// %rsp 값이 %rbp 값으로 대입되었다.
// stack frame이 생성

디버깅 실습

4. sub %0x10,%rsp

뺄셈 명령, 현재 %rsp 값을 0x10(16byte)
만큼 빼겠다는 의미

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
스택 (지역 변수 공간)	
0x7fffffffdf90	0xffffe090

```
Dump of assembler code for function main:
   0x000055555555515b <+0>:     endbr64
   0x000055555555515f <+4>:     push   %rbp
   0x0000555555555160 <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555163 <+8>:     sub    $0x10,%rsp
=> 0x0000555555555167 <+12>:    movl   $0x3,-0x8(%rbp)
   0x000055555555516e <+19>:    mov    -0x8(%rbp),%eax
   0x0000555555555171 <+22>:    mov    %eax,%edi
   0x0000555555555173 <+24>:    callq  0x555555555149 <test_func>
   0x0000555555555178 <+29>:    mov    %eax,-0x4(%rbp)
   0x000055555555517b <+32>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x000055555555517e <+35>:    mov    %eax,%esi
   0x0000555555555180 <+37>:    lea    0xe7d(%rip),%rdi        # 0x555555556004
   0x0000555555555187 <+44>:    mov    $0x0,%eax
   0x000055555555518c <+49>:    callq  0x555555555050 <printf@plt>
   0x0000555555555191 <+54>:    mov    $0x0,%eax
   0x0000555555555196 <+59>:    leaveq
   0x0000555555555197 <+60>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $rbp
0x7fffffffdfa0: 0x00000000
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdf90: 0xffffe090
(gdb) p $rbp-$rsp
$2 = 16
(gdb) x/6wx $rsp
0x7fffffffdf90: 0xffffe090      0x00007fff      0x00000000      0x00000000
0x7fffffffdfa0: 0x00000000      0x00000000
(gdb)
```

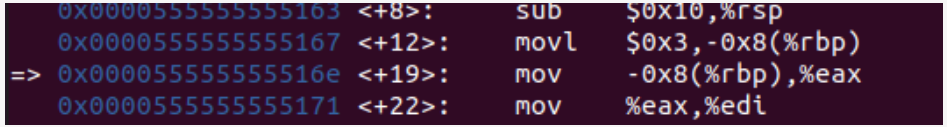
rsp

rbp

// %rsp 값이 0x10 만큼 작아졌다는 것 확인
// p $rbp-$rsp : rbp와 rsp의 차이가 16이라는 것을 확인
// 지역 변수 공간의 메모리와 그 값을 확인

디버깅 실습

5. movl $0x3, -0x8(%rbp)



I 이 들어가면 4byte 처리를 의미
q 가 들어가면 8byte 처리를 하겠다는 의미
0x3을 %rbp에서 -0x8만큼 위치한 메모리 값에 대입한다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090

// $rbp-0x8의 메모리 주소와 값 변화를 확인
// int type으로 선언한 변수에 3이 들어

디버깅 실습

6. mov -0x8(%rbp),%eax

eax 레지스터(4byte 레지스터) 주소에
%rbp-0x8에 위치한 메모리 값, 0x3을 %eax에 대입
이것은 연산에 사용되며, 연산 이후 ax 레지스터의 변경된 값을 확

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090

// eax 레지스터의 주소 값 변화 확인

```
(gdb) x $eax
0x5555515b:     Cannot access memory at address 0x5555515b
(gdb) si
0x0000555555555171      17              int result = test_func(num);
(gdb) disas main
Dump of assembler code for function main:
   0x000055555555515b <+0>:     endbr64
   0x000055555555515f <+4>:     push   %rbp
   0x0000555555555160 <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555163 <+8>:     sub    $0x10,%rsp
   0x0000555555555167 <+12>:    movl   $0x3,-0x8(%rbp)
   0x000055555555516e <+19>:    mov    -0x8(%rbp),%eax
=> 0x0000555555555171 <+22>:    mov    %eax,%edi
   0x0000555555555173 <+24>:    callq  0x555555555149 <test_func>
   0x0000555555555178 <+29>:    mov    %eax,-0x4(%rbp)
   0x000055555555517b <+32>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x000055555555517e <+35>:    mov    %eax,%esi
   0x0000555555555180 <+37>:    lea    0xe7d(%rip),%rdi        # 0x555555556004
   0x0000555555555187 <+44>:    mov    $0x0,%eax
   0x000055555555518c <+49>:    callq  0x555555555050 <printf@plt>
   0x0000555555555191 <+54>:    mov    $0x0,%eax
   0x0000555555555196 <+59>:    leaveq
   0x0000555555555197 <+60>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $eax
0x3:    Cannot access memory at address 0x3
(gdb)
```

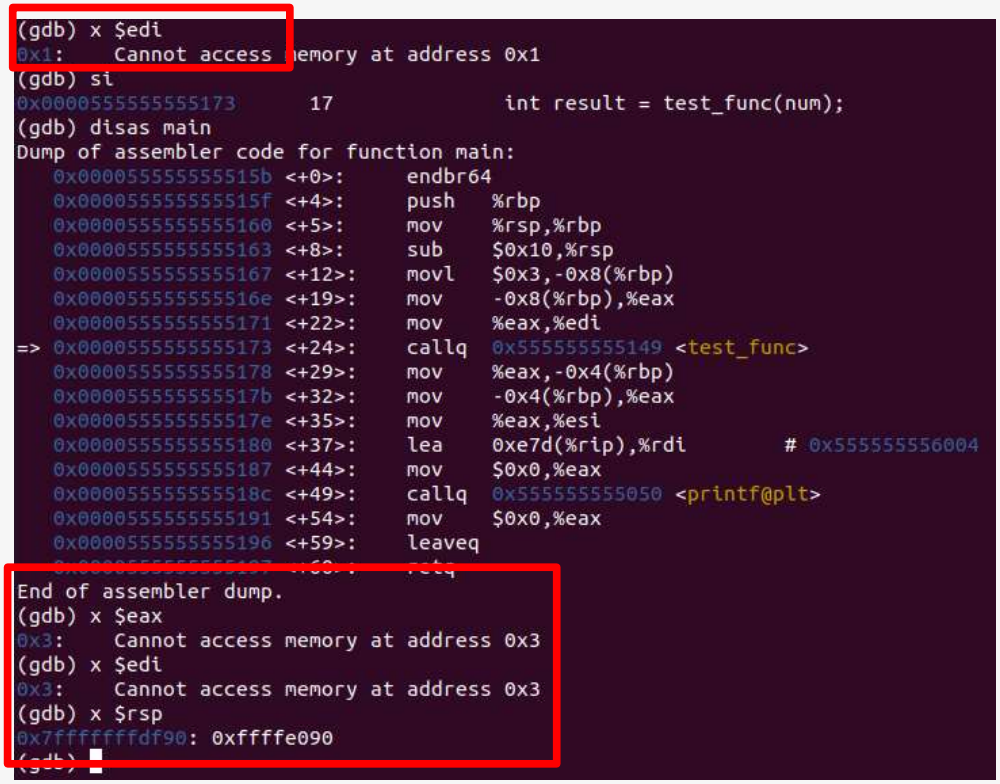
디버깅 실습

7. mov %eax,%edi

%eax 값을 %edi 값에 대입한다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090

// edi 레지스터의 주소 값 변화 확인



디버깅 실습

8. callq 0x555555555149 <test_func>

call은 push+jump로 구성되어 있음
함수 호출이 끝난 이후에 실행해야 할 어셈블리 명령어의 주소 값을 push 하며 저장한다.
이후 함수 호출을 수행 하기 위해 jmp 한다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090
0x7fffffffdf9c	0x00005555
0x7fffffffdf88	0x55555178

```
(gdb) si
test_func (num=21845) at function.c:10
10      {
(gdb) disas main
Dump of assembler code for function main:
   0x000055555555515b <+0>:     endbr64
   0x000055555555515f <+4>:     push   %rbp
   0x0000555555555160 <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555163 <+8>:     sub    $0x10,%rsp
   0x0000555555555167 <+12>:    movl   $0x3,-0x8(%rbp)
   0x000055555555516e <+19>:    mov    -0x8(%rbp),%eax
   0x0000555555555171 <+22>:    mov    %eax,%edi
   0x0000555555555173 <+24>:    callq  0x555555555149 <test_func>
   0x0000555555555178 <+29>:    mov    %eax,-0x4(%rbp)
   0x000055555555517b <+32>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x000055555555517e <+35>:    mov    %eax,%esi
   0x0000555555555180 <+37>:    lea    0xe7d(%rip),%rdi        # 0x555555556004
   0x0000555555555187 <+44>:    mov    $0x0,%eax
   0x000055555555518c <+49>:    callq  0x555555555050 <printf@plt>
   0x0000555555555191 <+54>:    mov    $0x0,%eax
   0x0000555555555196 <+59>:    leaveq
   0x0000555555555197 <+60>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdf88: 0x55555178
(gdb) x $rbp
0x7fffffffdfa0: 0x00000000
(gdb) x/8wx $rsp
0x7fffffffdf88: 0x55555178      0x00005555      0xffffe090      0x00007fff
0x7fffffffdf98: 0x00000003      0x00000000      0x00000000      0x00000000
(gdb)
```

// 복귀주소의 크기만큼 push 된 것을 확인 (8byte)
// rsp 메모리 값에 복귀 주소 들어간 것 확인

디버깅 실습

```
Dump of assembler code for function test_func:
   0x0000555555555149 <+0>:     endbr64
   0x000055555555514d <+4>:     push   %rbp
=> 0x000055555555514e <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555151 <+8>:     mov    %edi,-0x4(%rbp)
   0x0000555555555154 <+11>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x0000555555555157 <+14>:    add    %eax,%eax
   0x0000555555555159 <+16>:    pop    %rbp
   0x000055555555515a <+17>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdf80: 0xffffdfa0
(gdb) x $rbp
0x7fffffffdfa0: 0x00000000
(gdb) x/10wx $rsp
0x7fffffffdf80: 0xffffdfa0      0x00007fff      0x55555178      0x00005555
0x7fffffffdf90: 0xffffe090      0x00007fff      0x00000003      0x00000000
0x7fffffffdfa0: 0x00000000      0x00000000
(gdb)
```

9. push %rbp

현재 최상위 메모리(rsp)에 rbp 레지스터의 주 값을 push 한다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090
0x7fffffffdf9c	0x00005555
0x7fffffffdf88	0x55555178
0x7fffffffdf84	0x00007fff
0x7fffffffdf80	0xffffdfa0

// rsp가 8byte 만큼 push 되고,
// 이전 함수의 rbp 주소 값이 들어간 것 확인

디버깅 실습

10. mov %rsp,%rbp

rsp의 메모리 주소 값을 rbp의 메모리 주소 값에 대입

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090
0x7fffffffdf9c	0x00005555
0x7fffffffdf88	0x55555178
0x7fffffffdf84	0x00007fff
0x7fffffffdf80	0xffffdfa0

test_func 함수의 rbp

// 현재 rsp 메모리 주소는
// test_func의 rbp와 같으며, 안에 값은 이전 함수의 rbp임을 알 수 있다.

```
(gdb) x $rbp
0x7fffffffdfa0: 0x00000000
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdf80: 0xffffdfa0
(gdb) si
0x0000555555555151      10      {
(gdb) disas
Dump of assembler code for function test_func:
   0x0000555555555149 <+0>:     endbr64
   0x000055555555514d <+4>:     push   %rbp
   0x000055555555514e <+5>:     mov    %rsp,%rbp
=> 0x0000555555555151 <+8>:     mov    %edi,-0x4(%rbp)
   0x0000555555555154 <+11>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x0000555555555157 <+14>:    add    %eax,%eax
   0x0000555555555159 <+16>:    pop    %rbp
   0x000055555555515a <+17>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $rbp
0x7fffffffdf80: 0xffffdfa0
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdf80: 0xffffdfa0
(gdb)
```

디버깅 실습

11. mov %edi, -0x4(%rbp)

edi 주소 값을 rbp-0x4 위치에 대입 한다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090
0x7fffffffdf9c	0x00005555
0x7fffffffdf88	0x55555178
0x7fffffffdf84	0x00007fff
0x7fffffffdf80	0xffffdfa0
0x7fffffffdf7c	0x00000003

```
(gdb) x $edi
0x3:    Cannot access memory at address 0x3
(gdb) x $rbp-0x4
0x7fffffffdf7c: 0x00005555
(gdb) si
11              return num * 2;
(gdb) x $rbp-0x4
0x7fffffffdf7c: 0x00000003
(gdb) disas
Dump of assembler code for function test_func:
   0x0000555555555149 <+0>:     endbr64
   0x000055555555514d <+4>:     push   %rbp
   0x000055555555514e <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555151 <+8>:     mov    %edi,-0x4(%rbp)
=> 0x0000555555555154 <+11>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x0000555555555157 <+14>:    add    %eax,%eax
   0x0000555555555159 <+16>:    pop    %rbp
   0x000055555555515a <+17>:    retq
End of assembler dump.
(gdb)
```

// (gdb) si 실행 전 후로 $rbp-0x4의 메모리 값 변화 확인

디버깅 실습

12. mov -0x4(%rbp),%eax

rbp-0x4에 위치한 메모리 값을
eax 레지스터 주소 값에 대입

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090
0x7fffffffdf9c	0x00005555
0x7fffffffdf88	0x55555178
0x7fffffffdf84	0x00007fff
0x7fffffffdf80	0xffffdfa0
0x7fffffffdf7c	0x00000003

```
(gdb) x $eax
0x3:    Cannot access memory at address 0x3
(gdb) si
0x0000555555555157      11              return num * 2;
(gdb) x $eax
0x3:    Cannot access memory at address 0x3
(gdb)
```

디버깅 실습

13. add %eax,%eax

%eax = %eax + %eax의 의미

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090
0x7fffffffdf9c	0x00005555
0x7fffffffdf88	0x55555178
0x7fffffffdf84	0x00007fff
0x7fffffffdf80	0xffffdfa0
0x7fffffffdf7c	0x00000003

```
(gdb) x $eax
0x3:    Cannot access memory at address 0x3
(gdb) si
12      }
(gdb) disas
Dump of assembler code for function test_func:
   0x0000555555555149 <+0>:     endbr64
   0x000055555555514d <+4>:     push   %rbp
   0x000055555555514e <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555151 <+8>:     mov    %edi,-0x4(%rbp)
   0x0000555555555154 <+11>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x0000555555555157 <+14>:    add    %eax,%eax
=> 0x0000555555555159 <+16>:    pop    %rbp
   0x000055555555515a <+17>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $eax
0x6:    Cannot access memory at address 0x6
(gdb)
```

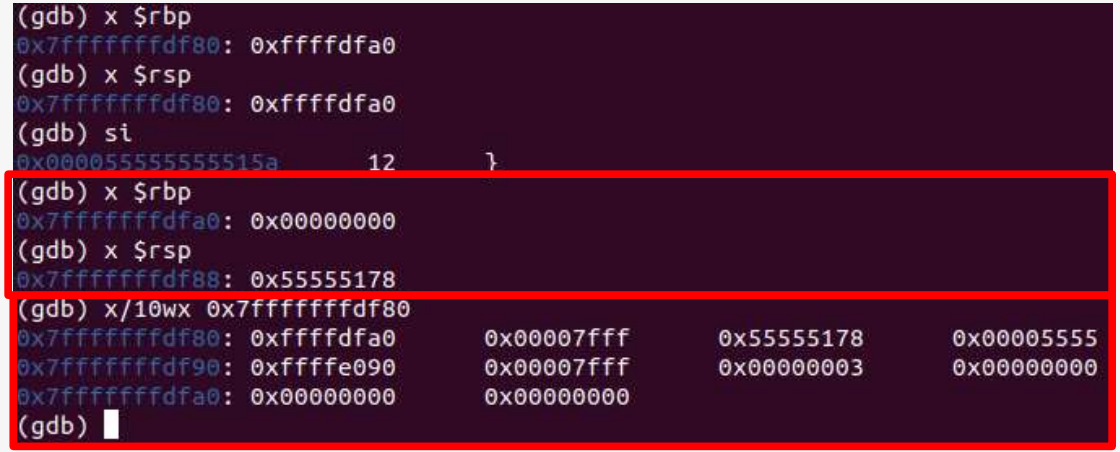
// (gdb) si 실행 전 후로 eax 레지스터 주소 값 변화 확

디버깅 실습

14. pop %rbp

현재 스택의 최상위(rsp)에서 메모리 값을 빼서 뒤쪽에 메모리나 레지스터에 값을 넘겨 준다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090
0x7fffffffdf9c	0x00005555
0x7fffffffdf88	0x55555178
0x7fffffffdf84	0x00007fff
0x7fffffffdf80	0xffffdfa0
0x7fffffffdf7c	0x00000003



// (gdb) si 실행 전, 후의 rbp, rsp 메모리 주소와 값을 확인
// 값을 빼냈기 때문에 rsp 값은 빠진 메모리 값 크기(8byte)만큼 올라가고
// 내부에 있는 값은 rbp 레지스터 주소 값으로 들어가는 것 확인
// 이전 함수의 rbp 주소 값으로 복원되었다.

디버깅 실습

15. retq

pop $rip 에 해당하는 연산
현재 스택의 최상위(rsp)에서 값을 빼서 rip에 넘겨 준다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
...	
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090
0x7fffffffdf9c	0x00005555
0x7fffffffdf88	0x55555178

```
Dump of assembler code for function test_func:
   0x0000555555555149 <+0>:     endbr64
   0x000055555555514d <+4>:     push   %rbp
   0x000055555555514e <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555151 <+8>:     mov    %edi,-0x4(%rbp)
   0x0000555555555154 <+11>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x0000555555555157 <+14>:    add    %eax,%eax
   0x0000555555555159 <+16>:    pop    %rbp
=> 0x000055555555515a <+17>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) x $rip
0x55555555515a <test_func+17>:  0x1e0ff3c3
(gdb) x/2wx $rsp
0x7fffffffdf88: 0x55555178      0x00005555
(gdb) si
0x0000555555555178 in main () at function.c:17
17              int result = test_func(num);
(gdb) x $rip
0x555555555178 <main+29>:       0x8bfc4589
(gdb) x $rsp
0x7fffffffdf90: 0xffffe090
(gdb)
```

// (gdb) si 실행 전, rsp에는 8byte의 복귀주소가 있으며,
// 그 값이 빠지며 rsp는 8byte만큼 올라가고
// 내부에 있는 값(복귀주소)는 rip 메로리 주소 값으로 들어간다.
// (gdb) si 실행 전, 후 rsp, rip의 값 변화를 확인

디버깅 실습

16. mov %eax, -0x4(%rbp)

%eax의 값을 %rbp-0x4에 위치한 메모리에 대입한다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
0x7fffffffdf9c	0x00000006
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090

```
(gdb) x $eax
0x6:    Cannot access memory at address 0x6
(gdb) x $rbp-0x4
0x7fffffffdf9c: 0x00000000
(gdb) x/6wx $rsp
0x7fffffffdf90: 0xffffe090      0x00007fff      0x00000003      0x00000000
0x7fffffffdfa0: 0x00000000      0x00000000
(gdb) si
19              printf("result = %d\n", result);
(gdb) x/6wx $rsp
0x7fffffffdf90: 0xffffe090      0x00007fff      0x00000003      0x00000006
0x7fffffffdfa0: 0x00000000      0x00000000
(gdb)
```

// eax 메모리 값은 0x6,
// $rbp-0x4의 메모리 값은 0x0 이며,
// si 실행 전, 후로 해당 메모리 값의 변화를 확인

디버깅 실습

17. mov -0x4(%rbp),%eax

%rbp-0x4에 위치한 메모리를 %eax에 값으로 대입한다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
0x7fffffffdf9c	0x00000006
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090

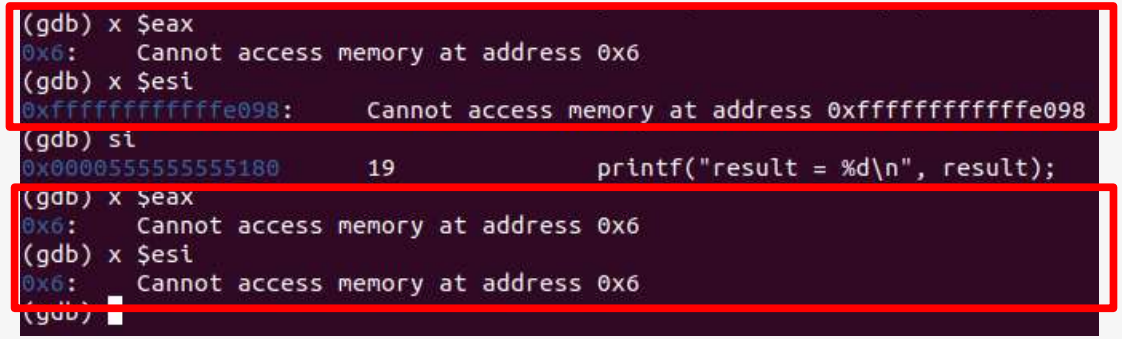
```
(gdb) x $eax
0x6:    Cannot access memory at address 0x6
(gdb) si
0x000055555555517e      19              printf("result = %d\n", result);
(gdb) x $eax
0x6:    Cannot access memory at address 0x6
(gdb)
```

디버깅 실습

18. mov %eax,%esi

%eax값을 %esi값에 대입한다.

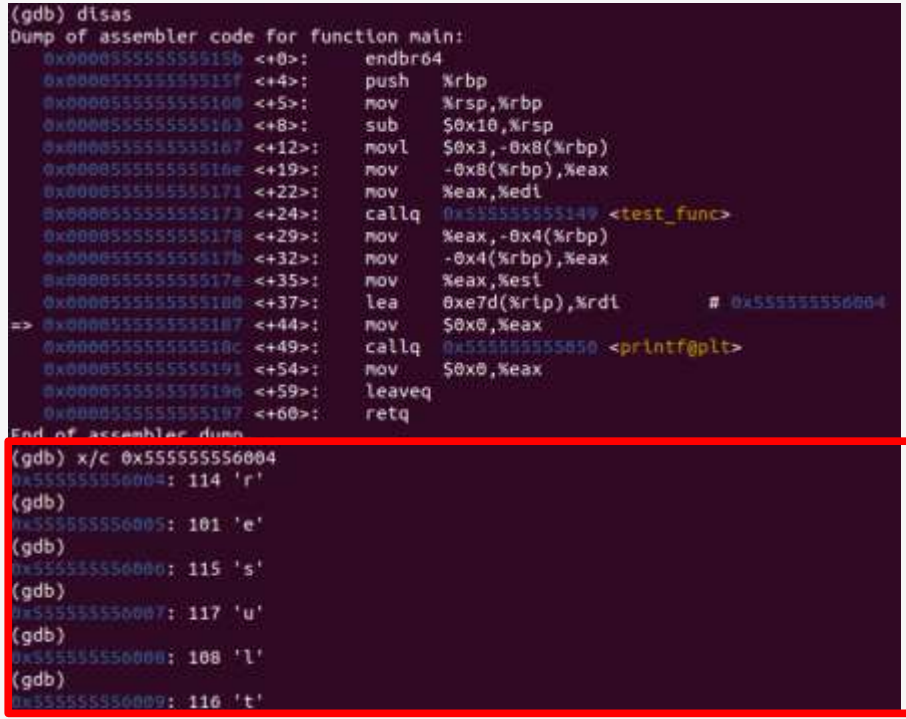
주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
0x7fffffffdf9c	0x00000006
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090



디버깅 실습

19. lea 0xe7d(%rip),%rdi #0555555556004

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
0x7fffffffdf9c	0x00000006
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090



디버깅 실습

20. mov $0x0,%eax

0x0을 %eax값에 대입한다.

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
0x7fffffffdf9c	0x00000006
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090

```
(gdb) x $eax
0x6:    Cannot access memory at address 0x6
(gdb) si
0x000055555555518c      19              printf("result = %d\n", result);
(gdb) x $eax
0x0:    Cannot access memory at address 0x0
(gdb)
```

디버깅 실습

21.
(gdb) ni
// callq printf 함수 수행
(gdb) si
// mov $0x0,%eax
(gdb) si
// leaveq 스택 해제 명령어
// leaveq 전, 후의 stack frame 확인

주소	메모리
0x7fffffffdfa8	0xf7deb0b3
0x7fffffffdfa0	0x00000000
0x7fffffffdf9c	0x00000006
0x7fffffffdf98	0x00000003
...	
0x7fffffffdf90	0xffffe090

```
(gdb) disas
Dump of assembler code for function main:
   0x000055555555515b <+0>:     endbr64
   0x000055555555515f <+4>:     push   %rbp
   0x0000555555555160 <+5>:     mov    %rsp,%rbp
   0x0000555555555163 <+8>:     sub    $0x10,%rsp
   0x0000555555555167 <+12>:    movl   $0x3,-0x8(%rbp)
   0x000055555555516e <+19>:    mov    -0x8(%rbp),%eax
   0x0000555555555171 <+22>:    mov    %eax,%edi
   0x0000555555555173 <+24>:    callq  0x555555555149 <test_func>
   0x0000555555555178 <+29>:    mov    %eax,-0x4(%rbp)
   0x000055555555517b <+32>:    mov    -0x4(%rbp),%eax
   0x000055555555517e <+35>:    mov    %eax,%esi
   0x0000555555555180 <+37>:    lea    0xe7d(%rip),%rdi        # 0x555555556004
   0x0000555555555187 <+44>:    mov    $0x0,%eax
=> 0x000055555555518c <+49>:    callq  0x555555555050 <printf@plt>
   0x0000555555555191 <+54>:    mov    $0x0,%eax
   0x0000555555555196 <+59>:    leaveq
   0x0000555555555197 <+60>:    retq
End of assembler dump.
(gdb) ni
result = 6
20              return 0;
(gdb) si
21      }
(gdb) x/6wx $rsp
0x7fffffffdf90: 0xffffe090      0x00007fff      0x00000003      0x00000006
0x7fffffffdfa0: 0x00000000      0x00000000
(gdb) si
0x0000555555555197      21      }
(gdb) x/6wx $rsp
0x7fffffffdfa8: 0xf7deb0b3      0x00007fff      0xf7ffc620      0x00007fff
0x7fffffffdfb8: 0xffffe098      0x00007fff
```