ELF File Format

김선호, 조준래

Embedded Systems Lab. of Hansung University

작성자 : 김 선호 (tjsghgogo@naver.com)

조 준래 (wnsfo@hansung.ac.kr)

© 한성대학교 컴퓨터공학과 임베디드 시스템 실험실

© **Embedded Systems Lab. Hansung University**

이 문서는 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시 2.0 대한민국 라이센스에 따라 이용하실 수 있습니다.

목 차

머리말

Elf File Format

- ELF는 원래 UNIX 시스템 연구소에서 Application Binary Interface(ABI)의 한 부분으로 개발되고 공개되었다.
- ELF의 약자는 "Executable and Linkable Format" 이다.
- ELF 표준은 다양한 운영체제에 걸쳐서 사용될 수 있는 이진 인터페이스를 프로그래머에게 제공함으로써, 소프트웨어 개발에 연계성을 주기 위해 만들어졌다.

※ 따라서 서로 다른 여러 인터페이스의 구현을 방지하고, 그럼으로써 프로그램을 다시 짜고 재 컴파일 해야 할 필요성을 줄이게 된다.

ELF File Types

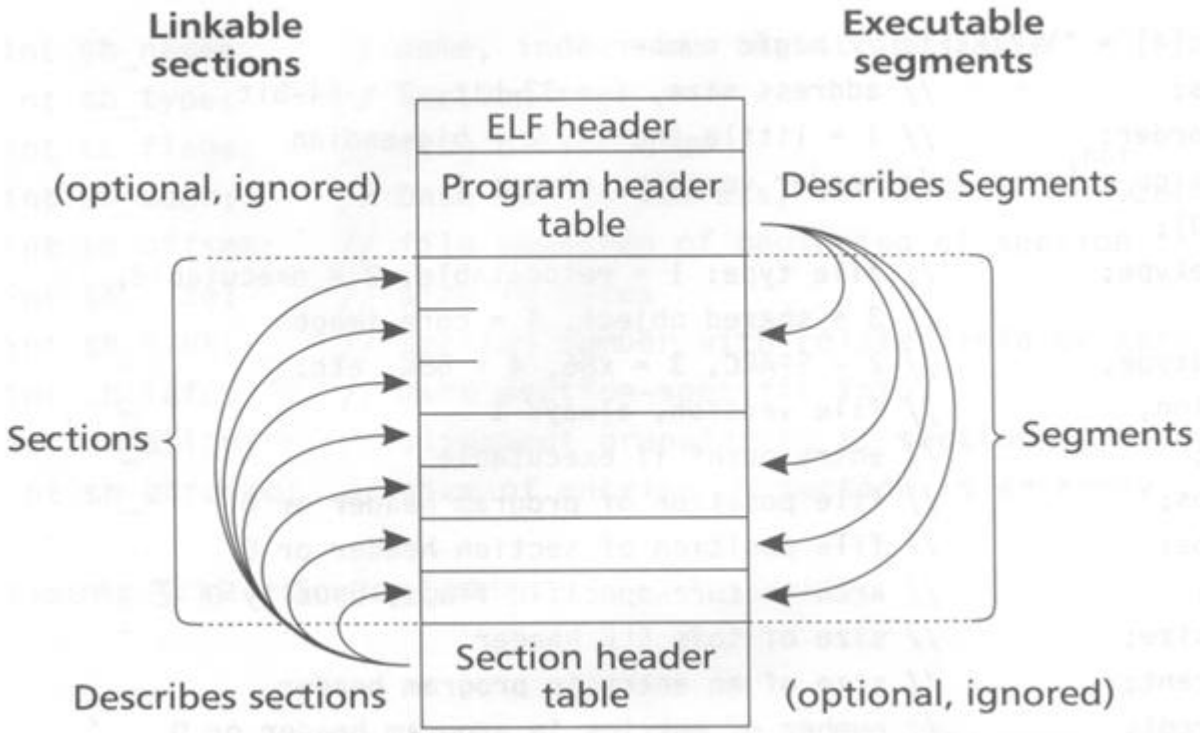
- 재배치 파일
  - 다른 목적파일과 연결됨으로써 실행프로그램이나 공유목적파일을 생성할 수 있는 코드와 데이터를 가지고 있다.
- 실행 파일
  - 실행에 적합한 프로그램을 가지고 있다.
- 공유목적파일
  - ld를 이용하여 다른 재배치 목적파일이나 공유목적파일과 연결되어 새로운 목적파일을 만들어내는 것
  - 동적 링커가 실행파일과 다른 공유목적파일을 연결하여 프로그램을 실행한다.

ELF Structure

- ELF 파일은 두 가지 형태의 파일구조를 가진다.
  - 컴파일러, 어셈블러, 링커들은 논리적 섹션 테이블로 설명한 논리적 섹션 집합들의 파일을 취급합니다.
  - 시스템 로더는 프로그램 헤더 테이블로 설명한 세그먼트 집합들의 파일을 취급합니다.

ELF Structure

- 목적 파일은 프로그램의 링킹 단계와 실행단계에서 사용된다.



ELF Structure

- 단일 세그먼트는 보통 몇 가지 섹션으로 구성되어 있습니다
  ex) loadable read-only 세그먼트는 실행 코드에 대한 섹션이 포함될 수 있습니다. 또한, 동적 링커에 대한 심볼 섹션이 포함될 수 있습니다.

- 재배치 파일은 섹션 헤더 테이블을 가진다.
  실행파일은 프로그램 헤더 테이블을 가진다.
  공유목적파일은 둘 다 가진다.

- 섹션이 링커에 의해 추가로 처리할 의도가 있다면, 세그먼트는 의도하는 메모리로 매핑합니다.

Data Representation

- 목적파일 구조는 8-비트 바이트와 32비트 구조를 가진 다양한 CPU들을 지원한다.

- 기계종속적이 아닌 구조를 지원할 수 있도록 몇 가지의 제어 데이터를 제공하여, 보다 일반적인 방법으로 목적파일의 내용을 인식하고 해석할 수 있도록 한다.

Name	Size	Alignment	Purpose
Elf32_Addr	4	4	Unsigned program address
Elf32_Half	2	2	Unsigned medium integer
Elf32_Off	4	4	Unsigned file offset
Elf32_Sword	4	4	Signed large integer
Elf32_Word	4	4	Unsigned large integer
unsigned char	1	1	Unsigned small integer

목적파일

ELF Header (1/2)

- ELF 헤더는 언제나 처음 부분에 위치하고 있다.
- 프로그램 헤더 테이블과 섹션 헤더 테이블의 파일 위치는 ELF 헤더에서 정의하고 있다.
- 헤더는 심지어 기계와 파일의 대상 아키텍처에서 다른 바이트 순서를 해독할 수 있다.
  - 클래스와 엔코딩 방법은 Elf 헤더에 있는 나머지 필드를 읽은 후에 해독할 수 있다.
  - elf format은 두 개의 다른 주소 사이즈를 제공한다.
    - 32 bits
    - 64 bits

ELF Header (2/2)

```
#define EI_NIDENT       16

typedef struct {
        unsigned char   e_ident[EI_NIDENT];
        Elf32_Half      e_type;
        Elf32_Half      e_machine;
        Elf32_Word      e_version;
        Elf32_Addr      e_entry;
        Elf32_Off       e_phoff;
        Elf32_Off       e_shoff;
        Elf32_Word      e_flags;
        Elf32_Half      e_ehsize;
        Elf32_Half      e_phentsize;
        Elf32_Half      e_phnum;
        Elf32_Half      e_shentsize;
        Elf32_Half      e_shnum;
        Elf32_Half      e_shstrndx;
} Elf32_Ehdr;
```

Section Header (1/2)

- 섹션들은 ELF 헤더와 프로그램 헤더 테이블, 섹션 헤더 테이블을 제외한, 목적파일의 모든 정보를 가지고 있다. 또한 목적파일의 섹션들은 몇 가지 조건들을 만족한다.
  - 목적파일 안에 있는 모든 섹션들은 자신을 나타내는 섹션 헤더가 정확히 하나 존재한다. 섹션 헤더는 섹션을 가지지 않은 채 존재할 수 있다.
  - 모든 섹션은 파일내에서 연속적인(비어 있을 수도 있음) 바이트열을 차지하고 있다.
  - 파일 안의 섹션들은 겹쳐질 수 없다. 파일 안의 어떤 바이트도 하나 이상의 섹션에 포함되지 않는다.
  - 목적파일은 사용되지 않는 공간을 가질 수 있다. 다수의 헤더들과 섹션들도 목적파일의 모든 바이트를 설명하지는 않는다. 사용되지 않는 데이터들의 내용은 나타나지 않는다.

Section Header (2/2)

```
typedef struct {
        Elf32_Word      sh_name;
        Elf32_Word      sh_type;
        Elf32_Word      sh_flags;
        Elf32_Addr      sh_addr;
        Elf32_Off       sh_offset;
        Elf32_Word      sh_size;
        Elf32_Word      sh_link;
        Elf32_Word      sh_info;
        Elf32_Word      sh_addralign;
        Elf32_Word      sh_entsize;
} Elf32_Shdr;
```

Types in Section Header

- SHT_PROGBITS
  - 이 섹션은 프로그램에 의해 정의되는 정보들을 담고 있다.
- SHT_NOBITS
  - 이 타입을 갖는 섹션은 목적파일속에 아무런 공간도 차지하지 않으며, 그 외는 SHT_PROGBITS 와 유사하다.
- SHT_SYMTAB와 SHT_DYNSYM
  - 이 섹션들은 심볼 테이블을 가지고 있다.
- SHT_STRTAB
  - 문자열 테이블을 가지고 있는 섹션이다.
- SHT_RELA and SHT_REL
  - 재배치 엔트리를 담고 있는 섹션이다.
- SHT_HASH
  - 심볼 해시 테이블을 가진 섹션이다. 동적 링크에 관계되는 모든 정보들은 심볼 해시 테이블을 담고 있어야 한다

Flags in Section Header

- SHF_WRITE
  - 이 섹션은 프로세스가 실행중일 때 쓰여질 수 있는 데이터를 가지고 있다
- SHF_ALLOC
  - 이 섹션은 프로세스가 실행할 때 메모리를 차지한다. 몇몇의 제어용 섹션들은 목적 파일의 메모리 이미지에는 존재하지 않는다. 이 속성은 이러한 섹션들에 대해서는 0 값을 갖는다.
- SHF_EXECINSTR
  - 이 섹션은 실행될 수 있는 기계어 명령어들을 담고 있다.
- SHF_MASKPROC
  - 이 마스크 비트에 포함되는 모든 비트들은 프로세서에 의존적인 의미를 지니는 것으로 예약되어 있다.

Various Sections (1/6)

- .text
  - 프로그램의 "텍스트", 또는 실행 가능한 명령어들을 담고 있다.
  - Type : SHT_PROGBITS
  - Flags : SHT_ALLOC + SHT_EXECINSTR
- .data
  - 프로그램 메모리 영역에 제공되는 초기화된 데이터들을 담고 있다.
  - Type : SHT_PROGBITS
  - Flags : SHT_ALLOC + SHT_WRITE

Various Sections (2/6)

- .rodata
  - 프로세스의 이미지에서 쓰기 불가능한 세그먼트에 전형적으로 사용되는 읽기 전용 데이터를 담고 있다.
  - Type : SHT_PROGBITS
  - Flags : SHF_ALLOC

- .bss
  - 프로그램의 메모리 영역에 제공되는 초기화되지 않은 데이터를 담고 있다. 또한, SHT_NOBITS의 경우와 같이 목적파일 내에 아무런 공간도 차지하지 않는다.
  - Type : SHT_NOBITS
  - Flags : SHT_ALLOC + SHT_WRITE

Various Sections (3/6)

- .rel.*text*, *.rel.data*, *and .rel.rodata*
  - 재배치 정보를 담고 있다.
  - Type : SHT_REL
  - Flags : 만일 파일이 재배치를 포함하는 적재 가능한 세그먼트를 가지고 있다면, 섹션의 속성은 SHF_ALLOC 비트를 포함하며, 그렇지 않은 경우 그 비트는 없을 것이다.
- .symtab
  - 심볼 테이블을 담고 있다.
- .strtab
  - 문자열들을 담고 있는데, 대부분은 보통 심볼 테이블과 관련되어 있는 이름을 나타내는 문자열들이다.

Various Sections (4/6)

- .init
  - 프로세스의 초기화에 사용될 실행 명령어들을 가지고 있다.
  - 프로그램이 맨 처음 실행될 때, 시스템은 주 프로그램의 시작점을 호출하기 전에(C에서 main을 호출함) 이 섹션에 있는 명령어들을 수행한다.
  - Type : SHT_PROGBITS
  - Flags : SHT_ALLOC + SHT_EXECINSTR
- .fini
  - 프로세스의 종료 코드에 제공될 실행 명령어들을 담고 있다.
  - Type : SHT_PROGBITS
  - Flags : SHT_ALLOC + SHT_EXECINSTR
- C에서는 두개의 섹션이 필요하지 않지만, C++에서는 필요하다.

Various Sections (5/6)

- .interp
  - 프로그램의 분석기의 경로명을 가지고 있다.
  - Type : SHT_PROGBITS
  - Flags : 만일 파일이 섹션을 가진 적재가능한 세그먼트를 가지고 있다면, 그 섹션의 속성은 SHF_ALLOC 비트를 포함할 것이다. 아닌 경우, 그 비트는 포함되지 않는다.
- .debug
  - 심볼릭 디버깅에 필요한 정보들을 담고 있다. 내용은 표시되지 않는다.
  - Type : SHT_PROGBITS
- .line
  - 소스 프로그램과 기계어 코드와의 연결을 나타내는 심볼릭 디버깅을 위한 라인 넘버 정보를 가지고 있다.
  - Type : SHT_PROGBITS

Various Sections (6/6)

- .commnt
  - 버전 제어 정보를 담고 있다.
- .got
  - 전역 옵셋 테이블을 가지고 있다.
  - Type : SHT_PROGBITS
- .plt
  - 프로시저 연결 테이블을 담고 있다.
  - Type : SHT_PROGBITS
- .note
  - 여분의 정보를 가지고 있다.

String Table

- 문자열 테이블 섹션은 널문자로 끝나는, 보통 스트링(string)이라고 부르는 문자열들을 담고 있다.
- 목적파일은 이러한 문자열들을 심볼과 섹션 이름을 표현하기 위해서 사용한다. 경우에 따라 문자열은 문자열 테이블 섹션으로의 인덱스로 참조한다.
- 첫 번째 바이트는 인덱스 0으로서, 널문자를 갖도록 정의된다.

Index	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
0	\0	n	a	m	e	.	\0	V	a	r
10	i	a	b	l	e	\0	a	b	l	e
20	\0	\0	x	x	\0					

Index	String
0	*none*
1	name.
7	Variable
11	able
16	able
24	*null string*

Symbol Table

- 목적파일의 심볼 테이블은 프로그램 심볼의 정의와 참조에 대한 배치와 재배치 정보를 담고 있다.
- 심볼 테이블 인덱스는 이 배열의 첨자이다.
- 인덱스 0은 테이블의 첫 번째 엔트리를 가리키고 미정의된 심볼 인덱스를 표현한다.

```
typedef struct {
        Elf32_Word      st_name;
        Elf32_Addr      st_value;
        Elf32_Word      st_size;
        unsigned char   st_info;
        unsigned char   st_other;
        Elf32_Half      st_shndx;
} Elf32_Sym;
```

Symbol Table

Relocation Table

- 재배치는 심볼에 대한 참조를 심볼의 실제 값과 연결시키는 과정이다.
- 재배치 파일들은 어떻게 그들의 섹션 내용들을 수정할 것인지를 나타내는 정보들을 가지고 있어야 하며, 따라서 실행파일이나 공유목적파일들로 하여금 프로세스의 프로그램 이미지에 대해서 올바른 정보를 갖도록 해 주어야 한다.

```
typedef struct {
        Elf32_Addr      r_offset;
        Elf32_Word      r_info;
} Elf32_Rel;

typedef struct {
        Elf32_Addr      r_offset;
        Elf32_Word      r_info;
        Elf32_Sword     r_addend;
} Elf32_Rela;
```

Relocation Table

프로그램 적재 및 동적 연결

Program Header

- 실행 가능 또는 공유 가능한 목적파일의 프로그램 헤더는 여러 구조체의 배열이며, 각 구조체는 세그먼트 또는 프로그램의 실행을 준비하는데 필요한 다른 정보들을 기술한다.
- 목적파일 세그먼트는 하나 또는 다수의 섹션을 포함하며, 세그먼트 내용에서 기술된 바와 같이 저장된다.
- 프로그램 헤더는 실행 가능하거나 공유 가능한 목적파일에만 의미가 있다.

```
typedef struct {
        Elf32_Word      p_type;
        Elf32_Off       p_offset;
        Elf32_Addr      p_vaddr;
        Elf32_Addr      p_paddr;
        Elf32_Word      p_filesz;
        Elf32_Word      p_memsz;
        Elf32_Word      p_flags;
        Elf32_Word      p_align;
} Elf32_Phdr;
```

The Types in Program Header

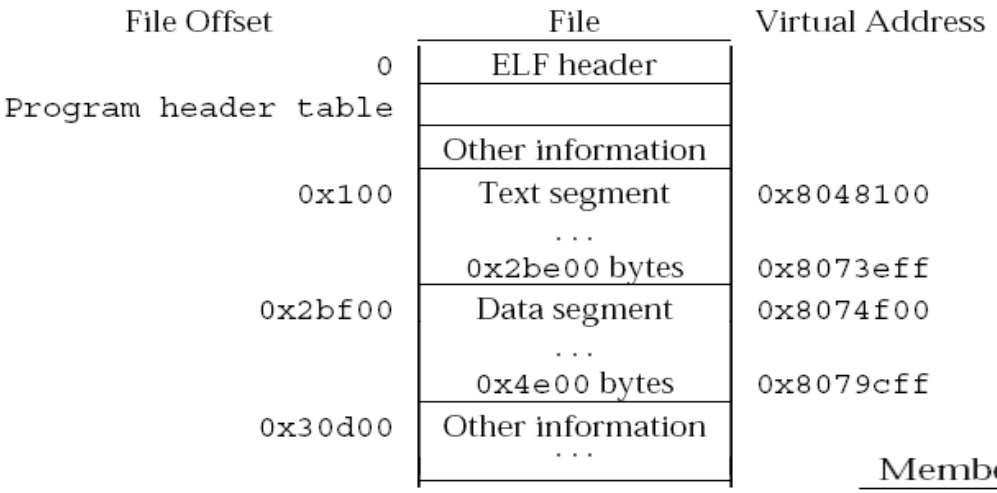
- 정의된 타입 값들은 아래와 같으며, 다른 값들은 미래의 사용을 위해 예약되어 있다.
  - PT_LOAD
    - 이 배열 원소는 p_filesz와 p_memsz에 표시되는 적재가능한 세그먼트를 나타낸다.
    - 적재 가능한 세그먼트 엔트리들은 p_vaddr 멤버의 의해 정렬되어 오름차순으로 프로그램 헤더 테이블에 나타난다.
  - PT_DYNAMIC
    - 이 배열 원소는 동적 연결 정보를 담고 있다.
  - PT_INTERP
    - 이 배열 원소는 인터프리터로서 호출하기 위한 이종료 경로명의 위치와 크기를 담고 있다.
    - 이 세그먼트 타입은 실행가능한 파일에만 적용된다.

Program Loading (1/3)

- 시스템이 프로세스 이미지를 생성하거나 증대시킬 때, 그것은 논리적으로 파일의 세그먼트를 가상 메모리 세그먼트로 복사한다.
- 시스템이 물리적으로 읽을 때, 파일은 프로그램의 실행 행위와 시스템 부하 등에 의존한다.
- 실제로 이러한 효과를 얻기 위해서는, 실행 가능 및 공유 가능한 목적파일들은 파일 옵셋과 가상 주소들이 페이지 크기의 나머지와 부합하는 세그먼트 이미지들을 가져야 한다.

Program Loading (2/3)

- 실행파일과 프로그램 헤더 세그먼트



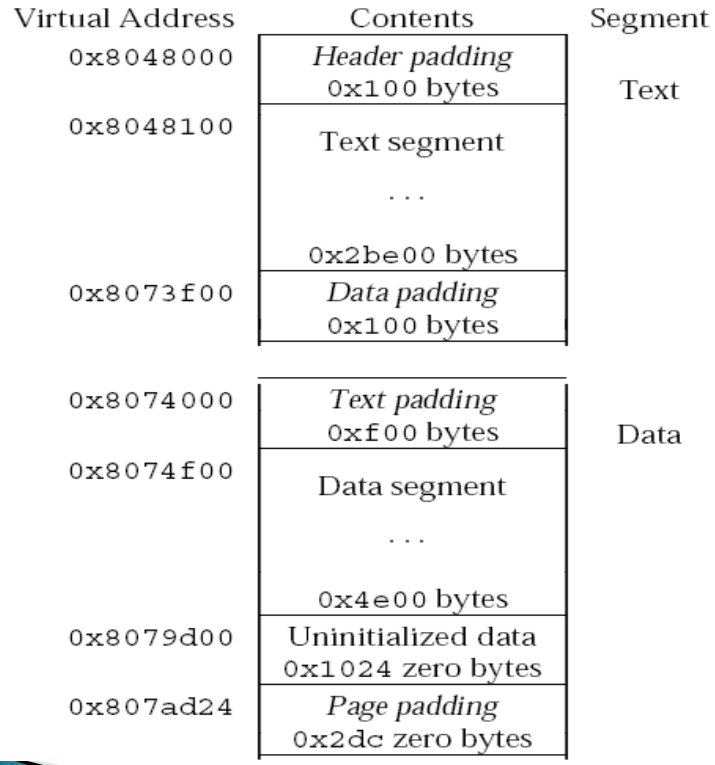
실행파일

Member	Text	Data
p_type	PT_LOAD	PT_LOAD
p_offset	0x100	0x2bf00
p_vaddr	0x8048100	0x8074f00
p_paddr	unspecified	unspecified
p_filesz	0x2be00	0x4e00
p_memsz	0x2be00	0x5e24
p_flags	PF_R + PF_X	PF_R + PF_W + PF_X
p_align	0x1000	0x1000

프로그램 헤더 세그먼트

Program Loading (3/3)

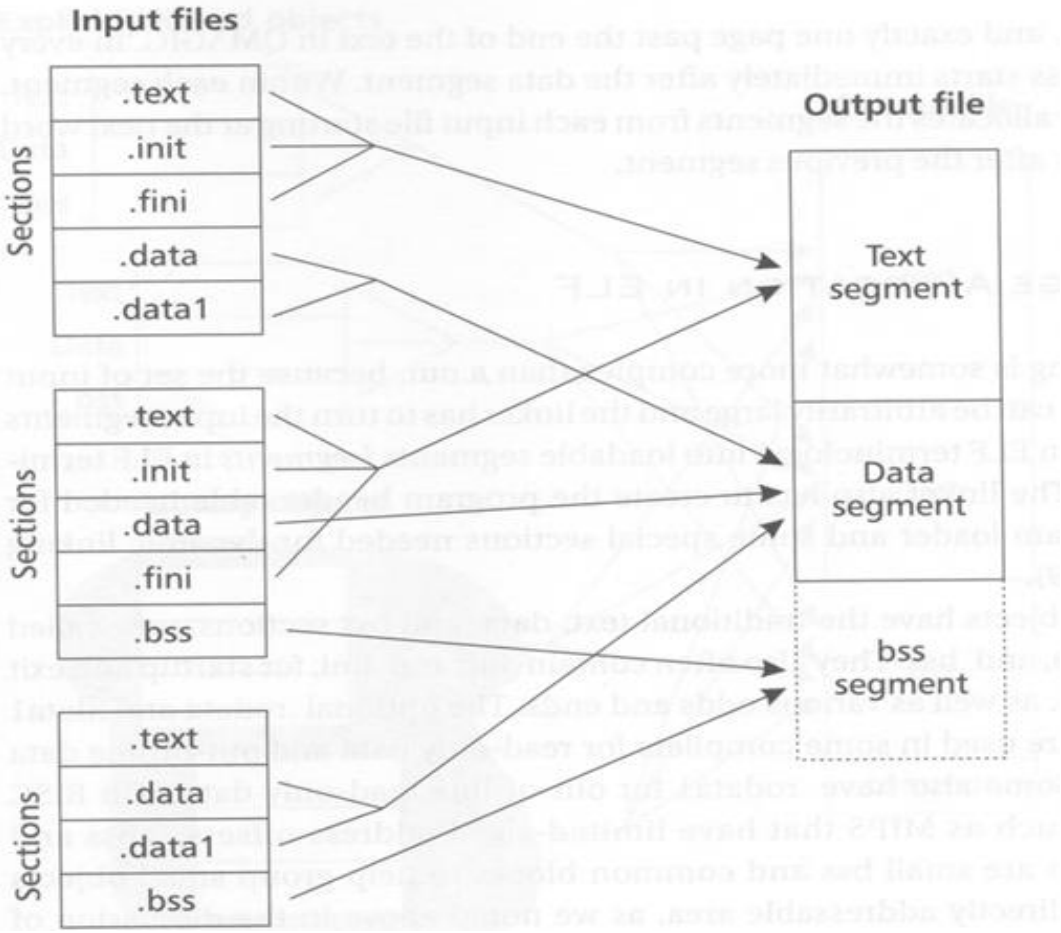
- 프로세스 이미지



- 공유 목적파일의 가상주소 할당 예

Sourc	Text	Data	Base Address
File	0x200	0x2a400	0x0
Process 1	0x80000200	0x8002a400	0x80000000
Process 2	0x80081200	0x800ab400	0x80081000
Process 3	0x900c0200	0x900ea400	0x900c0000
Process 4	0x900c6200	0x900f0400	0x900c6000

Elf Linking


Input files
Sections
.text
.init
.fini
.data
.data1
Sections
.text
.init
.data
.fini
.bss
Sections
.text
.data
.data1
.bss
Output file
Text segment
Data segment
bss segment

Elf File Trace

(We can use the objdump and readelf command)

readelf

- readelf 는 BFD 라이브러리를 이용하지 않고 직접 ELF를 읽게 위한 툴이다.
- BFD (Binary File Descriptor Library : 다양한 형식의 오브젝트 파일의 호환성을 위한 GNU 프로젝트의 주 메커니즘.)
- objdump 보다 상세한 정보를 얻을 수 있다.

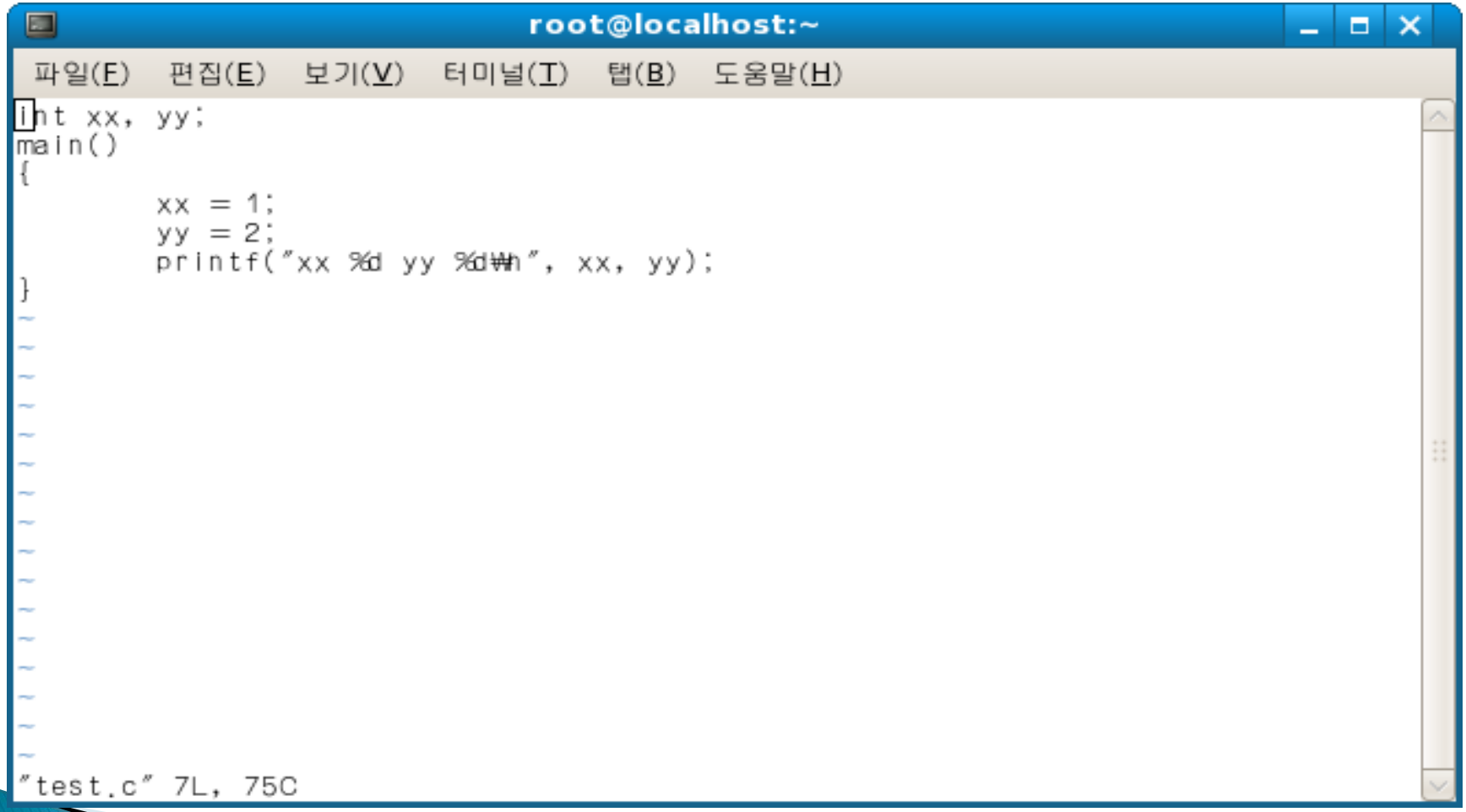
Objdump

- Objdump는 자신의 소유이거나 또는 내부 라이브러리에 있는 하나 이상의 목적파일들에 대한 정보를 보여준다.

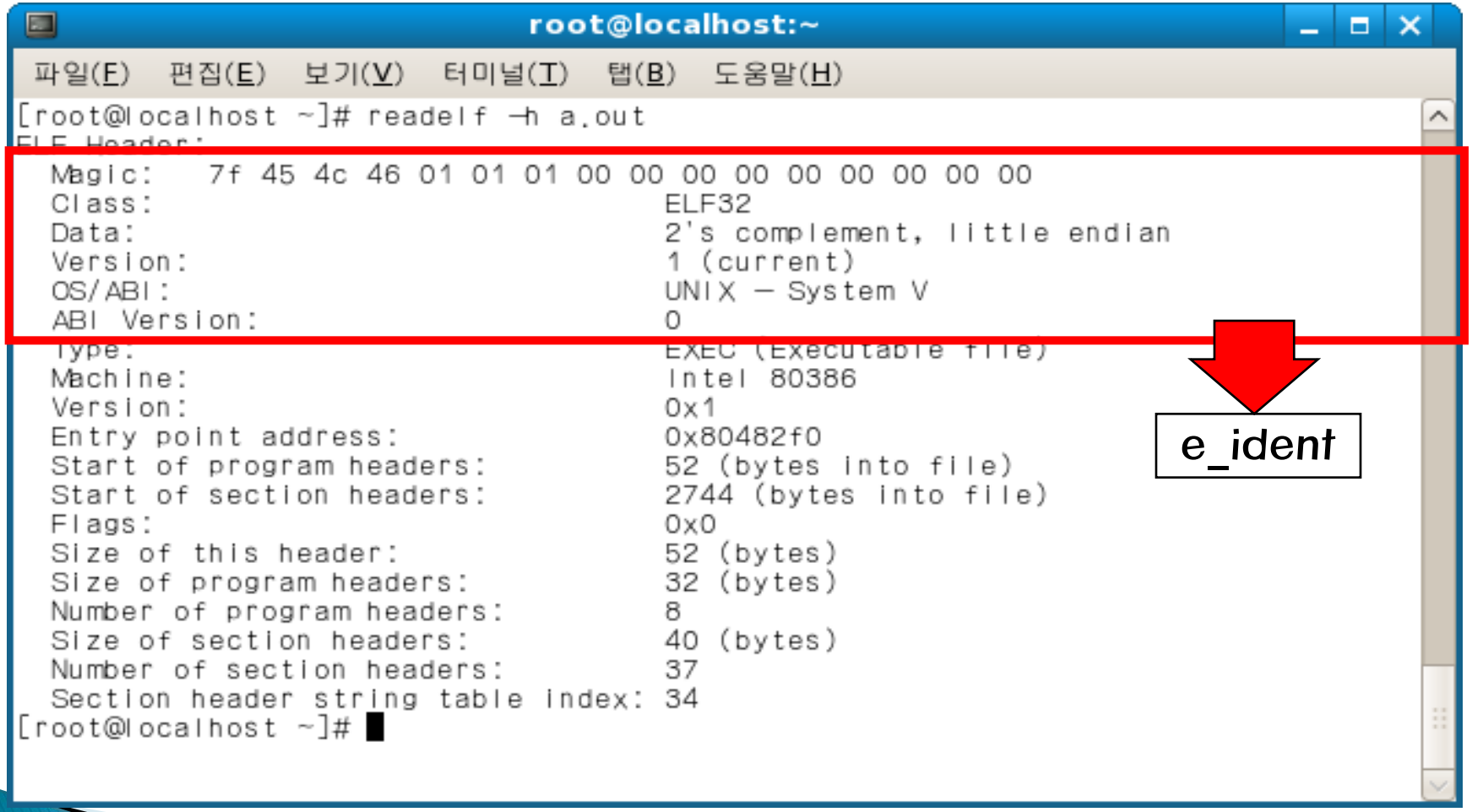
- 각 옵션들은 어떠한 정보들을 출력할지를 제어한다.

※ 특히 이 정보들은 주로 일반적인 프로그래머가 아닌
컴파일 툴을 개발하는 프로그래머들에게 유용할 것이다.

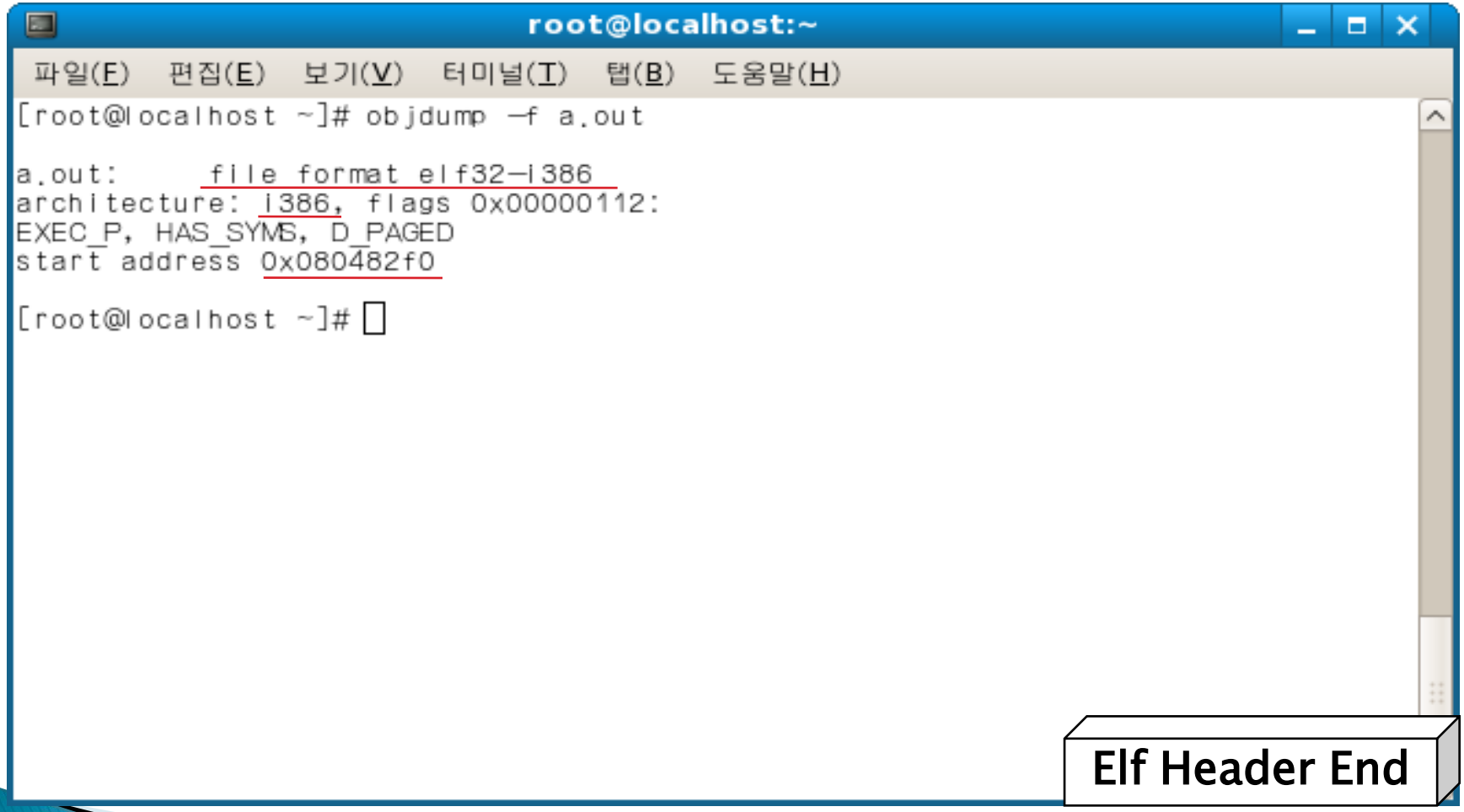
An Example C Program



ELF Header Information (readelf)



ELF Header Information (objdump)



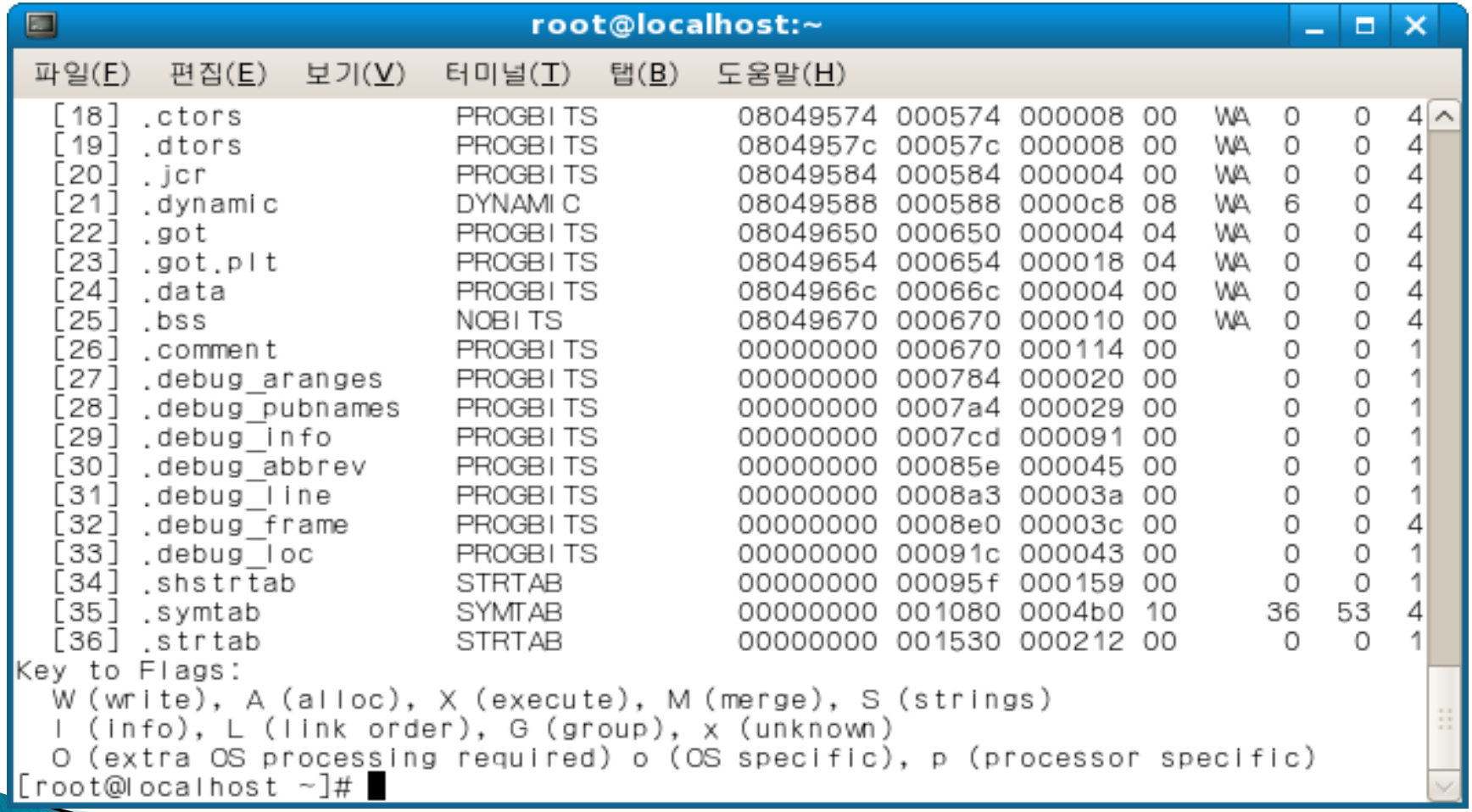
Section Header - readelp (1/2)

root@localhost:~

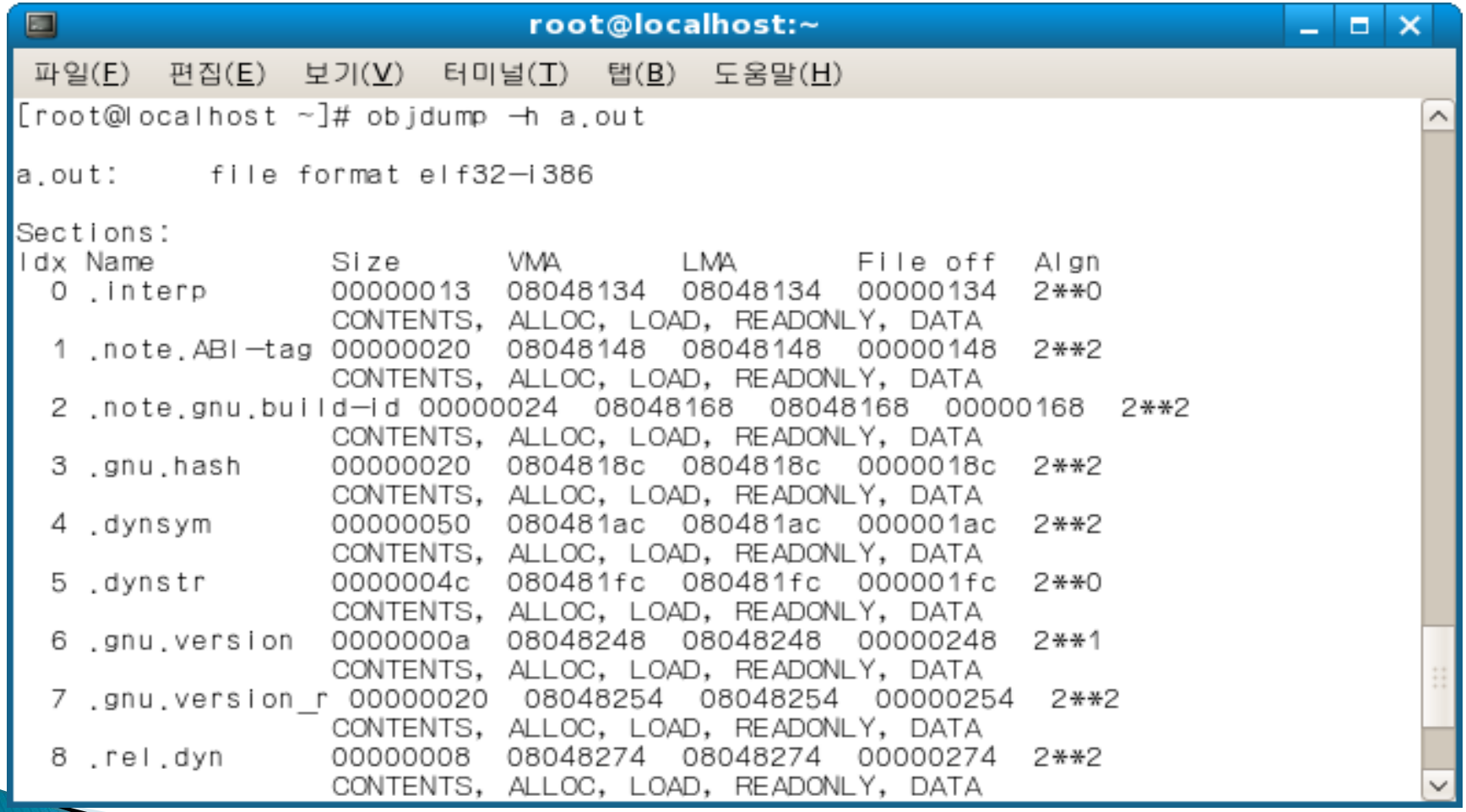
파일(F) 편집(E) 보기(V) 터미널(T) 탭(B) 도움말(H)

```
[root@localhost ~]# readelf -S a.out
There are 37 section headers, starting at offset 0xab8:

Section Headers:
  [Nr] Name              Type            Addr     Off    Size   ES Flg Lk Inf Al
  [ 0]                   NULL            00000000 000000 000000 00      0   0  0
  [ 1] .interp           PROGBITS        08048134 000134 000013 00   A  0   0  1
  [ 2] .note.ABI-tag     NOTE            08048148 000148 000020 00   A  0   0  4
  [ 3] .note.gnu.build-i NOTE            08048168 000168 000024 00   A  0   0  4
  [ 4] .gnu.hash         GNU_HASH        0804818c 00018c 000020 04   A  5   0  4
  [ 5] .dynsym           DYNSYM          080481ac 0001ac 000050 10   A  6   1  4
  [ 6] .dynstr           STRTAB          080481fc 0001fc 00004c 00   A  0   0  1
  [ 7] .gnu.version      VERSYM          08048248 000248 00000a 02   A  5   0  2
  [ 8] .gnu.version_r    VERNEED         08048254 000254 000020 00   A  6   1  4
  [ 9] .rel.dyn          REL             08048274 000274 000008 08   A  5   0  4
  [10] .rel.plt          REL             0804827c 00027c 000018 08   A  5  12  4
  [11] .init             PROGBITS        08048294 000294 000017 00  AX  0   0  4
  [12] .plt              PROGBITS        080482ac 0002ac 000040 04  AX  0   0  4
  [13] .text             PROGBITS        080482f0 0002f0 0001d8 00  AX  0   0 16
  [14] .fini             PROGBITS        080484c8 0004c8 00001c 00  AX  0   0  4
  [15] .rodata           PROGBITS        080484e4 0004e4 000019 00   A  0   0  4
  [16] .eh_frame_hdr     PROGBITS        08048500 000500 00001c 00   A  0   0  4
  [17] .eh_frame         PROGBITS        0804851c 00051c 000058 00   A  0   0  4
  [18] .ctors            PROGBITS        08049574 000574 000008 00  WA  0   0  4
```

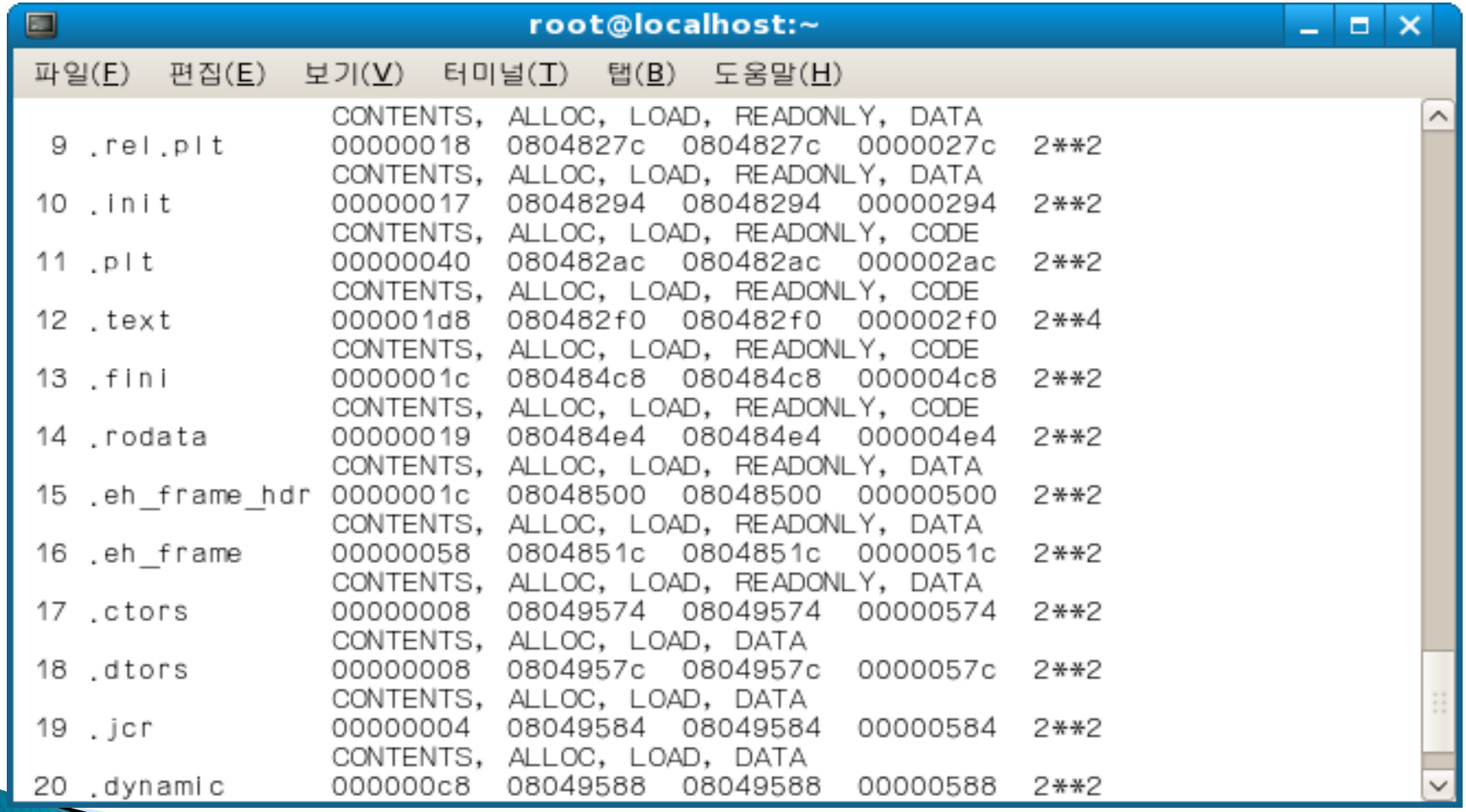
Section Header - readelp (2/2)



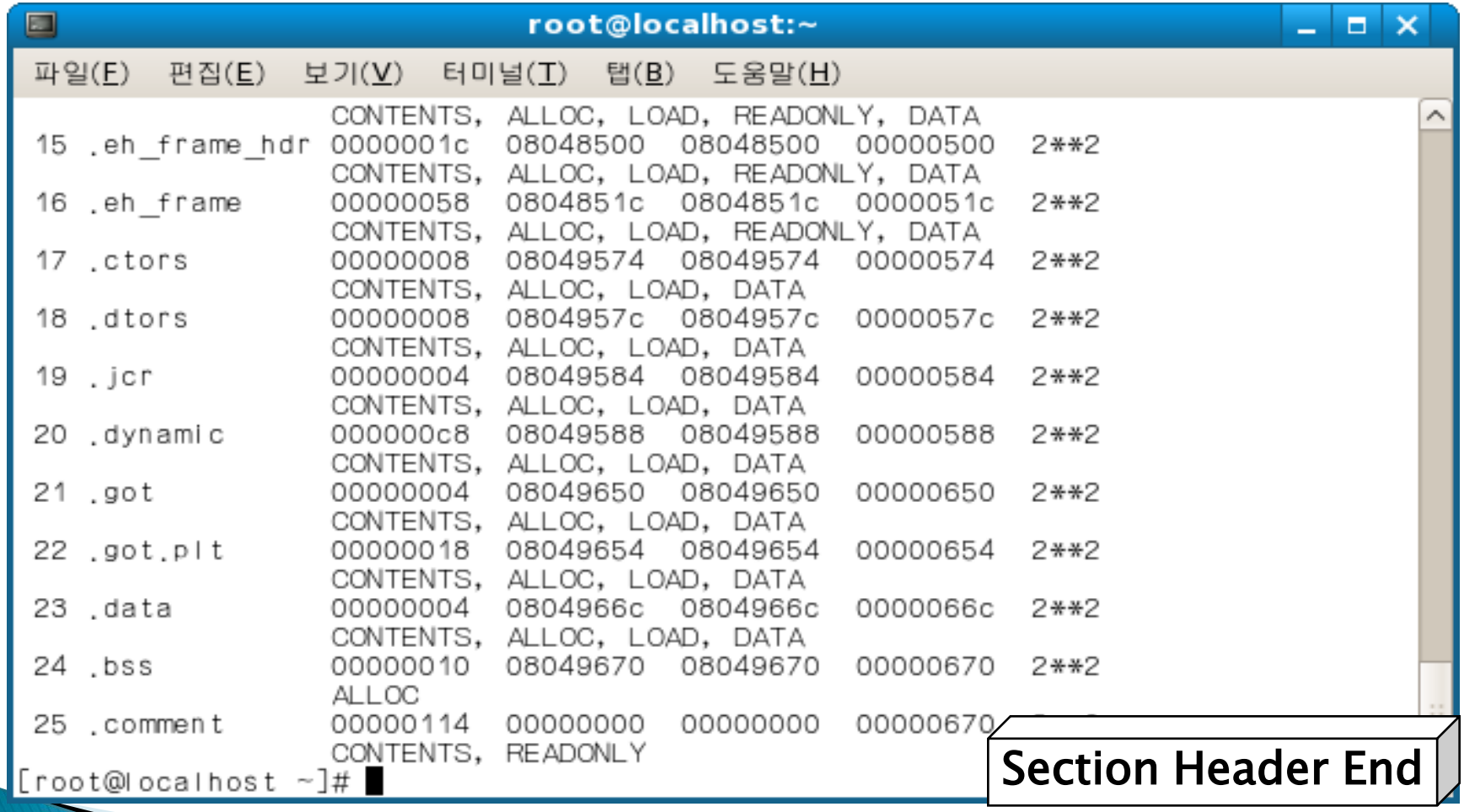
Section Header – objdump (1/3)



Section Header - objdump (2/3)



Section Header – objdump (3/3)



String Table - readelf

```
  [35] .symtab           SYMTAB          00000000 001080 0004b0 10     36  53  4
  [36] .strtab           STRTAB          00000000 001530 000212 00      0   0  1
Key to Flags:
```

-x 옵션을 이용해 지정한 섹션의 내용으로 덤프

```
root@localhost:~
파일(F)  편집(E)  보기(V)  터미널(T)  탭(B)  도움말(H)
[root@localhost ~]# readelf -x36 a.out

Hex dump of section '.strtab':
  0x00000000 00636c61 6c5f676d 6f6e5f73 74617274 .call_gmon_start
  0x00000010 00637274 73747566 662e6300 5f5f4354 .crtstuff.c.__CT
  0x00000020 4f525f4c 4953545f 5f005f5f 44544f52 OR_LIST__.__DTOR
  0x00000030 5f4c4953 545f5f00 5f5f4a43 525f4c49 _LIST__.__JCR_LI
  0x00000040 53545f5f 0064746f 725f6964 782e3536 ST__.dtor_idx.56
  0x00000050 34370063 6f6d706c 65746564 2e353634 47.completed.564
  0x00000060 35005f5f 646f5f67 6c6f6261 6c5f6474 5.__do_global_dt
  0x00000070 6f72735f 61757800 6672616d 655f6475 ors_aux.frame_du
  0x00000080 6d6d7900 5f5f4354 4f525f45 4e445f5f mmy.__CTOR_END__
  0x00000090 005f5f46 52414d45 5f454e44 5f5f005f .__FRAME_END__.__
  0x000000a0 5f4a4352 5f454e44 5f5f005f 5f646f5f _JCR_END__.__do_
  0x000000b0 676c6f62 616c5f63 746f7273 5f617578 global_ctors_aux
  0x000000c0 00746573 742e6300 5f474c4f 42414c5f .test.c._GLOBAL_
  0x000000d0 4f464653 45545f54 41424c45 5f005f5f OFFSET_TABLE__.__
  0x000000e0 696e6974 5f617272 61795f65 6e64005f init_array_end.__
  0x000000f0 5f696e69 745f6172 7261795f 73746172 __init_array_star
  0x00000100 74005f44 594e414d 49430064 6174615f t._DYNAMIC.data__
  0x00000110 73746172 74005f5f 6c696263 5f637375 start.__libc_csu
  0x00000120 5f66696e 69005f73 74617274 005f5f67 _fini._start.__g
  0x00000130 6d6f6e5f 73746172 745f5f00 5f4a765f mon_start__._Jv_
  0x00000140 52656769 73746572 436c6173 73657300 RegisterClasses.
  0x00000150 5f66705f 6877005f 66696e69 005f5f6c __fp_hw.__fini.__l
  0x00000160 6962635f 73746172 745f6d61 696e4040 ibc_start_main@@
  0x00000170 474c4942 435f322e 30005f49 4f5f7374 GLIBC_2.0._IO_st
  0x00000180 64696e5f 75736564 005f5f64 6174615f din_used.__data__
  0x00000190 73746172 74005f5f 64736f5f 68616e64 start.__dso_hand
  0x000001a0 6c65005f 5f44544f 525f454e 445f5f00 le.__DTOR_END__.
  0x000001b0 5f5f6c69 62635f63 73755f69 6e697400 __libc_csu_init.
  0x000001c0 7072696e 74664040 474c4942 435f322e printf@@GLIBC_2.
  0x000001d0 30007979 005f5f62 73735f73 74617274 0.yy.__bss_start
  0x000001e0 005f656e 64005f65 64617461 005f5f69 _end._edata__i
  0x000001f0 3638362e 6765745f 70635f74 68756e6b 686.get_pc_thunk
  0x00000200 2e627800 6d61696e 005f696e 69740078 .bx.main._init.x
  0x00000210 7800                                 x.
[root@localhost ~]#
```

String Table End

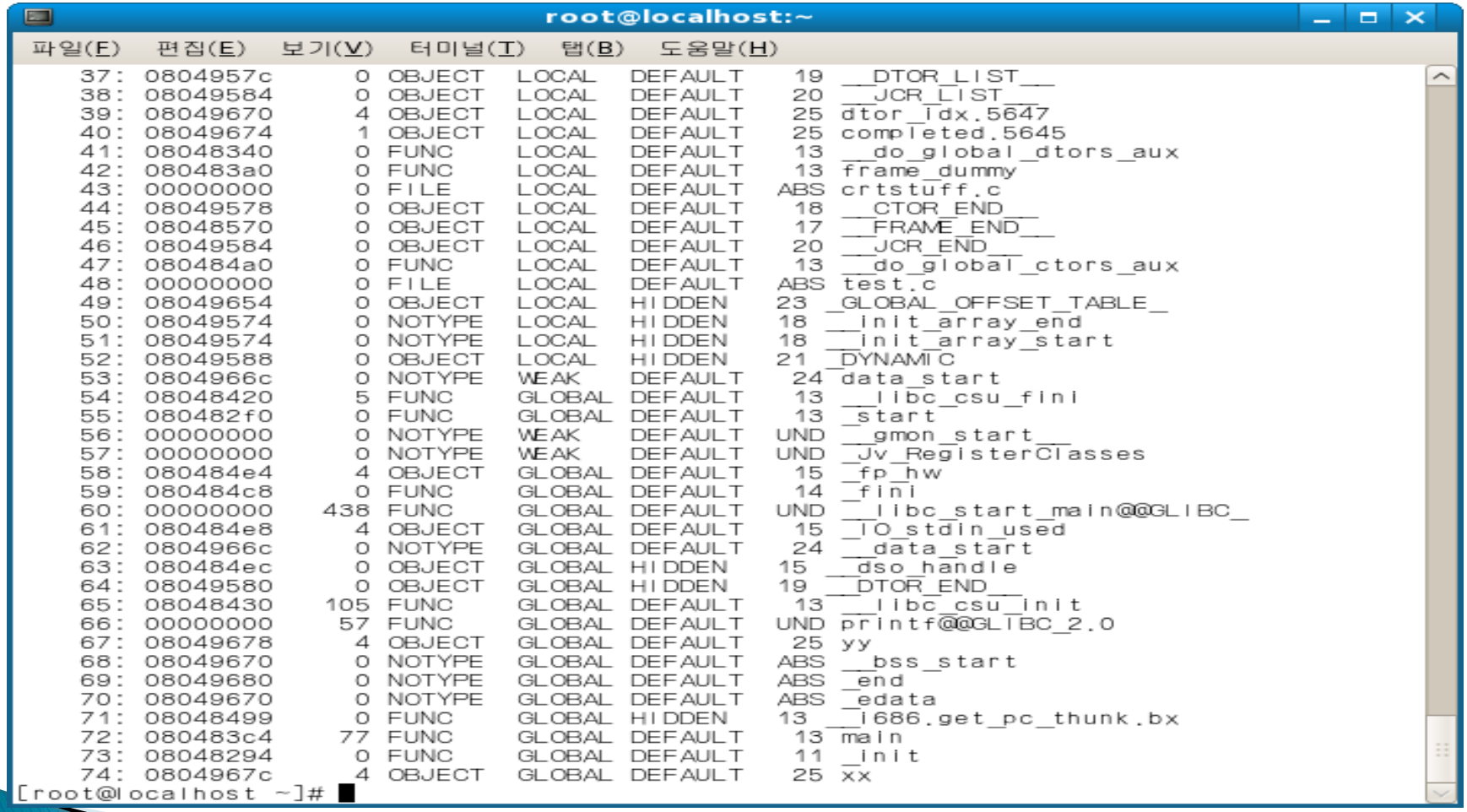
Symbol Table - readelp (1/2)

root@localhost:~

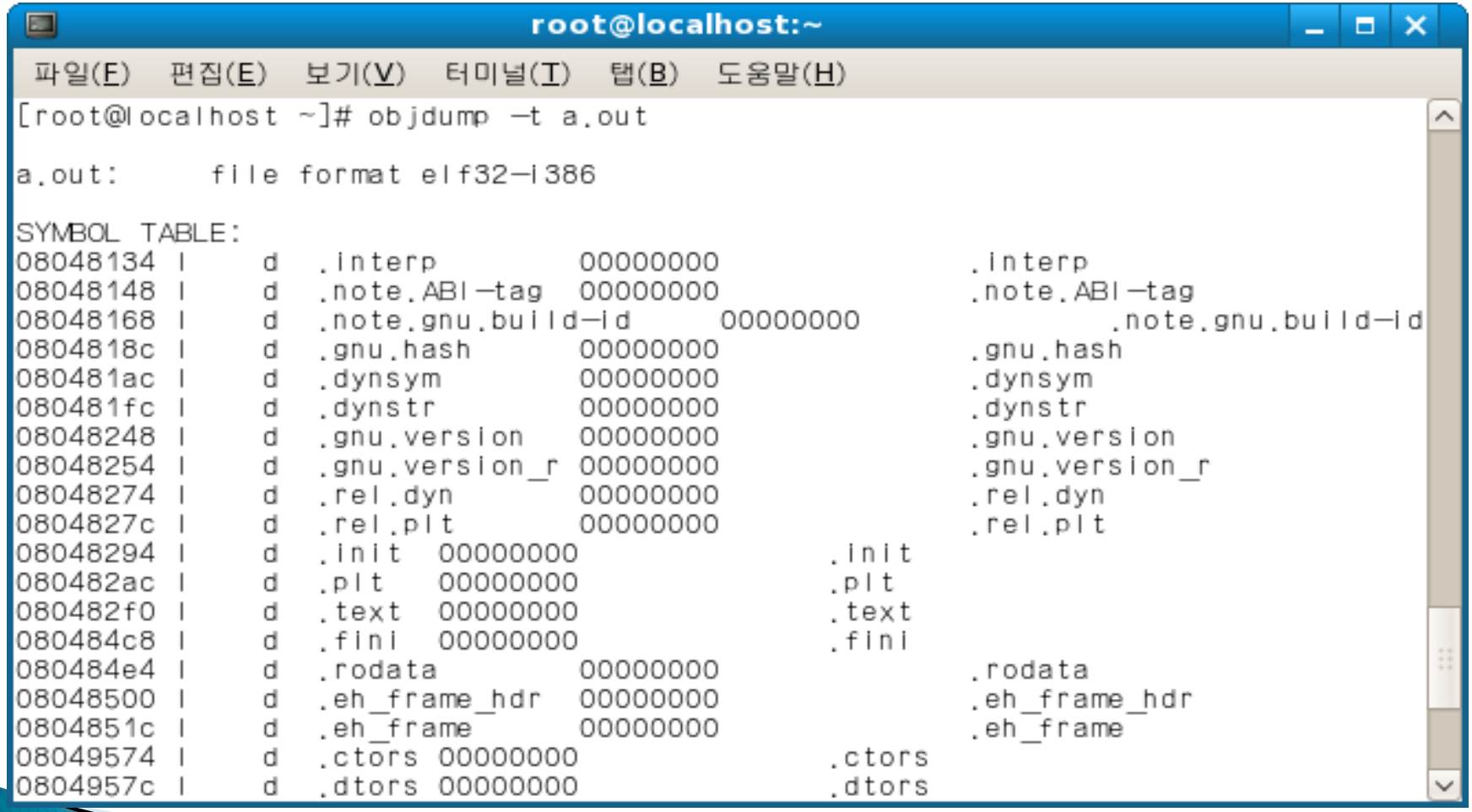
파일(F) 편집(E) 보기(V) 터미널(T) 탭(B) 도움말(H)

```
[root@localhost ~]# readelf -s a.out

Symbol table '.dynsym' contains 5 entries:
   Num:    Value  Size Type    Bind   Vis      Ndx Name
     0: 00000000     0 NOTYPE  LOCAL  DEFAULT  UND
     1: 00000000     0 NOTYPE  WEAK   DEFAULT  UND __gmon_start__
     2: 00000000   438 FUNC    GLOBAL DEFAULT  UND __libc_start_main@GLIBC_2.0 (2)
     3: 00000000    57 FUNC    GLOBAL DEFAULT  UND printf@GLIBC_2.0 (2)
     4: 080484e8     4 OBJECT  GLOBAL DEFAULT   15 _IO_stdin_used

Symbol table '.symtab' contains 75 entries:
   Num:    Value  Size Type    Bind   Vis      Ndx Name
     0: 00000000     0 NOTYPE  LOCAL  DEFAULT  UND
     1: 08048134     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    1
     2: 08048148     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    2
     3: 08048168     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    3
     4: 0804818c     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    4
     5: 080481ac     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    5
     6: 080481fc     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    6
     7: 08048248     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    7
     8: 08048254     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    8
     9: 08048274     0 SECTION LOCAL  DEFAULT    9
    10: 0804827c     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   10
    11: 08048294     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   11
    12: 080482ac     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   12
    13: 080482f0     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   13
    14: 080484c8     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   14
    15: 080484e4     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   15
    16: 08048500     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   16
    17: 0804851c     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   17
    18: 08049574     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   18
    19: 0804957c     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   19
    20: 08049584     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   20
    21: 08049588     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   21
    22: 08049650     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   22
    23: 08049654     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   23
    24: 0804966c     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   24
    25: 08049670     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   25
    26: 00000000     0 SECTION LOCAL  DEFAULT   26
```

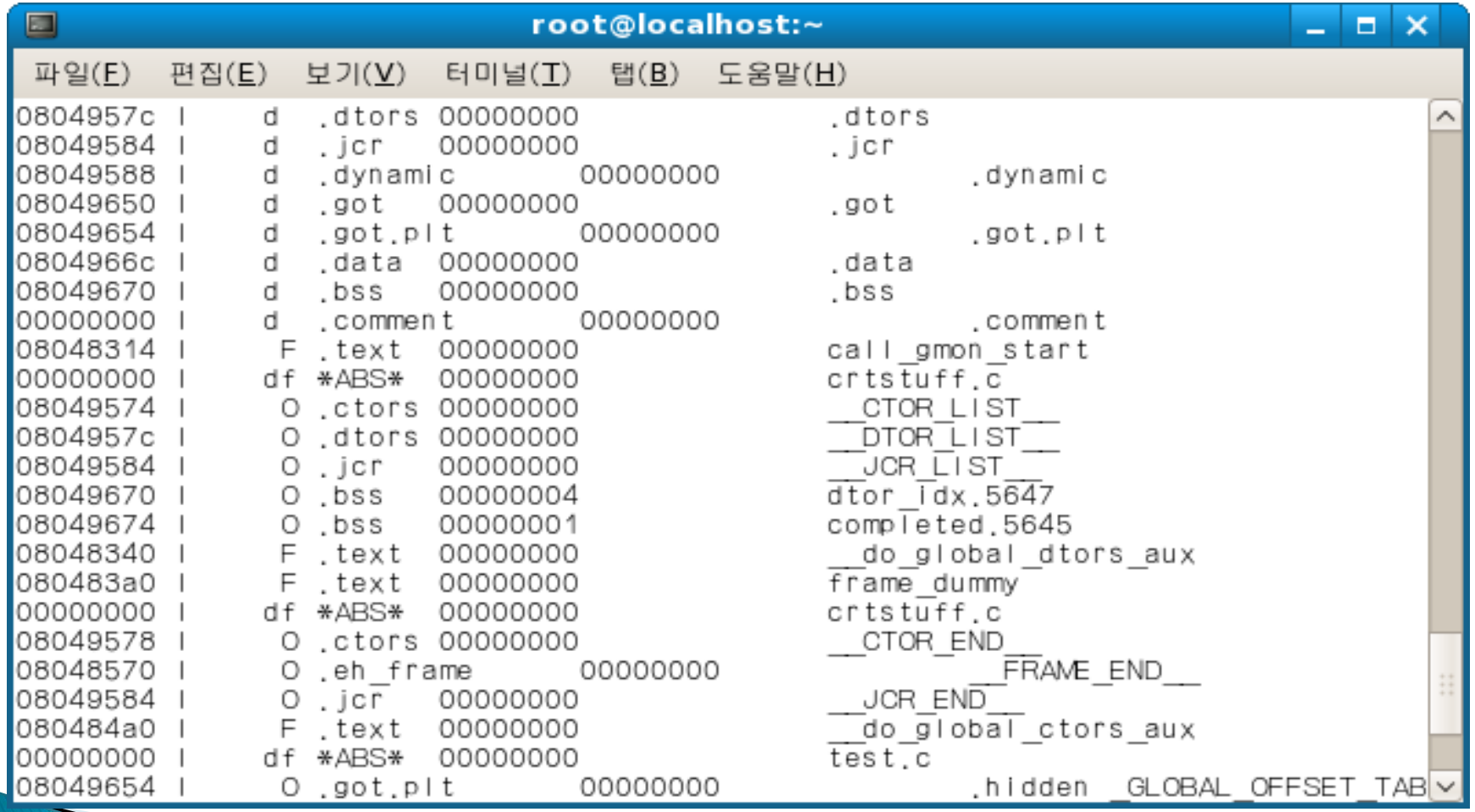
Symbol Table - readelp (2/2)



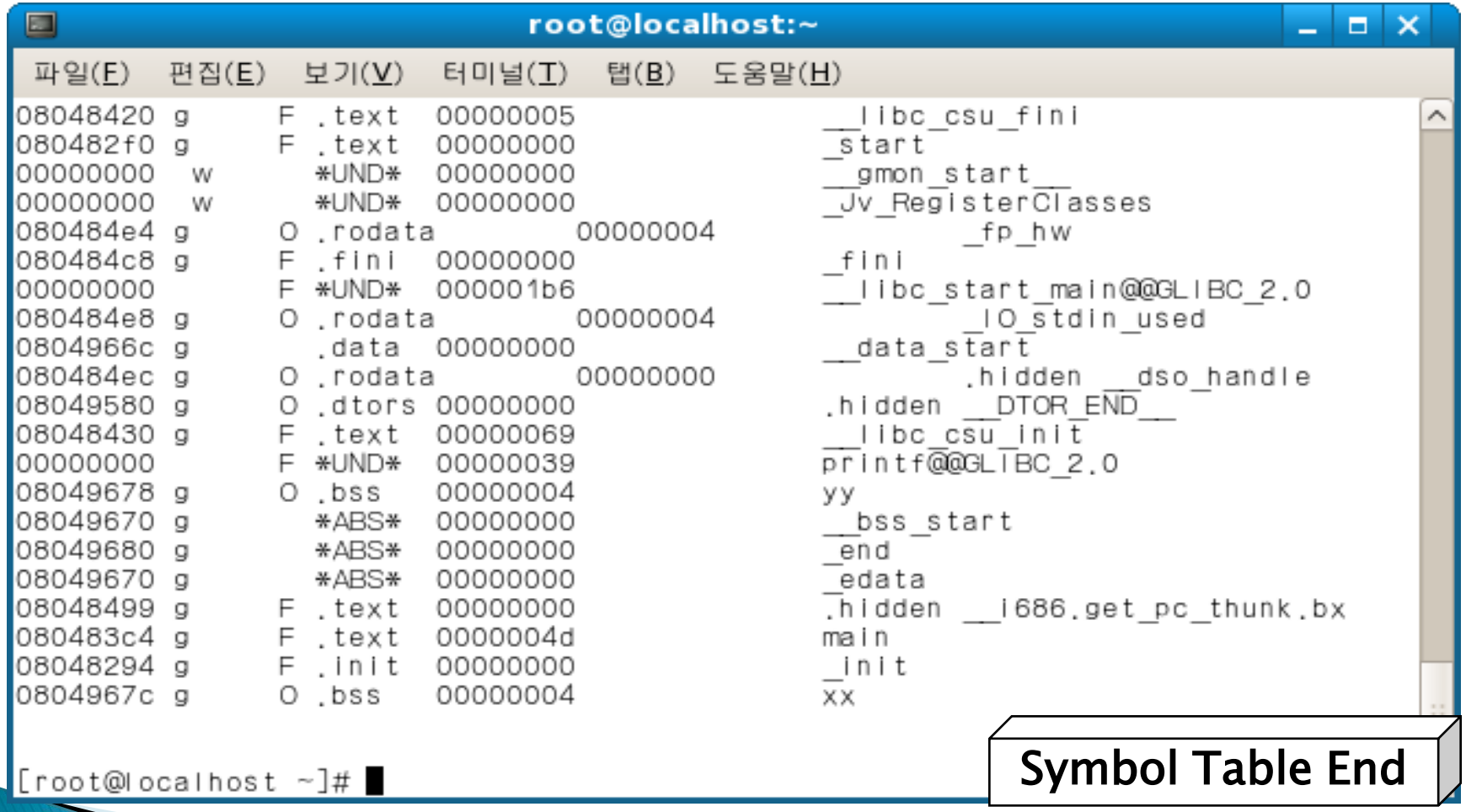
Symbol Table - objdump (1/3)



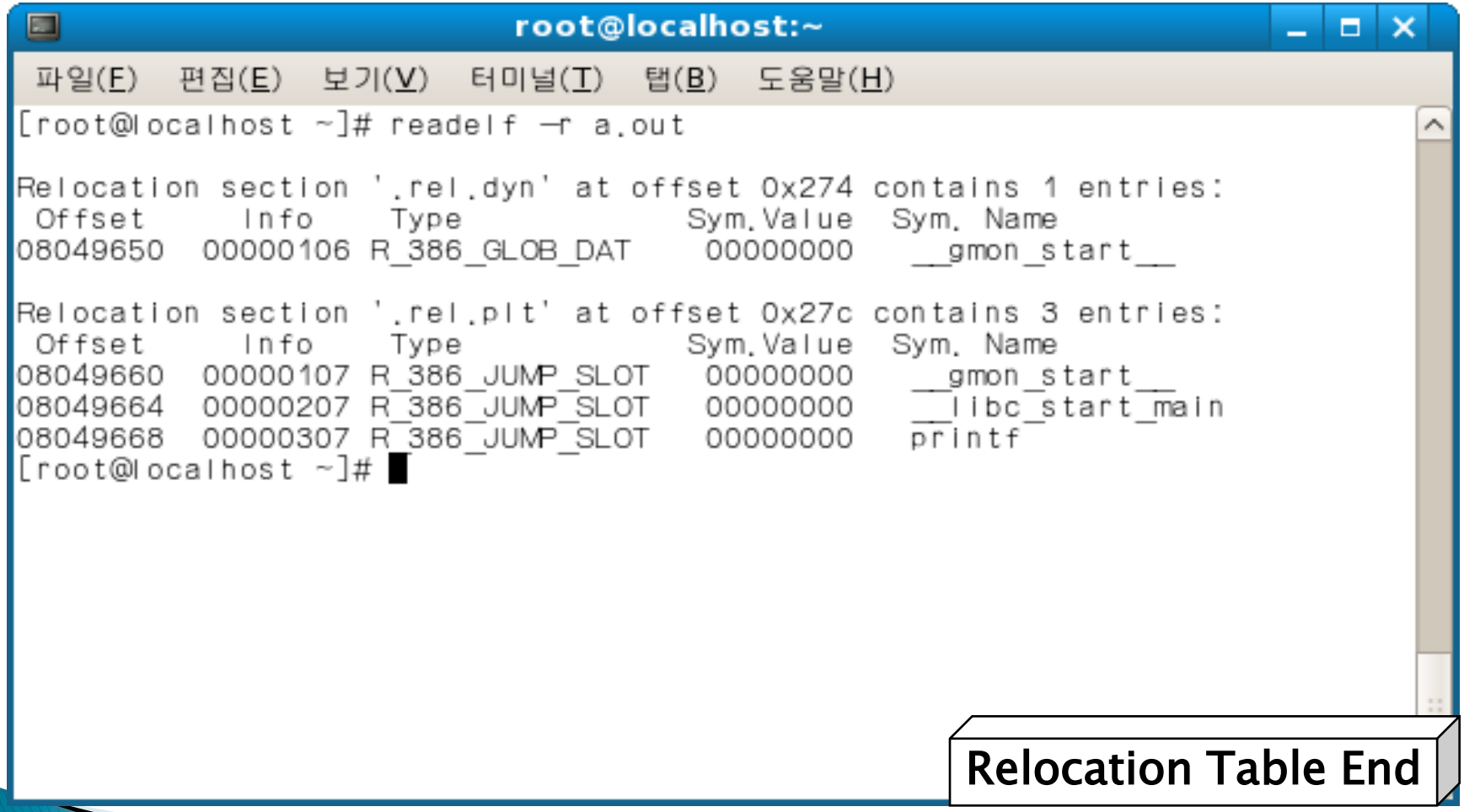
Symbol Table - objdump (2/3)



Symbol Table - objdump (3/3)



Relocation Table – readelf



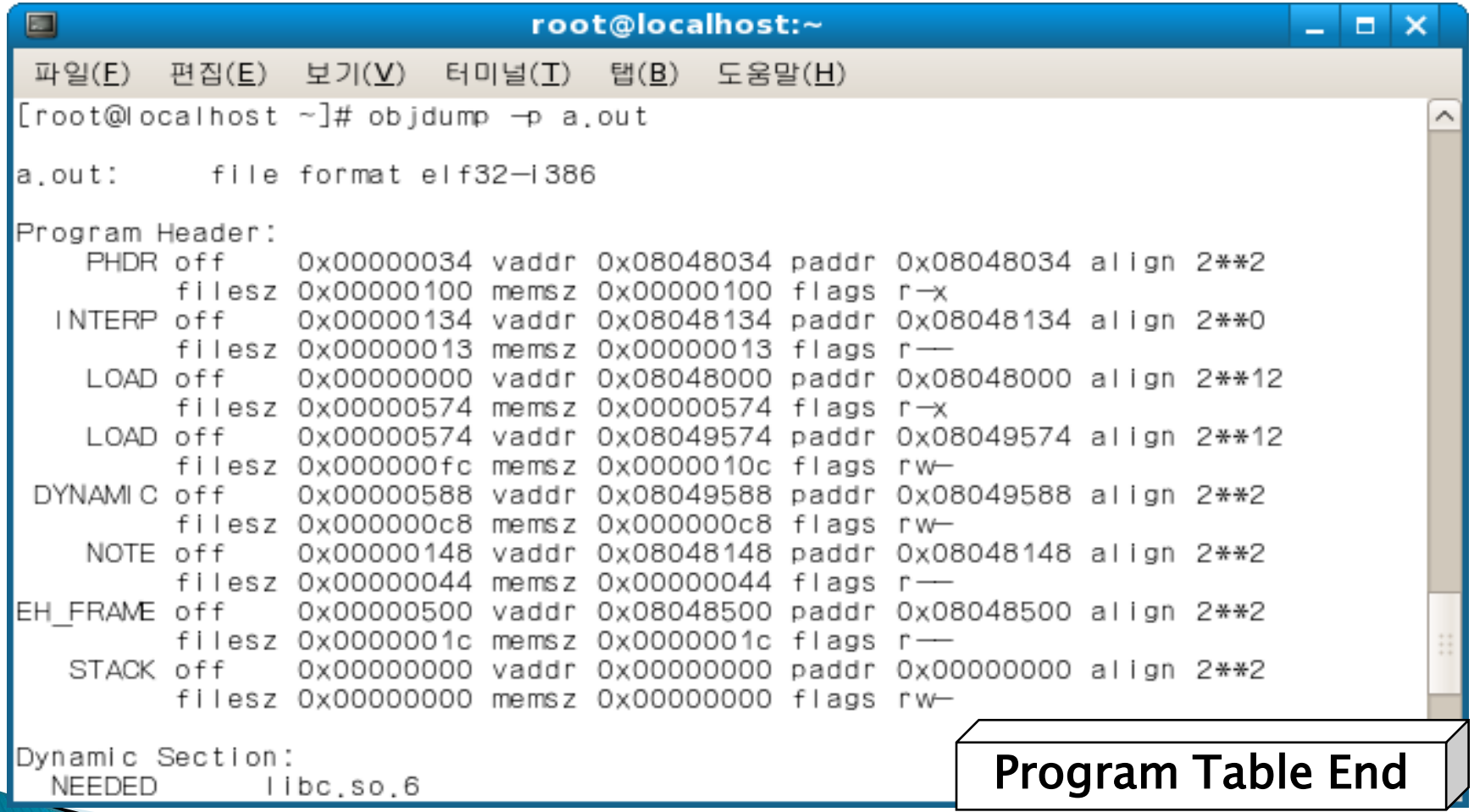
Program Header – readelf

root@localhost:~

파일(F) 편집(E) 보기(V) 터미널(T) 탭(B) 도움말(H)

```
[root@localhost ~]# readelf -l a.out

Elf file type is EXEC (Executable file)
Entry point 0x80482f0
There are 8 program headers, starting at offset 52

Program Headers:
  Type           Offset   VirtAddr   PhysAddr   FileSiz MemSiz  Flg Align
  PHDR           0x000034 0x08048034 0x08048034 0x00100 0x00100 R E 0x4
  INTERP         0x000134 0x08048134 0x08048134 0x00013 0x00013 R   0x1
      [Requesting program interpreter: /lib/ld-linux.so.2]
  LOAD           0x000000 0x08048000 0x08048000 0x00574 0x00574 R E 0x1000
  LOAD           0x000574 0x08049574 0x08049574 0x000fc 0x0010c RW  0x1000
  DYNAMIC        0x000588 0x08049588 0x08049588 0x000c8 0x000c8 RW  0x4
  NOTE           0x000148 0x08048148 0x08048148 0x00044 0x00044 R   0x4
  GNU_EH_FRAME   0x000500 0x08048500 0x08048500 0x0001c 0x0001c R   0x4
  GNU_STACK      0x000000 0x00000000 0x00000000 0x00000 0x00000 RW  0x4

 Section to Segment mapping:
  Segment Sections...
   00
   01     .interp
   02     .interp .note.ABI-tag .note.gnu.build-id .gnu.hash .dynsym .dynst
r .gnu.version .gnu.version_r .rel.dyn .rel.plt .init .plt .text .fini .rod
ata .eh_frame_hdr .eh_frame
   03     .ctors .dtors .jcr .dynamic .got .got.plt .data .bss
   04     .dynamic
   05     .note.ABI-tag .note.gnu.build-id
   06     .eh_frame_hdr
   07
[root@localhost ~]#
```

Program Header – objdump



Q & A