



# 汇编语言与逆向工程

北京邮电大学  
付俊松



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

- 一. PE简介
- 二. 检查PE格式
- 三. 内存映像结构
- 四. 基址重定位
- 五. 导入表
- 六. 导出表



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (1) PE简介

### □ PE (Portable Executable File Format)

- PE是Windows平台主流可执行文件格式，.exe, .dll, .sys, .com文件都是PE格式。
- 32位的称为PE32，64位的称为PE32+。
- PE文件格式在winnt.h头中有着详细的定义。
- PE文件头包含了一个程序在运行时需要的所有信息。
  - 包括了如何将文件加载到内存、开辟多大的堆栈空间、调用哪些DLL以及相关函数、从何处开始运行，这些信息都以结构体的形式存储在PE头中。



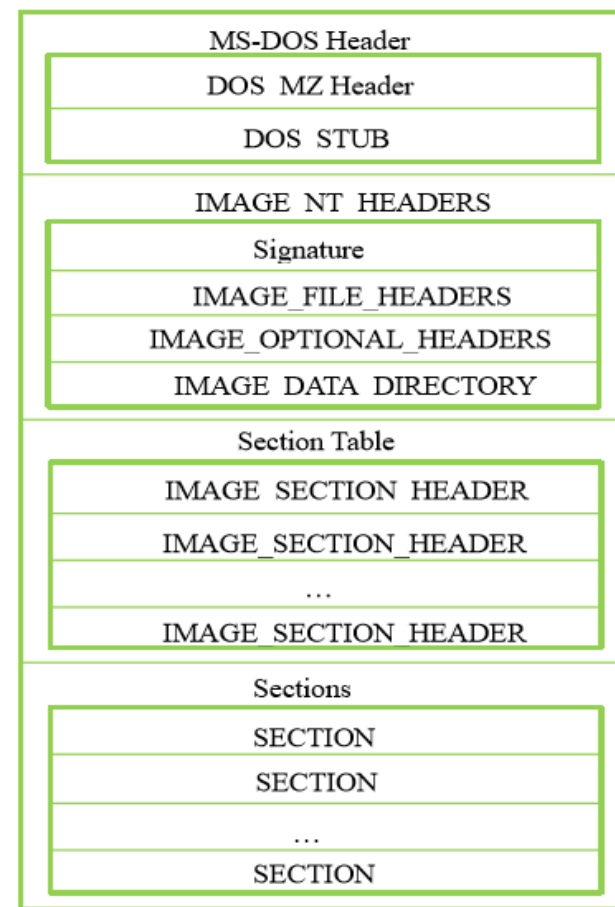
# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (1) PE简介

### □ PE格式的大致布局

– PE文件格式包括

- MS-DOS头
- NT头
- section表中包含了所有的section头
- 所有的section实体。





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (1) PE简介

- 实现LoadLibrary，即把PE文件加载到内存中需要经过四步
  - 判定输入文件是否是PE格式；
  - 将PE文件分块按照内存映像结构放在内存中
  - 在IAT（Import Address Table，导入地址表）中，填入其依赖的导入函数地址；
  - 利用重定位表修复需要重定位的值。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

- 一. PE简介
- 二. 检查PE格式
- 三. 内存映像结构
- 四. 基址重定位
- 五. 导入表
- 六. 导出表



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

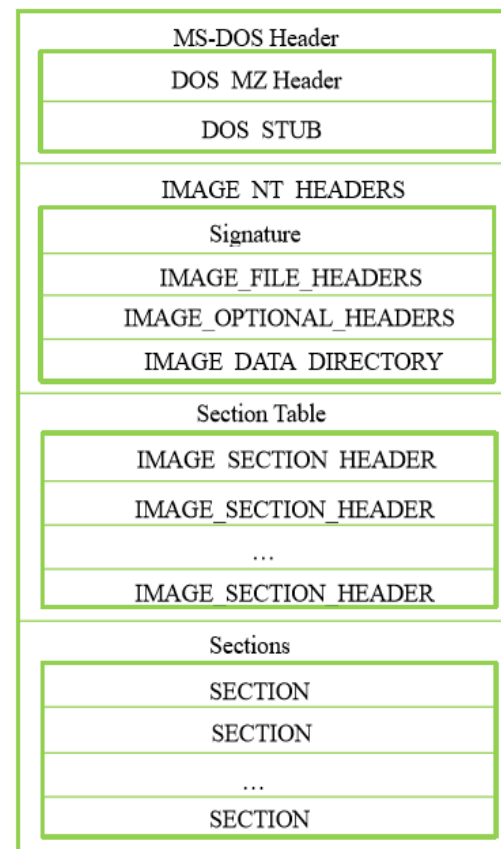
- PE文件加载，首先要检查的是该文件是否为PE格式，还需要检查该PE文件是否为DLL。
  - 对于PE格式的检测，需要检查的部分是MS-DOS头和NT头
  - 对于DLL的检测，则需要检查NT头中的IMAGE\_FILE\_HEADER。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

- (1) MS-DOS头
- (2) NT头
- (3) DLL检查（只针对DLL）







# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### □ (1) MS-DOS头

- MS-DOS头是微软为了考虑PE文件对DOS文件的兼容性而添加的。
- 大多数情况下由编译器自动生成，通常把DOS MZ头与DOS stub合称为DOS文件头
- IMAGE\_DOS\_HEADER结构体如下图
  - IMAGE\_DOS\_HEADER结构体共64字节，其中两个字段比较重要，分别是e\_magic和e\_lfanew。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

(2)

```
typedef struct _IMAGE_DOS_HEADER{
+0h          WORD    e_magic; //DOS signature : 4D5A("MZ")
+2h          WORD    e_cblp;
+4h          WORD    e_cp;
+6h          WORD    e_crlc;
+8h          WORD    e_cparhdr;
+ah          WORD    e_minalloc;
+ch          WORD    e_maxalloc;
+eh          WORD    e_ss;
+10h         WORD    e_sp;
+12h         WORD    e_csum;
+14h         WORD    e_ip;
+16h         WORD    e_cs;
+18h         WORD    e_lfarlc;
+1ah         WORD    e_ovno;
+1ch         WORD    e_res[4];
+24h         WORD    e_oemid;
+26h         WORD    e_oeminfo;
+28h         WORD    e_res2[10];
+3ch         DWORD    e_lfanew; //Relative address of NT header
} IMAGE_DOS_HEADER, *PIMAGE_DOS_HEADER;
```



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

- **e\_magic**需要被设置为0x5A4D，其ASCII值为“MZ”，为DOS签名，标志着DOS头的开始。
- **e\_lfanew**字段是NT头的相对偏移，其指出NT头的文件偏移位置，共占用四个字节，位于文件开始偏移0x3C字节中。

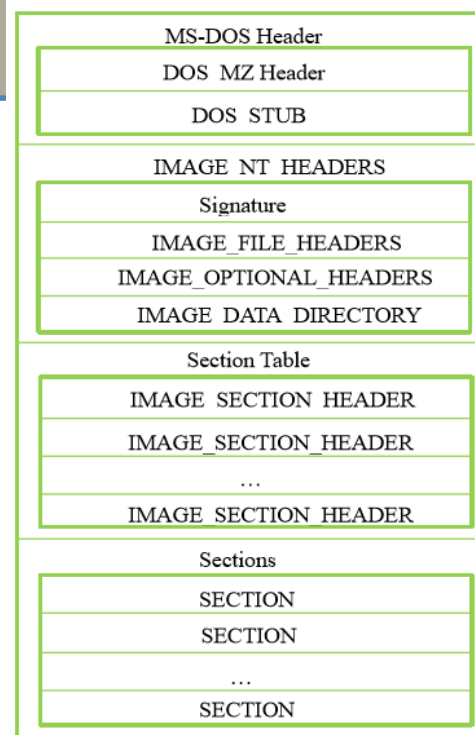


# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### □ (2) NT头

- 在DOS stub后的是NT头  
(IMAGE\_NT\_HEADERS)



### IMAGE\_NT\_HEADERS结构体

```
typedef struct _IMAGE_NT_HEADERS{  
+0h          DWORD Signature; // PE Signature : 50450000("PE\0\0")  
+4h          IMAGE_FILE_HEADER          FileHeader;  
+18h         IMAGE_OPTIONAL_HEADER32    OptionalHeader;  
} IMAGE_NT_HEADERS32, *PIMAGE_NT_HEADERS32;
```



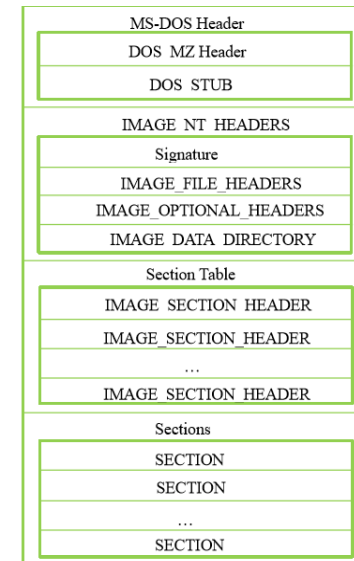
# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – Signature

➤ 在一个有效的PE文件中，Signature字段必须被设置为0x00004550，对应于ASCII字符“PE\0\0”。

```
000000E0 | 50 45 00 00 4C 01 03 00 87 52 02 48 00 00 00 00 | PE L  +R H
000000F0 | 00 00 00 00 E0 00 0F 01 0B 01 07 0A 00 78 00 00 |  à      x
00000100 | 00 88 00 00 00 00 00 00 9D 73 00 00 00 10 00 00 |  ^      S
```





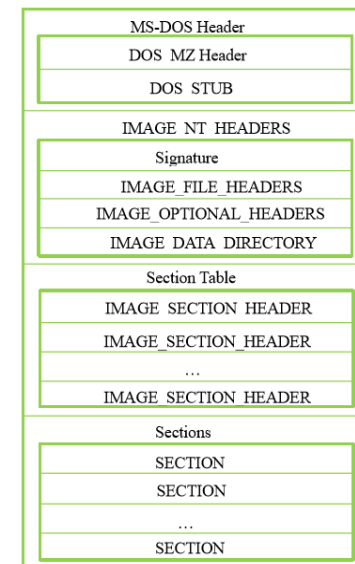
# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – IMAGE\_FILE\_HEADER

- IMAGE\_FILE\_HEADER结构包含了PE文件的基本信息，最重要的是其中一个字段指出了IMAGE\_OPTIONAL\_HEADER的大小。

```
typedef struct _IMAGE_FILE_HEADER{  
+4h    WORD           Machine;  
+6h    WORD           NumberOfSections;  
+8h    DWORD          TimeDateStamp;  
+ch    DWORD          PointerToSymbolTable;  
+10h   DOWRD          NumberOfSymbols;  
+14h   WORD           SizeOfOptionalHeader;  
+16h   WORD           Characteristics;  
} IMAGE_FILE_HEADER, *PIMAGE_FILE_HEADER;
```





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

- 其中Machine, NumberOfSections, SizeOfOptionalHeader, Characteristics如果出现错误, 将导致该PE文件无法正常执行。
- #1 Machine
  - 该字段说明了可执行文件的目标CPU类型。每类CPU都有唯一的Machine码



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

– 常见的一些Machine码

Machine	Value
Intel i386	14Ch
MIPS R3000	162h
MIPS R4000	166h
Alpha AXP	184h
Power PC	1F0h





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – #2 NumberOfSections

➤该字段说明了在这个PE文件中节区（Section）的数目。

### – #3 TimeDateStamp

➤该字段说明了该PE文件是何时被创建的。

### – #4 PointerToSymbolTable

➤该字段说明了COFF符号表(基本用不到)的文件偏移位置。  
COFF符号表在PE文件中较为少见，通常其值为0



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – #5 NumberOfSymbols

➤ 如果存在COFF符号表，该字段说明了其中的符号数目。

### – #6 SizeOfOptionalHeader

➤ 该字段说明了紧跟在IMAGE\_FILE\_HEADER后的数据大小。

➤ 对于32位文件，该字段通常为0x00E0，对于64位文件，该字段通常为0x00F0。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

010 Editor - C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\课内练习\第9章\MyDll.dll

File Edit Search View Format Scripts Templates Tools Window Help

Workspace: Startup, EncryptShell.exe, MyDll.dll

Open Files: C:\...\PETemplate.bt, C:\...\第9章\MyDll.dll, C:\...\EncryptShell.exe

Favorite Files: C:\...\EncryptShell.exe, C:\...\helloworld.exe, C:\...\桌面\upx\_demo.exe

Bookmarked Files

Template Results - PETemplate.bt

Name	Value	Start	Size	Color	Comment
struct IMAGE_NT_HEADERS NtHeader					
DWORD Signature	4550h	E0h	4h	Fg: Bg:	IMAGE_NT_SIGNATURE = 0x00004550
struct IMAGE_FILE_HEADER FileHeader					
enum IMAGE_MACHINE Machine	I386 (14Ch)	E4h	2h	Fg: Bg:	WORD
WORD NumberOfSections	5	E6h	2h	Fg: Bg:	Section num
time_t TimeDateStamp	05/12/2018 14:33:10	E8h	4h	Fg: Bg:	DWORD, from 01/01/1970 12:00 AM
DWORD PointerToSymbolTable	0	ECh	4h	Fg: Bg:	
DWORD NumberOfSymbols	0	FEh	4h	Fg: Bg:	
struct FILE_CHARACTERISTICS Characteristics	224	F4h	2h	Fg: Bg:	WORD
struct IMAGE_OPTIONAL_HEADERS32 OptionalHeader					
enum OPTIONAL_MAGIC Magic	PE32 (10Bh)	F8h	2h	Fg: Bg:	WORD
BYTE MajorLinkerVersion	6	FAh	1h	Fg: Bg:	
BYTE MinorLinkerVersion	0	FBh	1h	Fg: Bg:	
DWORD SizeOfCode	2B000h	FDh	4h	Fg: Bg:	
DWORD SizeOfInitializedData	53248	100h	4h	Fg: Bg:	
DWORD SizeOfUninitializedData	0	104h	4h	Fg: Bg:	
DWORD AddressOfEntryPoint	12F0h	108h	4h	Fg: Bg:	.text FOA = 0x12F0
DWORD BaseOfCode	1000h	10Ch	4h	Fg: Bg:	.text FOA = 0x1000
DWORD BaseOfData	1000h	110h	4h	Fg: Bg:	.text FOA = 0x1000
DWORD ImageBase	10000000h	114h	4h	Fg: Bg:	
DWORD SectionAlignment	1000h	118h	4h	Fg: Bg:	
DWORD FileAlignment	1000h	11Ch	4h	Fg: Bg:	
WORD MajorOperatingSystemVersion	4	120h	2h	Fg: Bg:	
WORD MinorOperatingSystemVersion	0	122h	2h	Fg: Bg:	

Output: Executing template 'C:\Documents and Settings\Administrator\My Documents\SweetScape\010 Templates\PETemplate.bt' on 'C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\课内练习\第9章\MyDll.dll'...

Parse PE Begin.

Space between dos header and nt header is 160 bytes

PE32

Space between headers and first sections is 3424 bytes

Parse PE finish.

Output: Find, Find in Files, Compare, Histogram, Checksum, Process

Selected: 2 bytes (Range: 244 [F4h] to 245 [F5h])

Start: 244 [F4h] | Sel: 2 [2h] | Size: 225336 ANSI | LIT W OVR

开始 | 我的电脑 | 第9章 | 010 Editor ... | 12:00



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – #7 Characteristics

- 该字段用于标识文件的属性，文件是否可执行，是否为DLL等文件信息。这些信息以比特位的方式组合起来。

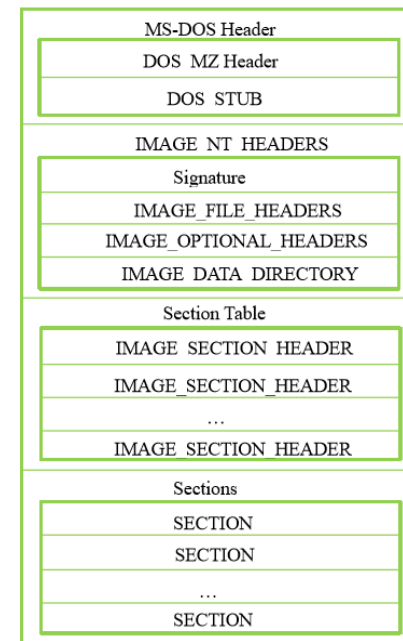


# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – IMAGE\_OPTIONAL\_HEADER

➤ IMAGE\_OPTIONAL\_HEADER虽然叫做可选头，但是仅有IMAGE\_FILE\_HEADER并不足以定义PE文件的属性，因此IMAGE\_OPTIONAL\_HEADER定义了更多的PE文件的属性，两者结合起来描述了一个完整的PE文件。





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – #1 Magic

- 当IMAGE\_OPTIONAL\_HEADER为IMAGE\_OPTIONAL\_HEADER32（32位）时，Magic为0x10B。当其为IMAGE\_OPTIONAL\_HEADER64时，Magic为0x20B。

### – #2 AddressOfEntryPoint

- 该字段的值为相对虚拟地址（加载到内存的地址），该值表明了程序最先执行的代码的起始地址，即程序入口点。

### – #3 ImageBase

- 该字段表明了PE文件被加载进内存时，文件将被优先装入的虚拟内存的地址。对于EXE来说，ImageBase通常为0x00400000；对于DLL来说，ImageBase通常为0x10000000。装载后， $EIP = ImageBase + AddressOfEntryPoint$ 。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – #4 SectionAlignment, FileAlignment

- PE文件的Body部分划分为若干节区，FileAlignment制定了节区在文件系统中的最小单位，SectionAlignment则指定了节区在内存中的最小单位。
- 磁盘文件或内存的节区大小必定为FileAlignment或SectionAlignment的整数倍。

### – #5 SizeOfImage

- 加载PE文件时，SizeOfImage指定了PE Image在虚拟内存中所占的空间大小。

### – #6 SizeOfHeaders

- 该字段表明了整个PE文件头部的大小，该值必须是FileAlignment的整数倍。





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### – #7 Subsystem

- 该字段用于区分系统驱动文件与普通可执行文件。

### – #8 NumberOfRvaAndSizes

- 该字段表明了下面出现的DataDirectory数组的个数。一般来说该值为16。

### – #9 DataDirectory

- DataDirectory是由IMAGE\_DATA\_DIRECTORY结构体构成的数组，数组的每项都有不同的意义





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

### □ (3) PE格式检查

- PE格式检查主要针对于MS-DOS头和NT头。要求MS-DOS头和NT头的签名与规定相同。其中MS-DOS头的签名为0x4D5A即ASCII码的“MZ”。
- 通过MS-DOS头中的e\_lfanew成员变量找到NT头。检查NT头签名为0x50450000即ASCII的“PE\0\0”
- 根据NT头中FileHeader中的Characteristics中的IMAGE\_FILE\_DLL位可以判断该PE文件是否为DLL。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (2) 检查PE格式

010 Editor - C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\课内练习\第9章\MyDll.dll

File Edit Search View Format Scripts Templates Tools Window Help

Workspace: Startup EncryptShell.exe MyDll.dll

Open Files: C:\...\PETemplate.bt, C:\...\第9章\MyDll.dll, C:\...\EncryptShell.exe

Recent Files: C:\...\EncryptShell.exe, C:\...\helloworld.exe, C:\...\桌面\upx\_demo.exe

Bookmarked Files

Template Results - PETemplate.bt

Name	Value	Start	Size	Color	Comment
DWORD Signature	4550h	E0h	4h	Fg: Bg:	IMAGE_NT_SIGNATURE = 0x00004550
struct IMAGE_FILE_HEADER FileHeader		E4h	14h	Fg: Bg:	
enum IMAGE_MACHINE Machine	I386 (14Ch)	E4h	2h	Fg: Bg: WORD	
WORD NumberOfSections	5	E6h	2h	Fg: Bg: Section num	
time_t TimeDateStamp	05/12/2018 14:33:10	E8h	4h	Fg: Bg:	DWORD, from 01/01/1970 12:00 AM
DWORD PointerToSymbolTable	0	ECh	4h	Fg: Bg:	
DWORD NumberOfSymbols	0	F0h	4h	Fg: Bg:	
WORD SizeOfOptionalHeader	224	F4h	2h	Fg: Bg: WORD	
struct FILE_CHARACTERISTICS Characteristics		F6h	2h	Fg: Bg:	
WORD IMAGE_FILE_RELOC_STRIPPED : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0001 Relocation info stripped...
WORD IMAGE_FILE_EXECUTABLE_IMAGE : 1	1	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0002 File is executable
WORD IMAGE_FILE_LINE_NUMS_STRIPPED : 1	1	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0004 Line numbers stripped from...
WORD IMAGE_FILE_LOCAL_SYMS_STRIPPED : 1	1	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0008 Local symbols stripped from...
WORD IMAGE_FILE_AGGRESSIVE_WS_TRIM : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0010 Aggressively trim working set...
WORD IMAGE_FILE_LARGE_ADDRESS_AWARE : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0020 App can handle >2gb address...
WORD IMAGE_FILE_BYTES_REVERSED_LO : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0080 Bytes of machine word are...
WORD IMAGE_FILE_32BIT_MACHINE : 1	1	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0100 32 bit word machine
WORD IMAGE_FILE_DEBUG_STRIPPED : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0200 Debugging info stripped from...
WORD IMAGE_FILE_REMOVABLE_RUN_FROM_SWAP : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0400 If Image is on removable media...
WORD IMAGE_FILE_NET_RUN_FROM_SWAP : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x0800 If Image is on Net, copy to...
WORD IMAGE_FILE_SYSTEM : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x1000 System File
WORD IMAGE_FILE_DLL : 1	1	F6h	2h	Fg: Bg:	0x2000 File is a DLL
WORD IMAGE_FILE_UP_SYSTEM_ONLY : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x4000 File should only be run from...
WORD IMAGE_FILE_BYTES_REVERSED_HI : 1	0	F6h	2h	Fg: Bg:	0x8000 Bytes of machine word are...
struct IMAGE_OPTIONAL_HEADER32 OptionalHeader		F6h	20h	Fg: Bg:	

Inspector: Signed Byte 14, Unsigned B... 14, Signed Short 8462, Unsigned S... 8462, Signed Int 17506574, Unsigned Int 17506574, Signed Int64 -57646074972469..., Unsigned Int 126821365764626..., Float 2.555398e-38, Double -1.727243601043..., Half Float 0.009872437, String 1, Unicode 08/14/1996, DOSDATE 04:08:28, POSTIME, FILETIME, OLETIME, time t 07/22/1970 14:5...

Output: Executing template 'C:\Documents and Settings\Administrator\My Documents\SweetScape\010 Templates\PETemplate.bt' on 'C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\课内练习\第9章\MyDll.dll'...

Parse PE Begin.  
Space between dos header and nt header is 160 bytes  
PE32  
Space between headers and first sections is 3424 bytes  
Parse PE finish.

Output Find Find in Files Compare Histogram Checksum Process

Selected: 2 bytes (Range: 246 [F6h] to 247 [F7h]) Start: 246 [F6h] Sel: 2 [2h] Size: 225336 ANSI LIT W OVR

开始 我的电脑 第9章 010 Editor ... 12:08



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

- 一. PE简介
- 二. 检查PE格式
- 三. 内存映像结构
- 四. 基址重定位
- 五. 导入表
- 六. 导出表



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构

- 在检查了PE文件格式之后，第二步是将PE文件从硬盘中映射到内存映像结构。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构

- 1. 最小基本单元
- 2. 程序处理
- 3. RVA&VA
- 4. 从文件偏移到相对虚拟地址



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 最小基本单元

### □ 1. 最小基本单元

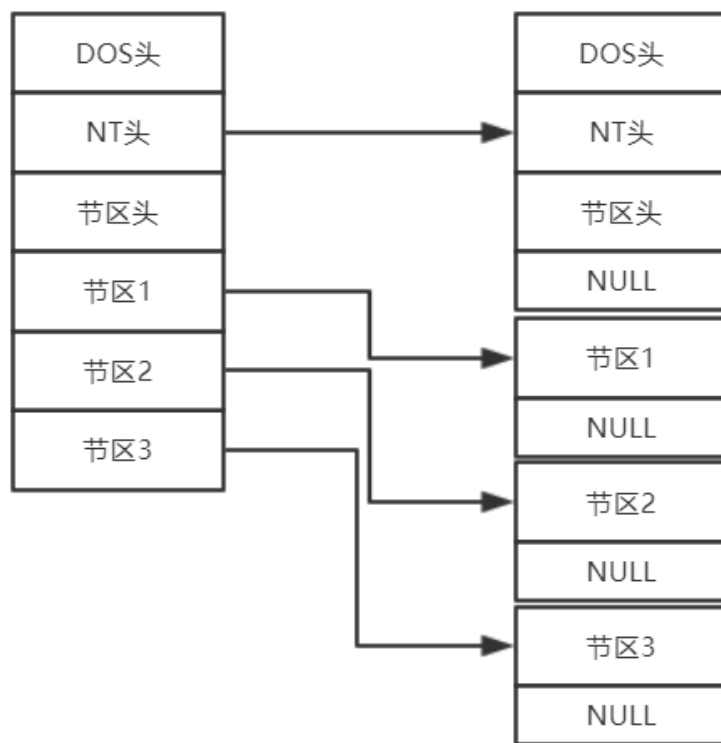
- 计算机中，为了提高处理文件过程中，内存的效率，使用“最小基本单元”这一概念
- PE文件映射到内存后节区的起始位置应该在最小基本单元的倍数上
- 在最小基本单元中空余的空间填NULL。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 最小基本单元

### — 内存映像结构





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 最小基本单元

010 Editor - C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\课内练习\第9章\MyDll.dll

File Edit Search View Format Scripts Templates Tools Window Help

Workspace

Startup EncryptShell.exe MyDll.dll

010h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 2E 74 65 78 74 00 00 00  
01E0h: 90 A6 02 00 00 10 00 00 00 80 02 00 00 10 00 00  
01F0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 20 00 00 60  
0200h: 2E 72 64 61 74 61 00 00 BF 21 00 00 00 C0 02 00  
0210h: 00 30 00 00 00 C0 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
0220h: 00 00 00 00 40 00 00 00 2E 64 61 74 61 00 00 00  
0230h: 18 66 00 00 00 F0 02 00 00 50 00 00 00 F0 02 00  
0240h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 40 00 00 C0  
0250h: 2E 69 64 61 74 61 00 00 11 0A 00 00 00 60 03 00  
0260h: 00 10 00 00 00 40 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
0270h: 00 00 00 00 40 00 00 C0 2E 72 65 6C 6F 63 00 00  
0280h: 45 18 00 00 00 70 03 00 00 20 00 00 00 50 03 00  
0290h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 40 00 00 42  
02A0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
02B0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
02C0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
02D0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
02E0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
02F0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
0300h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
0310h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
0320h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

Template Results - PTemplate.bt

Name	Value	Start	Size	Color	Comment
struct IMAGE_DOS_HEADER DosHeader	0h	40h	Fg: Bg:		
struct IMAGE_NT_HEADERS NtHeader	80h	78h	Fg: Bg:		
struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[5]	106h	C8h	Fg: Bg:		
struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[0]	106h	28h	Fg: Bg:		
BYTE Name[8]	.text	106h	8h	Fg: Bg:	can end without zero
union Misc	1E0h	4h	Fg: Bg:		
DWORD VirtualAddress	1000h	1E4h	4h	Fg: Bg:	
DWORD SizeOfRawData	2B000h	1E8h	4h	Fg: Bg:	
DWORD PointerToRawData	1000h	1ECh	4h	Fg: Bg:	
DWORD PointerToRelocations	0h	1F0h	4h	Fg: Bg:	
DWORD PointerToLinenumbers	0h	1F4h	4h	Fg: Bg:	
WORD NumberOfRelocations	0	1F8h	2h	Fg: Bg:	
WORD NumberOfLinenumbers	0	1FAh	2h	Fg: Bg:	
struct SECTION_CHARACTERISTICS Characteristics	1FCh	4h	Fg: Bg:		
struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[1]	200h	28h	Fg: Bg:		
struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[2]	228h	28h	Fg: Bg:		
struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[3]	250h	28h	Fg: Bg:		
struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[4]	278h	28h	Fg: Bg:		
struct IMAGE_SECTION_DATA Section[0]	1000h	2B000h	Fg: Bg:		text
struct IMAGE_SECTION_DATA Section[1]	2C000h	3000h	Fg: Bg:		.rdata
struct IMAGE_SECTION_DATA Section[2]	2F000h	5000h	Fg: Bg:		.data
struct IMAGE_SECTION_DATA Section[3]	34000h	1000h	Fg: Bg:		.idata
struct IMAGE_SECTION_DATA Section[4]	35000h	2000h	Fg: Bg:		.reloc
struct IMAGE_EXPORT_DIRECTORY ExportDir	2E070h	41h	Fg: Bg:		MyDll.dll
struct IMAGE_IMPORT_DESCRIPTOR ImportDescriptor	34000h	87Ch	Fg: Bg:		KERNEL32.dll

Inspector

Type Value

Signed Byte 0  
Unsigned B... 0  
Signed Short 4096  
Unsigned S... 4096  
Signed Int 4096  
Unsigned Int 4096  
Signed Int64 756463999913984  
Unsigned I... 756463999913984  
Float 5.739719e-42  
Double 3.7374287467315...  
Half Float 0.0004882812  
String  
Unicode  
DOSDATE  
DOSTIME 02:00:00  
FILETIME 05/26/1603 12:5...  
OLETIME  
time t 01/01/1970 01:0...

Output

Executing template 'C:\Documents and Settings\Administrator\My Documents\SweetScape\UIU Templates\PTemplate.bt' on 'C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\课内练习\第9章\MyDll.dll'...

Parse PE Begin.  
Space between dos header and nt header is 160 bytes  
PE32  
Space between headers and first sections is 3424 bytes  
Parse PE finish.

Output Find Compare Histogram Checksum Process

Selected: 4 bytes (Range: 484 [1E4h] to 487 [1E7h])

Start: 484 [1E4h] Sel: 4 [4h] Size: 225336 ANSI LIT W OVR

开始 我的电脑 第9章 010 Editor ... 12:09





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 程序处理

### □ 2. 程序处理

- 首先将PE文件的MS-DOS头，NT头以及节区头拷贝到开辟的内存空间的首地址处。
- 下面的代码中pFileBuf存储了从硬盘中读取的PE数据，**pFileBuf\_New**为依据SizeofImage开辟的新内存空间
- 头部大小可由可选头中的SizeOfHeaders成员变量获得

---

```
m_dwSizeOfHeader = m_pNtHeader->OptionalHeader.SizeOfHeaders;  
memcpy(pFileBuf_New, m_pFileBuf, m_dwSizeOfHeader);
```

---



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 程序处理

- Windows提供了一个宏IMAGE\_FIRST\_SECTION，可以根据NT头直接返回第一个节区头的指针。
- 由每个节区头中的PointerToRawData（指针指向的原始数据），VirtualAddress以及SizeOfRawData成员变量，可以获知每个节区的数据在pFileBuf中的首地址，该数据应该被放在pFileBuf\_New的地址加上VirtualAddress。

```
PIMAGE_SECTION_HEADER pSectionHeader=IMAGE_FIRST_SECTION(m_pNtHeader);  
for(DWORD i=0;i<m_dwSectionNum;i++,pSectionHeader++){  
    memcpy(pFileBuf_New+pSectionHeader->VirtualAddress,  
           m_pFileBuf+pSectionHeader->PointerToRawData,  
           pSectionHeader->SizeOfRawData);  
}
```



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 程序处理

010 Editor - C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\课内练习\第9章\MyDll.dll

File Edit Search View Format Scripts Templates Tools Window Help

Workspace

Open Files

- C:\...\PETemplate.bt
- C:\...\第9章\MyDll.dll
- C:\...\EncryptShell.exe

Favorite Files

Recent Files

- C:\...\EncryptShell.exe
- C:\...\helloworld.exe
- C:\...\桌面\upx\_demo.exe

Bookmarked Files

Startup

EncryptShell.exe

MyDll.dll

Run Script

Run Template: PETemplate.bt

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F Q123456789ABCDEF

01D0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 2E 74 65 78 74 00 00 00 .....text...

01E0h: 90 A6 02 00 00 10 00 00 00 00 80 02 00 00 10 00 00 .....\*....

01F0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 20 00 00 60 ..... ..

0200h: 2E 72 64 61 74 61 00 00 BF 21 00 00 00 C0 02 00 .....rdata.c!...Å..

0210h: 00 30 00 00 00 C0 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....0...Å.....

0220h: 00 00 00 40 00 00 00 00 2E 64 61 74 61 00 00 .....0..data...

0230h: 18 66 00 00 00 F0 02 00 00 50 00 00 00 F0 02 00 .....f...0...P...0..

0240h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 C0 .....0...Å..

0250h: 2E 69 64 61 74 61 00 00 11 0A 00 00 00 60 03 00 .....idata.....

0260h: 00 10 00 00 00 40 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....0.....

0270h: 00 00 00 00 00 00 00 C0 2E 72 65 6C 6F 63 00 00 .....0...Å.reloc..

0280h: 45 18 00 00 00 70 03 00 00 20 00 00 00 50 03 00 .....E...p...P...

0290h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 42 .....0...B..

02A0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

02B0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

02C0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

02D0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

02E0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

02F0h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

0300h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

0310h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

0320h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ..

Template Results - PETemplate.bt

Name	Value	Start	Size	Color	Comment
+ struct IMAGE_DOS_HEADER DosHeader		0h	40h	Fg: Bg:	
+ struct IMAGE_NT_HEADERS NtHeader		80h	F8h	Fg: Bg:	
+ struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[5]		1D8h	C8h	Fg: Bg:	
+ struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[0]		1D8h	28h	Fg: Bg:	
+ BYTE Name[8]	.text	1D8h	8h	Fg: Bg:	can end without zero
+ union Misc		1E0h	4h	Fg: Bg:	
+ DWORD VirtualAddress	1000h	1E4h	4h	Fg: Bg:	
+ DWORD SizeOfRawData	2B000h	1E8h	4h	Fg: Bg:	
+ DWORD PointerToRawData	1000h	1F0h	4h	Fg: Bg:	
+ DWORD PointerToRelocations	0h	1F4h	4h	Fg: Bg:	
+ DWORD PointerToLineNumbers	0	1F8h	2h	Fg: Bg:	
+ WORD NumberOfRelocations	0	1FAh	2h	Fg: Bg:	
+ WORD NumberOfLineNumbers	0	1FCh	4h	Fg: Bg:	
+ struct SECTION_CHARACTERISTICS Characteristics		1FCh	4h	Fg: Bg:	
+ struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[1]		200h	28h	Fg: Bg:	
+ struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[2]		228h	28h	Fg: Bg:	
+ struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[3]		250h	28h	Fg: Bg:	
+ struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[4]		278h	28h	Fg: Bg:	
+ struct IMAGE_SECTION_DATA Section[0]		1000h	2B000h	Fg: Bg:	.text
+ struct IMAGE_SECTION_DATA Section[1]		2C000h	3000h	Fg: Bg:	.rdata
+ struct IMAGE_SECTION_DATA Section[2]		2F000h	5000h	Fg: Bg:	.data
+ struct IMAGE_SECTION_DATA Section[3]		34000h	1000h	Fg: Bg:	.idata
+ struct IMAGE_SECTION_DATA Section[4]		35000h	2000h	Fg: Bg:	.reloc
+ struct IMAGE_EXPORT_DIRECTORY ExportDir		2E070h	41h	Fg: Bg:	MyDll.dll
+ struct IMAGE_IMPORT_DESCRIPTOR ImportDescriptor		34000h	87Ch	Fg: Bg:	KERNEL32.dll

Inspector

Type

Value

Signed Byte 0

Unsigned B... 0

Signed Short 4096

Unsigned S... 4096

Signed Int 4096

Unsigned Int 4096

Signed Int64 4096

Unsigned I... 4096

Float 5.739719e-42

Double 2.0236928853657...

Half Float 0.0004882812

String

Unicode

DOSDATE

POSTIME 02:00:00

FILETIME 01/01/1601 00:0...

OLETIME

time t 01/01/1970 01:0...

Auto

Variables

Bookmark

Output

Executing template 'C:\Documents and Settings\Administrator\My Documents\SweetScape\UIU Templates\PETemplate.bt' on 'C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\课内练习\第9章\MyDll.dll'...

Parse PE Begin.

Space between dos header and nt header is 160 bytes

PE32

Space between headers and first sections is 3424 bytes

Parse PE finish.

Output

Find

Find in Files

Compare

Histogram

Checksum

Process

Selected: 4 bytes (Range: 492 [1ECh] to 495 [1EFh])

Start: 492 [1ECh]

Sel: 4 [4h]

Size: 228336 ANSI

LIT W OVR

开始

我的电脑

第9章

010 Editor ...

12:16



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — RVA&VA

### □ 3. RVA&VA

- **RVA**是在**PE**文件中为了避免确定的内存地址，出现了相对虚拟地址（**Relative Virtual Address**，简称**RVA**）
- **RVA**是内存中相对于**PE**文件装入地址的偏移位置，是一个“相对地址”，或称为“偏移量”；
- **VA**指的是进程装入内存后实际的内存地址，被称为虚拟地址（**Virtual Address**，简称**VA**）。

虚拟地址(VA) = 基地址(Image Base) + 相对虚拟地址(RVA)



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — RVA&VA

- 其中基地址是PE文件通过Windows加载器装入内存后，该模块的初始内存地址就被称为基地址



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 从文件偏移到相对虚拟地址

### □4. 从文件偏移到相对虚拟地址

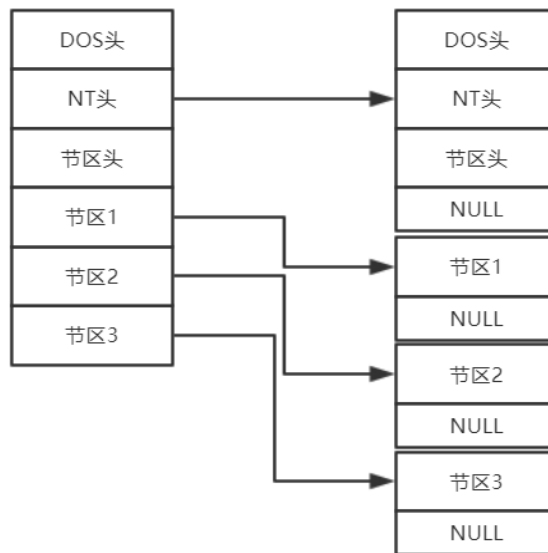
- 在以上小节的地址计算中，都是在文件映射到内存之后进行的。
- 但是PE文件在存储时为了减少体积，FileAlignment通常小于SectionAlignment。
- 当文件被映射到内存中后，同一数据在文件中的偏移量与在内存中的偏移量是不一样的，这样就存在这从文件偏移地址（RAW）到相对虚拟地址(RVA)之间的转换。
  - 如果需要对存储在硬盘中的PE文件进行操作，需要将RVA转换为RAW。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 从文件偏移到相对虚拟地址

- 由于应用程序的映射是以节区为单位做的映射，**一个节区内**数据的地址相对于节区的地址是不变的，因此只需要计算各节区在磁盘与内存中起始地址的差值即可。







# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 从文件偏移到相对虚拟地址

将该差值以  $\theta$  表示, RAW 与 RVA 之间的关系如下所示

$$RAW = RVA - \theta$$

由于

$$RVA = VA - ImageBase$$

RAW 的公式也可改写为下式

$$RAW = VA - ImageBase - \theta$$





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 从文件偏移到相对虚拟地址

– 以notepad为例。其差值如表（可练习）

节区	RVA	RAW	差值
.text	1000h	400h	0C00h
.data	9000h	7C00h	1400h
.rsrc	B000h	8400h	2C00h



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 从文件偏移到相对虚拟地址

- 在计算某虚拟地址对应的文件偏移时，应首先查看其属于哪一节区，找到相应的差值后再进行转换。
- 以上述notepad为例，如给定一虚拟地址0x402854，ImageBase为0x400000，要求计算其文件偏移地址。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (3) 内存映像结构 — 从文件偏移到相对虚拟地址

### — 计算结果

可知其处于.text 块中，此时 $\theta$  为  $0xC00$ 。故

$$RAW = VA - ImageBase - \theta = 0x402854 - 0x400000 - 0xC00 = 0x1C54$$



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

- 一. PE简介
- 二. 检查PE格式
- 三. 内存映像结构
- 四. 基址重定位
- 五. 导入表
- 六. 导出表



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位

- 由第二节中对可选头的描述可知，可选头的 **ImageBase** 成员变量描述了程序在装入内存时优先装入的地址。
- 在生成 **PE** 文件时，**EXE** 文件优先装入的地址是 **0x400000**，**DLL** 文件优先装入的地址是 **0x10000000**。

Template Results - PETemplate.bt

Name	Value	Start	Size	Color
▼ struct IMAGE_OPTIONAL_HEADER32 OptionalHeader		118h	E0h	Fg: Bg
enum OPTIONAL_MAGIC Magic	PE32 (10Bh)	118h	2h	Fg: Bg
BYTE MajorLinkerVersion	14	11Ah	1h	Fg: Bg
BYTE MinorLinkerVersion	12	11Bh	1h	Fg: Bg
DWORD SizeOfCode	20400h	11Ch	4h	Fg: Bg
DWORD SizeOfInitializedData	75776	120h	4h	Fg: Bg
DWORD SizeOfUninitializedData	0	124h	4h	Fg: Bg
DWORD AddressOfEntryPoint	618Dh	128h	4h	Fg: Bg
DWORD BaseOfCode	1000h	12Ch	4h	Fg: Bg
DWORD BaseOfData	22000h	130h	4h	Fg: Bg
DWORD ImageBase	400000h	134h	4h	Fg: Bg
DWORD SectionAlignment	1000h	138h	4h	Fg: Bg
DWORD FileAlignment	200h	13Ch	4h	Fg: Bg

exe优先装入的地址



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位

Template Results - PETemplate.bt					
Name	Value	Start	Size	Color	
▼ struct IMAGE_OPTIONAL_HEADER32 OptionalHeader		F8h	E0h	Fg:	Bg:
enum OPTIONAL_MAGIC Magic	PE32 (10Bh)	F8h	2h	Fg:	Bg:
BYTE MajorLinkerVersion	6	FAh	1h	Fg:	Bg:
BYTE MinorLinkerVersion	0	FBh	1h	Fg:	Bg:
DWORD SizeOfCode	2B000h	FCh	4h	Fg:	Bg:
DWORD SizeOfInitializedData	53248	100h	4h	Fg:	Bg:
DWORD SizeOfUninitializedData	0	104h	4h	Fg:	Bg:
DWORD AddressOfEntryPoint	12F0h	108h	4h	Fg:	Bg:
DWORD BaseOfCode	1000h	10Ch	4h	Fg:	Bg:
DWORD BaseOfData	1000h	110h	4h	Fg:	Bg:
DWORD ImageBase	10000000h	114h	4h	Fg:	Bg:
DWORD SectionAlignment	1000h	118h	4h	Fg:	Bg:
DWORD FileAlignment	1000h	11Ch	4h	Fg:	Bg:

dll 优先装入的地址



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位

- 在xp中没有地址随机化，EXE会被默认装入基址处，通常没有重定位表，但一个可执行程序要加载的DLL有很多，不能都加载在0x10000000处。
- 当地址已经被占用时，就需要加载到未被占用的空间中，但程序中的一些绝对地址就会访问或跳转到别的地址空间中，而不是访问或跳转到预期的位置，重定位表就是为此而产生的。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位

- 在vista及以下的操作系统中，开启了地址随机化保护，EXE也会被加载到别的地址，因此EXE也有了重定位表。

Template Results - PTemplate.bt

Name	Value	Start	Size
> struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[0]		1D8h	28h
> struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[1]		200h	28h
> struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[2]		228h	28h
> struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[3]		250h	28h
> struct IMAGE_SECTION_HEADER SectionHeaders[4]		278h	28h
> BYTE Name[8]	.reloc	278h	8h
> union Misc		280h	4h
DWORD VirtualAddress	137000h	284h	4h
DWORD SizeOfRawData	2000h	288h	4h
DWORD PointerToRawData	35000h	28Ch	4h
DWORD PointerToRelocations	0h	290h	4h
DWORD PointerToLinenumbers	0	294h	4h
WORD NumberOfRelocations	0	298h	2h
WORD NumberOfLinenumbers	0	29Ah	2h
> struct SECTION_CHARACTERISTICS Characteristics		29Ch	4h

.reloc节区头





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位

Template Results - PETemplate.bt

Name	Value	Start	Size	Color	Comment
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir2		168h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_RESOURCE	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir3		170h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_EXCEPTION	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir4		178h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_SECURITY	
▼ struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir5		180h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_BASERELOC	
DWORD VirtualAddress	37000h	180h	4h	Fg: Bg: .idata FOA = 0x35000	
DWORD Size	5124	184h	4h	Fg: Bg:	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir6		188h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_DEBUG	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir7		190h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_ARCHITECTURE	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir8		198h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_GLOBALPTR	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir9		1A0h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_TLS	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir10		1A8h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_LOAD_CONFIG	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir11		1B0h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_BOUND_IMPORT	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir12		1B8h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_IAT	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir13		1C0h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_DELAY_IMPORT	
> struct IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDir14		1C8h	8h	Fg: Bg: IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_COM_DESCRIPTOR	

### BASERELOC Directory



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位

- 1 基址重定位结构定义
- 2 程序处理



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位 — 基址重定位结构定义

### □1基址重定位结构定义

- 重定位表由许多重定位块串接组成，每个重定位块中存放着4KB大小的重定位信息。
- 重定位块开头以IMAGE\_BASE\_RELOCATION开始

---

```
typedef struct _IMAGE_BASE_RELOCATION {  
    +0h    DWORD    VirtualAddress;  
    +4h    DWORD    SizeOfBlock;  
} IMAGE_BASE_RELOCATION;
```

---

IMAGE\_BASE\_RELOCATION结构体



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位 — 基址重定位结构定义

### — #1VirtualAddress

- 声明了该组重定位数据开始的相对虚拟地址，各项重定位地址与该值相加，才是需要进行重定位的相对虚拟地址。

### — #2SizeOfBlock

- 声明了该组重定位数据的大小，其中包含了 **IMAGE\_BASE\_RELOCATION**。
- 在 **IMAGE\_BASE\_RELOCATION** 之后紧随的是 **TypeOffset** 数组，数组每项大小为两个字节，高四位代表重定位类型，低十二位值为重定位地址。
- 最终所有的重定位块以一个 **VirtualAddress** 为 0 的 **IMAGE\_BASE\_RELOCATION** 结构结束。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位 — 基址重定位结构定义

— 常见的重定位类型如下

类型	预定义值	含义
0	IMAGE_REL_BASED_ABSOLUTE	无具体含义，用于四字节对其。
3	IMAGE_REL_BASED_HIGHLOW	重定位指向的地址需要被修正。
10	IMAGE_REL_BASED_DIR64	出现在64位PE中，该地址需要被修正。

- 对于x86文件，所有需要处理的基址重定位类型都是 **IMAGE\_REL\_BASED\_HIGHLOW**。
- **IMAGE\_REL\_BASED\_ABSOLUTE**只是用于填充，以便于四字节对齐。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (4) 基址重定位 — 程序处理

### □2 程序处理

- 重定位表在PE文件中往往单独分为1个节区，名称为“.reloc”，可以由可选头中DataDirectory中的BASERELOC Directory成员找到。
- 整个代码共有两个循环，第一个循环遍历每个重定位块，第二个循环遍历每个重定位块中的重定位信息。根据每个重定位信息的高四位确定其是否需要重定位，需要重定位时，根据程序预期存储位置ImageBase以及当前程序存储位置m\_pFileBuf对其地址进行修正。



(4)

```
void CPE::Base_Reloc()
{
    PIMAGE_BASE_RELOCATION pRelocBlock=
PIMAGE_BASE_RELOCATION(m_pFileBuf+m_PERelocDir.VirtualAddress);
    do
    {
        int numofReloc=(pRelocBlock->SizeOfBlock-
sizeof(IMAGE_BASE_RELOCATION))/2;
        WORD minioffset=0;
        WORD
        *pRelocData=(WORD*) ((char*)pRelocBlock+sizeof(IMAGE_BASE_RELOCATION));
        for(int i=0;i<numofReloc;i++)
        {
            DWORD *RelocAddress=0;
            if((( *pRelocData)>>12)== IMAGE_REL_BASED_HIGHLOW)
            {
                minioffset=( *pRelocData)&0xfff;
                RelocAddress=(DWORD*) (m_pFileBuf+pRelocBlock-
>VirtualAddress+minioffset);

                *RelocAddress=*RelocAddress-
m_dwImageBase+(DWORD)m_pFileBuf;
            }
            pRelocData++;
        }
        pRelocBlock=(PIMAGE_BASE_RELOCATION) ((char*)pRelocBlock+pRelocBlock-
>SizeOfBlock);
    }while(pRelocBlock->VirtualAddress);
}
```



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

- 一. PE简介
- 二. 检查PE格式
- 三. 内存映像结构
- 四. 基址重定位
- 五. 导入表
- 六. 导出表





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表

- 在编写程序时，会使用到大量的库函数，由于动态链接的存在，这些函数并不会都编写进二进制文件中，而是在函数调用处填入对应的导入表地址。
- 当程序加载到内存中后，**Windows**加载器才将相关的**DLL**装入，并将调用输入函数的指令和函数实际所在地址关联起来。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表

- 调用VirtualAlloc函数时，依据二进制查看得到VirtualAlloc地址为0x47d1d8

```
.text:00401657 50          push     eax          ; lpAddress
.text:00401658 FF 15 D8 D1 47 00    call     ds:VirtualAlloc
.text:0040165E 89 45 F4          mov     [ebp+var_C], eax
.text:00401661 83 7D F4 00        cmp     [ebp+var_C], 0
.text:00401665 75 40             jnz     short loc_4016A7
.text:00401667 68 24 D0 46 00     push    offset aRelocAddress ; "reloc
.text:0040166C E8 AF 31 00 00     call    _printf
.text:00401671 83 C4 04          add     esp, 4
.text:00401674 6A 04             push    4              ; flProtect
.text:00401676 68 00 30 00 00     push    3000h          ; flAllocatic
.text:0040167B 8B 4D FC          mov     ecx, [ebp+var_4]
.text:0040167E 8B 51 0C          mov     edx, [ecx+0Ch]
.text:00401681 52               push    edx            ; dwSize
.text:00401682 6A 00             push    0              ; lpAddress
```



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表

- 查看0x47d1d8处，如下图所示，其值在IDA中为未知值，这是因为该PE文件尚未装入内存中，没有导入地址表中填写相应的地址

```
.idata:0047D1D8      ; Imports from KERNEL32.dll
.idata:0047D1D8      ;
.idata:0047D1D8      ; Section 4. (virtual address 0007D000)
.idata:0047D1D8      ; Virtual size           : 000009D5 ( 25
.idata:0047D1D8      ; Section size in file   : 00001000 ( 40
.idata:0047D1D8      ; Offset to raw data for section: 0007B000
.idata:0047D1D8      ; Flags C0000040: Data Readable Writable
.idata:0047D1D8      ; Alignment             : default
.idata:0047D1D8      ; =====
.idata:0047D1D8      ; Segment type: Externs
.idata:0047D1D8      ; _idata
.idata:0047D1D8      ; LPVOID __stdcall VirtualAlloc(LPVOID lpAddress,
.idata:0047D1D8 ?? ?? ?? ?? extrn VirtualAlloc:dword
.idata:0047D1D8      ; CODE XF
.idata:0047D1D8      ; sub 401
```



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表

- 当其执行后，该处的值会由Windows加载器填写，如图所示，其值已变为0x74cf6970。

```
.idata:0047D1D8 ; Imports from KERNEL32.dll
.idata:0047D1D8 ;
.idata:0047D1D8 ; Section 4. (virtual address 0007D000)
.idata:0047D1D8 ; Virtual size : 000009D5 ( 2517.)
.idata:0047D1D8 ; Section size in file : 00001000 ( 4096.)
.idata:0047D1D8 ; Offset to raw data for section: 0007B000
.idata:0047D1D8 ; Flags C0000040: Data Readable Writable
.idata:0047D1D8 ; Alignment : default
.idata:0047D1D8 ; =====
.idata:0047D1D8 ;
.idata:0047D1D8 ; Segment type: Externs
.idata:0047D1D8 ; _idata
.idata:0047D1D8 ; LPVOID __stdcall VirtualAlloc(LPVOID lpAddress, SIZE_T dwSize, DWORD flA1
.idata:0047D1D8 VirtualAlloc dd offset unk_74CF6970 ; CODE XREF: sub_401530+128 ↑ p
.idata:0047D1D8 ; sub_401530+154 ↑ p ...
```



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表

- 在程序装入内存时，PE加载器完成了这些工作
- 同样，编写一个自己的LoadLibrary也需要在导入表中填入相应的函数地址



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表

- 1 IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR
- 2 程序处理



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR

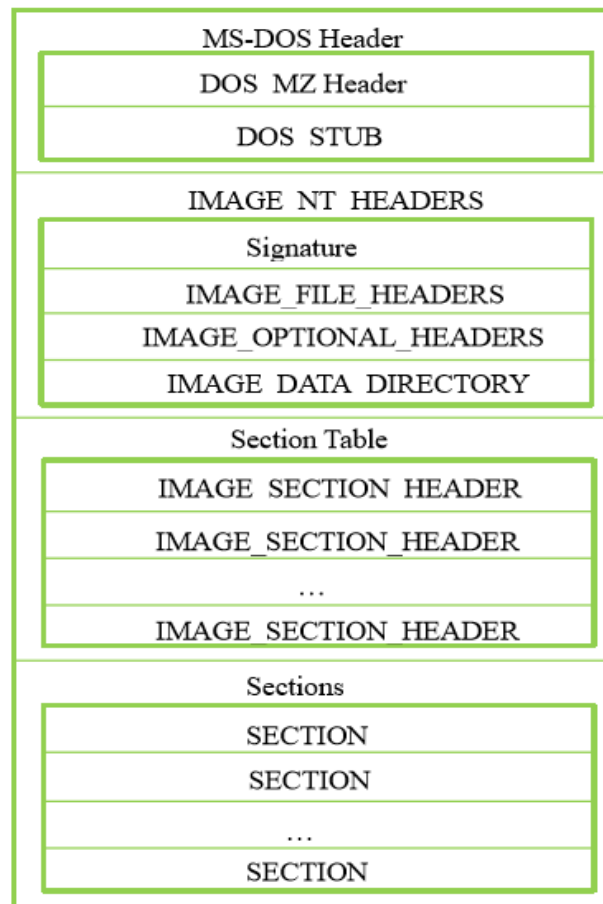
### □1 IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR

- PE文件头的可选映像头中，数据目录表的第二成员指向导入表。
- 导入表由IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR（简称IID）数组构成。
- 每个被PE文件导入的DLL都有一个与之对应的IID
- IID中并无字段表明IID数组的长度大小，该数组最后的一个单元为NULL，由此可以计算出IID数组的项数。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR







# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR

### □ IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR的定义

---

```
typedef struct _IMAGE_IMPORT_DESCRIPTOR{
+0h          union{
                                DWORD    Characteristics;
                                DWORD    OriginalFirstThunk;          //INT address
                                }
+4h          DWORD    TimeDateStamp;
+8h          DWORD    ForwarderChain;
+ch          DWORD    Name;
+10h         DWORD    FirstThunk;          //IAT address
} IMAGE_IMPORT_DESCRIPTOR;
```

---



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR

- #1 **OriginalFirstThunk(Characteristics)**
  - 包含指向导入名称表的RVA。
- #2 **TimeDataStamp**
  - 一个32位的时间标志
- #3 **ForwarderChain**
  - 当程序引用一个DLL中的API，而这个API又引用别的DLL的API时使用。
- #4 **Name**
  - DLL名字的指针。名称字符串以\0结尾。
- #5 **FirstThunk**
  - 包含指向导入地址表的RVA。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR

### — 导入名称表 (INT) 的结构

```
typedef struct _IMAGE_IMPORT_BY_NAME {  
    +0h    WORD    Hint;  
    +2h    CHAR    Name[1];  
} IMAGE_IMPORT_BY_NAME,  
*PIMAGE_IMPORT_BY_NAME;
```

#### ➤ #1 Hint

- 该字段表明本函数在DLL中的导出表序号。

#### ➤ #2 Name

- 该字段为函数名，是一个ASCII字符串，以NULL结尾。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR

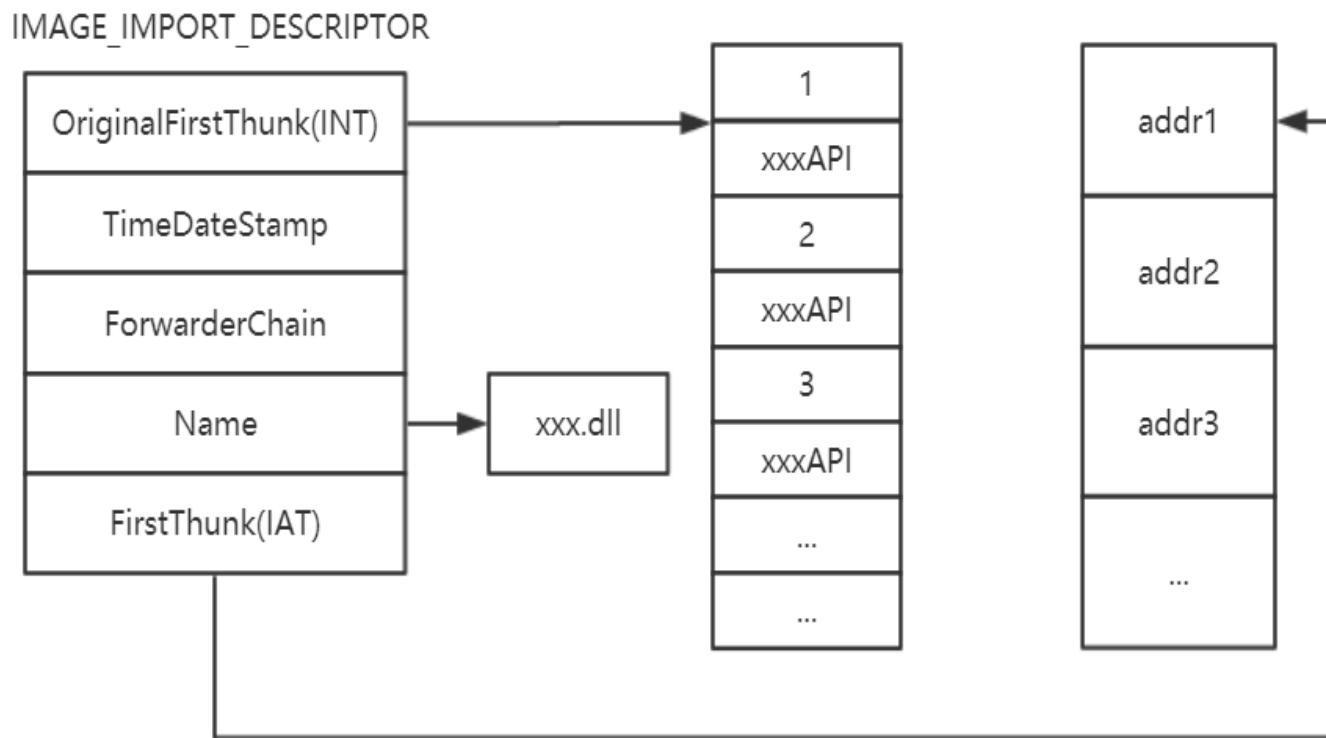
- 导入地址表（IAT）中填写对应函数的虚拟地址。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — IMAGE\_IMPORT\_DESCRIPTOR

### — 导入表整体结构





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — 程序处理

### □2 程序处理

- 与基址重定位表类似的，从可选头中的 **DataDirectory** 中的 **IMPORT Directory** 成员找到。然后使用 **LoadLibrary** 载入所有关联的 **DLL**，使用 **GetProcAddress** 获取所有函数地址，填入 **IAT** 中。
- 程序共有两个循环，第一个循环为遍历所有需要导入的 **DLL**，第二个循环为遍历每个 **DLL** 中需要导入的函数。将获取到的函数地址填入 **IAT** 表中即可。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表 — 程序处理

- 为调用函数，需要执行**GetProcAddress**获取函数地址
  - 为了使其他函数可调用本PE文件的函数，需要实现**GetProcAddress**
  - **GetProcAddress**的实现，则依赖于**EAT**（**Export Address Table**，导出地址表）的读取
  - 根据**EAT**中读取到的地址，以及加载的模块的基址，可计算出所加载的函数的地址。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

```
BOOL CPE::FillIAT()
{
    PIMAGE_IMPORT_DESCRIPTOR pIIDBlock=
PIMAGE_IMPORT_DESCRIPTOR(m_pFileBuf+m_PEImportDir.VirtualAddress);
    while(pIIDBlock->Characteristics)
    {
        char*dllname=(char*) (m_pFileBuf+pIIDBlock->Name);
        printf("%s\n",dllname);
        DWORD*pIAT=(DWORD*) (m_pFileBuf+pIIDBlock->FirstThunk);
        DWORD*pINT=(DWORD*) (m_pFileBuf+pIIDBlock->OriginalFirstThunk);
        HMODULE hMod=LoadLibrary(dllname);
        do
        {
            PIMAGE_IMPORT_BY_NAME INT = PIMAGE_IMPORT_BY_NAME(*pINT+m_pFileBuf);
            DWORD ProcAddr=DWORD(GetProcAddress(hMod, (char*) INT->Name));
            printf("hint %x name:%s len:%d IATaddress %x\n", INT->Hint, INT-
>Name, strlen((char*) INT->Name), ProcAddr);
            *pIAT=ProcAddr;
            pIAT++;
            pINT++;
        }while(*pINT);
        pIIDBlock++;
    }
    return 0;
}
```

获取导入函数地址





# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (5) 导入表

- 至此，自制的LoadLibrary就已经完成了。
- 如果是在vista及以上操作系统，使用上面的代码加载EXE文件，去掉对DLL位的校验，通过可选头获取程序入口点，将控制权交给加载好的EXE，即可正常执行EXE程序，可以称之为LoadPE。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

- 一. PE简介
- 二. 检查PE格式
- 三. 内存映像结构
- 四. 基址重定位
- 五. 导入表
- 六. 导出表



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表

- 上面LoadLibrary已经完成了，接下来需要完成的是与LoadLibrary配套的GetProcAddress。
- 仅仅把DLL加载到内存中是不够的，无法得到DLL导出函数的地址，这个DLL就是无效的。但是在DLL中，DataDirectory比EXE中多了一项EXPORTDirectory，通过EXPORT Directory可以找到DLL中的导出地址表。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表

- 1 IMAGE\_EXPORT\_DIRECTORY
- 2 程序处理



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表 — IMAGE\_EXPORT\_DIRECTORY

### □1 IMAGE\_EXPORT\_DIRECTORY

```
typedef struct _IMAGE_EXPORT_DIRECTORY {  
    DWORD Characteristics;  
    DWORD TimeDateStamp;  
    WORD MajorVersion;  
    WORD MinorVersion;  
    DWORD Name;  
    DWORD Base;  
    DWORD NumberOfFunctions;  
    DWORD NumberOfNames;  
    DWORD AddressOfFunctions; // RVA from base of image  
    DWORD AddressOfNames; // RVA from base of image  
    DWORD AddressOfNameOrdinals; // RVA from base of  
    image  
} IMAGE_EXPORT_DIRECTORY, *PIMAGE_EXPORT_DIRECTORY;
```



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表 — IMAGE\_EXPORT\_DIRECTORY

- **#1 Characteristics**
  - 未定义，为0。
- **#2 TimeDateStamp**
  - 该字段表明输出表创建时间。
- **#3 MajorVersion**
  - 该字段表明输出表的主版本号，未使用，值为0。
- **#4 MinorVersion**
  - 该字段表明输出表的次版本号，未使用，值为0。
- **#5 Name**
  - 该字段指向DLL名称字符串地址。
- **#6 Base**
  - 该字段包含用于这个可执行文件输出表的起始序数值



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表 — IMAGE\_EXPORT\_DIRECTORY

### – #7 NumberOfFunctions

- 该字段表明导出地址表（EAT）中的条目数量。

### – #8 NumberOfNames

- 输出函数名称表的条数数量，该值小于或等于NumberOfFunctions。当函数只通过序数输出时会出现NumberOfNames小于NumberOfFunctions。

### – #9 AddressOfFunctions

- 该字段指向EAT地址，EAT中存储了所有导出函数的相对虚拟地址

### – #10 AddressOfNames

- 该字段指向导出名称表（ENT）地址，ENT中存储了所有函数名称字符串的相对虚拟地址。

### – #11 AddressOfNameOrdinals

- 该字段指向导出序数表地址，导出序数表中存储了所有导出函数的序数

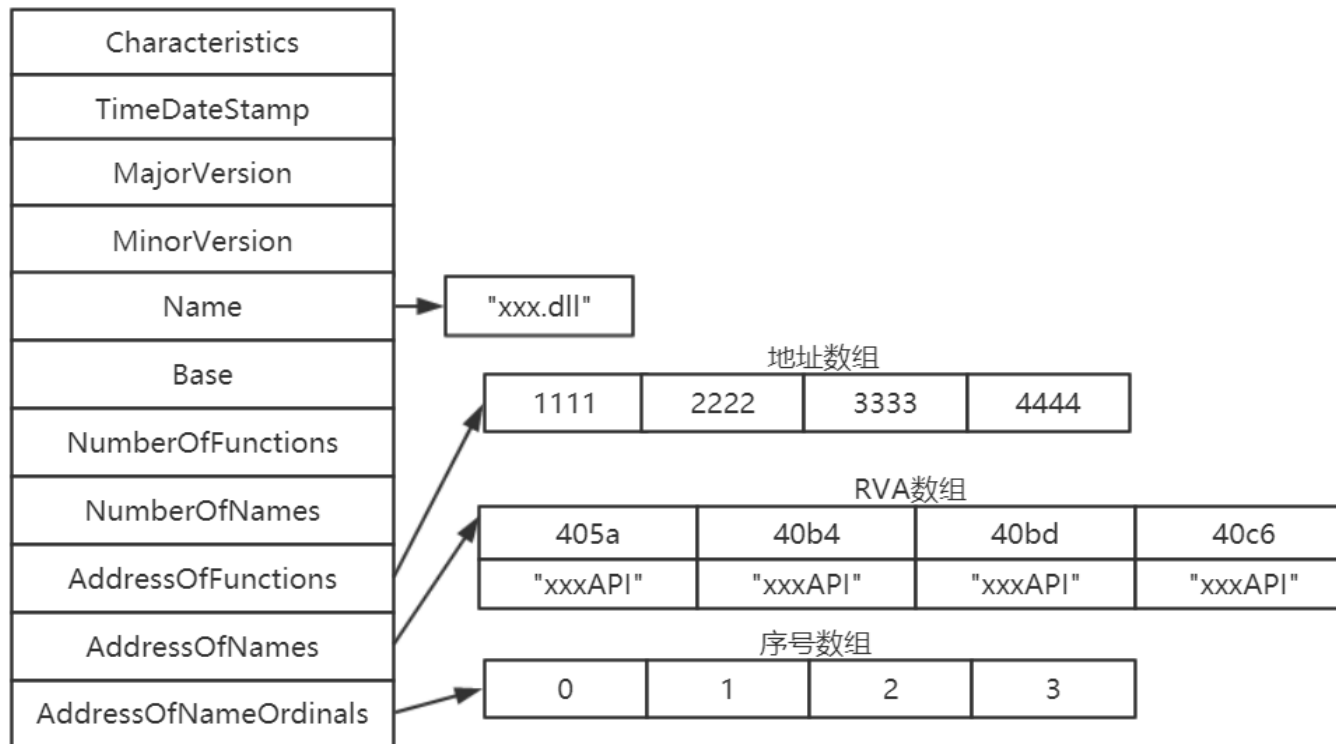


# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表 — IMAGE\_EXPORT\_DIRECTORY

### — IMAGE\_EXPORT\_DESCRIPTOR 结构图

IMAGE\_EXPORT\_DIRECTORY







# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表 — 程序处理

### □2 程序处理

- 从可选头中的DataDirectory中的EXPORT Directory成员找到IMAGE\_EXPORT\_DIRECTORY地址。
- 从ENT中取出函数名，与要取的函数名进行对比，一致时从EAT中得到函数地址与内存中的DLL基址相加，即得到了函数真实的地址。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表 — 程序处理

```
DWORD CPE::MyGetProcAddress(char* FuncName)
{
    DWORD i;
    printf("Export table loading~\n");
    printf("Dll base %x\n", m_pFileBuf);
    PIMAGE_EXPORT_DIRECTORY pIIDBlock=
PIMAGE_EXPORT_DIRECTORY(m_pFileBuf+m_PEEExportDir.VirtualAddress);
    DWORD*AddressOfNames=(DWORD*) (m_pFileBuf+pIIDBlock->AddressOfNames);
    DWORD*AddressOfFunctions=(DWORD*) (m_pFileBuf+pIIDBlock-
>AddressOfFunctions);
    printf("%x %s %d %d\n", pIIDBlock->Name, m_pFileBuf+pIIDBlock-
>Name, pIIDBlock->Base, pIIDBlock->NumberOfFunctions);
    for(i=0; i<pIIDBlock->NumberOfFunctions; i++)
    {
        printf("%s
%x\n", m_pFileBuf+AddressOfNames[i], AddressOfFunctions[i]);
        if(strcmp(FuncName, (char*) (m_pFileBuf+AddressOfNames[i]))==0)
        {
            return(DWORD) (m_pFileBuf+AddressOfFunctions[i]);
        }
    }
    return 0;
}
```

获取导出函数地址



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (6) 导出表

- 至此，自制的GetProcAddress也已经完成，与之前编写的LoadLibrary配合，就可以实现在内存中加载DLL并获取函数地址。



# 第八章 从PE结构到LoadLibrary

## (7) 小结

- 开发了一套加载DLL并获取函数地址的代码，可以实现对DLL的一些基本操作，可对PE格式有一个基本的了解，
- 这只是一个简单版本的LoadLibrary，更加完善的LoadLibrary除了校验PE格式，将文件映射到内存，进行基址重定位，填充导入表以及执行DllMain之外，还需要在执行DllMain之前执行TLS回调，将重定位节区标为可回收等等工作。
- 同时上面的程序只是使用了PE格式中最常见的一些部分。仍有很多细节以及功能没有介绍，如Sectionheader，延迟装载DLL等。
- 想要更加详尽的了解PE格式还需要广泛的查阅资料进行学习。



谢 谢!