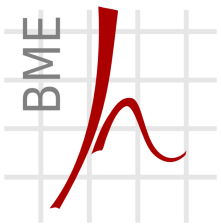
Exe fájlformátum loader linker

Kód visszafejtés.



Híradástechnikai Tanszék

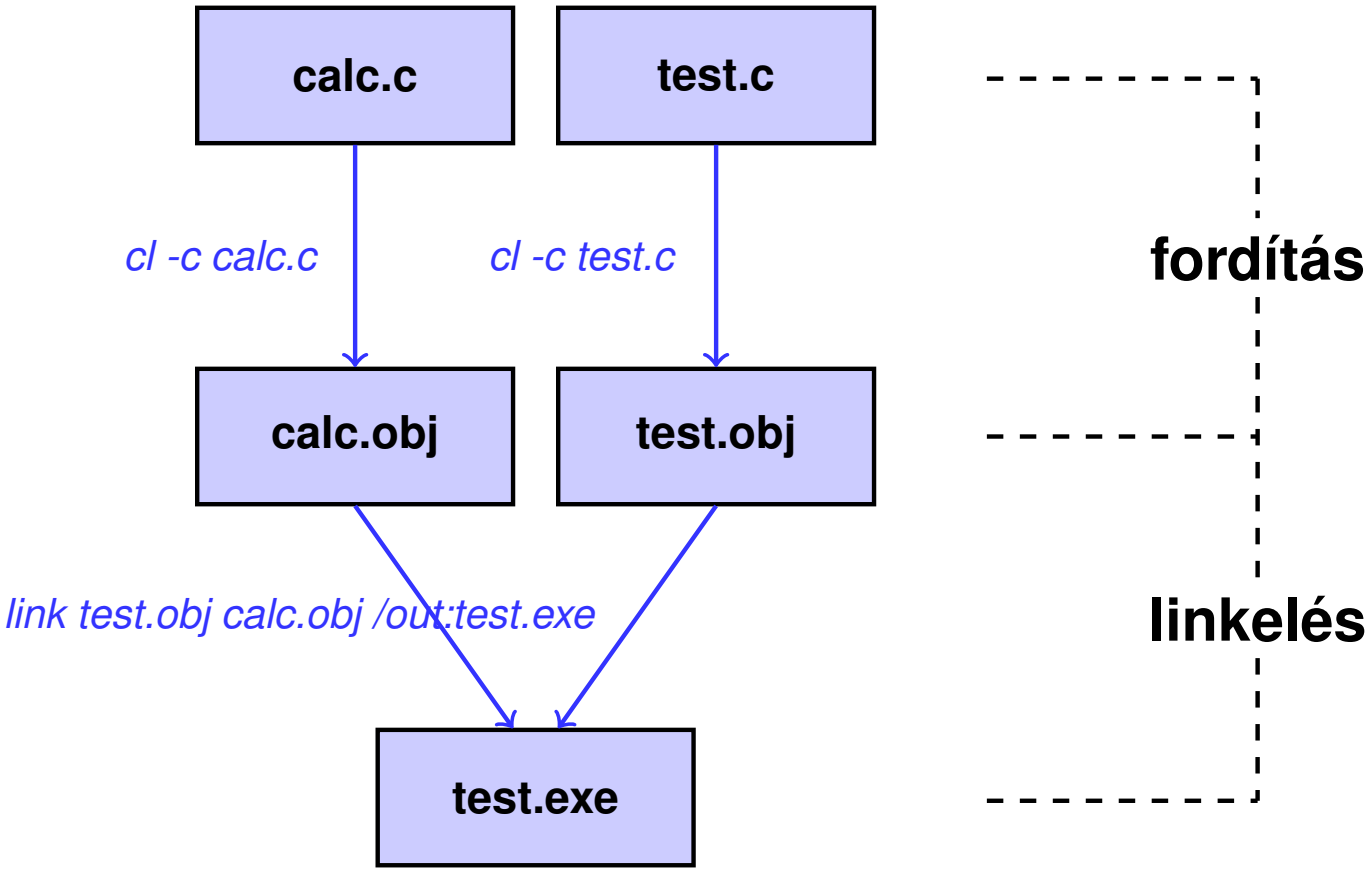
Izsó Tamás

2016. december 1.

Section 1

Linker és Loader

Több modulból álló C program fordítása



Több modulból álló C program fordítás

```
1  // Inclusion guard
2  #ifndef _CALC_H_
3  #define _CALC_H_
4
5
6  int Add( int a, int b );
7  void Function( void );
8
9  // End the inclusion guard
10 #endif
```

calc.h header file

Több modulból álló C program fordítás

```
1  #include <stdio.h>
2  // Define  2 functions
3
4  // Add will return the sum of two numbers
5  int Add( int a, int b )
6  {
7    return a + b ;
8  }
9
10 // Function will print out a text string
11 void Function( void )
12 {
13   printf( "Function called! \n" );
14 }
```

calc.c rutinokat tartalmazó forrásfájl

Több modulból álló C program fordítás

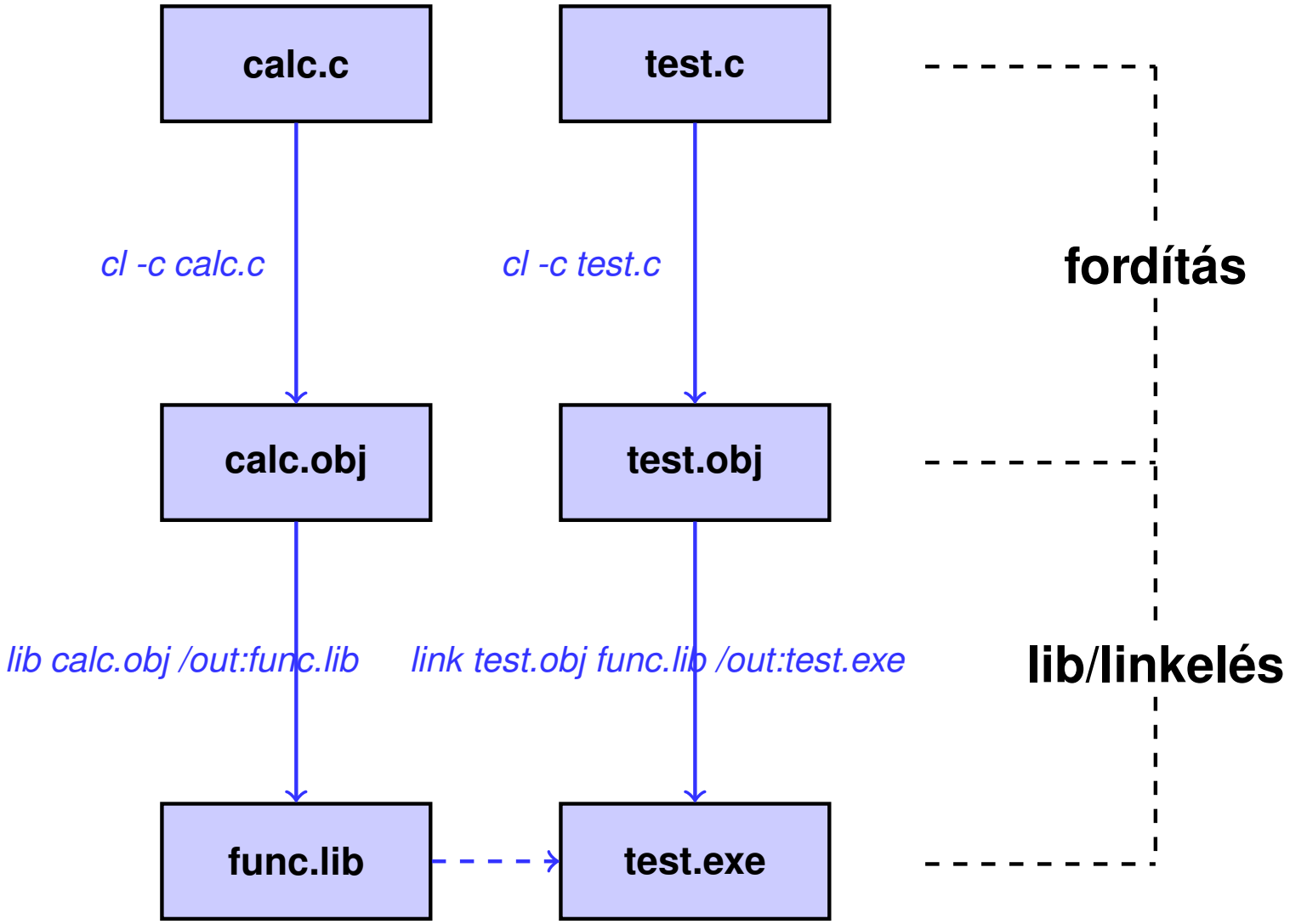
```
1  #include <stdio.h>
2  #include "calc.h"
3
4  int main()
5  {
6    printf("65+44=%d\n", Add(65, 44) );
7    Function();
8    return(1);
9  }
```

test.c főprogram forrásfájl

Statikus linkelés

- `*.lib` lefordított tárgykódok (obj) gyüjteménye (archive, library);
- linkelésnél a futtatható program részévé válik `.lib` egy része;
- egyszerű a programot telepíteni;
- sok memóriát használ, mivel minden egyes futtatható fájlban azonos kódrészek találhatók;
- a javítás újralinkelést igényel (nehéz az sw. karbantartása).

Több modulból álló C program fordítás



Fordítás menete

Több modulból álló C program fordítás

```
cl -c calc.c
lib calc.obj /OUT:func.lib
cl -c test.c
link test.obj func.lib /OUT:test.exe
```

Könyvtár megadása pragma direktívával

```
1  #include <stdio.h>
2  #include "calc.h"
3
4  #pragma comment(lib,"func.lib")
5
6  int main()
7  {
8    printf("65+44=%d\n", Add(65, 44) );
9    Function();
10   return(1);
11 }
```

Több modulból álló C program fordítás

```
cl -c calc.c
lib calc.obj /OUT:func.lib
cl -c test_pragma.c
link test_pragma.obj  /OUT:test.exe
```

Ilyenkor nem szükséges a func.lib megadása. Az standard C függvénykönyvtár is így van megadva. Ezt az információt a lefordított kód tárolja.

Dinamikus linkelés

- dinamikus (osztott) könyvtár a processzel egyidőben töltődik be, ha még nincs a memóriában;
- a dinamikus könyvtár tartalma külön egységet képez a háttértárolón és a memóriában is;
- a lefordított programba nem épül be;
- hatékony a memória felhasználás;
- könnyű a karbantartás;
- plugin koncepciót támogatja (interface kialakítás, későbbi funkciók létrehozása újralinkelés nélkül);

Dinamikus könyvtár – implicit link

```
1  // Inclusion guard
2  #ifndef _DLLTUT_DLL_H_
3  #define _DLLTUT_DLL_H_
4
5  __declspec(dllimport) int Add( int a, int b );
6  __declspec(dllimport) void Function( void );
7
8  // End the inclusion guard
9  #endif
```

calc.h dll-hez tartozó header fájl

Dinamikus könyvtár – implicit link

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <windows.h>
3
4  // primitív összeadó függvény
5  __declspec(dllexport) int Add( int a, int b )
6  {
7    return( a + b );
8  }
9
10 // primitív kiíró függvény
11 __declspec(dllexport) void Function( void )
12 {
13   printf( "DLL Called! \n" );
14 }
```

Dinamikus könyvtár – implicit link

```
15
16 BOOL APIENTRY DllMain(HANDLE hModule,
17       DWORD  ul_reason_for_call,
18       LPVOID lpReserved)
19 {
20   switch( ul_reason_for_call ) {
21   case DLL_PROCESS_ATTACH:
22     printf("DLL_PROCESS_ATTACH\n");
23     break;
24   case DLL_THREAD_ATTACH:
25     printf("DLL_THREAD_ATTACH\n");
26     break;
27   case DLL_THREAD_DETACH:
28     printf("DLL_THREAD_DETACH\n");
29     break;
30   case DLL_PROCESS_DETACH:
31     printf("DLL_PROCESS_DETACH\n");
32     break;
33   }
```

Dinamikus könyvtár – implicit link

```
cl /LD calc.c
```

calc.c DLL fordítás

```
__declspec( dllimport ) declarator
__declspec( dllexport ) declarator
```

A dllimport és a dllexport Microsoft specifikus tárolási osztály attribútum. Meghatározza, hogy melyik adathoz vagy függvényhez férhetünk hozzá, vagy melyre van szükségünk egy másik DLL-ből. Fordító ezek alapján optimalizálja a DLL-ben lévő függvények hívását. A `.DEF` modul definiciós fájlban is meg lehet adni.

Dinamikus könyvtár – implicit link

```
1  // Loading DLLs The Easy Way
2  #include <stdio.h>
3
4  #include "../b/calc.h"
5
6  int main()
7  {
8    // call and print the result of Add() from DLL
9    printf("123+456=%d\n", Add(123, 456) );
10   Function();      // call Function() from DLL
11   return 1;
12 }
```

dll hívás egyszerű módon

Dinamikus könyvtár – implicit link

```
cl -c test_implicit.c
link test_implicit.obj ../b/calc.lib
```

test_implicit program fordítása és linkelése

Dinamikus könyvtár – explicit link

```
1  // Dynamic Loading
2  #include <stdio.h>
3  #include <windows.h>
4
5  // Függvényre mutató pointer típusdefiníciója
6  typedef int (*AddFunc)(int,int);
7  typedef void (*PrintFunc)();
8
9  int main()
10 {
11   // Függvényre mutató pointer
12   int (*_AddFunc)(int,int);
13   void (*_PrintFunc)();
```

dll hívása bonyolult módon

Dinamikus könyvtár explicit linkelése

```
15    HINSTANCE hInstLib = LoadLibrary("calc.dll");
16
17    if (hInstLib) {
18      // pointerek beállítása
19      _AddFunc = (AddFunc)GetProcAddress(hInstLib, "Add");
20      _PrintFunc =
21        (PrintFunc)GetProcAddress(hInstLib, "Function");
22      // Hiba esetén NULL pointert kapunk vissza
23      if (_AddFunc) printf("123+456=%d\n", _AddFunc(123, 456) );
24      if (_PrintFunc)   _PrintFunc();
25      // DLL könyvtár felszabadítása
26      FreeLibrary(hInstLib);
27    }   else  {
28      // Our DLL failed to load!
29      printf( "DLL betoltes hibas! \n");
30    }
31
32    return 0;
33  }
```

Dinamikus könyvtár explicit linkelése

```
cl -c test_explicit.c
link test_explicit.obj
```

test_explicit program előállítása

Linkerek megjelenése

- Kezdetben a programozás gépi kódban történt;
- a program kezdőcíme ismert volt;
- az ugrások címét az adatok és szubrutinok helyét a gépi utasítások hosszának ismeretében a programozó határozta meg;
- a rutinok összefűzése vagy bővítése esetén a címeket újra kellett számolni

1974-ben John Mauchly az ENIAC projekt vezetője olyan betöltő és linkelő programot írt amely képes volt a 0-ás címen kezdődő szubrutinokat összefűzni. Ekkor még nem volt fordítóprogram.

Section 2

COFF

Szimbólumtábla

- A programozási nyelvekben a típusokra, adatokra, függvényekre, ugrási címekre szimbolikus nevekkel hivatkozunk.
- Vannak név nélküli objektumok, amelyekhez a fordító generál szimbolikus nevet.
- A kód és az adat különböző memóriaterületre kerül, ezért ezek a lefordított kódban is külön szegmensben vannak. A szegmensek nevekkel rendelkeznek, ami szintén megtalálható a szimbólumtáblában.
- A linker számára az a szimbólum érdekes, melyek a program kezdőcímétől függ. Például globális függvények, static változók, de lényegtelenek a típusok, lokális változók, függvényparaméterek.

Common Object File Format COFF

- Ezt a fájlformátumot először a Unix rendszerben a lefordított a.out *(assembler output)* program tárolására használták.
- Szimbolikus nevek csak 8 karakteresek lehettek.
- Nem támogatja a DLL-ek hívását.
- A fordítók által generált összes debug információ tárolása nehézségekbe ütközik.
- Sok módosított változata létezik, XCOFF vagy a Microsoft létrehozta a PE/COFF, linuxban viszont áttértek az ELF fájltípusra.

PE/COFF fájl főbb részei

- **fájl header** – milyen gépen lehet futtatni a kódot, mikor keletkezett a fájl, szimbólumok hol találhatók, stb.;
- **opcionális header** – linker verzió, kód hossza, inicializált és nem inicializált adatok mérete, program első végrehajtandó utasításának a címe, stb;
- **section header** – egy bejegyzés tartalmazza a szegmens méretét és helyét, a hozzá tartozó relokációs információ helyét, line number table helyét, VM típus (read only, executable, stb);
- **relokációs tábla** – memóriahelytől függő információk;
- **line number table** – forrássorok összerendelése a kóddal (debug esetén) ;
- **szimbólumtábla** – szimbólum neve (8 byte-nál hosszabb nevek esetén a string táblára hivatkozik), szimbólumot tartalmazó szegmens sorszáma, szegmensen belüli hely;
- **String tábla** – 8 karakternél hosszabb neveket tartalmazza.

Példa szimbólumokra — a.c

```
int a, b;                          // globális, UNDEF section
int c = 5;                         // globális, .data section
const int d = 64;                  // globális, .rdata
char s1[]="alma";                  // globális, .data
const char s2[]="korte";           // globális, .rdata
char* s3="dio";                    // globális, .data
int t[100];                        // globális, UNDEF section
int* p=t;                          // globális, .data
extern void func(const char *); // globális, UNDEF section

int main()  {
    int e=5, f;
    static int g;                   // statikus .data
    char s4[]="banan";
    static char s5[]="ananasz"; // statikus .data
    switch( e )      {
       case 0 : func("case 0"); break;
       case 1 : func(s4); break;
       case 2 : func(s5); goto Lab5;
       case 3 : func(s1); break;
       case 4 : func(s2); break;
     Lab5:                        // lokális .text
       case 5 : func(s3); break;
    }
   return 0;
}
```

a.c program lefordított kódja 1.

```
_main:
   00000000 55                    push   ebp
   00000001 8B EC                 mov    ebp,esp
   00000003 83 EC 14              sub    esp,14h
   00000006 C7 45 F0 05000000     mov    dword ptr [ebp-10h],5
   0000000D A1 00000000           mov    eax,dword ptr [$SG2485]
   00000012 89 45 F4              mov    dword ptr [ebp-0Ch],eax
   00000015 66 8B 0D 04000000     mov    cx,word ptr [$SG2485+4]
   0000001C 66 89 4D F8           mov    word ptr [ebp-8],cx
   00000020 8B 55 F0              mov    edx,dword ptr [ebp-10h]
   00000023 89 55 EC              mov    dword ptr [ebp-14h],edx
   00000026 83 7D EC 05           cmp    dword ptr [ebp-14h],5
   0000002A 77 63                 ja     0000008F
   0000002C 8B 45 EC              mov    eax,dword ptr [ebp-14h]
   0000002F FF 24 85 00000000     jmp    dword ptr $LN11[eax*4]
$LN6:
   00000036 68 00000000           push   offset $SG2493
   0000003B E8 00000000           call   _func
   00000040 83 C4 04              add    esp,4
   00000043 EB 4A                 jmp    0000008F
$LN5:
   00000045 8D 4D F4              lea    ecx,[ebp-0Ch]
   00000048 51                    push   ecx
   00000049 E8 00000000           call   _func
   0000004E 83 C4 04              add    esp,4
   00000051 EB 3C                 jmp    0000008F
$LN4:
   00000053 68 00000000           push   offset ?s5@?1??main@@9@9
   00000058 E8 00000000           call   _func
```

a.c program lefordított kódja 2.

```
   0000005D  83 C4 04          add    esp,4
   00000060  EB 1E             jmp    $Lab5$2496
$LN3:
   00000062  68 00000000       push   offset _s1
   00000067  E8 00000000       call   _func
   0000006C  83 C4 04          add    esp,4
   0000006F  EB 1E             jmp    0000008F
$LN2:
   00000071  68 00000000       push   offset _s2
   00000076  E8 00000000       call   _func
   0000007B  83 C4 04          add    esp,4
   0000007E  EB 0F             jmp    0000008F
$Lab5$2496:
   00000080  8B 15 00000000    mov    edx,dword ptr [_s3]
   00000086  52                push   edx
   00000087  E8 00000000       call   _func
   0000008C  83 C4 04          add    esp,4
   0000008F  33 C0             xor    eax,eax
   00000091  8B E5             mov    esp,ebp
   00000093  5D                pop    ebp
   00000094  C3                ret
   00000095  8D 49 00          lea    ecx,[ecx]
$LN11:
   00000098  00 00 00 00
   0000009C  00 00 00 00
   000000A0  00 00 00 00
   000000A4  00 00 00 00
   000000A8  00 00 00 00
   000000AC  00 00 00 00
```

a.obj-ban lévő szimbólumtábla

```
000 00837809 ABS     notype        Static        | @comp.id
001 00000001 ABS     notype        Static        | @feat.00
002 00000000 SECT1   notype        Static        | .drectve
    Section length   2F, #relocs    0, #linenums
0, checksum  0
004 00000000 SECT2   notype        Static        | .debug$S
    Section length   7C, #relocs    0, #linenums
0, checksum  0
006 00000000 SECT3   notype        Static        | .data
    Section length   2F, #relocs    2, #linenums
0, checksum CFCD7EC4
008 0000000C SECT3   notype        Static        | $SG2473
009 00000004 UNDEF   notype        External      | _a
00A 00000004 UNDEF   notype        External      | _b
00B 00000190 UNDEF   notype        External      | _t
00C 00000000 SECT3   notype        External      | _c
00D 00000000 SECT4   notype        Static        | .rdata
    Section length    A, #relocs    0, #linenums
0, checksum 6DAF2FDC
00F 00000000 SECT4   notype        External      | _d
010 00000004 SECT3   notype        External      | _s1
011 00000004 SECT4   notype        External      | _s2
012 00000010 SECT3   notype        External      | _s3
013 00000014 SECT3   notype        External      | _p
014 00000018 SECT3   notype        Static        | $SG2485
015 00000020 SECT3   notype        Static        | ?s5@?1??main@@9@9 (`main'::`2'::s5)
016 00000028 SECT3   notype        Static        | $SG2493
017 00000000 SECT5   notype        Static        | .text
    Section length   B0, #relocs   14, #linenums
0, checksum 44157CC3
019 00000000 SECT5   notype ()     External      | _main
01A 00000080 SECT5   notype        Label         | $Lab5$2496
01B 00000071 SECT5   notype        Label         | $LN2
01C 00000062 SECT5   notype        Label         | $LN3
01D 00000053 SECT5   notype        Label         | $LN4
01E 00000045 SECT5   notype        Label         | $LN5
01F 00000000 UNDEF   notype ()     External      | _func
020 00000036 SECT5   notype        Label         | $LN6
021 00000098 SECT5   notype        Static        | $LN11
```

a.obj .text szegmenséhez tartozó relokációs tábla

Offset	Type	Applied To	Index	Name
0000000E	DIR32	00000000	14	$SG2485
00000018	DIR32	00000004	14	$SG2485
00000032	DIR32	00000000	21	$LN11
00000037	DIR32	00000000	16	$SG2493
0000003C	REL32	00000000	1F	_func
0000004A	REL32	00000000	1F	_func
00000054	DIR32	00000000	15	?s5@?1??main@@9@9 ('main'::'2'::s5)
00000059	REL32	00000000	1F	_func
00000063	DIR32	00000000	10	_s1
00000068	REL32	00000000	1F	_func
00000072	DIR32	00000000	11	_s2
00000077	REL32	00000000	1F	_func
00000082	DIR32	00000000	12	_s3
00000088	REL32	00000000	1F	_func
00000098	DIR32	00000000	20	$LN6
0000009C	DIR32	00000000	1E	$LN5
000000A0	DIR32	00000000	1D	$LN4
000000A4	DIR32	00000000	1C	$LN3
000000A8	DIR32	00000000	1B	$LN2
000000AC	DIR32	00000000	1A	$Lab5$2496

b.c fordítási egység

```
int b=2;
extern void func(const char *s) {
    int i;
    for(i=0; s[i]; i++ ) b+=*s;
}
```

b.obj .text szegmensének a szimbólumtáblája:

```
000 00837809 ABS    notype      Static    | @comp.id
001 00000001 ABS    notype      Static    | @feat.00
002 00000000 SECT1  notype      Static    | .drectve

004 00000000 SECT2  notype      Static    | .debug$S

006 00000000 SECT3  notype      Static      | .data

008 00000000 SECT3  notype      External  | _b
009 00000000 SECT4  notype      Static    | .text

00B 00000000 SECT4  notype ()   External  | _func
```

.text szegmenshez tartozó relokációs tábla:

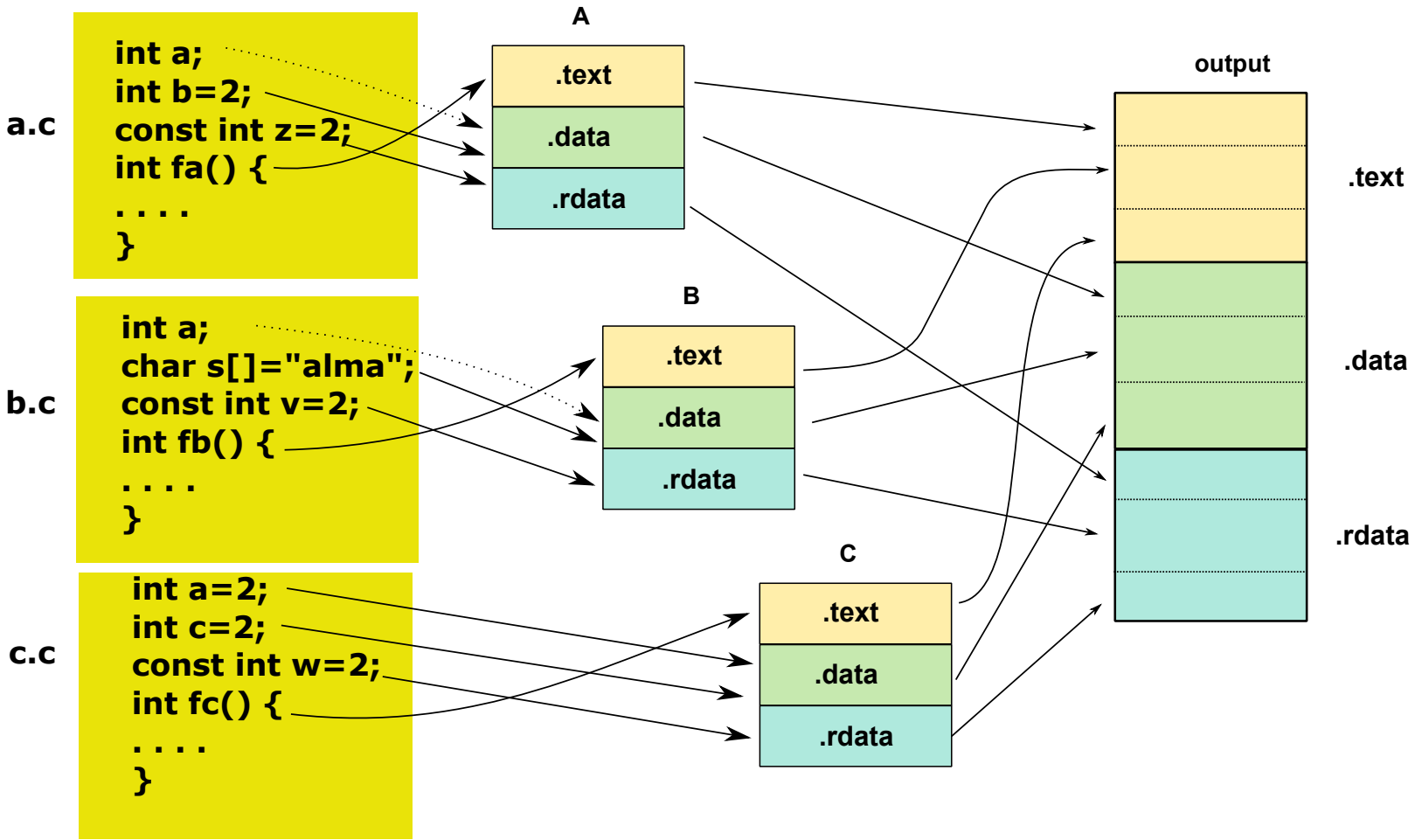
Offset	Type	Applied To	Index	Name
0000002B	DIR32	00000000	8	_b
00000031	DIR32	00000000	8	_b

Szegmensek

A szegmensek nevét a fordító határozza meg. A kódszegmens neve Visual C fordító esetén `.text` Borland fordító esetén `CODE`. Néhány szegmens elnevezése Visual Studió használatkor:

.drective	linker opció
.text	kódszegmens
.data	inicializált adatszegmens
.rdata	csak olvasható adatszegmens
.bbs	nem inicializált adatszegmens
.reloc	relokációs tábla
.rsrc	resource (ikon, cursor alak, stb.)
.edata	export tábla
.idata	import tábla

Objektumok linkelése



Adatok relokálása

- A linker vagy loader ismeri, hogy az *m* modulban lévő szegmens kezdete hova esik a betöltés vagy az összeszerkesztés alatt.
- A szimbólumtábla tartalmazza, hogy a szimbólum melyik szegmensben van.
- A szimbólumtábla tartalmazza, hogy a szimbólum az őt befoglaló szegmens kezdetétől hol helyezkedik el.
- Minden szegmensnek külön relokációs táblája van.
- A linker és a loader a relokációs tábla alapján tudja a címkiigazítás helyét és a relokálandó adatok méretét. A kód értelmezésével nem foglalkozik.

Relokációs algoritmus

```
foreach section s {
   foreach relocation entry r {
      refptr = ADDR(s) + r.offset; /* ptr to reference to be relocated */

      /* Relocate a PC-relative reference */
      if (r.type == REL32) {
         /* ref's run-time address.  */
         refaddr[1] = ADDR(s) + r.offset + 4;
         *refptr = ADDR(r.symbol) + *refptr - refaddr;
      }

      /* Relocate an absolute reference */
      if (r.type == DIR32)
         *refptr =  ADDR(r.symbol) + *refptr;
      }
 }
```

[1] Az IP a relokálandó operandusú utasítás végrehajtása pillanatában már a következő utasításra mutat, és ehhez képest kell a relatív címet kiszámítani. A relokálás típusa egyértelműen megadja, hogy 4-et kell a relokálás helyéhez adni.

Linker által használt adatok a számításokhoz

- A linker a program kezdőcímének a 0x00400000 értéket használta. Ezen a helyen a PE/COFF fájlformátum header része található.
- A kód szegmens külön lapra kerül a virtuális memóriában. Egy lap mérete 4Kbyte, ezért az a.obj kódszegmense a 0x00401000 címre kerül.
- Az a.obj kódszegmense 0xB0 hosszú, ezért a b.obj kódszegmense közvetlenül az a.obj kódszegmense után, a 0x004010B0 címre kerül.
- A .rdata adatszegmens címtartománya: 0x00408000 - 0x00409A99.
- A .data adatszegmens új lapra, azaz a 0x0040A000 címre kerül.

Abszolút hivatkozás címkiszámítása

Relokálandó adat az a.obj .text szegmensében:

```
00000037  DIR32     00000000     16       $SG2493
```

Relokáció helye a kódban:

```
00000036: 68 00000000       push       offset $SG2493
```

Szimbólumtábla bejegyzés:

```
006 00000000 SECT3  notype     Static | .data
    length   2F, #relocs  2, #linenums  0, chksum CFCD7EC4
016 00000028 SECT3  notype     Static  | $SG2493
```

```
 Addr( $SG2493 ) = Addr(.data)+Offset($SG2493) =
  = 0x40A000 + 0x28 = 0x40A028

refptr = Addr(.text) + Addr(reloc offset)
  = 0x401000 + 0x37  = 0x401037

*refptr = Addr(r.symbol) + *refptr
  = 0x40A028 + 0 = 0x40A028
```

Eredmény megtekintése ollydbg alatt:

```
00401036    68 28A04000      PUSH OFFSET 0040A028
```

IP relatív hivatkozás címkiszámítása

Az a.obj .text szegmenséhez rendelt relokálandó adat:

```
00000059   REL32   00000000   1F   _func
```

Relokálandó kód az a.obj modulban:

```
00000058: E8 00000000     call   _func
```

A b.obj-ban lévő szimbólumtábla bejegyzés:

```
009 00000000 SECT4  notype Static    | .text
    length   3B, #relocs 2, #linenums 0, chksum 14D5DB06
00B 00000000 SECT4 notype () External | _func
```

```
Addr(r.symbol) = Addr(_func)
  = Addr(b.obj .text)+Offset(_func) = 0x4010B0+0 = 0x4010B0

refaddr = Addr(a.obj .text) + r.offset + 4
 = 0x401000 + 0x59 + 4  = 0x40105D

refptr = Addr(.text) + r.offset = 0x401000 + 0x59 = 0x401059

*refptr = ADDR(r.symbol) + *refptr - refaddr
= 0x4010B0 + 0 - 0x40105D =   0x53
```

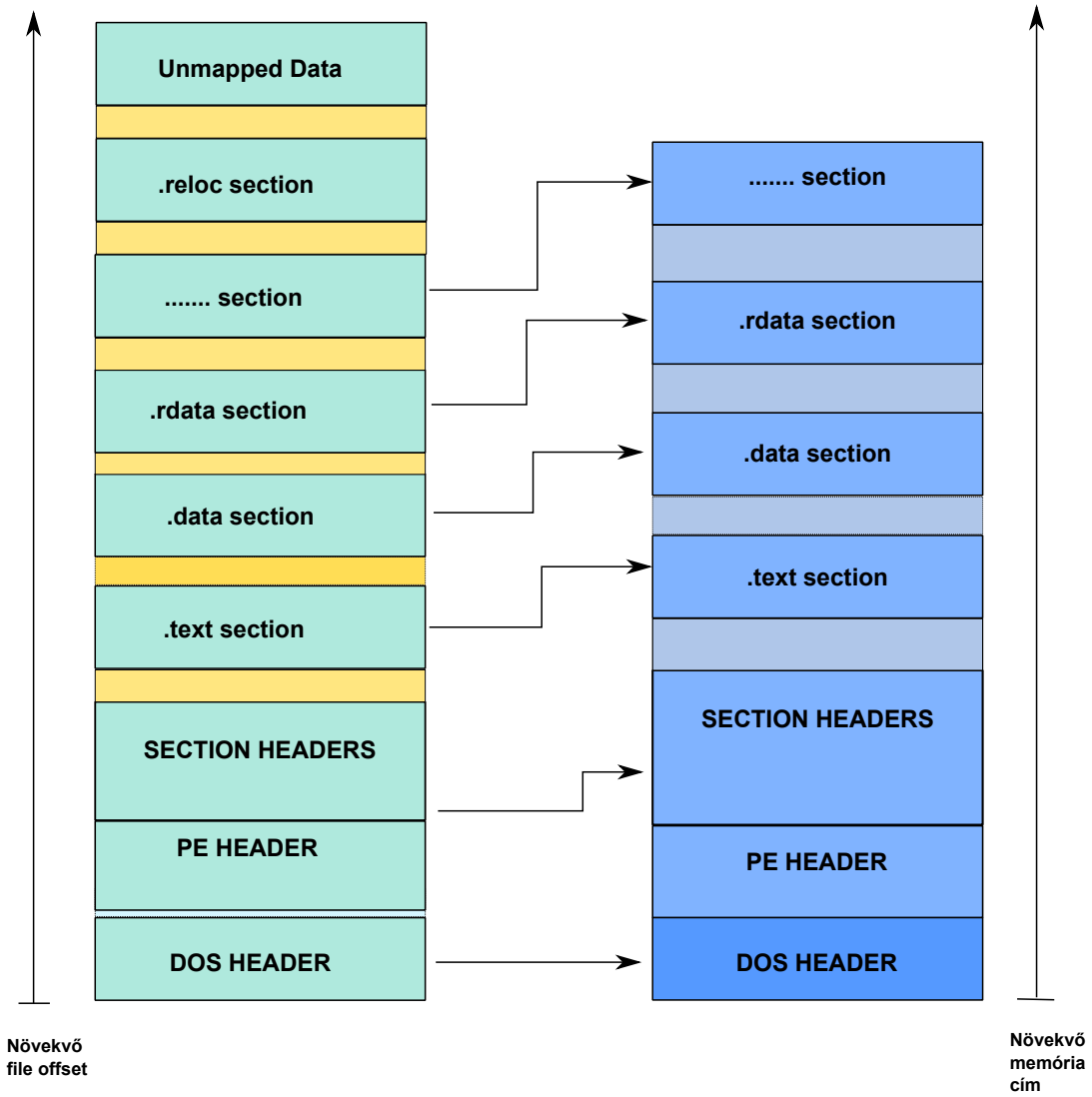
Eredmény megtekintése ollydbg alatt:

```
00401058   E8 53000000     CALL 004010B0
```

Section 3

PE/COFF

Exe file leképzése a memóriába



Portable Executable fájl

- DOS operációs rendszerrel kompatibilis, figyelmeztető üzenetet ad, ha nem futtatható DOS alatt a program. A PE fájl eleje megegyezik a MZ végrehajtható fájlformátummal.
- DLL hívást támogatja. Az exe és a DLL azonos szerkezetű. A DLL fájlokat sokszor más kiterjesztéssel használják, pl. OCX , CPL
- Alpha, MIPS és .NET MSIL végrehajtható fájlformátuma is egyben.
- 64 bites programok hasonló formában vannak tárolva, egyes helyeken a 32 bitet 64 bites adatok váltották fel. PE32+ elnevezést kapta.

Relative Virtual Address (RVA)

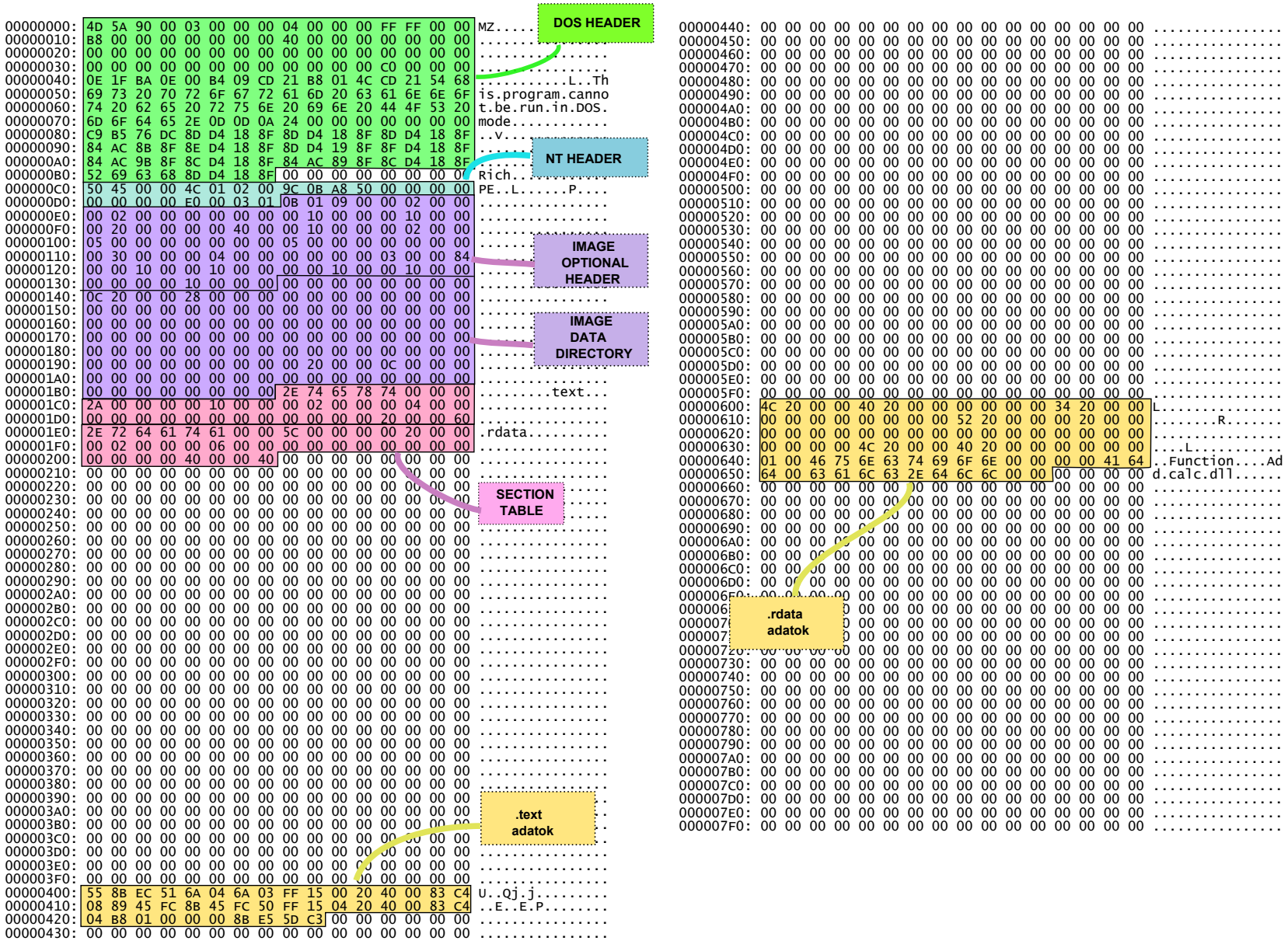
A futtatható fájlt a loader nem másolja be a memóriába, hanem az egyes szekciókat memory mapped file-ként kezeli. A fájlban tárolt szekciók 512-vel (0x200) osztható byte határon kezdődnek, míg a memóriában új lapra kerülnek, ahol egy lap 4Kbyte (vagy 8 Kbyte). Ezért a fájl adott tartalma a fájl elejétől más távolságra van, mint ugyanez az adat a memóriába a program elejétől számítva.

RVA kiszámítása

A memóriában lévő címek a betöltés helyétől függetlenül vannak megadva. Ha egy cím a 0x4010DA címen szerepel és a program képe a 0x400000 címtől kezdve lett betöltve, akkor a relatív virtuális cím (RVA):

$$\text{RVA} = 0x4010DA - 0x400000 = 0x10DA$$

Exe file dumpja



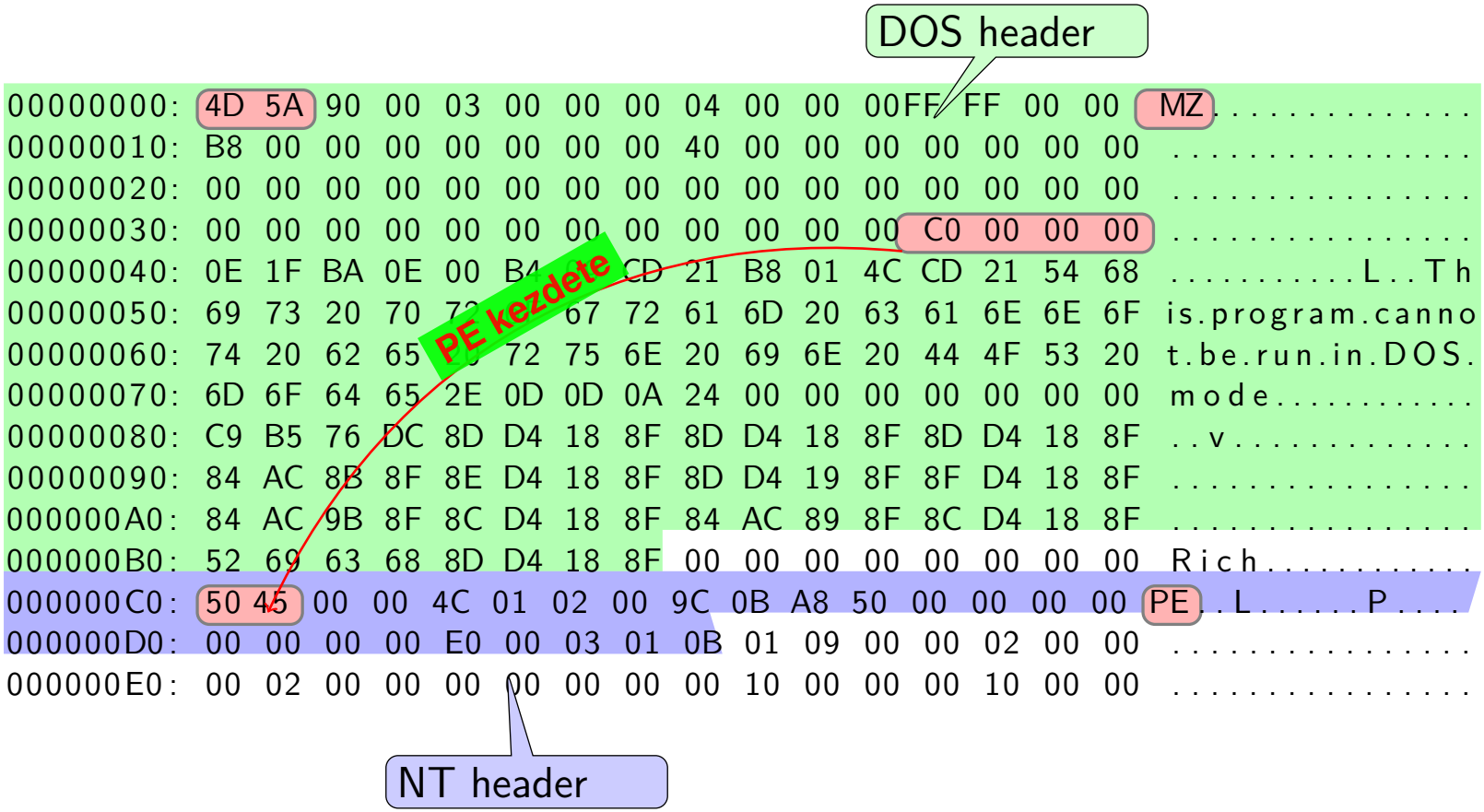
DOS HEADER

```
typedef struct _IMAGE_DOS_HEADER {      // DOS .EXE header
    WORD   e_magic;                     // Magic number
    WORD   e_cblp;                      // Bytes on last page of file
    WORD   e_cp;                        // Pages in file
    WORD   e_crlc;                      // Relocations
    WORD   e_cparhdr;                   // Size of header in paragraphs
    WORD   e_minalloc;                  // Minimum extra paragraphs needed
    WORD   e_maxalloc;                  // Maximum extra paragraphs needed
    WORD   e_ss;                        // Initial (relative) SS value
    WORD   e_sp;                        // Initial SP value
    WORD   e_csum;                      // Checksum
    WORD   e_ip;                        // Initial IP value
    WORD   e_cs;                        // Initial (relative) CS value
    WORD   e_lfarlc;                    // File address of relocation table
    WORD   e_ovno;                      // Overlay number
    WORD   e_res[4];                    // Reserved words
    WORD   e_oemid;                     // OEM identifier (for e_oeminfo)
    WORD   e_oeminfo;                   // OEM information; e_oemid specific
    WORD   e_res2[10];                  // Reserved words
    LONG   e_lfanew;                    // File address of new exe header
  } IMAGE_DOS_HEADER, *PIMAGE_DOS_HEADER;
```

DOS HEADER tartalma

- Két érdemi részt tartalmaz:
  1. e_magic értéke "MZ" (Mark Zbikowski)
  2. e_lfanew file offset, a PE header-re mutat.
- DOS_HEADER után kis DOS program következik.
- A PE rész közvetlenűl ez után, 8-cal osztható címre igazítva található.

DOS header dumpja



NT HEADER

```
typedef struct _IMAGE_NT_HEADERS {
    DWORD Signature;    // "PE"
    IMAGE_FILE_HEADER FileHeader;
    IMAGE_OPTIONAL_HEADER32 OptionalHeader;
} IMAGE_NT_HEADERS32, *PIMAGE_NT_HEADERS32;
```

NT header dumpja

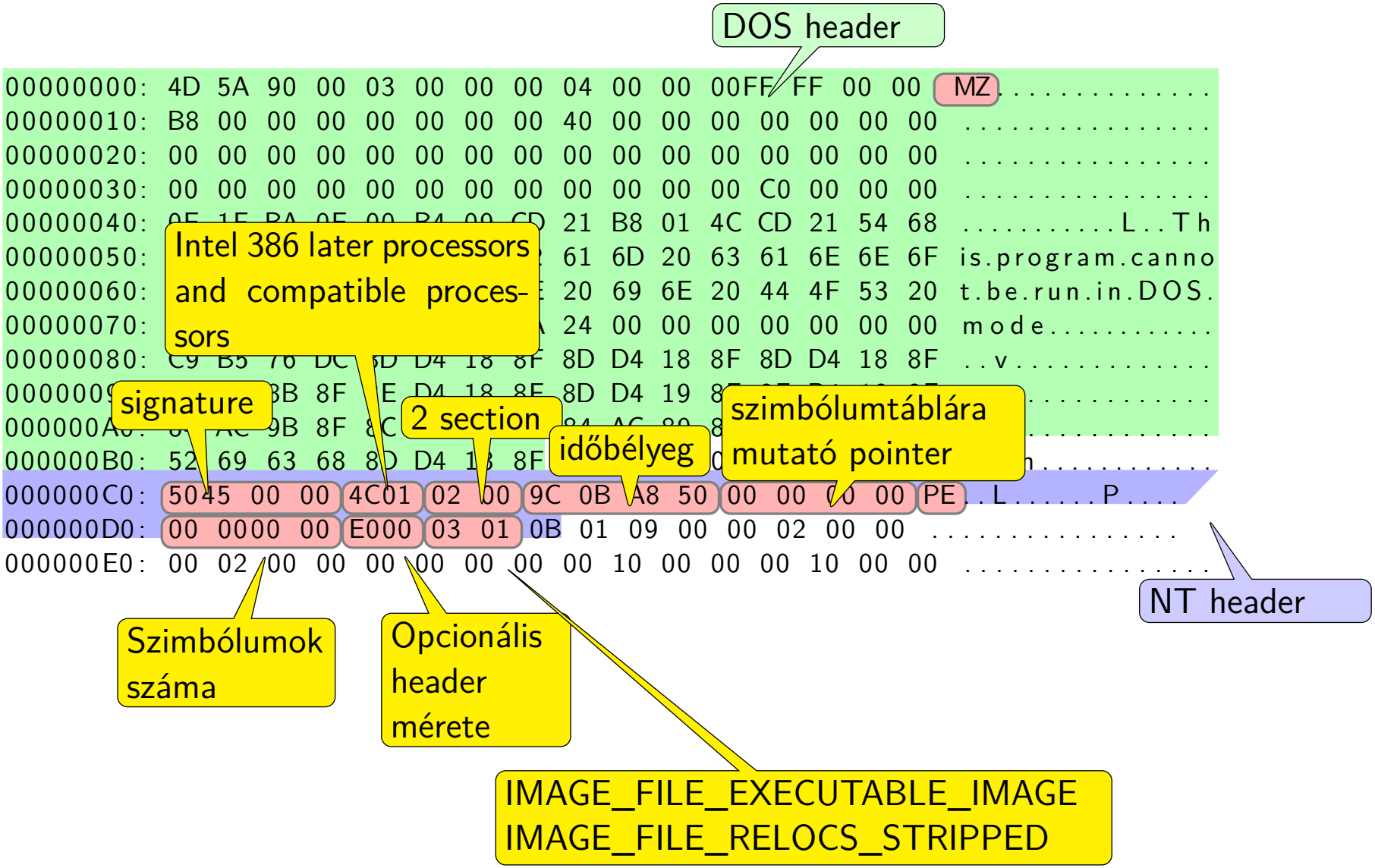


IMAGE FILE HEADER

```
typedef struct _IMAGE_FILE_HEADER {
    WORD    Machine;
    WORD    NumberOfSections;
    DWORD   TimeDateStamp;
    DWORD   PointerToSymbolTable;
    DWORD   NumberOfSymbols;
    WORD    SizeOfOptionalHeader;
    WORD    Characteristics;
} IMAGE_FILE_HEADER, *PIMAGE_FILE_HEADER;
```

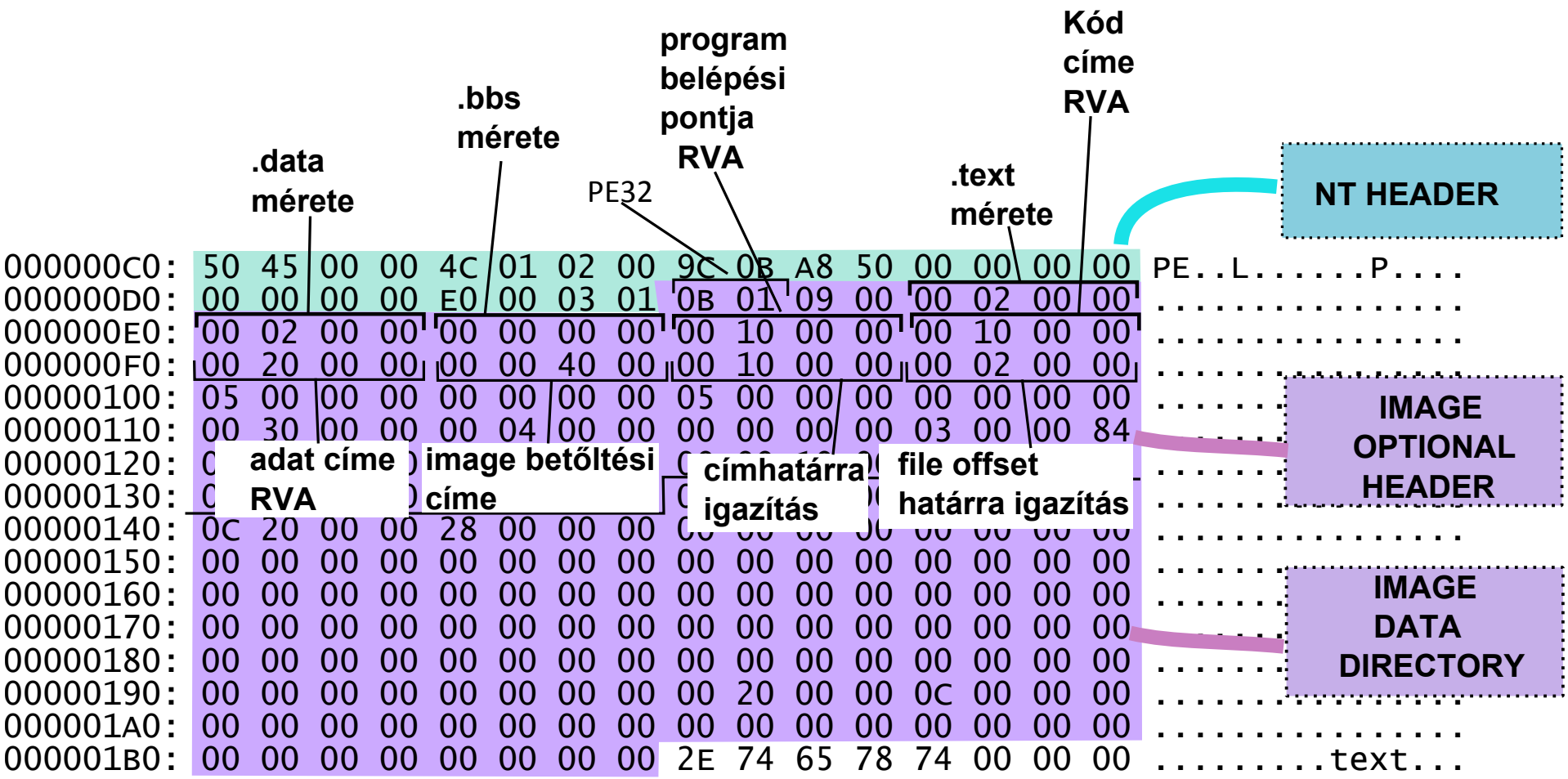
IMAGE OPTIONAL HEADER – standard mezők

```
typedef struct _IMAGE_OPTIONAL_HEADER {
    WORD    Magic;
    BYTE    MajorLinkerVersion;
    BYTE    MinorLinkerVersion;
    DWORD   SizeOfCode;
    DWORD   SizeOfInitializedData;
    DWORD   SizeOfUninitializedData;
    DWORD   AddressOfEntryPoint;
    DWORD   BaseOfCode;
    DWORD   BaseOfData;
```

IMAGE OPTIONAL HEADER – NT specifikus mezők

```
    DWORD    ImageBase;
    DWORD    SectionAlignment;
    DWORD    FileAlignment;
    WORD     MajorOperatingSystemVersion;
    WORD     MinorOperatingSystemVersion;
    WORD     MajorImageVersion;
    WORD     MinorImageVersion;
    WORD     MajorSubsystemVersion;
    WORD     MinorSubsystemVersion;
    DWORD    Win32VersionValue;
    DWORD    SizeOfImage;
    DWORD    SizeOfHeaders;
    DWORD    CheckSum;
    WORD     Subsystem;
    WORD     DllCharacteristics;
    DWORD    SizeOfStackReserve;
    DWORD    SizeOfStackCommit;
    DWORD    SizeOfHeapReserve;
    DWORD    SizeOfHeapCommit;
    DWORD    LoaderFlags;
    DWORD    NumberOfRvaAndSizes;
    IMAGE_DATA_DIRECTORY DataDirectory[IMAGE_NUMBEROF_DIRECTORY_ENTRIES];
} IMAGE_OPTIONAL_HEADER32, *PIMAGE_OPTIONAL_HEADER32;
```

Optional header dumpja



SECTION TABLE

A section táblák kezdete:

```
pSectionTable = &NtHeader.OptionalHeader +
                NtHeader.FileHeader.SizeOfOptionalHeader;
```

```
typedef struct _IMAGE_SECTION_HEADER {
    BYTE    Name[IMAGE_SIZEOF_SHORT_NAME]; // section neve
    union {
            DWORD   PhysicalAddress;
            DWORD   VirtualSize;           // lefoglalt méret
    } Misc;
    DWORD   VirtualAddress;                // RVA
    DWORD   SizeOfRawData;                 // adatok tényleges mérete
    DWORD   PointerToRawData;
    DWORD   PointerToRelocations;
    DWORD   PointerToLinenumbers;
    WORD    NumberOfRelocations;
    WORD    NumberOfLinenumbers;
    DWORD   Characteristics;
} IMAGE_SECTION_HEADER, *PIMAGE_SECTION_HEADER;
```

SECTION TABLE dumpja