Microsoft® Malware Protection Center
Threat Research and Response

Fun With Thread Local Sto

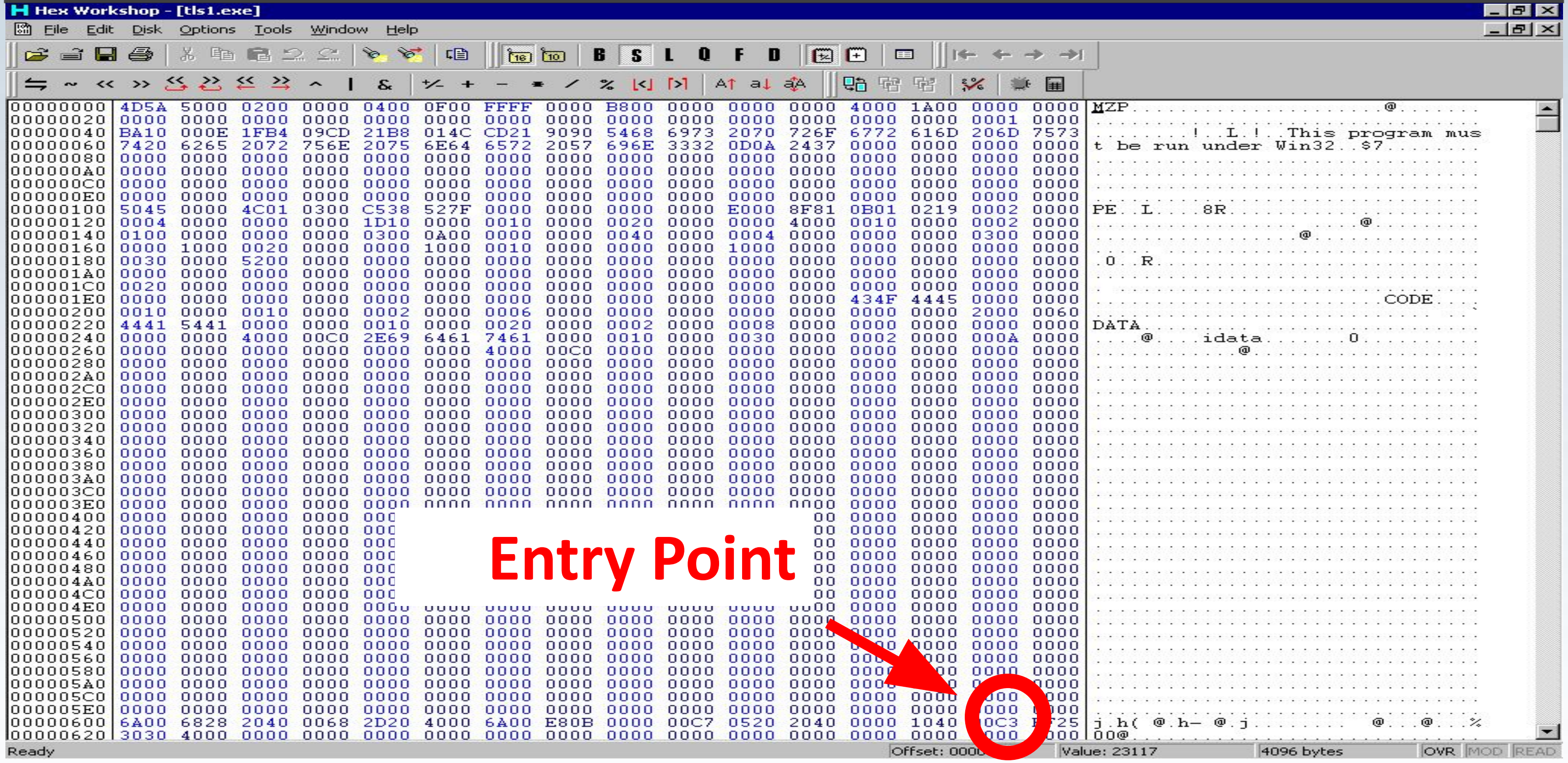
Peter Ferrie
Senior Anti-virus Researcher

18 June, 2008

You Can Call Me Al

Thread Local Storage callbacks were discovered in 2000.
However, widespread use didn't occur until 2004.
Now, it should be the first place to look for code,
since it runs before the main entrypoint.
And that can make all the difference…

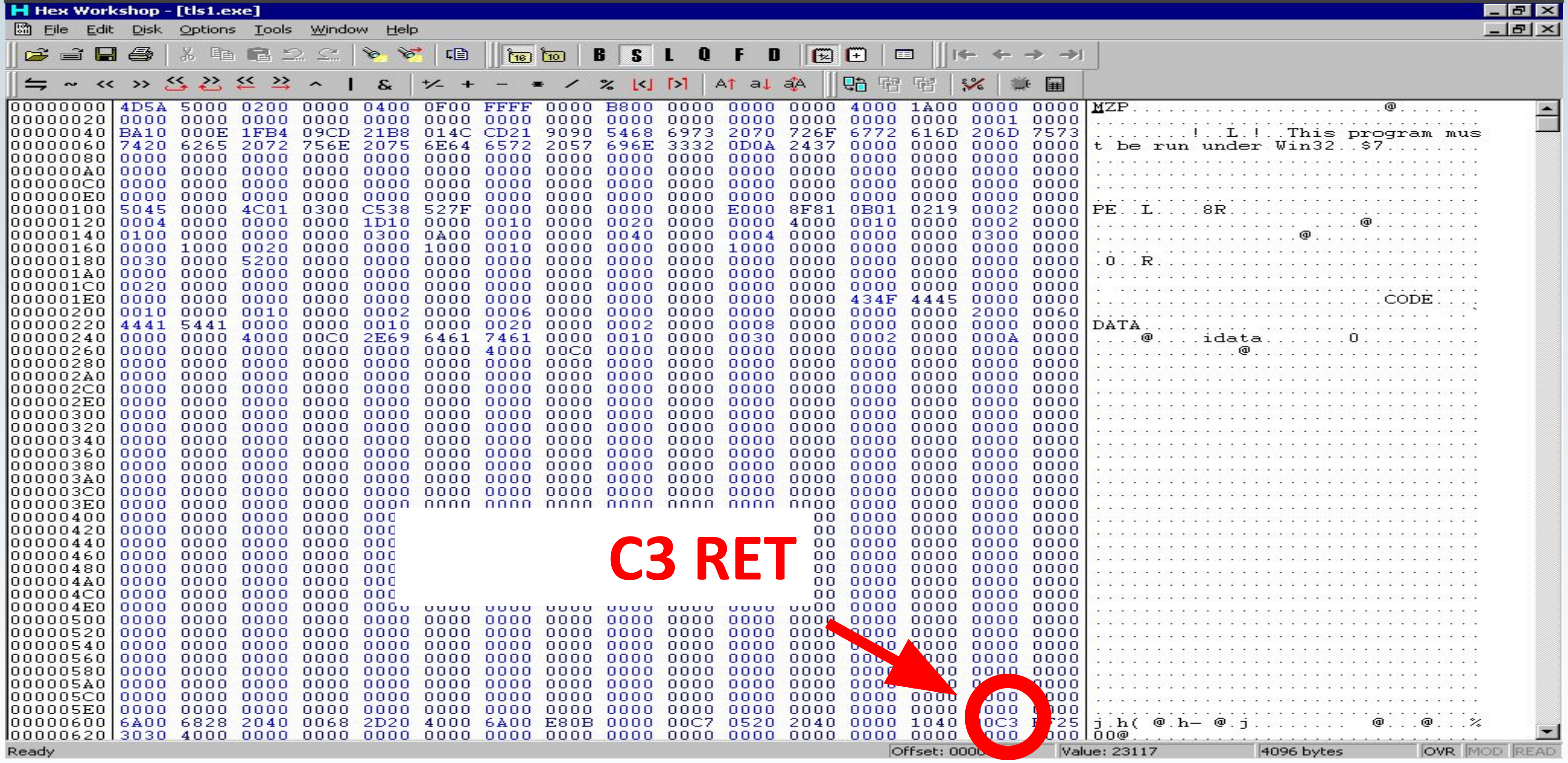
Empty!


Hex Workshop - [tls1.exe]
File Edit Disk Options Tools Window Help

```
00000000 4D5A 5000 0200 0000 0400 0F00 FFFF 0000 B800 0000 0000 0000 4000 1A00 0000 0000 MZP.....................@.......
00000020 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 0000 ................................
00000040 BA10 000E 1FB4 09CD 21B8 014C CD21 9090 5468 6973 2070 726F 6772 616D 206D 7573 ........!..L.!..This program mus
00000060 7420 6265 2072 756E 2075 6E64 6572 2057 696E 3332 0D0A 2437 0000 0000 0000 0000 t be run under Win32..$7........
00000080 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000000A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000000C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000000E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000100 5045 0000 4C01 0300 C538 527F 0000 0000 0000 0000 E000 8F81 0B01 0219 0002 0000 PE..L....8R.....................
00000120 0004 0000 0000 0000 1D10 0000 0010 0000 0020 0000 0000 4000 0010 0000 0002 0000 ......................@.........
00000140 0100 0000 0000 0000 0300 0A00 0000 0000 0040 0000 0004 0000 0000 0000 0300 0000 ...................@............
00000160 0000 1000 0020 0000 0000 1000 0010 0000 0000 0000 1000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000180 0030 0000 5200 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 .0..R...........................
000001A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000001C0 0020 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 .  .............................
000001E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 434F 4445 0000 0000 ........................CODE....
00000200 0010 0000 0010 0000 0002 0000 0006 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 2000 0060 ...............................`
00000220 4441 5441 0000 0000 0010 0000 0020 0000 0002 0000 0008 0000 0000 0000 0000 0000 DATA............................
00000240 0000 0000 4000 00C0 2E69 6461 7461 0000 0010 0000 0030 0000 0002 0000 000A 0000 ....@...idata.......0...........
00000260 0000 0000 0000 0000 0000 0000 4000 00C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ............@...................
00000280 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000002A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000002C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000002E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000300 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000320 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000340 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000360 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000380 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000003A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000003C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000003E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000400 0000 0000 0000 0000 000                                     00 0000 0000 0000 0000 ................................
00000420 0000 0000 0000 0000 000                                     00 0000 0000 0000 0000 ................................
00000440 0000 0000 0000 0000 000                                     00 0000 0000 0000 0000 ................................
00000460 0000 0000 0000 0000 000                                     00 0000 0000 0000 0000 ................................
00000480 0000 0000 0000 0000 000                                     00 0000 0000 0000 0000 ................................
000004A0 0000 0000 0000 0000 000                                     00 0000 0000 0000 0000 ................................
000004C0 0000 0000 0000 0000 000                                     00 0000 0000 0000 0000 ................................
000004E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000500 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000520 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000540 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000560 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000580 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000005A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000005C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000005E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000600 6A00 6828 2040 0068 2D20 4000 6A00 E80B 0000 00C7 0520 2040 0000 1040 00C3 FF25 j.h( @.h- @.j.......  @...@...%
00000620 3030 4000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00@.............................
Ready    Offset: 000    Value: 23117    4096 bytes    OVR MOD READ
```

Entry Point

Empty!



```
00000000 4D5A 5000 0200 0000 0400 0F00 FFFF 0000 B800 0000 0000 0000 4000 1A00 0000 0000 MZP.....................@.......
00000020 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 0000 ................................
00000040 BA10 000E 1FB4 09CD 21B8 014C CD21 9090 5468 6973 2070 726F 6772 616D 206D 7573 ........!..L.!..This program mus
00000060 7420 6265 2072 756E 2075 6E64 6572 2057 696E 3332 0D0A 2437 0000 0000 0000 0000 t be run under Win32..$7........
00000080 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000000A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000000C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000000E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000100 5045 0000 4C01 0300 C538 527F 0000 0000 0000 0000 E000 8F81 0B01 0219 0002 0000 PE..L....8R.....................
00000120 0004 0000 0000 0000 1D10 0000 0010 0000 0020 0000 0000 4000 0010 0000 0002 0000 ................. ....@.........
00000140 0100 0000 0000 0000 0300 0A00 0000 0000 0040 0000 0004 0000 0000 0000 0300 0000 .................@..............
00000160 0000 1000 0020 0000 0000 1000 0010 0000 0000 0000 1000 0000 0000 0000 0000 0000 ..... ..........................
00000180 0030 0000 5200 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 .0..R...........................
000001A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000001C0 0020 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 . ..............................
000001E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 434F 4445 0000 0000 ........................CODE....
00000200 0010 0000 0010 0000 0002 0000 0006 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 2000 0060 ............................ ..`
00000220 4441 5441 0000 0000 0010 0000 0020 0000 0002 0000 0008 0000 0000 0000 0000 0000 DATA......... ..................
00000240 0000 0000 4000 00C0 2E69 6461 7461 0000 0010 0000 0030 0000 0002 0000 000A 0000 ....@....idata.......0..........
00000260 0000 0000 0000 0000 0000 0000 4000 00C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ............@...................
00000280 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000002A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000002C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000002E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000300 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000320 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000340 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000360 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000380 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000003A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000003C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000003E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000400 0000 0000 0000 0000 000                                   00 0000 0000 0000 0000 ................................
00000420 0000 0000 0000 0000 000                                   00 0000 0000 0000 0000 ................................
00000440 0000 0000 0000 0000 000                                   00 0000 0000 0000 0000 ................................
00000460 0000 0000 0000 0000 000                                   00 0000 0000 0000 0000 ................................
00000480 0000 0000 0000 0000 000                                   00 0000 0000 0000 0000 ................................
000004A0 0000 0000 0000 0000 000                                   00 0000 0000 0000 0000 ................................
000004C0 0000 0000 0000 0000 000                                   00 0000 0000 0000 0000 ................................
000004E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000500 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000520 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000540 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000560 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000580 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000005A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000005C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
000005E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 ................................
00000600 6A00 6828 2040 0068 2D20 4000 6A00 E80B 0000 00C7 0520 2040 0000 1040 00C3 FF25 j.h( @.h- @.j........  @...@...%
00000620 3030 4000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00@.............................
```

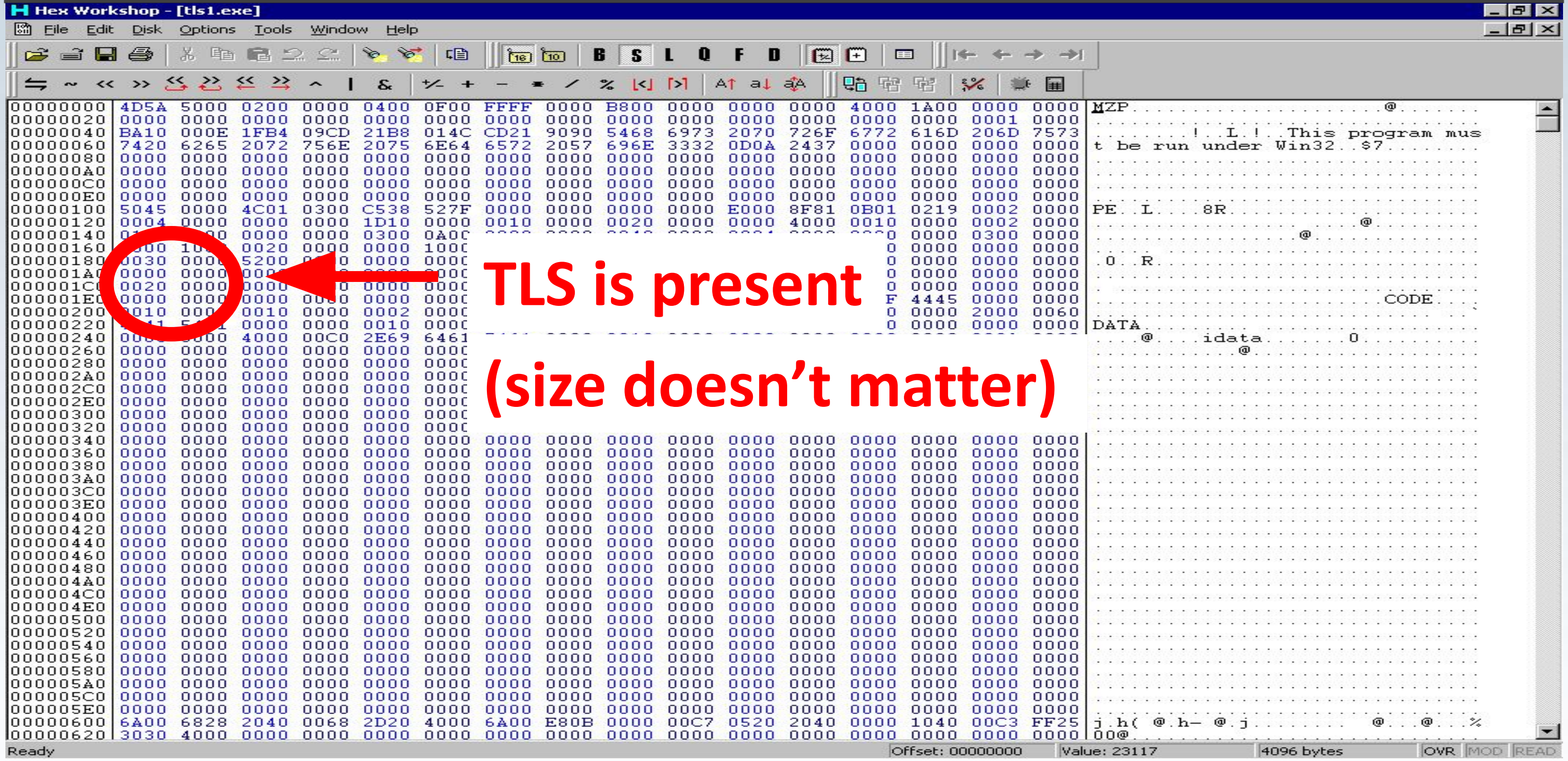
Ready | Offset: 0000 | Value: 23117 | 4096 bytes | OVR | MOD | READ

C3 RET

Empty!

So the main file does nothing.
If we assume that the structure is normal,
then we could check the thread local storage table.
Just in case.

Empty!



Hex Workshop - [tls1.exe]
File Edit Disk Options Tools Window Help

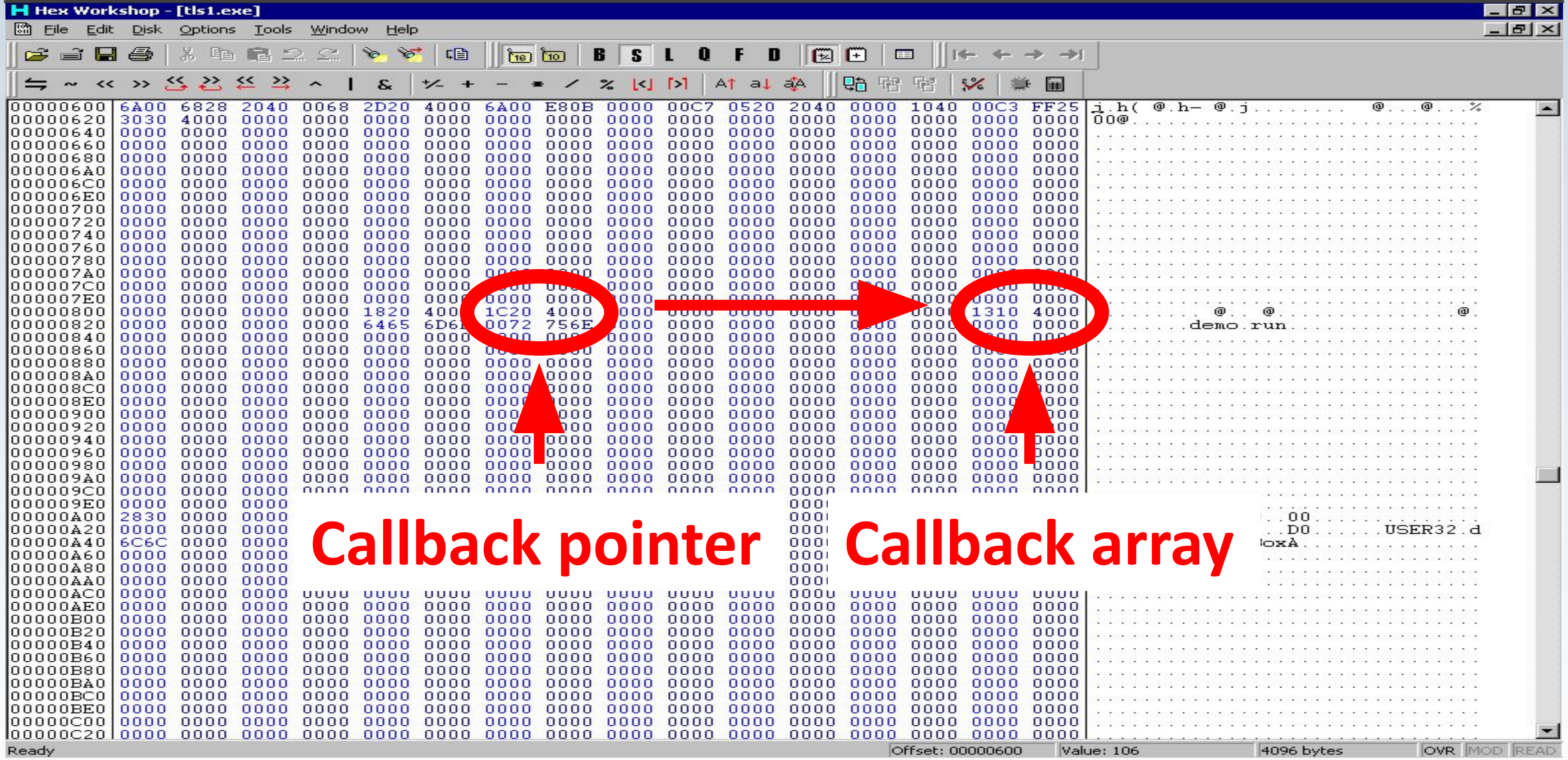
```
00000000 4D5A 5000 0200 0000 0400 0F00 FFFF 0000 B800 0000 0000 0000 4000 1A00 0000 0000  MZP..................@........
00000020 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001 0000  ..............................
00000040 BA10 000E 1FB4 09CD 21B8 014C CD21 9090 5468 6973 2070 726F 6772 616D 206D 7573  ........!..L.!..This program mus
00000060 7420 6265 2072 756E 2075 6E64 6572 2057 696E 3332 0D0A 2437 0000 0000 0000 0000  t be run under Win32..$7........
00000080 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000000A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000000C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000000E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000100 5045 0000 4C01 0300 C538 527F 0000 0000 0000 0000 E000 8F81 0B01 0219 0002 0000  PE..L....8R...................
00000120 0004 0000 0000 0000 1D10 0000 0010 0000 0020 0000 0000 4000 0010 0000 0002 0000  .....................@........
00000140           0000 0000 0300 0A00                                0000 0300 0000  ..................@...........
00000160      10   0020 0000 0000 1000                           0    0000 0000 0000  ..............................
00000180 0030 000  5200    0 0000 000                            0    0000 0000 0000  .0..R.........................
000001A0 0000 0000                                               0    0000 0000 0000  ..............................
000001C0 0020 0000 0000    0 0000 000                            0    0000 0000 0000  ..............................
000001E0 0000 0000 0000 00 0 0000 000                            F    4445 0000 0000  ......................CODE....
00000200  010 000  0010 0000 0002 000                            0    0000 2000 0060  ..............................
00000220           0000 0000 0010 000                            0    0000 0000 0000  DATA..........................
00000240 00   000  4000 00C0 2E69 6461                                                .....@....idata.......0.........
00000260 0000 0000 0000 0000 0000 000                                                 ...............@..............
00000280 0000 0000 0000 0000 0000 000                                                 ..............................
000002A0 0000 0000 0000 0000 0000 000                                                 ..............................
000002C0 0000 0000 0000 0000 0000 000                                                 ..............................
000002E0 0000 0000 0000 0000 0000 000                                                 ..............................
00000300 0000 0000 0000 0000 0000 000                                                 ..............................
00000320 0000 0000 0000 0000 0000 000                                                 ..............................
00000340 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000360 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000380 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000003A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000003C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000003E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000400 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000420 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000440 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000460 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000480 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000004A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000004C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000004E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000500 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000520 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000540 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000560 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000580 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000005A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000005C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
000005E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  ..............................
00000600 6A00 6828 2040 0068 2D20 4000 6A00 E80B 0000 00C7 0520 2040 0000 1040 00C3 FF25  j.h( @.h- @.j.........@...@...%
00000620 3030 4000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  00@...........................
```

Ready | Offset: 00000000 | Value: 23117 | 4096 bytes | OVR MOD READ

TLS is present

(size doesn't matter)

Empty!


Hex Workshop - [tls1.exe]
File Edit Disk Options Tools Window Help

```
00000600 6A00 6828 2040 0068 2D20 4000 6A00 E80B 0000 00C7 0520 2040 0000 1040 00C3 FF25 j.h( @.h- @.j........ @...@...%
00000620 3030 4000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00@
00000640 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000660 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000680 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000006A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000006C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000006E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000700 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000720 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000740 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000760 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000780 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000007A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000007C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000007E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000800 0000 0000 0000 0000 1820 4000 1C20 4000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 1310 4000          @.  @.               @
00000820 0000 0000 0000 0000 6465 6D6F 0072 756E 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000         demo.run
00000840 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000860 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000880 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000008A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000008C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000008E0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000900 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000920 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000940 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000960 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000980 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000009A0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000009C0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
000009E0 0000 0000 0000                                    000
00000A00 2830 0000 0000                                    000                              . 00
00000A20 0000 0000 0000                                    000                              . D0 .....  USER32.d
00000A40 6C6C 0000 0000                                    000                              oxA
00000A60 0000 0000 0000                                    000
00000A80 0000 0000 0000                                    000
00000AA0 0000 0000 0000                                    000
00000AC0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000AE0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000B00 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000B20 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000B40 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000B60 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000B80 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000BA0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000BC0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000BE0 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000C00 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000C20 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
Ready                         Offset: 00000600   Value: 106   4096 bytes   OVR MOD READ
```

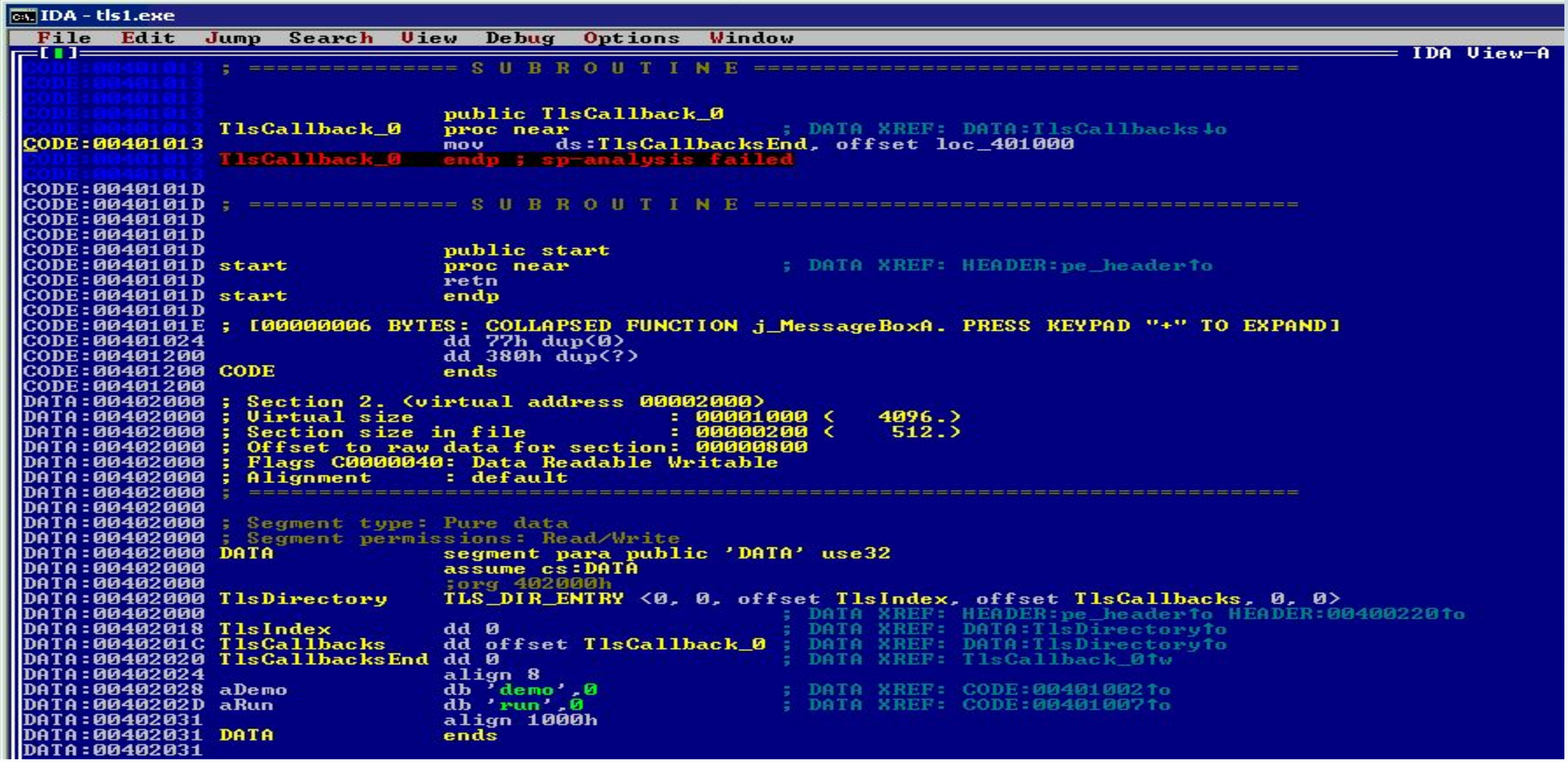
Callback pointer

Callback array

Empty!

So the search moves to the callbacks,
of which there is only one... or is there?

The One and Only



```
CODE:00401013 ; =============== S U B R O U T I N E =======================================
CODE:00401013
CODE:00401013
CODE:00401013                 public TlsCallback_0
CODE:00401013 TlsCallback_0   proc near               ; DATA XREF: DATA:TlsCallbacks↓o
CODE:00401013                 mov     ds:TlsCallbacksEnd, offset loc_401000
CODE:00401013 TlsCallback_0   endp ; sp-analysis failed
CODE:00401013
CODE:0040101D
CODE:0040101D ; =============== S U B R O U T I N E =======================================
CODE:0040101D
CODE:0040101D
CODE:0040101D                 public start
CODE:0040101D start           proc near               ; DATA XREF: HEADER:pe_header↑o
CODE:0040101D                 retn
CODE:0040101D start           endp
CODE:0040101D
CODE:0040101E ; [00000006 BYTES: COLLAPSED FUNCTION j_MessageBoxA. PRESS KEYPAD "+" TO EXPAND]
CODE:00401024                 dd 77h dup(0)
CODE:00401200                 dd 380h dup(?)
CODE:00401200 CODE            ends
CODE:00401200
DATA:00402000 ; Section 2. (virtual address 00002000)
DATA:00402000 ; Virtual size                  : 00001000 (    4096.)
DATA:00402000 ; Section size in file          : 00000200 (     512.)
DATA:00402000 ; Offset to raw data for section: 00000800
DATA:00402000 ; Flags C0000040: Data Readable Writable
DATA:00402000 ; Alignment     : default
DATA:00402000 ; ===========================================================================
DATA:00402000
DATA:00402000 ; Segment type: Pure data
DATA:00402000 ; Segment permissions: Read/Write
DATA:00402000 DATA            segment para public 'DATA' use32
DATA:00402000                 assume cs:DATA
DATA:00402000                 ;org 402000h
DATA:00402000 TlsDirectory    TLS_DIR_ENTRY <0, 0, offset TlsIndex, offset TlsCallbacks, 0, 0>
DATA:00402000                                         ; DATA XREF: HEADER:pe_header↑o HEADER:00400220↑o
DATA:00402018 TlsIndex        dd 0                    ; DATA XREF: DATA:TlsDirectory↑o
DATA:0040201C TlsCallbacks    dd offset TlsCallback_0 ; DATA XREF: DATA:TlsDirectory↑o
DATA:00402020 TlsCallbacksEnd dd 0                    ; DATA XREF: TlsCallback_0↑w
DATA:00402024                 align 8
DATA:00402028 aDemo           db 'demo',0             ; DATA XREF: CODE:00401002↑o
DATA:0040202D aRun            db 'run',0              ; DATA XREF: CODE:00401007↑o
DATA:00402031                 align 1000h
DATA:00402031 DATA            ends
DATA:00402031
```

Am I Missing Somethi

```
CODE:00401013           mov     ds:TlsCallbacksEnd, offset loc_401000
CODE:0040101D           retn
```

Who ever heard of a one-line callback?

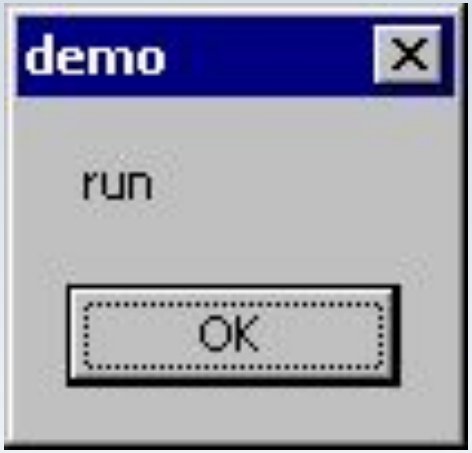
Write the Right

It’s about what you write, and where you write it.

By writing to TlsCallbacksEnd, the array is extended in memory.

Now the array contains two entries, not one.

Surprise!



demo

run

Not OK

The second entry is executed after the first one returns.

The array can be extended infinitely.

Existing entries can be altered at runtime, too.

For example, one entry can decrypt the others.

Really Not OK

Just a little something to add to the workload.