MS Windows GDI Image Parsing Stack Overflow Exploit 분석

(http://milw0rm.com/에 공개된 exploit 분석)

2008.07.17

v0.5

By Kancho (kancholove@gmail.com, www.securityproof.net)

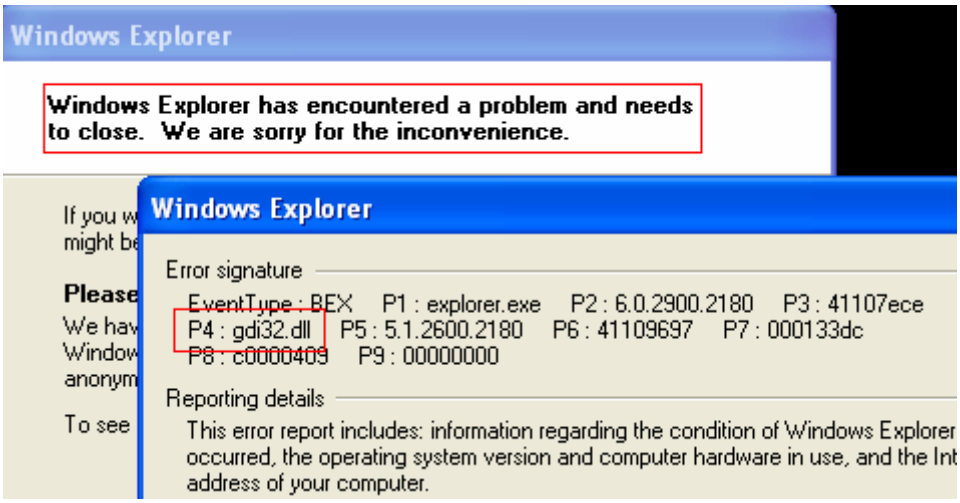
milw0rm.com에 2008년 4월 14일에 공개된 Microsoft Windows GDI Image Parsing Stack Overflow 취약점과 그 exploit 코드를 분석해 보고자 합니다.

테스트 환경은 다음과 같습니다.

- Host PC : Windows XP Home SP2 5.1.2600 한국어
- App. : VMware Workstation ACE Edition 5.5.1
- Guest PC
  - Windows XP Professional SP2 5.1.2600 영어

이 취약점은 MS08-021로 패치가 되었습니다. 따라서 테스트해보기 위해서는 해당 패치가 설치되지 않은 환경에서 수행하셔야 합니다.

먼저 milw0rm에 게재된 exploit 코드가 잘 동작하는지 테스트해보도록 하겠습니다.
Exploit을 다운받아보면 취약점을 이용하는 EMF파일을 생성하는 실행 파일과 그 소스 코드, 그리고 이미 만들어진 샘플 EMF파일이 존재합니다. Guest PC에 샘플 EMF 파일을 복사한 뒤 탐색기로 보면 explorer.exe가 에러가 나서 종료되는 것을 볼 수 있습니다.

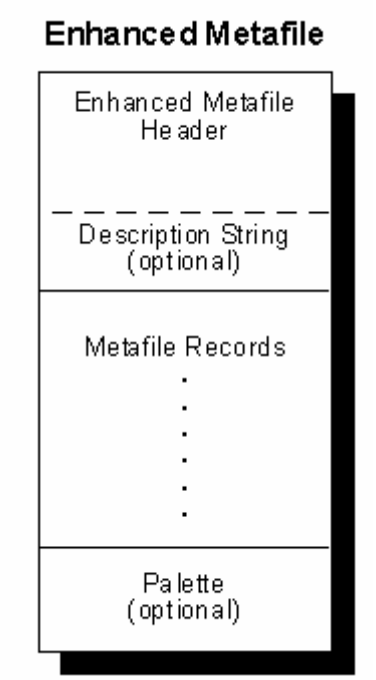


그렇다면 exploit 코드를 분석해 보도록 하겠습니다. Exploit 소스 코드를 보시면 아시겠지만 매우 간단하게 되어있습니다. Windows 2K SP4에서 계산기를 실행시키는 shellcode가 삽입된 취약한

EMF파일의 바이너리가 그대로 저장되어 있으며, 이를 사용자 입력으로 받은 파일 이름으로 생성하는 코드입니다. 코드는 간단한데 분석하기는 무척 까다롭다고 할 수 있습니다.

그럼 먼저 취약점을 이용하는 EMF파일의 바이너리를 분석해보도록 하겠습니다.

EMF 파일[1]의 구조는 크게 다음과 같습니다.



먼저 Enhanced Metafile Header를 보도록 하겠습니다.

~~~~~~

unsigned char data[130168] = {

0x01, 0x00, 0x00, 0x00, // **Record Type. EMR_HEADER**

0x6C, 0x00, 0x00, 0x00, // **Record Size**

0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xC8, 0x00, 0x00, 0x00, 0xD8, 0x00, 0x00, 0x00,

// **rclBounds**

0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x4A, 0x19, 0x00, 0x00, 0x87, 0x1A, 0x00, 0x00,

// **rclFrame**

0x20, 0x45, 0x4D, 0x46, // **Signature. ' EMF'**

0x00, 0x00, 0x01, 0x00, // **Version**

0x78, 0xFC, 0x01, 0x00, // **nBytes. Size of the metafile in bytes**

---

[1] EMF 파일 포맷은 www.wotsit.org 에서 찾을 수 있습니다. 이 사이트는 많은 파일들의 포맷을 모아놓고 있어 유용합니다. 또는 http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc230514.aspx에서 구체적인 설명을 볼 수 있습니다.
~~~~~~

0x12, 0x00, 0x00, 0x00, // **nRecords. Number of records in the metafile**
0x02, 0x00, // **nHandles. Number of handles in the handle table**
0x00, 0x00, // **sReserved. Must be 0**.
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **nDescription**.
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **offDescription**.
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **nPalEntries. Number of entries in the metafile palette**.
0x00, 0x04, 0x00, 0x00, 0x00, 0x03, 0x00, 0x00, // **szlDevice. Size of reference device in pixels**.
0x4A, 0x01, 0x00, 0x00, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x00, // **szlMillimeters**.
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **cbPixelFormat**
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **offPixelFormat**
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **bOpenGL**
0x10, 0x09, 0x05, 0x00, // **micrometersX**
0x80, 0xA9, 0x03, 0x00, // **micrometersY**
~~~~~~

Header정보는 정상적으로 잘 구성되어 있는 것으로 보입니다. 다음 record를 보겠습니다.

~~~~~~
0x79, 0x00, 0x00, 0x00, // **Record ID. EMR_COLORMATCHTOTARGETW**
0xC4, 0xFD, 0x00, 0x00, // **Record Size**.
0x01, 0x00, 0x00, 0x00, // **dwAction**.
0x00, 0xFD, 0x00, 0x00, // **dwValues**
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **cbName**
0xA9, 0xFD, 0x00, 0x00, // **cbData**
0x33, 0xC9, 0x83, 0xE9, ... // **Data**
~~~~~~

일단 해당 record의 크기가 무척 큰 것을 알 수 있습니다. 또한 데이터를 살펴보면 중간에 'A'(0x61)이 많이 삽입되어 있습니다. 스택을 덮어쓰기 위한 것으로 추측해볼 수 있습니다.

또한 조금 뒤에 크기가 큰 record 하나가 더 나옵니다.

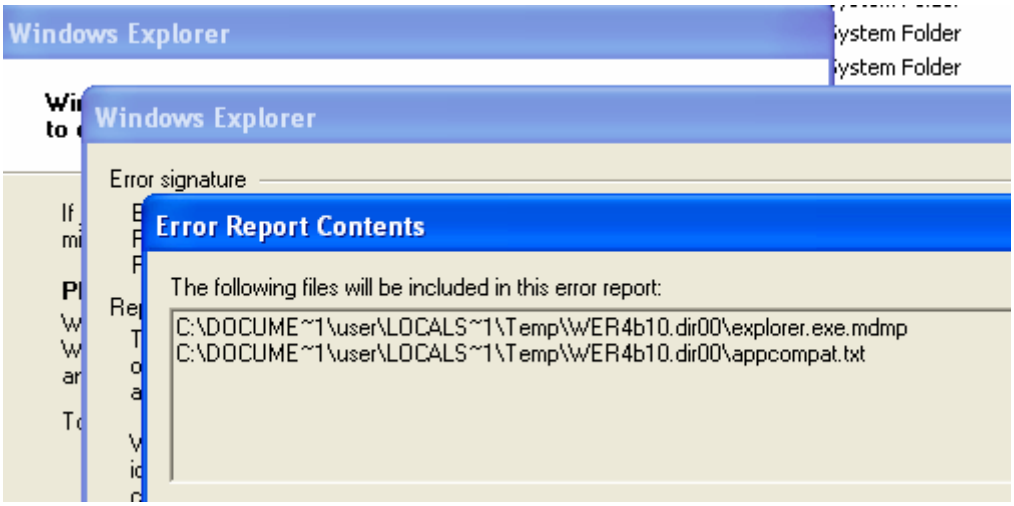
~~~~~~
0x51, 0x00, 0x00, 0x00, // **Record Type. EMR_STRETCHDIBITS**
0x70, 0xFD, 0x00, 0x00, // **Record Size**
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xC8, 0x00, 0x00, 0x00, 0xD8, 0x00, 0x00, 0x00,
// **Bounds**
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **xDest**
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **yDest**
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **xSrc**

0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **ySrc**
0xF5, 0x00, 0x00, 0x00, // **cxSrc**
0x01, 0x01, 0x00, 0x00, // **cySrc**
0x50, 0x00, 0x00, 0x00, // **offBmiSrc**
0x28, 0x04, 0x00, 0x00, // **cbBmiSrc**
0x78, 0x04, 0x00, 0x00, // **offBitsSrc**
0xF8, 0xF8, 0x00, 0x00, // **cbBitsSrc**
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // **UsageSrc**
0x20, 0x00, 0xCC, 0x00, // **BitBltRasterOperation**
0x4A, 0x19, 0x00, 0x00, // **cxDest**
0x87, 0x1A, 0x00, 0x00, // **cyDest**
0x28, 0x00, 0x00, 0x00, ... // **BmiSrc, BitsSrc**
~~~~~~

이 후에는 크기가 작은 record들이 나오다가 EMR_EOF record가 나오면서 파일이 끝이 납니다.

따라서 해당 파일은 EMF 파일 포맷을 따르고 있으며 2개의 record의 크기가 매우 큰 것을 알 수 있었습니다. 그 중에서도 EMR_COLORMATCHTOTARGETW record에 내용에 'A'가 많이 포함되어 있는 것으로 보아 overflow와 관련이 있는 것으로 추측할 수 있습니다.

그럼 디버깅을 통해 exception이 나는 지점을 찾아보도록 하겠습니다.
먼저 취약점을 이용하는 EMF 파일을 탐색기를 통해 선택을 하면 위에서 나온 화면이 뜨며 Explorer.exe가 종료됩니다. 이 때 dump 파일이 저장되는데 그 파일명을 기억해둡니다.

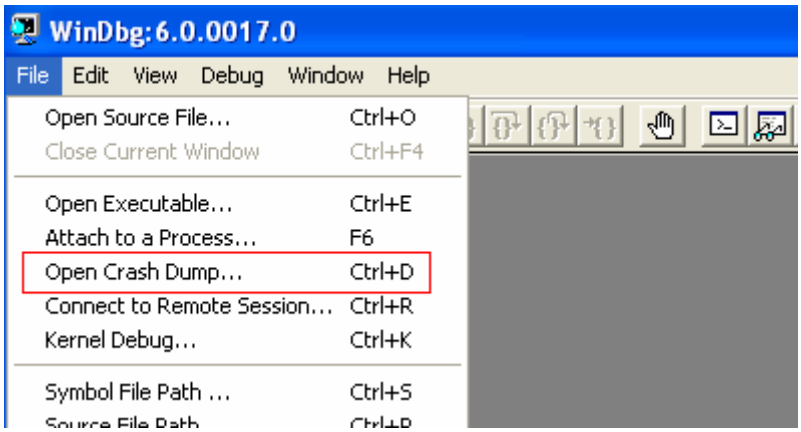


그리고 나서 생성된 dump파일을 WinDbg로 분석합니다. 물론 WinDbg[2]는 설치가 되어 있어야 하

[2] http://www.microsoft.com/whdc/devtools/debugging/installx86.mspx#a 에서 다운가능
~~~~~~

며, Windows Symbol[3] 역시 설치되어 있으면 편리합니다.

WinDbg를 실행시켜 'Open Crash Dump...' 를 선택합니다.



그리고 앞서 생성된 dump 파일을 선택합니다. 물론 이 때 설치된 Symbol Path가 제대로 설정되어 있어야 합니다. Symbol Path 설정은 아까 'Open Crash Dump...' 조금 밑에 존재합니다. 아무튼 정상적으로 crash dump파일을 오픈했으면 command line에 '!analyze –v'를 입력합니다. 그러면 다음과 같은 결과를 볼 수 있습니다.

```
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
0:008> !analyze -v
*******************************************************************************
*                                                                             *
*                        Exception Analysis                                   *
*                                                                             *
*******************************************************************************

FAULTING_IP:
gdi32!IcmCreateColorSpaceByName+81
77f233dc c9                leave

EXCEPTION_RECORD:  ffffffff -- (.exr ffffffffffffffff)
ExceptionAddress: 77f233dc (gdi32!IcmCreateColorSpaceByName+0x00000081)
   ExceptionCode: c0000409
  ExceptionFlags: 00000000
NumberParameters: 0

BUGCHECK_STR:  c0000409
```

[3] http://www.microsoft.com/whdc/DevTools/Debugging/symbolpkg.mspx 에서 다운가능

DEFAULT_BUCKET_ID: APPLICATION_FAULT

PROCESS_NAME: explorer.exe

LAST_CONTROL_TRANSFER: from 61616161 to 77f233dc

STACK_TEXT:
00fded0c 61616161 61616161 61616161 61616161 gdi32!IcmCreateColorSpaceByName+0x81
WARNING: Frame IP not in any known module. Following frames may be wrong.
61616161 00000000 00000000 00000000 00000000 0x61616161

FOLLOWUP_IP:
gdi32!IcmCreateColorSpaceByName+81
77f233dc c9   leave

FOLLOWUP_NAME: MachineOwner

SYMBOL_NAME: gdi32!IcmCreateColorSpaceByName+81

MODULE_NAME: gdi32

IMAGE_NAME: gdi32.dll

DEBUG_FLR_IMAGE_TIMESTAMP: 41109697

STACK_COMMAND: .ecxr ; kb

BUCKET_ID: c0000409_gdi32!IcmCreateColorSpaceByName+81

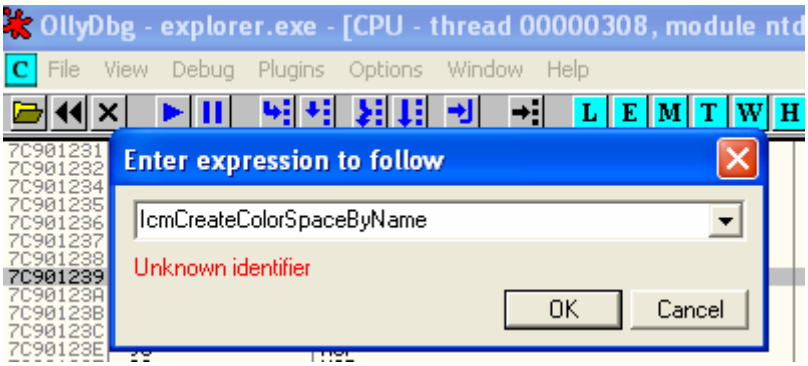
Followup: MachineOwner

~~~~~~

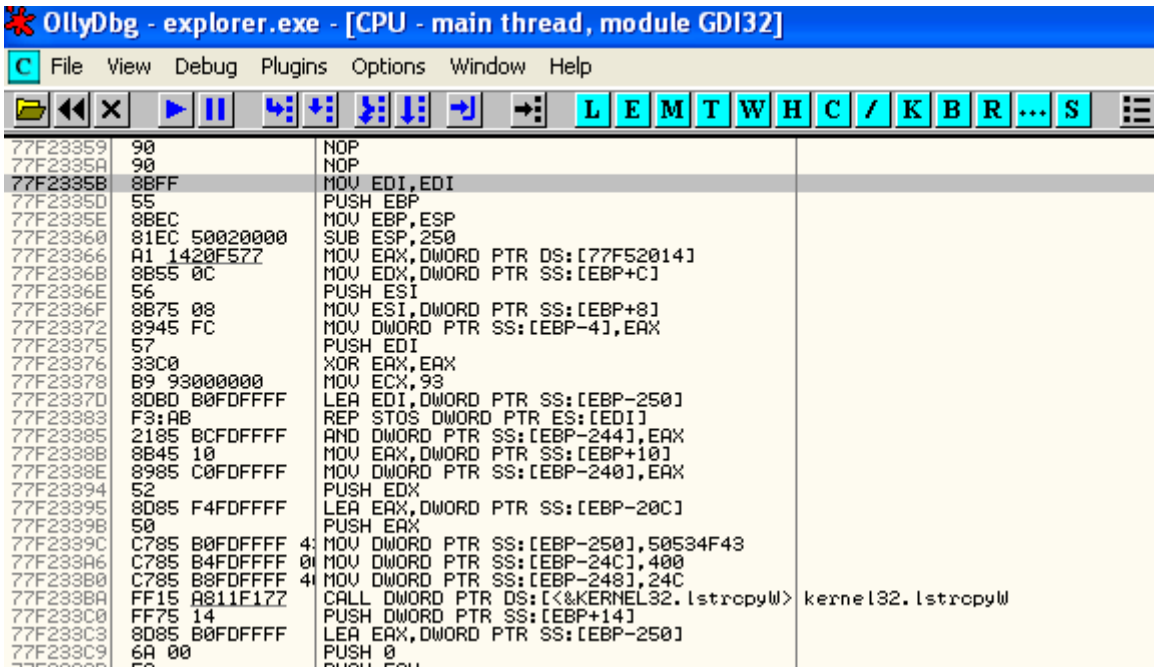
분석 결과를 보면 gdi32내에서 IcmCreateColorSpaceByName+0x81 위치에서 exception이 발생했음을 알 수 있습니다. 따라서 ollydbg를 통해 IcmCreateColorSpaceByName 함수 시작 위치에 breakpoint를 걸고 exception을 발생시키면 대략의 흐름을 파악할 수 있을 것이라 생각할 수 있습니다.

따라서 ollydbg를 실행시켜 'File – Attach'를 선택합니다. 그리고 attach할 대상을 explorer로 선택
~~~~~~

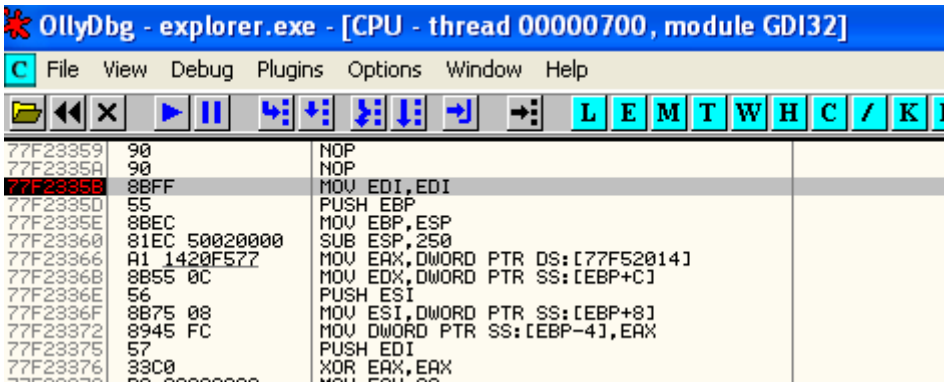
합니다. 그러면 대상 프로세스에 ollydbg가 attach되고, 멈추어 있는 상태기 때문에 F9를 눌러 실행시켜 줍니다. IcmCreateColorSpaceByName 함수 시작 부분에 breakpoint를 걸기 위해 Ctrl+G를 눌러 IcmCreateColorSpaceByName를 찾았지만 찾을 수 없다고 나옵니다.



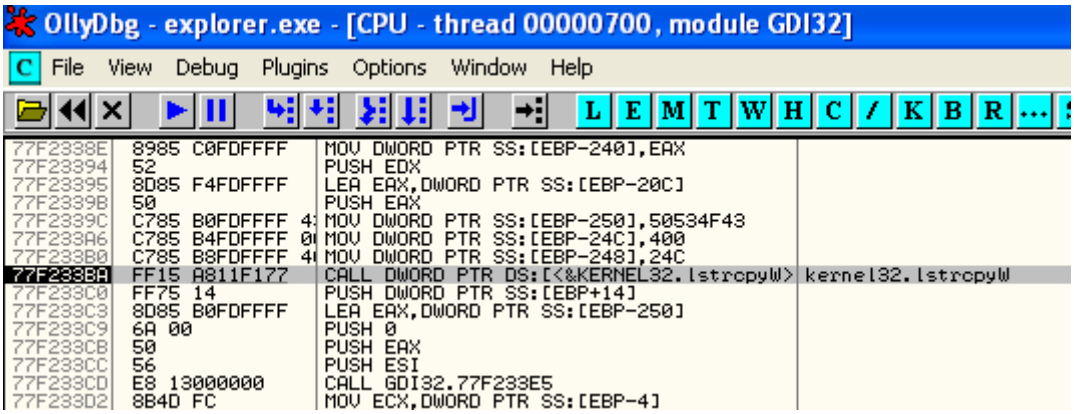
이는 Export되는 함수가 아니기 때문에 찾지 못하는 것이 아닐까 생각됩니다. 함수 명으로서 찾지 못했지만 WinDbg 분석 결과를 보면 주소가 나와 있습니다. Exception이 발생한 주소가 0x77f233dc이고 이는 IcmCreateColorSpaceByName 함수로부터 0x81만큼 떨어져 있는 곳임을 알 수 있습니다. 따라서 IcmCreateColorSpaceByName 함수가 시작되는 주소는 0x77f233dc – 0x81 = 0x77f2335b 임을 알 수 있고, 해당 주소로 Ctrl+G를 통해 직접 이동해보도록 하겠습니다.



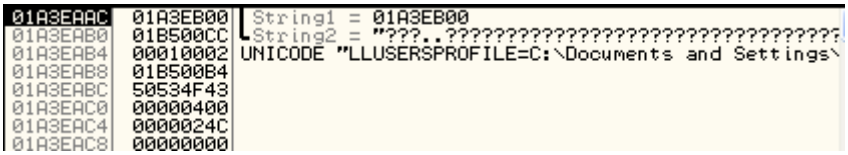
함수의 시작 부분과 비슷한 것으로 보아 제대로 찾아왔다는 것을 알 수 있습니다. 그리고 함수 내부를 한번 살펴보니 lstrcpyW 함수가 호출되는 것을 볼 수 있습니다. 즉, Stack Overflow가 발생할 수 있다는 것을 눈치챌 수 있습니다. 확인을 위해 F2를 눌러 함수 시작 위치에 breakpoint를 걸고 탐색기를 통해 EMF파일을 선택하면 해당 함수에 break가 걸림을 확인할 수 있습니다.



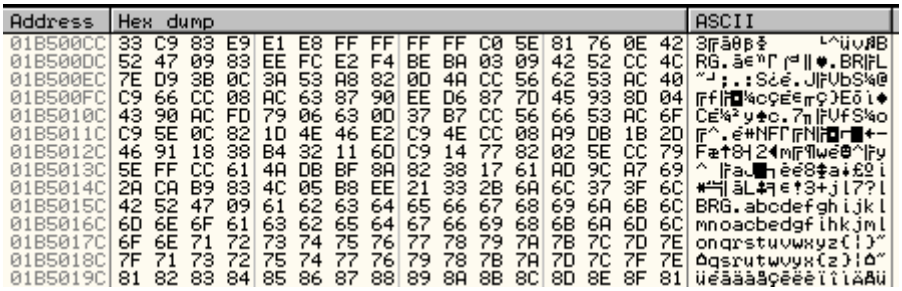
F8을 누르면서 위에서 확인했던 lstrcpyW 함수가 호출되는 부분까지 따라갑니다.



그리고 이 때의 인자를 확인해보면,

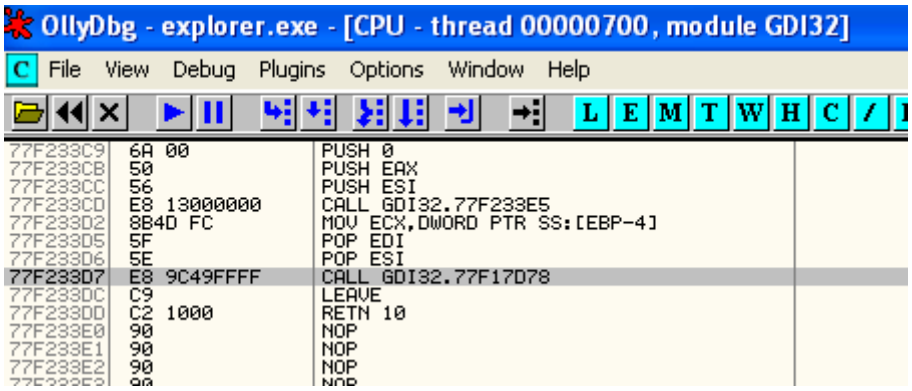


복사되는 지점(Dest)은 스택 상의 지점이고, 복사하는 지점(Src)는 0x1B500CC입니다. 0x1B500CC에 어떤 값이 들어있는지 확인해보면 다음과 같습니다.

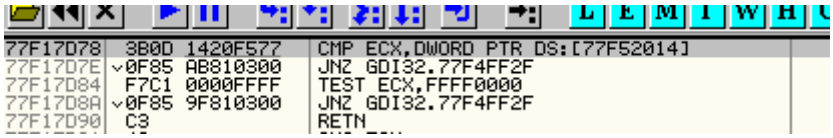


중간쯤 보시면 'abcdef...' 이런 패턴이 보이는데 이는 원래 exploit 코드에서 'a'(0x61)이 위치한 부분을 제가 임의로 바꾼 것입니다. 따라서 앞에서 보셨던 'a'가 연속적으로 존재했던 record의 값이 0x33, 0xc9, 0x83, 0xe9 부터 스택에 복사되어 있는 것이었습니다.

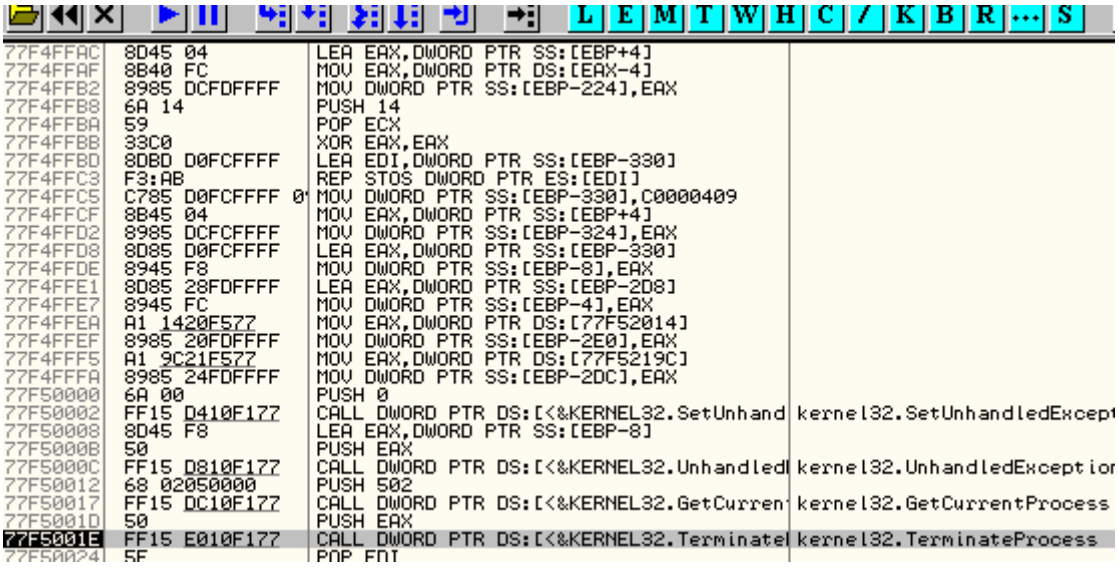
lstrcpy 함수를 호출하면 return address가 덮어 쓰여지게 됩니다. 이 후 계속 코드를 따라가다 보면 마지막에 stack overflow 유무를 검사하기 위한 cookie값 체크 루틴이 호출되는 것을 볼 수 있습니다.



아래는 Cookie값 체크 루틴 내부입니다.



lstrcpy 함수를 통해 cookie값이 덮어 쓰여졌기 때문에 아래 루틴으로 이동하게 되고, 결국 explorer.exe 프로세스는 종료됩니다.



구체적인 record의 내용과 parsing되는 것까지 분석할 필요는 없다고 생각이 들어 분석하지 않았습니다.

이번 취약점은 보신 바와 같이 record의 내용을 조작하여 lstrcpyW 함수를 이용하여 Stack Overflow를 발생시킬 수 있다는데 있습니다. XP SP2에서는 Security Cookie 값이 스택에 유지되므

로 코드가 실행되지는 않았습니다만 2000인 경우는 임의의 코드가 실행될 수 있는 치명적인 취약점이었습니다.

문서에 오류나 질문이 있으시면 바로 알려주시기 바랍니다.