Reverzní inženýrství

6. Debugging a Anti-debugging

Ing. Tomáš Zahradnický, EUR ING, Ph.D.
Ing. Martin Jirkal
Ing. Josef Kokeš

FACULTY
OF INFORMATION
TECHNOLOGY
CTU IN PRAGUE

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta informačních technologií
Katedra informační bezpečnosti

Verze 2021-09-11

Obsah

Debugger

Debugger

Debugger je nástroj, který používáme k hledání chyb vznikajících během běhu aplikace. Dovoluje zkoumat aplikační kód, a to buď na úrovni zdrojového kódu, nebo na úrovni assembleru.

- Reverzní inženýr používá debugger:
  - Ke sledování toku kódu.
  - Pro získání lepšího porozumění určitým částem aplikace.
  - K nalezení odpovědí na otázky:
    - Jaké argumenty API používá?
    - Kde přesně dochází k pádu aplikace?
    - Pracuje algoritmus tak, jak očekáváme?
  - K odstranění obfuskace/šifrování.
  - K ověření hypotéz o chování aplikace.

Typy debuggerů

- **Debugger v uživatelském režimu** (user-mode) dokáže ladit běžné aplikace.
- **Jádrový debugger** (kernel) může debugovat jádro OS a ovladače jádra.
- **Debugger zdrojového kódu** (source-level) může nastavovat breakpointy na řádky zdrojového kódu aplikace. Typicky je integrován do IDE vývojového nástroje.
- **Nízkoúrovňový debugger** (low-level, assembly-level) pracuje na úrovni assembleru dané architektury.

Vlastnosti debuggerů

Debugger:

- Spouští aplikaci.
- Zobrazuje aktuální stav proměnných/registrů.
- Na požádání aplikaci zastaví a umožní krokovat po jednotlivých řádcích.
- Vyhodnocuje jména symbolů.
- Umožňuje zpětný debugging (vracení zpět v toku kódu).
- Čte/zapisuje paměť programu.
- Poskytuje podporu pro vzdálený debugging (po sériové lince nebo přes síť).

Debuggery

- Komerční
  - Hex-Rays Interactive Disassembler Pro (IDA Pro)
  - Hopper
  - Visual DuxDebugger
  - † Syser, † SoftICE
- Zdarma (user-level)
  - WinDBG
  - OllyDBG
  - Immunity Debugger
  - x64dbg
  - Eclipse
  - GDB
  - LLDB
  - Microsoft Visual Studio Debugger
- Zdarma (kernel-level)
  - WinDBG

OllyDBG

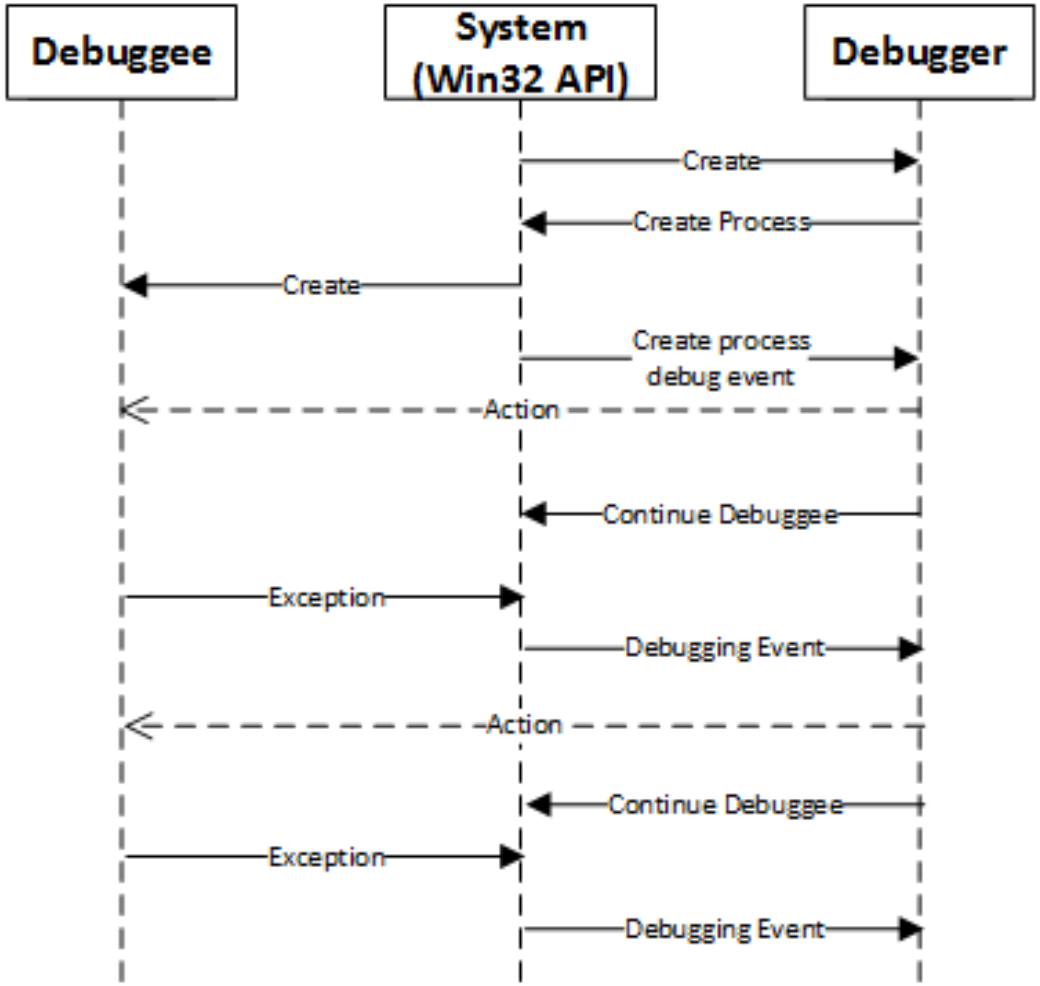
- Free.
- Běžně používaný pro dynamickou analýzu v rámci reverzního inženýrství.
- Vlastnosti:
  - Analýza kódu — sleduje registry, rozpoznává procedury, smyčky, API volání, příkazy switch, tabulky, konstanty, řetězce.
  - Dokáže přímo načítat a debugovat DLL.
  - Skenování objektových souborů — dohledává rutiny z objektových souborů a knihoven.
  - Podporuje uživatelsky definovaná návěští, komentáře, popisy funkcí.
  - Zpracovává debug info ve formátu Borland.
  - Umí uložit změny mezi sezeními do souboru a propsat je do exe souboru či do procesu.
  - Podporuje pluginy třetích stran, zejména ve verzi 1.x. Pro verzi 2.x existuje pouze zlomek jejich množství.

Jak debugování funguje

Debuggee

Proces, který je debugován.

1. Debugger buď vytvoří nového debuggee, nebo se připojí k existujícímu.
2. Debugger zpracovává debugovací události v debugovací smyčce.



Připojení debuggeru

- Neinvazivní
  - Debugger se nepřipojí k aplikaci.
  - Všechna vlákna aplikace jsou pozastavena, aby bylo možné přečíst stav programu (registry, paměť, atd.).
  - Dává jen omezenou kontrolu nad cílovou aplikací.
- Invazivní
  - Aplikace může mít pouze jeden připojený debugger.
  - Připojenému debuggeru jsou zasílány všechny debugovací události aplikace. Ty zahrnují:
    - `CREATE_PROCESS_DEBUG_EVENT`
    - `CREATE_THREAD_DEBUG_EVENT`
    - `EXCEPTION_DEBUG_EVENT`
    - `EXIT_PROCESS_DEBUG_EVENT`
    - `EXIT_THREAD_DEBUG_EVENT`
    - `LOAD_DLL_DEBUG_EVENT`
    - `OUTPUT_DEBUG_STRING_EVENT`
    - `UNLOAD_DLL_DEBUG_EVENT`
    - `RIP_EVENT`

Debugovací události I

CREATE_PROCESS_DEBUG_EVENT

Událost je generována pokaždé, když je v debugovaném procesu vytvořen nový proces, nebo v okamžiku, kdy se debugger připojí k už aktivnímu procesu. Systém vyvolá tuto událost těsně před tím, než je program v user-modu spuštěn, a to před všemi ostatními debugovacími událostmi tohoto procesu.

CREATE_THREAD_DEBUG_EVENT

Událost je generována pokaždé, když je v debugovaném procesu vytvořeno nové vlákno, nebo v okamžiku, kdy se debugger připojí k už aktivnímu procesu. Událost je vyvolána těsně před zahájením běhu vlákna v user-mode.

Debugovací události II

EXIT_PROCESS_DEBUG_EVENT

Událost je generována v okamžiku, kdy debugovaný proces končí, a to těsně poté, co systém odpojil knihovny používané procesem a aktualizoval výstupní kód (exit code) procesu.

EXIT_THREAD_DEBUG_EVENT

Událost je generována v okamžiku, kdy končí vlákno, které je součástí debugovaného procesu, a to těsně poté, co byl aktualizován výstupní kód vlákna.

Debugovací události III

LOAD_DLL_DEBUG_EVENT

Událost je generována, když debugovaný proces nahraje do paměti nové DLL. Příčinou může být jak vyhodnocování odkazů na DLL při spouštění procesu, tak použití funkce `LoadLibrary` debugovaným procesem. Událost je pro každé DLL vyvolána pouze jednou, a to v okamžiku, kdy bylo DLL načteno do paměťového prostoru procesu.

UNLOAD_DLL_DEBUG_EVENT

Událost je generována, když debugovaný proces uvolnil DLL funkcí `FreeLibrary`. Pro každé DLL je událost vyvolána jen jednou, a to v okamžiku, kdy bylo DLL skutečně odstraněno z paměťového prostoru procesu (tzn. v okamžiku, kdy počet použití DLL v procesu klesl na nulu).

Debugovací události IV

EXCEPTION_DEBUG_EVENT

Událost je generována pokaždé, když v debugovaném procesu dojde k výjimce. Příčinou výjimky může být pokus o přístup k nedostupné paměti, spuštění instrukce breakpointu, pokus o dělení nulou nebo jakákoliv jiná výjimka sledovatelná strukturovanou obsluhou výjimek.

OUTPUT_DEBUG_STRING_EVENT

Událost je generována v okamžiku, kdy debugovaný proces použil funkci `OutputDebugString`.

RIP_EVENT

Událost je generována v okamžiku, kdy došlo k systémové chybě během debugování. Prakticky jde o interní chybu debuggeru, ne debugovaného procesu. Debugovaná aplikace může a nemusí přežít, podle závažnosti chyby.

Připojení debuggeru při vytváření procesu

Kód pro spuštění debugovaného programu

```
DWORD dwError = ERROR_SUCCESS;
STARTUPINFO si;
PROCESS_INFORMATION pi;

ZeroMemory( &si, sizeof(si) );
si.cb = sizeof(si);
ZeroMemory( &pi, sizeof(pi) );

dwError = CreateProcess( DebuggeePath, NULL, NULL, NULL, FALSE,
                         DEBUG_ONLY_THIS_PROCESS, NULL, NULL, &si, &pi );
```

- Proces bude vytvořen v pozastaveném (suspended) stavu.
- Debuggeru bude ke zpracování zaslána událost `CREATE_PROCESS_DEBUG_EVENT`.

Připojení debuggeru k existujícímu procesu

API pro připojení k procesu

```
BOOL WINAPI DebugActiveProcess( DWORD dwProcessId )
```

- Debugger musí mít příslušná oprávnění.
  - Každý uživatel může i bez dodatečných oprávnění debugovat své vlastní procesy.
  - Pro debugování **cizích** procesů je vyžadováno oprávnění `SeDebugPrivilege`! To platí i pro API `Read/WriteProcessMemory`.
- Debuguje aktivní proces, jako kdyby byl vytvořen pomocí API `CreateProcess` s příznakem `DEBUG_ONLY_THIS_PROCESS`.
- Všechna vlákna debugovaného procesu jsou systémem pozastavena.
- Debugger obdrží událost `LOAD_DLL_DEBUG_EVENT` pro všechny moduly načtené do debugovaného procesu.
- Debugger obdrží událost `CREATE_PROCESS_DEBUG_EVENT` z prvního vlákna debugovaného procesu.

Debugovací smyčka

```
typedef struct _DEBUG_EVENT {
  DWORD dwDebugEventCode;
  DWORD dwProcessId;
  DWORD dwThreadId;
  union {
    EXCEPTION_DEBUG_INFO Exception;
    CREATE_THREAD_DEBUG_INFO CreateThread;
    CREATE_PROCESS_DEBUG_INFO CreateProcessInfo;
    EXIT_THREAD_DEBUG_INFO ExitThread;
    EXIT_PROCESS_DEBUG_INFO ExitProcess;
    LOAD_DLL_DEBUG_INFO LoadDll;
    UNLOAD_DLL_DEBUG_INFO UnloadDll;
    OUTPUT_DEBUG_STRING_INFO DebugString;
    RIP_INFO RipInfo;
  } u;
} DEBUG_EVENT, *LPDEBUG_EVENT;

DEBUG_EVENT debug_event = {0,};

for(;;)
{
  if(!WaitForDebugEvent(&debug_event, INFINITE))
    return;

  // zpracování debugovací události

  ContinueDebugEvent(debug_event.dwProcessId, debug_event.dwThreadId, DBG_CONTINUE);
}
```

Komunikace debuggeru s debugovaným procesem I

Funkce pro práci s pamětí

```
BOOL WINAPI WriteProcessMemory(
  _In_ HANDLE hProcess,
  _In_ LPVOID lpBaseAddress,
  _In_ LPCVOID lpBuffer,
  _In_ SIZE_T nSize,
  _Out_ SIZE_T *lpNumberOfBytesWritten
);

BOOL WINAPI ReadProcessMemory(
  _In_ HANDLE hProcess,
  _In_ LPCVOID lpBaseAddress,
  _Out_ LPVOID lpBuffer,
  _In_ SIZE_T nSize,
  _Out_ SIZE_T *lpNumberOfBytesRead
);
```

- Umožňují čtení/zápis paměti procesu.
- Debuggery používají tyto funkce pro čtení/zápis paměti a pro vkládání softwarových breakpointů do kódu.
- Debuggery vždy pracují s obrazem aplikace v paměti, **nemění spustitelný kód na disku**.

Komunikace debuggeru s debugovaným procesem II

Funkce pro práci s vlákny

```
BOOL WINAPI GetThreadContext(
  _In_ HANDLE hThread,
  _Inout_ LPCONTEXT lpContext
);

BOOL WINAPI SetThreadContext(
  _In_ HANDLE hThread,
  _In_ const CONTEXT *lpContext
);
```

- Struktura `CONTEXT` obsahuje aktuální stav všech registrů.
- Struktura `CONTEXT` je závislá na architektuře procesu, který je debugován (t.j. liší se pro i386 a x86_64).
- Debuggery používají tyto funkce ke čtení a změně hodnot registrů a k práci s `EIP`.

Softwarové breakpointy

- Softwarové přerušení (nebo výjimka) je událost vyvolaná softwarem, která informuje jádro OS o tom, že normální tok instrukcí programu musí být změněn (program se dostal do nenormálního stavu).
- Ukazatel na (nejvyšší) funkci pro obsluhu výjimky je uložen v první proměnné Thread Information Blocku (TIB) a můžeme ho zjistit z FS:[0].
- Pokud dojde k výjimce, prochází se řetězec výjimek a hledá se vhodný handler, který bude spuštěn.
- Pokud pro danou výjimku neexistuje handler, použije se standardní mechanismus OS pro zpracování výjimky.
- Většina debuggerů používá pro breakpointy instrukci `int3` (operační kód `0xCC`). Stejného výsledku by se dalo dosáhnout také instrukcí `int 3` (`0xCD03`): obě instrukce vyvolají výjimku Breakpoint.

Vytvoření breakpointu

```
BOOL bSuccess;
BYTE cInstruction;
BYTE OriginalInstruction;
DWORD dwReadBytes;

bSuccess = ReadProcessMemory( hProcess, (void*)Breakpoint_Address,
                              &cInstruction, 1, &dwReadBytes );

OriginalInstruction = cInstruction;
cInstruction = 0xCC;

// Přepsat původní instrukci hodnotou 0xCC
bSuccess = WriteProcessMemory( hProcess, (void*)Breakpoint_Address,
                               &cInstruction, 1, &dwReadBytes );

FlushInstructionCache( hProcess, (void*)Breakpoint_Address, 1);
```

1. Přečteme 1 bajt z adresy `Breakpoint_Address` a zapamatujeme si ho.
2. Přepíšeme první bajt instrukce hodnotou `0xCC`.
3. Vyprázdníme instrukční cache.
4. Pokračujeme v debugování.

Zpracování jednorázového breakpointu

Zpracování jednorázového breakpointu

```
CONTEXT lcContext;
DWORD dwWriteSize;

lcContext.ContextFlags = CONTEXT_ALL;
GetThreadContext( hThread, &lcContext );
lcContext.Eip --;
SetThreadContext( hThread, &lcContext );
WriteProcessMemory( hProcess, Breakpoint_Address,
                    &OriginalInstruction, 1, &dwWriteSize );
FlushInstructionCache( hProcess, StartAddress, 1 );
```

1. Načteme strukturu `CONTEXT` vlákna.
2. Snížením `EIP` o 1 se vrátíme o 1 bajt zpět (na instrukci breakpointu).
3. Nastavíme nový kontext.
4. Obnovíme původní instrukci.
5. Pokračujeme v debugování.

Všimněte si, že breakpoint byl odstraněn!

Zpracování trvalého breakpointu

Provedení jedné instrukce a zastavení

```
CONTEXT lcContext;
DWORD dwWriteSize;

lcContext.ContextFlags = CONTEXT_ALL;

GetThreadContext( hThread, &lcContext );
lcContext.EFlags |= 0x100; // Nastavit příznak Trap na EXCEPTION_SINGLE_STEP
SetThreadContext( m_cProcessInfo.hThread, &lcContext );
```

1. Načteme `CONTEXT` vlákna a uložíme ho.
2. Obnovíme původní instrukci (zrušíme breakpoint).
3. Snížením `EIP` o 1 se vrátíme k této instrukci.
4. Nastavíme příznak "Trap" v `EFL` na single-step výjimku.
5. Nastavíme nový `CONTEXT` pomocí `SetThreadContext`.
6. Pokračujeme v debugování.
7. Po první provedené instrukci dostaneme opět `STATUS_BREAKPOINT`.
8. Obnovíme breakpoint.

Hardwarové breakpointy

- Architektura Intel x86 obsahuje 6 debugovacích registrů.
- `DR0`–`DR3` mohou každý obsahovat jednu lineární adresu hardwarového breakpointu.
- `DR6` (Debug Status) sděluje aplikaci, jaká debugovací situace nastala.
- `DR7` (Debug Control) obsahuje příznaky:
  - Lokálně povolený hardwarový breakpoint.
  - Globálně povolený hardwarový breakpoint.
  - Přerušení při spuštění.
  - Přerušení při zápisu.
  - Přerušení při přístupu (zápisu nebo čtení).
  - Velikost sledovaného paměťového místa (1 B, 2 B, 4 B, nebo 8 B).

Hardwarové vs. softwarové breakpointy

- Softwarový breakpoint
  - Výchozí typ breakpointů ve většině debuggerů.
  - Neomezené množství breakpointů v programu.
  - Může detekovat spuštění instrukce.
  - Mění obsah paměti $\rightarrow$ lze snadno detekovat.
- Hardwarový breakpoint
  - Podporován je jen omezený počet breakpointů (závisí na procesoru, Intel x86 podporuje 4).
  - Může detekovat spuštění instrukce i přístup k paměti.
  - Nemění obsah paměti $\rightarrow$ obtížnější detekce.
  - Čtení i zápis debugovacích registrů je privilegovaná operace.
  - Podporován většinou debuggerů.

Trasování (Trace)

- Většina debuggerů podporuje trasování instrukcí a trasování funkcí. Využívá k tomu příznak Trap v registru příznaků.
- Tato funkcionalita umožňuje sledovat přesný tok řízení procesu.
- Při **trasování instrukcí** se zaznamenávají prováděné instrukce.
- Při **trasování funkcí** se zaznamenávají prováděná volání.
- Trasování významně zpomaluje provádění vlákna, protože debugger musí po každé instrukci zastavit a aktualizovat svůj log.

Úvod do debugování jádra

- "Vytvářím ovladač pro jádro a počítač mi neustále padá."
  - "Přirozeně. Jádro není přátelské prostředí jako uživatelský režim. Chyba typicky vyústí v BSOD. Přečti si BSOD zprávu, analyzuj dumpy vytvořené při BSOD, nebo prostě debuguj svůj ovladač."
- "Co když zastavím program, abych mohl prozkoumat stav počítače?"
  - "Zastavíš jádro $\rightarrow$ počítač zamrzne."
- "A jak to tedy mám debugovat? Vytvořit aplikaci bez debugování je hrozně těžké!"
  - "Potřebuješ druhý počítač, který bude debugování řídit."
- "Jakou aplikaci mám použít?"
  - "Nejlepší je WinDBG."

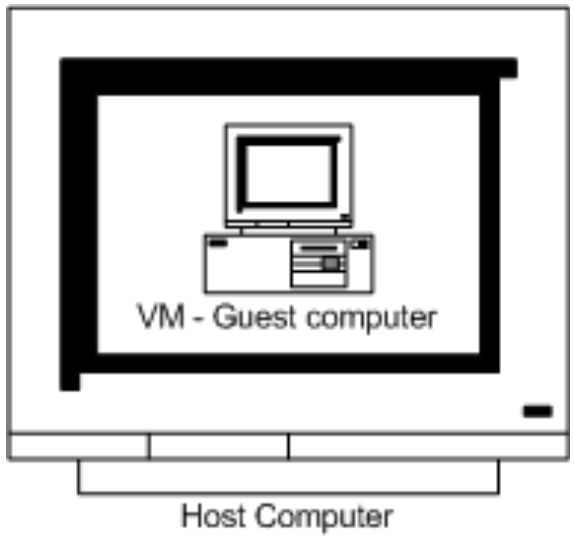
Setup pro debugování jádra – lokální debugování

- Spusťte WinDBG, stiskněte `CTRL+K` a zvolte Local.
- Nyní můžete debugovat počítač, na kterém debugger běží.
- Nemáte k dispozici všechny příkazy. Nedostupné jsou příkazy pro řízení běhu (go, step, atd.), nelze použít dump, breakpointy, sledovat registry ani zásobník.
- Můžete číst a psát paměť.
- Kernel stále běží $\rightarrow$ všechny informace se vám mohou měnit pod rukama.
- MŮŽETE shodit celý systém.

Setup pro debugování jádra – vzdálený počítač

- Debugujeme počítač přes TCP/IP, IEEE 1394, COM, nebo USB.
- Nejspolehlivější a nejpřesnější řešení.
- Dlouhá doba obnovy po pádu.

Setup pro debugování jádra – virtuální počítač



- Debugujeme virtuální počítač. Pro "vzdálené" debugování používáme pojmenované roury nebo virtuální síť. Závisí na použitém virtualizačním software.
- Může být dost náročné to zprovoznit.
- Virtuální počítač se chová skoro stejně jako opravdový. V 99.9% případů nám dá stejné výsledky.
- Stav stroje se dá ukládat a obnovovat → velmi rychlý návrat do původního stavu.

Debugování jádra - Trik s breakpointem I

- Zjistěte souborovou adresu vstupního bodu (Raw Entrypoint).
  $\mathrm{EP}_{Raw} = \mathrm{EP}_{RVA} - \mathrm{Segment}_{RVA} + \mathrm{Segment}_{Raw}$
- Změňte bajt na EP_{Raw} na `0xCC` (breakpoint). Uložte si původní hodnotu!
- Nezapomeňte aktualizovat CRC a digitální podpis změněného souboru, jinak ho Windows odmítnou spustit.
- Spusťte upravený ovladač. Jádro by mělo zastavit na vašem breakpointu.
- Pomocí debuggeru změňte bajt ve vstupním bodu na původní hodnotu.
  Ve WinDBG: `eb [ENTRYPOINT_RVA] [PUVODNI_HODNOTA]`
- Další možností je použít instrukci `0xEB 0xFE` (`JMP -2`), která vytvoří nekonečnou smyčku skokem sama na sebe.

Debugování jádra - Trik s breakpointem II

- Nalezněte nedokumentovanou funkci `IopLoadDriver()`.
- Najděte instrukci `call [edi + xx]`. Na Windows XP SP3 by měla ležet na offsetu `0x66A` od začátku funkce.
- Zapište tam breakpoint a spusťte debugger. Na debugovaném stroji spusťte ovladač. Provádění se zastaví jeden call před vstupním bodem.

Nastavení breakpointu ve WinDBG

```
bp nt!IopLoadDriver + 0x66a
```

Anti-debugging

Anti-debugging

Anti-debuggingem rozumíme obranu aplikace proti debugování. Aplikace se snaží detekovat připojený debugger, vměšovat se do jeho činnosti nebo z debuggeru uniknout.

- Přítomnost debuggeru může být detekována rozličnými metodami, od prostého volání API až po detekování chování typického pro debugger.
- Debugger můžeme ukončit zneužitím jeho specifických zranitelností.
- Aplikace může debuggeru uniknout přesunutím do jiného vlákna nebo procesu.

Použití Windows API k detekci debuggeru

- Základní detekce debuggeru může být provedena voláním API funkcí Windows.
  - **IsDebuggerPresent** — vrací pole `BeingDebugged` ze struktury Process Environment Block (PEB).
  - **CheckRemoteDebuggerPresent** — totéž co `IsDebuggerPresent`, ale může být použita i na jiný proces.
  - **NtQueryInformationProcess** — nativní API funkce z `ntdll.dll`. Může vracet různé informace, např. `ProcessDebugPort`, který bude nastaven, pokud je aplikace debugována.
  - **OutputDebugString** — pak voláním `GetLastError` ověříme, zda je proces debugován.
- Anti-anti-debuggovací techniky:
  - Ovlivňování toku programu.
  - Napojení se na API a vracení správných hodnot.

Příznak BeingDebugged

- IsDebuggerPresent načítá z PEB příznak BeingDebugged. Manuální provedení téhož je těžké na detekci i na zablokování:

i386 ASM

```
// Přečti lin. adr. PEB z TIB
mov eax, dword ptr fs:[30h]
// Přečti PEB.BeingDebugged
movzx ebx, byte ptr [eax+2]
// Test na nenulu
test ebx, ebx
jz DebuggerNebylDetekovan
```

x86_64 ASM

```
// Přečti lin. adr. PEB z TIB
mov rax, qword ptr gs:[60h]
// Přečti PEB.BeingDebugged
movzx rbx, byte ptr [rax+2]
// Test na nenulu
test rbx, rbx
jz DebuggerNebylDetekovan
```

PEB struktura v C

```
typedef struct _PEB {
  BYTE                          Reserved1[2];
  BYTE                          BeingDebugged;
  BYTE                          Reserved2[1];
  PVOID                         Reserved3[2];
  PPEB_LDR_DATA                 Ldr;
  PRTL_USER_PROCESS_PARAMETERS  ProcessParameters;
  BYTE                          Reserved4[104];
  PVOID                         Reserved5[52];
  PPS_POST_PROCESS_INIT_ROUTINE PostProcessInitRoutine;
  BYTE                          Reserved6[128];
  PVOID                         Reserved7[1];
  ULONG                         SessionId;
} PEB, *PPEB;
```

- Anti-anti-debuggingová technika: Vynulování BeingDebugged.

Příznak ProcessHeap

- Microsoft řadu interních struktur nedokumentuje, ale mnoho z nich je na Internetu analyzováno.
- Pole `PEB.ProcessHeap` obsahuje strukturu, která může být použita pro detekci debuggeru.
- Pole na offsetu `0x10` od začátku `ProcessHeap` se nazývá `ForceFlags`. Pokud byla halda vytvořena debuggerem, je nenulové.

ASM kód pro Windows XP

```
mov eax, dword ptr fs:[30h]
mov eax, byte ptr [eax+18h]
cmp dword ptr ds:[eax+10h], 0
jne DebuggerDetekovan
```

- Anti-anti-debuggingová technika:
  - Přepíšeme hodnotu `ProcessHeap` nebo spustíme debugger s vypnutou haldou (`windbg -hd`).

Příznak NTGlobalFlag

- Další dobře známý ale nezdokumentovaný příznak je NTGlobalFlag. Proces vytvořený debuggerem v něm má nastavené bity FLG_HEAP_ENABLE_TAIL_CHECK, FLG_HEAP_ENABLE_FREE_CHECK, a FLG_HEAP_VALIDATE_PARAMETERS.
- Obvyklý přístup je, porovnat NTGlobalFlag na offsetu 0x68 s hodnotou 0x70. Pozor, není to spolehlivé, protože mohou být zapnuty i další bity.

ASM kód

```
mov eax, dword ptr fs:[30h]
cmp dword ptr ds:[eax+68h], 70h
jz DebuggerDetekovan
```

- Anti-anti-debuggingová technika:
  - Přepsat NTGlobalFlag.

Detekování debuggeru skenováním procesů

- Tento test na debugger můžeme obejít změnou jména souboru debuggeru.

Detekce WinDBG

```
#include <windows.h>
#include <tlhelp32.h>

BOOL isDebugged(void)
{
  HANDLE hProcessSnapshot;
  HANDLE hProcess;
  PROCESSENTRY32 pe32;
  DWORD dwPriorityClass;

  hProcessSnapshot = CreateToolhelp32Snapshot( TH32CS_SNAPPROCESS, 0 );
  pe32.dwSize = sizeof( PROCESSENTRY32 );

  if( !Process32First( hProcessSnapshot, &pe32 ) )
    return( FALSE );

  do {
    if (wcsicmp(pe32.szExeFile, L"windbg.exe") == 0 )
      return ( TRUE );
  } while( Process32Next( hProcessSnapshot, &pe32 ) );

  CloseHandle( hProcessSnap );
  return( FALSE );
}
```

Detekce debuggeru pomocí časování

- Ověříme, zda jsou funkce prováděny v normálním čase (milisekundy) nebo zda provádění něco zdržuje.
- Tato metoda odhalí, zda je aplikace krokována nebo došlo k jejímu pozastavení mezi měřícími body.
- Alternativou je vyvolání výjimky. Ta je normálně zpracována rychle, ale debugger obvykle počká na reakci uživatele.

Příklad s `rdtsc`

```
rdtsc
xor ecx,ecx
add ecx,eax
rdtsc
sub eax,ecx
cmp eax 0xFFF
jb NeniDebugger
```

GetTickCount

```
ULONGLONG a = GetTickCount64();
DulezitaFunkce();
ULONGLONG b = GetTickCount64();
delta = b - a;
if ( delta > 30 ) {
  /*Debugger detekován*/
} else {
  /*Nenalezen debugger*/
}
```

- Anti-anti-debuggingová technika:
  - Zaháčkování časovacích funkcí.

Další metody pro detekci debuggeru

- Aplikace může prohledat svůj vlastní kód na instrukce `int3` (0xCC) a tím odhalit softwarové breakpointy.
- Pokročilé aplikace provádějí kontrolní součty sebe sama a porovnávají dosažené hodnoty s očekávanými. Změna v kódu (softwarový breakpoint) je tak detekována.

Vměšování se do debugování

- Výjimky vyžadují vstup od uživatele. Vytvoření stovek výjimek s prázdným handlerem nezvýší viditelně dobu běhu, ale otráví analytika natolik, že vypne upozornění na výjimky. A to je přesně ten moment, kdy můžeme schovat důležitý kód do některého handleru.
- Program může obsahovat instrukce `int3`, kterými zmate debugger, aby si myslel, že jde o breakpoint. Bez debuggeru by byla vyvolána výjimka `STATUS_BREAKPOINT`, s debuggerem k výjimce nedojde a bude spuštěna následující instrukce. Debugovaná aplikace tak má odlišný tok kódu!
  - Některé debuggery dokonce na takovém neznámém breakpointu spadnou!
- Každý debugger má známou sadu zranitelností, které ho dokáží sestřelit. Například OllyDBG v1.1 je známý tím, že spadne, když zavoláme `OutputDebugString("%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s")`.
- K procesu může být v jeden okamžik připojen jen jeden debugger. Připojte se sami k sobě jako debugger!

Únik z debuggeru

- Injektujte důležitý kód do jiného procesu.
- Uložte důležitý kód do handleru výjimky.
- Uložte důležitý kód před/za `main` (např. využijte funkce `initterm` vysvětlené ve 2. přednášce).
- Uložte důležitý kód před `start`: Ještě před entry-pointem se mohou spouštět tzv. TLS[1] callbacky, které slouží pro inicializaci TLS proměnných. Pokud celý škodlivý kód proběhne už zde, analytik – a někdy ani debugger – se o něm vůbec nedozví!

[1] thread-local storage

Další anti-debuggingové techniky

- Existuje mnoho dalších anti-debuggingových metod. Pěknou kompilaci naleznete v `http://pferrie.host22.com/papers/antidebug.pdf`.
- Pozn.: Pro základní a některé pokročilé anti-debuggingové triky existují anti-anti-debuggingové pluginy, jako např. IDA Stealth pro IDA Pro nebo Phant0m pro OllyDBG.

Literatura


Ajay Vijayvargiya: *Writing a basic Windows debugger*, January 2015, http://www.codeproject.com/Articles/43682/Writing-a-basic-Windows-debugger.


Microsoft: *MSDN*, January 2015, https://msdn.microsoft.com/.


Peter Ferrie: *The "Ultimate" Anti-Debugging Reference*, April 2011, http://pferrie.host22.com/papers/antidebug.pdf.