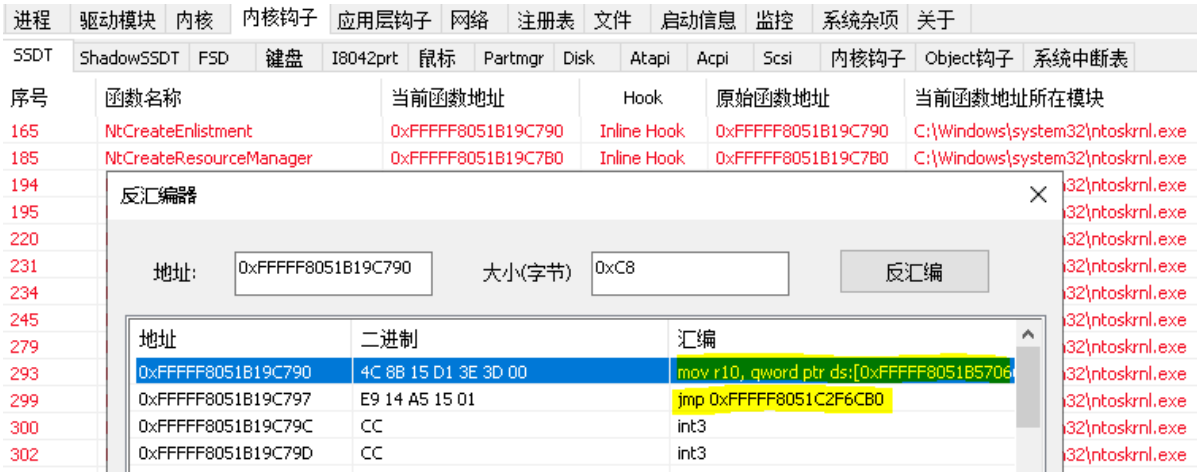
在笔者上一篇文章《驱动开发：内核层InlineHook挂钩函数》中介绍了通过替换函数头部代码的方式实现Hook挂钩，对于ARK工具来说实现扫描与摘除InlineHook钩子也是最基本的功能，此类功能的实现一般可在应用层进行，而驱动层只需要保留一个读写字节的函数即可，将复杂的流程放在应用层实现是一个非常明智的选择，与《驱动开发：内核实现进程反汇编》中所使用的读写驱动基本一致，本篇文章中的驱动只保留两个功能，控制信号IOCTL_GET_CUR_CODE用于读取函数的前16个字节的内存，信号IOCTL_SET_ORI_CODE则用于设置前16个字节的内存。

之所以是前16个字节是因为一般的内联Hook只需要使用两条指令就可实现劫持，如下是通用ARK工具扫描到的被挂钩函数的样子。



首先将内核驱动程序代码放到如下，内核驱动程序没有任何特别的，仅仅只是一个通用驱动模板，在其基础上使用CR3读写，如果不理解CR3读写的原理您可以去看《驱动开发：内核CR3切换读写内存》这一篇中的详细介绍。

```
// 署名权
// right to sign one's name on a piece of work
// PowerBy: LyShark
// Email: me@lyshark.com

#include <ntifs.h>
#include <intrin.h>
#include <windef.h>

#define DEVICE_NAME          L"\\Device\\WinDDK"
#define LINK_NAME            L"\\DosDevices\\WinDDK"
#define LINK_GLOBAL_NAME     L"\\DosDevices\\Global\\WinDDK"

// 控制信号 IOCTL_GET_CUR_CODE 用于读 | IOCTL_SET_ORI_CODE 用于写
#define IOCTL_GET_CUR_CODE  CTL_CODE(FILE_DEVICE_UNKNOWN, 0x800, METHOD_BUFFERED,
FILE_ANY_ACCESS)
#define IOCTL_SET_ORI_CODE  CTL_CODE(FILE_DEVICE_UNKNOWN, 0x801, METHOD_BUFFERED,
FILE_ANY_ACCESS)

// 引用__readcr0等函数必须增加
#pragma intrinsic(_disable)
#pragma intrinsic(_enable)

// 定义读写结构体
typedef struct
{
    PVOID Address;
```

```
    ULONG64 Length;
    UCHAR data[256];
} KF_DATA, *PKF_DATA;

KIRQL g_irql;

// 关闭写保护
void WPOFFx64()
{
    ULONG64 cr0;
    g_irql = KeRaiseIrqlToDpcLevel();
    cr0 = __readcr0();
    cr0 &= 0xfffffffffffeffff;
    __writecr0(cr0);
    _disable();
}

// 开启写保护
void WPONx64()
{
    ULONG64 cr0;
    cr0 = __readcr0();
    cr0 |= 0x10000;
    _enable();
    __writecr0(cr0);
    KeLowerIrql(g_irql);
}

// 设备创建时触发
NTSTATUS DispatchCreate(PDEVICE_OBJECT pDevObj, PIRP pIrp)
{
    pIrp->IoStatus.Status = STATUS_SUCCESS;
    pIrp->IoStatus.Information = 0;

    DbgPrint("[LyShark] 设备已创建 \n");
    IoCompleteRequest(pIrp, IO_NO_INCREMENT);
    return STATUS_SUCCESS;
}

// 设备关闭时触发
NTSTATUS DispatchClose(PDEVICE_OBJECT pDevObj, PIRP pIrp)
{
    pIrp->IoStatus.Status = STATUS_SUCCESS;
    pIrp->IoStatus.Information = 0;

    DbgPrint("[LyShark] 设备已关闭 \n");
    IoCompleteRequest(pIrp, IO_NO_INCREMENT);
    return STATUS_SUCCESS;
}

// 主派遣函数
NTSTATUS DispatchIoctl(PDEVICE_OBJECT pDevObj, PIRP pIrp)
{
    NTSTATUS status = STATUS_INVALID_DEVICE_REQUEST;
    PIO_STACK_LOCATION pIrpStack;
    ULONG uIoControlCode;
```

```
    PVOID pIoBuffer;
    ULONG uInSize;
    ULONG uOutSize;

    // 获取当前设备栈
    pIrpStack = IoGetCurrentIrpStackLocation(pIrp);
    uIoControlCode = pIrpStack->Parameters.DeviceIoControl.IoControlCode;

    // 获取缓冲区
    pIoBuffer = pIrp->AssociatedIrp.SystemBuffer;

    // 获取缓冲区长度
    uInSize = pIrpStack->Parameters.DeviceIoControl.InputBufferLength;

    // 输出缓冲区长度
    uOutSize = pIrpStack->Parameters.DeviceIoControl.OutputBufferLength;

    switch (uIoControlCode)
    {
        // 读内存
    case IOCTL_GET_CUR_CODE:
    {
        KF_DATA dat = { 0 };

        // 将缓冲区格式化为KF_DATA结构体
        RtlCopyMemory(&dat, pIoBuffer, 16);
        WPOFFx64();

        // 将数据写回到缓冲区
        RtlCopyMemory(pIoBuffer, dat.Address, dat.Length);
        WPONx64();
        status = STATUS_SUCCESS;
        break;
    }
    // 写内存
    case IOCTL_SET_ORI_CODE:
    {
        KF_DATA dat = { 0 };

        // 将缓冲区格式化为KF_DATA结构体
        RtlCopyMemory(&dat, pIoBuffer, sizeof(KF_DATA));
        WPOFFx64();

        // 将数据写回到缓冲区
        RtlCopyMemory(dat.Address, dat.data, dat.Length);
        WPONx64();
        status = STATUS_SUCCESS;
        break;
    }
    }

    if (status == STATUS_SUCCESS)
        pIrp->IoStatus.Information = uOutSize;
    else
        pIrp->IoStatus.Information = 0;
```

```
    pIrp->IoStatus.Status = status;
    IoCompleteRequest(pIrp, IO_NO_INCREMENT);
    return status;
}

// 驱动卸载
VOID DriverUnload(PDRIVER_OBJECT pDriverObj)
{
    UNICODE_STRING strLink;

    // 删除符号链接卸载设备
    RtlInitUnicodeString(&strLink, LINK_NAME);
    IoDeleteSymbolicLink(&strLink);
    IoDeleteDevice(pDriverObj->DeviceObject);
}

// 驱动程序入口
NTSTATUS DriverEntry(PDRIVER_OBJECT pDriverObj, PUNICODE_STRING pRegistryString)
{
    NTSTATUS status = STATUS_SUCCESS;
    UNICODE_STRING ustrLinkName;
    UNICODE_STRING ustrDevName;
    PDEVICE_OBJECT pDevObj;

    // 初始化派遣函数
    pDriverObj->MajorFunction[IRP_MJ_CREATE] = DispatchCreate;
    pDriverObj->MajorFunction[IRP_MJ_CLOSE] = DispatchClose;
    pDriverObj->MajorFunction[IRP_MJ_DEVICE_CONTROL] = DispatchIoctl;

    DbgPrint("hello lysahrk.com \n");

    // 初始化设备名
    RtlInitUnicodeString(&ustrDevName, DEVICE_NAME);

    // 创建设备
    status = IoCreateDevice(pDriverObj, 0, &ustrDevName, FILE_DEVICE_UNKNOWN, 0,
FALSE, &pDevObj);
    if (!NT_SUCCESS(status))
    {
        return status;
    }

    // 创建符号链接
    RtlInitUnicodeString(&ustrLinkName, LINK_NAME);
    status = IoCreateSymbolicLink(&ustrLinkName, &ustrDevName);
    if (!NT_SUCCESS(status))
    {
        IoDeleteDevice(pDevObj);
        return status;
    }

    pDriverObj->DriverUnload = DriverUnload;
    return STATUS_SUCCESS;
}
```

接着来分析下应用层做了什么，首先`GetKernelBase64`函数的作用，该函数内部通过`GetProcAddress()`函数动态寻找到`ZwQuerySystemInformation()`函数的内存地址（此函数未被到处所以只能动态找到），找到后调用`ZwQuerySystemInformation()`直接拿到系统中的所有模块信息，通过`pSystemModuleInformation->Module[0].Base`得到系统中第一个模块的基地址，此模块就是`ntoskrnl.exe`，该模块也是系统运行后的第一个启动的，此时我们即可拿到`KernelBase`也就是系统内存中的基地址。

此时通过`LoadLibraryExA()`函数动态加载，此时加载的是磁盘中的被Hook函数的所属模块，获得映射地址后将此地址装入`hKernel`变量内，此时我们拥有了内存中的`KernelBase`以及磁盘中加载的`hKernel`，接着调用`RepairRelocationTable()`让两者的重定位表保持一致。

此时当用户调用`GetSystemRoutineAddress()`则执行如下流程，想要获取当前内存地址，则需要使用当前内存中的`KernelBase`模块基址加上通过`GetProcAddress()`动态获取到的磁盘基址中的函数地址减去磁盘中的基地址，将内存中的`KernelBase`加上`磁盘中的相对偏移`就得到了当前内存中加载函数的实际地址。

- address1 = KernelBase + (ULONG64)GetProcAddress(hKernel, "NtWriteFile") - (ULONG64)hKernel
- address2 = KernelBase - (ULONG64)hKernel + (ULONG64)GetProcAddress(hKernel, "NtWriteFile")

调用`GetOriginalMachineCode()`则用于获取相对偏移地址，该地址的获取方式如下，用户传入一个`Address`当前地址，该地址减去`KernelBase`内存中的基址，然后再加上`hKernel`磁盘加载的基址来获取到相对偏移。

- OffsetAddress = Address - KernelBase + hKernel

有了这两条信息那么功能也就实现了，通过`GetOriginalMachineCode()`得到指定内存地址处原始机器码，通过`GetCurrentMachineCode()`得到当前内存机器码，两者通过`memcmp()`函数比对即可知道是否被挂钩了，如果被挂钩则可以通过CR3切换将原始机器码覆盖到特定位置替换即可，这段程序的完整代码如下；

```
// 署名权
// right to sign one's name on a piece of work
// PowerBy: LyShark
// Email: me@lyshark.com
#include <stdio.h>
#include <Windows.h>

#pragma comment(lib,"user32.lib")
#pragma comment(lib,"Advapi32.lib")

#ifndef NT_SUCCESS
#define NT_SUCCESS(Status) ((NTSTATUS)(Status) >= 0)
#endif

#define BYTE_ARRAY_LENGTH 16
#define SystemModuleInformation 11
```

```
#define STATUS_INFO_LENGTH_MISMATCH ((NTSTATUS)0xC0000004L)

typedef long(__stdcall *ZWQUERYSYSTEMINFORMATION)
(
    IN ULONG SystemInformationClass,
    IN PVOID SystemInformation,
    IN ULONG SystemInformationLength,
    IN PULONG ReturnLength OPTIONAL
);

typedef struct
{
    ULONG Unknow1;
    ULONG Unknow2;
    ULONG Unknow3;
    ULONG Unknow4;
    PVOID Base;
    ULONG Size;
    ULONG Flags;
    USHORT Index;
    USHORT NameLength;
    USHORT LoadCount;
    USHORT ModuleNameOffset;
    char ImageName[256];
} SYSTEM_MODULE_INFORMATION_ENTRY, *PSYSTEM_MODULE_INFORMATION_ENTRY;

typedef struct
{
    ULONG Count;
    SYSTEM_MODULE_INFORMATION_ENTRY Module[1];
} SYSTEM_MODULE_INFORMATION, *PSYSTEM_MODULE_INFORMATION;

typedef struct
{
    PVOID Address;
    ULONG64 Length;
    UCHAR data[256];
} KF_DATA, *PKF_DATA;

HANDLE hDriver = 0;
HMODULE hKernel = 0;
ULONG64 KernelBase = 0;
CHAR NtosFullName[260] = { 0 };

// 生成控制信号
DWORD CTL_CODE_GEN(DWORD lngFunction)
{
    return (FILE_DEVICE_UNKNOWN * 65536) | (FILE_ANY_ACCESS * 16384) |
(lngFunction * 4) | METHOD_BUFFERED;
}

// 发送控制信号的函数
BOOL IoControl(HANDLE hDrvHandle, DWORD dwIoControlCode, PVOID lpInBuffer, DWORD
nInBufferSize, PVOID lpOutBuffer, DWORD nOutBufferSize)
{
    DWORD lDrvRetSize;
```

```
    return DeviceIoControl(hDrvHandle, dwIoControlCode, lpInBuffer,
nInBufferSize, lpOutBuffer, nOutBufferSize, &lDrvRetSize, 0);
}

// 动态获取ntdll.dll模块的基地址
ULONG64 GetKernelBase64(PCHAR NtosName)
{
    ZWQUERYSYSTEMINFORMATION ZwQuerySystemInformation;
    PSYSTEM_MODULE_INFORMATION pSystemModuleInformation;
    ULONG NeedSize, BufferSize = 0x5000;
    PVOID pBuffer = NULL;
    NTSTATUS Result;

    // 该函数只能通过动态方式得到地址
    ZwQuerySystemInformation =
(ZWQUERYSYSTEMINFORMATION)GetProcAddress(GetModuleHandleA("ntdll.dll"),
"ZwQuerySystemInformation");
    do
    {
        pBuffer = malloc(BufferSize);
        if (pBuffer == NULL) return 0;

        // 查询系统中的所有模块信息
        Result = ZwQuerySystemInformation(SystemModuleInformation, pBuffer,
BufferSize, &NeedSize);
        if (Result == STATUS_INFO_LENGTH_MISMATCH)
        {
            free(pBuffer);
            BufferSize *= 2;
        }
        else if (!NT_SUCCESS(Result))
        {
            free(pBuffer);
            return 0;
        }
    } while (Result == STATUS_INFO_LENGTH_MISMATCH);

    // 取模块信息结构
    pSystemModuleInformation = (PSYSTEM_MODULE_INFORMATION)pBuffer;

    // 得到模块基地址
    ULONG64 ret = (ULONG64)(pSystemModuleInformation->Module[0].Base);

    // 拷贝模块名
    if (NtosName != NULL)
    {
        strcpy(NtosName, pSystemModuleInformation->Module[0].ImageName +
pSystemModuleInformation->Module[0].ModuleNameOffset);
    }

    free(pBuffer);
    return ret;
}

// 判断并修复重定位表
BOOL RepairRelocationTable(ULONG64 HandleInFile, ULONG64 BaseInKernel)
```

```
{
    PIMAGE_DOS_HEADER       pDosHeader;
    PIMAGE_NT_HEADERS64     pNtHeader;
    PIMAGE_BASE_RELOCATION  pRelocTable;
    ULONG i, dwOldProtect;

    // 得到DOS头并判断是否符合DOS规范
    pDosHeader = (PIMAGE_DOS_HEADER)HandleInFile;
    if (pDosHeader->e_magic != IMAGE_DOS_SIGNATURE)
    {
        return FALSE;
    }

    // 得到Nt头
    pNtHeader = (PIMAGE_NT_HEADERS64)((ULONG64)HandleInFile + pDosHeader-
>e_lfanew);

    // 是否存在重定位表
    if (pNtHeader-
>OptionalHeader.DataDirectory[IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_BASERELOC].Size)
    {
        // 获取到重定位表基地址
        pRelocTable = (PIMAGE_BASE_RELOCATION)((ULONG64)HandleInFile + pNtHeader-
>OptionalHeader.DataDirectory[IMAGE_DIRECTORY_ENTRY_BASERELOC].VirtualAddress);

        do
        {
            // 得到重定位号
            ULONG   numofReloc = (pRelocTable->SizeOfBlock -
sizeof(IMAGE_BASE_RELOCATION)) / 2;
            SHORT   minioffset = 0;

            // 得到重定位数据
            PUSHORT pRelocData = (PUSHORT)((ULONG64)pRelocTable +
sizeof(IMAGE_BASE_RELOCATION));

            // 循环或直接判断*pRelocData是否为0也可以作为结束标记
            for (i = 0; i<numofReloc; i++)
            {
                // 需要重定位的地址
                PULONG64 RelocAddress;

                // 重定位的高4位是重定位类型，判断重定位类型
                if (((*pRelocData) >> 12) == IMAGE_REL_BASED_DIR64)
                {
                    // 计算需要进行重定位的地址
                    // 重定位数据的低12位再加上本重定位块头的RVA即真正需要重定位的数据的RVA
                    minioffset = (*pRelocData) & 0xFFF; // 小偏移

                    // 模块基址+重定位基址+每个数据表示的小偏移量
                    RelocAddress = (PULONG64)(HandleInFile + pRelocTable-
>VirtualAddress + minioffset);

                    // 直接在RING3修改: 原始数据+基址-IMAGE_OPTINAL_HEADER中的基址
                    VirtualProtect((PVOID)RelocAddress, 4,
PAGE_EXECUTE_READWRITE, &dwOldProtect);
```

```
                    // 因为是R3直接LOAD的所以要修改一下内存权限
                    *RelocAddress = *RelocAddress + BaseInKernel - pNtHeader-
>OptionalHeader.ImageBase;
                    VirtualProtect((PVOID)RelocAddress, 4, dwOldProtect, NULL);
                }
                // 下一个重定位数据
                pRelocData++;
            }
            // 下一个重定位块
            pRelocTable = (PIMAGE_BASE_RELOCATION)((ULONG64)pRelocTable +
pRelocTable->SizeOfBlock);
        } while (pRelocTable->VirtualAddress);

        return TRUE;
    }
    return FALSE;
}

// 初始化
BOOL InitEngine(BOOL IsClear)
{
    if (IsClear == TRUE)
    {
        // 动态获取ntdll.dll模块的基地址
        KernelBase = GetKernelBase64(NtosFullName);
        printf("模块基址: %llx | 模块名: %s \n", KernelBase, NtosFullName);
        if (!KernelBase)
        {
            return FALSE;
        }

        // 动态加载模块到内存,并获取到模块句柄
        hKernel = LoadLibraryExA(NtosFullName, 0, DONT_RESOLVE_DLL_REFERENCES);

        if (!hKernel)
        {
            return FALSE;
        }

        // 判断并修复重定位表
        if (!RepairRelocationTable((ULONG64)hKernel, KernelBase))
        {
            return FALSE;
        }
        return TRUE;
    }
    else
    {
        FreeLibrary(hKernel);
        return TRUE;
    }
}

// 获取原始函数机器码
VOID GetOriginalMachineCode(ULONG64 Address, PUCHAR ba, SIZE_T Length)
```

```
{
    ULONG64 OffsetAddress = Address - KernelBase + (ULONG64)hKernel;
    RtlCopyMemory(ba, (PVOID)OffsetAddress, Length);
}

// 获取传入函数的内存地址
ULONG64 GetSystemRoutineAddress(PCHAR FuncName)
{
    return KernelBase + (ULONG64)GetProcAddress(hKernel, FuncName) -
(ULONG64)hKernel;
}

// 获取当前函数机器码
VOID GetCurrentMachineCode(ULONG64 Address, PUCHAR ba, SIZE_T Length)
{
    ULONG64 dat[2] = { 0 };
    dat[0] = Address;
    dat[1] = Length;
    IoControl(hDriver, CTL_CODE_GEN(0x800), dat, 16, ba, Length);
}

// 清除特定位置的机器码
VOID ClearInlineHook(ULONG64 Address, PUCHAR ba, SIZE_T Length)
{
    KF_DATA dat = { 0 };
    dat.Address = (PVOID)Address;
    dat.Length = Length;

    // 直接调用写出控制码
    RtlCopyMemory(dat.data, ba, Length);
    IoControl(hDriver, CTL_CODE_GEN(0x801), &dat, sizeof(KF_DATA), 0, 0);
}

// 打印数据
VOID PrintBytes(PCHAR DescriptionString, PUCHAR ba, UINT Length)
{
    printf("%s", DescriptionString);
    for (UINT i = 0; i<Length; i++)
    {
        printf("%02x ", ba[i]);
    }
    printf("\n");
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    UCHAR OriginalMachineCode[BYTE_ARRAY_LENGTH];
    UCHAR CurrentMachineCode[BYTE_ARRAY_LENGTH];
    ULONG64 Address = 0;

    hDriver = CreateFileA("\\\\.\\WinDDK", GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
FILE_SHARE_READ, NULL, OPEN_EXISTING, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, NULL);

    // 初始化
    if (!InitEngine(TRUE) || hDriver == 0)
    {
```

```
        return 0;
    }

    // 需要获取的函数列表
    CHAR *FunctionList[128] = { "PsLookupProcessByProcessId",
"NtCommitEnlistment", "NtCommitComplete", "NtCommitTransaction" };

    for (size_t i = 0; i < 4; i++)
    {
        // 清空缓存
        RtlZeroMemory(OriginalMachineCode, 0, BYTE_ARRAY_LENGTH);
        RtlZeroMemory(CurrentMachineCode, 0, BYTE_ARRAY_LENGTH);

        // 获取到当前函数地址
        Address = GetSystemRoutineAddress(FunctionList[i]);

        printf("\n函数地址: %p | 函数名: %s\n", Address, FunctionList[i]);
        if (Address == 0 || Address < KernelBase)
        {
            return 0;
        }

        GetOriginalMachineCode(Address, OriginalMachineCode, BYTE_ARRAY_LENGTH);
        PrintBytes("原始机器码: ", OriginalMachineCode, BYTE_ARRAY_LENGTH);

        GetCurrentMachineCode(Address, CurrentMachineCode, BYTE_ARRAY_LENGTH);
        PrintBytes("当前机器码: ", CurrentMachineCode, BYTE_ARRAY_LENGTH);

        /*
        // 不相同则询问是否恢复
        if (memcmp(OriginalMachineCode, CurrentMachineCode, BYTE_ARRAY_LENGTH))
        {
            printf("按下[ENTER]恢复钩子");
            getchar();
            ClearInlineHook(Address, OriginalMachineCode, BYTE_ARRAY_LENGTH);
        }
        */
    }

    // 注销
    InitEngine(FALSE);
    system("pause");

    return 0;
}
```

首先编译驱动程序`WinDDK.sys`并通过`KmdManager`将驱动程序拉起来，运行客户端`lyshark.exe`程序会输出当前`FunctionList`列表中，指定的4个函数的挂钩情况。

进程 | 驱动模块 | 内核 | 内核钩子 | 应用层钩子 | 网络 | 注册表 | 文件 | 启动信息 | 监控 | 系统杂项 | 关于

SSDT | ShadowSSDT | FSD | 键盘 | I8042prt | 鼠标 | Partmgr | Disk | Atapi | Acpi | Scsi | 内核钩子 | Object钩子 | 系统中断表

序号	函数名称	当前函数地址	Hook	原始函数地址	当前函数地址所在模块
148	NtCommitComplete	0xFFFFF8051B19C730	Inline Hook	0xFFFFF8051B19C730	C:\Windows\system32\ntoskrnl.exe
149	NtCommitEnlistment	0xFFFFF8051B19C750	Inline Hook	0xFFFFF8051B19C750	C:\Windows\system32\ntoskrnl.exe
151	NtCommitTransaction	0xFFFFF8051B19C770	Inline Hook	0xFFFFF8051B19C770	C:\Windows\system32\ntoskrnl.exe
165	NtCreateEnlistment	0xFFFFF8051B19C790	Inline Hook	0xFFFFF8051B19C790	C:\Windows\system32\ntoskrnl.exe