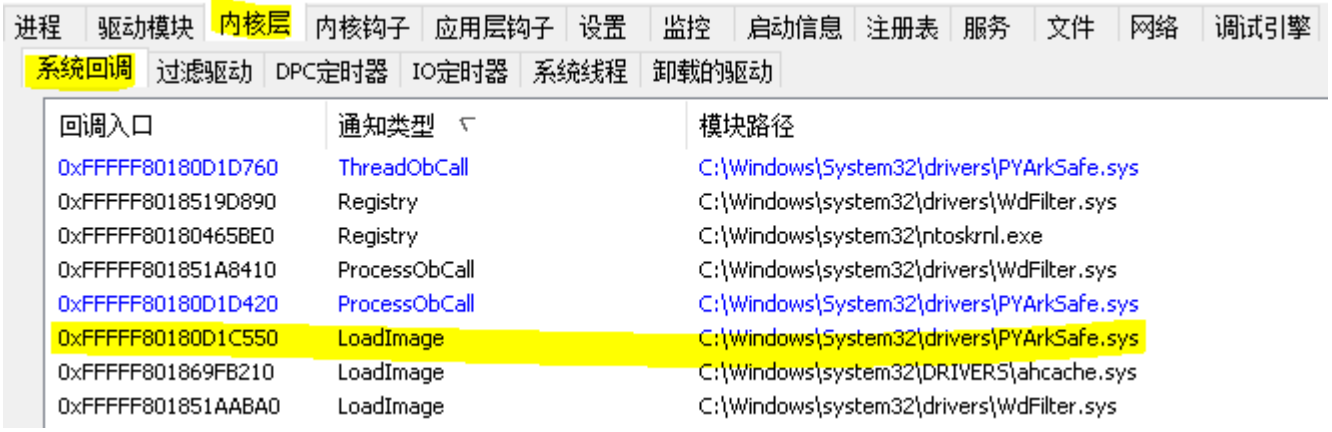
在笔者之前的文章《内核特征码搜索函数封装》中我们封装实现了特征码定位功能，本章将继续使用该功能，本次我们需要枚举内核`LoadImage`映像回调，在Win64环境下我们可以设置一个`LoadImage`映像加载通告回调，当有新驱动或者DLL被加载时，回调函数就会被调用从而执行我们自己的回调例程，映像回调也存储在数组里，枚举时从数组中读取值之后，需要进行位运算解密得到地址。

LoadImage映像回调是Windows操作系统提供的一种机制，它允许开发者在加载映像文件（如DLL、EXE等）时拦截并修改映像的加载过程。LoadImage映像回调是通过操作系统提供的ImageLoad事件机制来实现的。

当操作系统加载映像文件时，它会调用LoadImage函数。在LoadImage函数内部，操作系统会触发ImageLoad事件，然后在ImageLoad事件中调用注册的LoadImage映像回调函数。开发者可以在LoadImage映像回调函数中执行自定义的逻辑，例如修改映像文件的内容，或者阻止映像文件的加载。

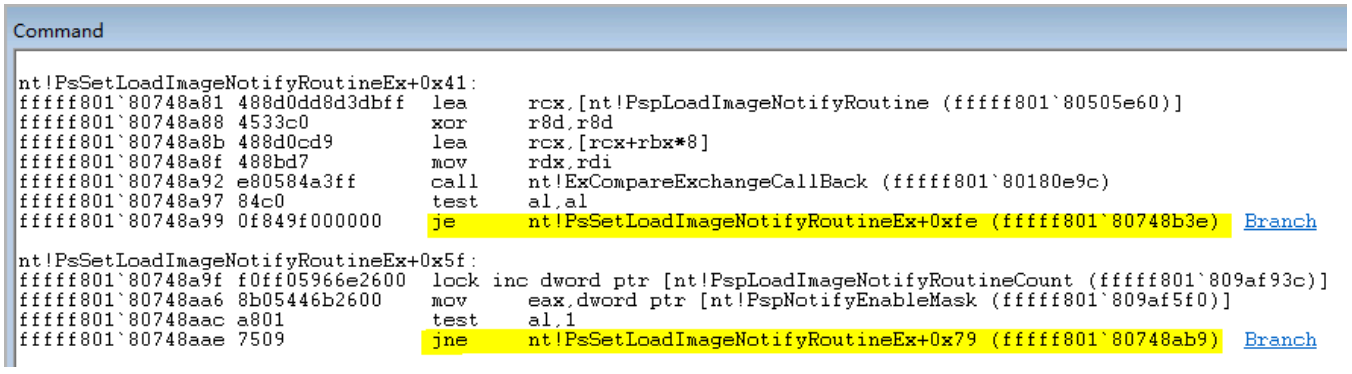
LoadImage映像回调可以通过Win32 API函数SetImageLoadCallback或者操作系统提供的驱动程序回调函数PsSetLoadImageNotifyRoutine来进行注册。同时，LoadImage映像回调函数需要遵守一定的约束条件，例如必须是非分页代码，不能调用一些内核API函数等。

我们来看一款闭源ARK工具是如何实现的：

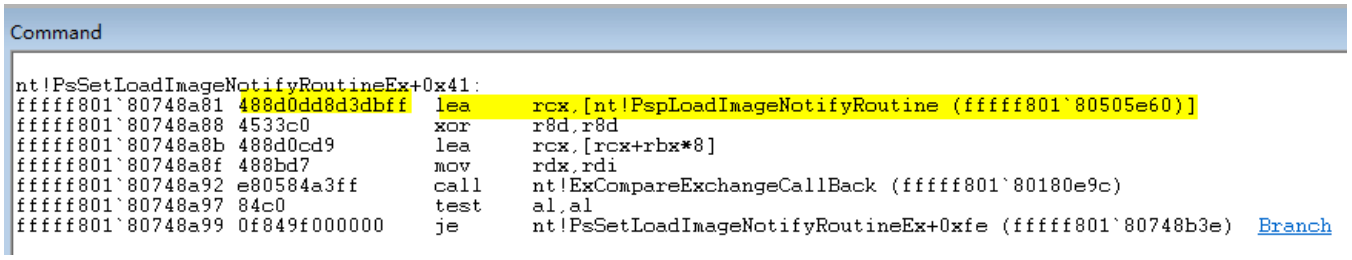


如上所述，如果我们需要拿到回调数组那么首先要得到该数组，数组的符号名是`PspLoadImageNotifyRoutine`我们可以在`PsSetLoadImageNotifyRoutineEx`中找到。

第一步使用WinDBG输入`uf PsSetLoadImageNotifyRoutineEx`首先定位到，能够找到`PsSetLoadImageNotifyRoutineEx`这里的两个位置都可以被引用，当然了这个函数可以直接通过`PsSetLoadImageNotifyRoutineEx`函数动态拿到此处不需要我们动态定位。



我们通过获取到`PsSetLoadImageNotifyRoutineEx`函数的内存首地址，然后向下匹配特征码搜索找到`488d0d88e8dbff`并取出`PspLoadImageNotifyRoutine`内存地址，该内存地址就是`LoadImage`映像模块的基址。



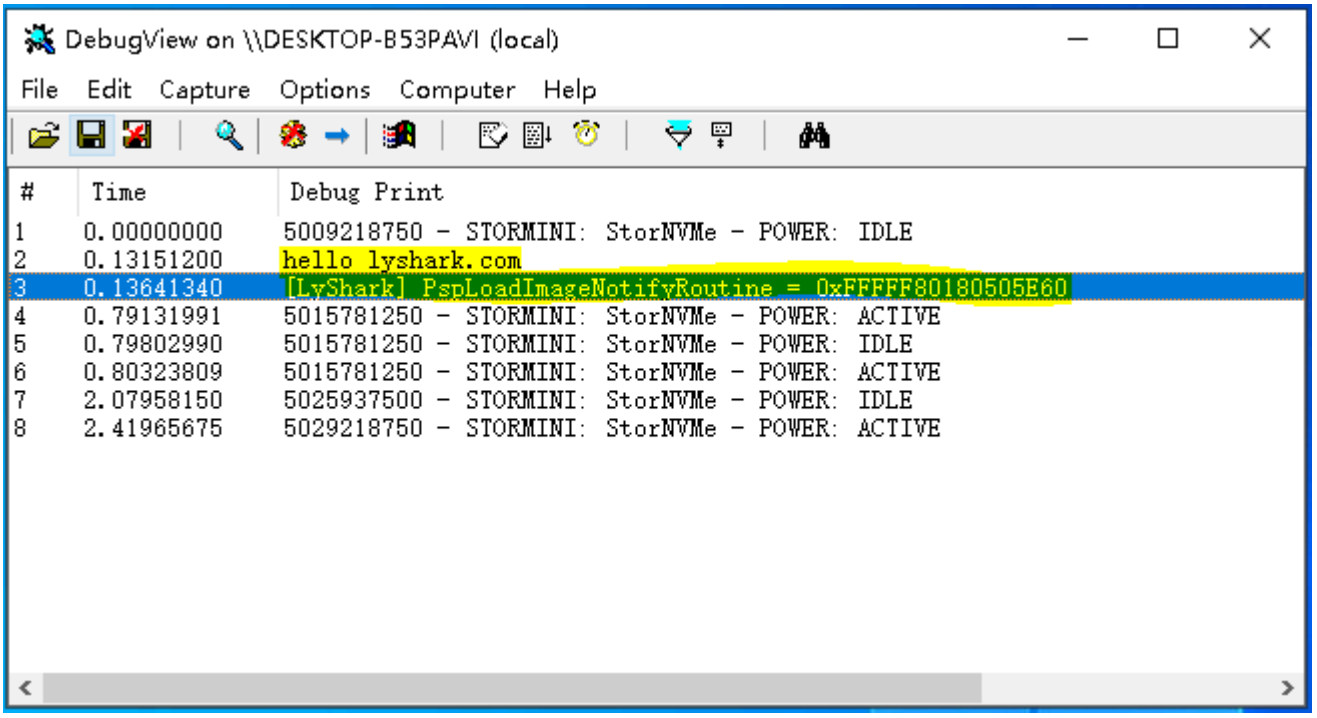
如果使用代码去定位这段空间，则你可以这样写，这样即可得到具体特征地址。

```
#include <ntddk.h>
#include <windef.h>

// 指定内存区域的特征码扫描
PVOID SearchMemory(PVOID pStartAddress, PVOID pEndAddress, PUCHAR pMemoryData, ULONG
ulMemoryDataSize)
{
    PVOID pAddress = NULL;
    PUCHAR i = NULL;
    ULONG m = 0;

    // 扫描内存
    for (i = (PUCHAR)pStartAddress; i < (PUCHAR)pEndAddress; i++)
    {
        // 判断特征码
        for (m = 0; m < ulMemoryDataSize; m++)
        {
            if (*(PUCHAR)(i + m) != pMemoryData[m])
            {
                break;
            }
        }
        // 判断是否找到符合特征码的地址
        if (m >= ulMemoryDataSize)
        {
            // 找到特征码位置，获取紧接着特征码的下一地址
            pAddress = (PVOID)(i + ulMemoryDataSize);
            break;
        }
    }

    return pAddress;
}

// 根据特征码获取 PspLoadImageNotifyRoutine 数组地址
PVOID SearchPspLoadImageNotifyRoutine(PUCHAR pSpecialData, ULONG ulSpecialDataSize)
{
    UNICODE_STRING ustrFuncName;
    PVOID pAddress = NULL;
    LONG lOffset = 0;
    PVOID pPsSetLoadImageNotifyRoutine = NULL;
    PVOID pPspLoadImageNotifyRoutine = NULL;
```

```
    // 先获取 PsSetLoadImageNotifyRoutineEx 函数地址
    RtlInitUnicodeString(&ustrFuncName, L"PsSetLoadImageNotifyRoutineEx");
    pPsSetLoadImageNotifyRoutine = MmGetSystemRoutineAddress(&ustrFuncName);
    if (NULL == pPsSetLoadImageNotifyRoutine)
    {
        return pPspLoadImageNotifyRoutine;
    }

    // 查找 PspLoadImageNotifyRoutine  函数地址
    pAddress = SearchMemory(pPsSetLoadImageNotifyRoutine, (PVOID)
((PUCHAR)pPsSetLoadImageNotifyRoutine + 0xFF), pSpecialData, ulSpecialDataSize);
    if (NULL == pAddress)
    {
        return pPspLoadImageNotifyRoutine;
    }

    // 先获取偏移, 再计算地址
    lOffset = *(PLONG)pAddress;
    pPspLoadImageNotifyRoutine = (PVOID)((PUCHAR)pAddress + sizeof(LONG) + lOffset);

    return pPspLoadImageNotifyRoutine;
}

VOID UnDriver(PDRIVER_OBJECT Driver)
{
}

NTSTATUS DriverEntry(IN PDRIVER_OBJECT Driver, PUNICODE_STRING RegistryPath)
{
    DbgPrint("hello lyshark.com \n");

    PVOID pPspLoadImageNotifyRoutineAddress = NULL;
    RTL_OSVERSIONINFOW osInfo = { 0 };
    UCHAR pSpecialData[50] = { 0 };
    ULONG ulSpecialDataSize = 0;

    // 获取系统版本信息, 判断系统版本
    RtlGetVersion(&osInfo);
    if (10 == osInfo.dwMajorVersion)
    {
        // 48 8d 0d 88 e8 db ff
        // 查找指令 lea rcx,[nt!PspLoadImageNotifyRoutine (fffff804`44313ce0)]
        /*
        nt!PsSetLoadImageNotifyRoutineEx+0x41:
        fffff801`80748a81 488d0dd8d3dbff  lea     rcx,[nt!PspLoadImageNotifyRoutine
(fffff801`80505e60)]
        fffff801`80748a88 4533c0          xor     r8d,r8d
        fffff801`80748a8b 488d0cd9        lea     rcx,[rcx+rbx*8]
        fffff801`80748a8f 488bd7          mov     rdx,rdi
        fffff801`80748a92 e80584a3ff      call    nt!ExCompareExchangeCallBack
(fffff801`80180e9c)
        fffff801`80748a97 84c0            test    al,al
```

```
        fffff801`80748a99 0f849f000000    je      nt!PsSetLoadImageNotifyRoutineEx+0xfe
(fffff801`80748b3e)  Branch
        */
        pSpecialData[0] = 0x48;
        pSpecialData[1] = 0x8D;
        pSpecialData[2] = 0x0D;
        ulSpecialDataSize = 3;
    }

    // 根据特征码获取地址 获取 PspLoadImageNotifyRoutine 数组地址
    pPspLoadImageNotifyRoutineAddress = SearchPspLoadImageNotifyRoutine(pSpecialData,
ulSpecialDataSize);
    DbgPrint("[LyShark] PspLoadImageNotifyRoutine = 0x%p \n",
pPspLoadImageNotifyRoutineAddress);

    Driver->DriverUnload = UnDriver;
    return STATUS_SUCCESS;
}
```

将这个驱动拖入到虚拟机中并运行，输出结果如下：



有了数组地址接下来就是要对数组进行解密，如何解密？

- 1.首先拿到数组指针`pPspLoadImageNotifyRoutineAddress + sizeof(PVOID) * i`此处的i也就是下标。
- 2.得到的新地址在与`pNotifyRoutineAddress & 0xfffffffffffffff8`进行与运算。
- 3.最后`*(PVOID *)pNotifyRoutineAddress`取出里面的参数。

增加解密代码以后，这段程序的完整代码也就可以被写出来了，如下所示。

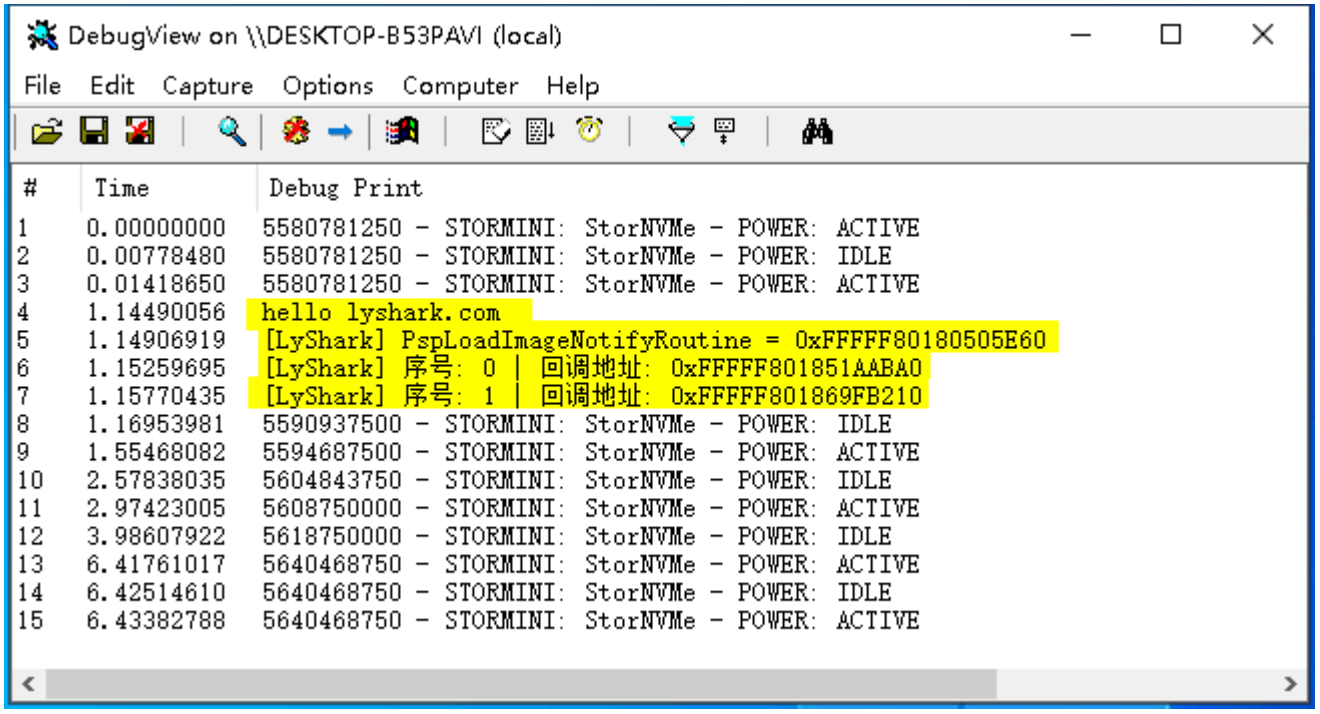
```
#include <ntddk.h>
#include <windef.h>

// 指定内存区域的特征码扫描
```

```
PVOID SearchMemory(PVOID pStartAddress, PVOID pEndAddress, PUCHAR pMemoryData, ULONG
ulMemoryDataSize)
{
    PVOID pAddress = NULL;
    PUCHAR i = NULL;
    ULONG m = 0;

    // 扫描内存
    for (i = (PUCHAR)pStartAddress; i < (PUCHAR)pEndAddress; i++)
    {
        // 判断特征码
        for (m = 0; m < ulMemoryDataSize; m++)
        {
            if (*(PUCHAR)(i + m) != pMemoryData[m])
            {
                break;
            }
        }
        // 判断是否找到符合特征码的地址
        if (m >= ulMemoryDataSize)
        {
            // 找到特征码位置, 获取紧接着特征码的下一地址
            pAddress = (PVOID)(i + ulMemoryDataSize);
            break;
        }
    }

    return pAddress;
}

// 根据特征码获取 PspLoadImageNotifyRoutine 数组地址
PVOID SearchPspLoadImageNotifyRoutine(PUCHAR pSpecialData, ULONG ulSpecialDataSize)
{
    UNICODE_STRING ustrFuncName;
    PVOID pAddress = NULL;
    LONG lOffset = 0;
    PVOID pPsSetLoadImageNotifyRoutine = NULL;
    PVOID pPspLoadImageNotifyRoutine = NULL;

    // 先获取 PsSetLoadImageNotifyRoutineEx 函数地址
    RtlInitUnicodeString(&ustrFuncName, L"PsSetLoadImageNotifyRoutineEx");
    pPsSetLoadImageNotifyRoutine = MmGetSystemRoutineAddress(&ustrFuncName);
    if (NULL == pPsSetLoadImageNotifyRoutine)
    {
        return pPspLoadImageNotifyRoutine;
    }

    // 查找 PspLoadImageNotifyRoutine  函数地址
    pAddress = SearchMemory(pPsSetLoadImageNotifyRoutine, (PVOID)
((PUCHAR)pPsSetLoadImageNotifyRoutine + 0xFF), pSpecialData, ulSpecialDataSize);
    if (NULL == pAddress)
    {
        return pPspLoadImageNotifyRoutine;
```

```
    }

    // 先获取偏移，再计算地址
    lOffset = *(PLONG)pAddress;
    pPspLoadImageNotifyRoutine = (PVOID)((PUCHAR)pAddress + sizeof(LONG) + lOffset);

    return pPspLoadImageNotifyRoutine;
}

// 移除回调
NTSTATUS RemoveNotifyRoutine(PVOID pNotifyRoutineAddress)
{
  NTSTATUS status =
PsRemoveLoadImageNotifyRoutine((PLOAD_IMAGE_NOTIFY_ROUTINE)pNotifyRoutineAddress);
  return status;
}

VOID UnDriver(PDRIVER_OBJECT Driver)
{
}

NTSTATUS DriverEntry(IN PDRIVER_OBJECT Driver, PUNICODE_STRING RegistryPath)
{
    DbgPrint("hello lyshark.com \n");

    PVOID pPspLoadImageNotifyRoutineAddress = NULL;
    RTL_OSVERSIONINFOW osInfo = { 0 };
    UCHAR pSpecialData[50] = { 0 };
    ULONG ulSpecialDataSize = 0;

    // 获取系统版本信息，判断系统版本
    RtlGetVersion(&osInfo);
    if (10 == osInfo.dwMajorVersion)
    {
        // 48 8d 0d 88 e8 db ff
        // 查找指令 lea rcx,[nt!PspLoadImageNotifyRoutine (fffff804`44313ce0)]
        /*
        nt!PsSetLoadImageNotifyRoutineEx+0x41:
        fffff801`80748a81 488d0dd8d3dbff  lea     rcx,[nt!PspLoadImageNotifyRoutine
(fffff801`80505e60)]
        fffff801`80748a88 4533c0          xor     r8d,r8d
        fffff801`80748a8b 488d0cd9        lea     rcx,[rcx+rbx*8]
        fffff801`80748a8f 488bd7          mov     rdx,rdi
        fffff801`80748a92 e80584a3ff      call    nt!ExCompareExchangeCallBack
(fffff801`80180e9c)
        fffff801`80748a97 84c0            test    al,al
        fffff801`80748a99 0f849f000000    je      nt!PsSetLoadImageNotifyRoutineEx+0xfe
(fffff801`80748b3e)  Branch
        */
        pSpecialData[0] = 0x48;
        pSpecialData[1] = 0x8D;
        pSpecialData[2] = 0x0D;
        ulSpecialDataSize = 3;
```

```
    }

    // 根据特征码获取地址 获取 PspLoadImageNotifyRoutine 数组地址
    pPspLoadImageNotifyRoutineAddress = SearchPspLoadImageNotifyRoutine(pSpecialData,
ulSpecialDataSize);
    DbgPrint("[LyShark] PspLoadImageNotifyRoutine = 0x%p \n",
pPspLoadImageNotifyRoutineAddress);

    // 遍历回调
    ULONG i = 0;
    PVOID pNotifyRoutineAddress = NULL;

    // 获取 PspLoadImageNotifyRoutine 数组地址
    if (NULL == pPspLoadImageNotifyRoutineAddress)
    {
        return FALSE;
    }

    // 获取回调地址并解密
    for (i = 0; i < 64; i++)
    {
        pNotifyRoutineAddress = *(PVOID *)((PUCHAR)pPspLoadImageNotifyRoutineAddress +
sizeof(PVOID) * i);
        pNotifyRoutineAddress = (PVOID)((ULONG64)pNotifyRoutineAddress &
0xfffffffffffffff8);
        if (MmIsAddressValid(pNotifyRoutineAddress))
        {
            pNotifyRoutineAddress = *(PVOID *)pNotifyRoutineAddress;
            DbgPrint("[LyShark] 序号: %d | 回调地址: 0x%p \n", i, pNotifyRoutineAddress);
        }
    }

    Driver->DriverUnload = UnDriver;
    return STATUS_SUCCESS;
}
```

运行这段完整的程序代码，输出如下效果：



目前系统中只有两个回调，所以枚举出来的只有两条，打开ARK验证一下会发现完全正确，忽略 `pyark` 这是后期打开的。