在笔者上一篇文章《驱动开发：内核枚举IoTimer定时器》中我们通过IoInitializeTimer这个API函数为跳板，向下扫描特征码获取到了IopTimerQueueHead也就是IO定时器的队列头，本章学习的枚举DPC定时器依然使用特征码扫描，唯一不同的是在新版系统中DPC是被异或加密的，想要找到正确的地址，只是需要在找到DPC表头时进行解密操作即可。

DPC定时器的作用是什么?

- 在内核中可以使用DPC定时器设置任意定时任务，当到达某个节点时自动触发定时回调，定时器的内部使用KTIMER对象，当设置任务时会自动插入到DPC队列，由操作系统循环读取DPC队列并执行任务，枚举DPC定时器可得知系统中存在的DPC任务。

要想在新版系统中得到DPC定时器则需要执行的步骤有哪些?

- 1.找到KiProcessorBlock地址并解析成_KPRCB结构
- 2.在_KPRCB结构中得到_KTIMER_TABLE偏移
- 3.解析_KTIMER_TABLE_ENTRY得到加密后的双向链表

首先_KPRCB这个结构体与CPU内核对应，获取方式可通过一个未导出的变量nt!KiProcessorBlock来得到，如下双核电脑，结构体存在两个与之对应的结构地址。

```
lyshark.com 0: kd> dq nt!KiProcessorBlock
fffff807`70a32cc0  fffff807`6f77c180 ffffbe81`3cee0180
fffff807`70a32cd0  00000000`00000000 00000000`00000000
fffff807`70a32ce0  00000000`00000000 00000000`00000000
```

此KiProcessorBlock是一个数组，其第一个结构体TimerTable则是结构体的偏移。

```
lyshark.com 0: kd> dt _KPRCB fffff807`6f77c180
ntdll!_KPRCB
   +0x000 MxCsr            : 0x1f80
   +0x3680 TimerTable       : _KTIMER_TABLE (此处)
   +0x5880 DpcGate          : _KGATE
```

接下来是把所有的KTIMER都枚举出来，KTIMER在TimerTable中的存储方式是数组+双向链表。

```
lyshark.com 0: kd> dt _KTIMER_TABLE
ntdll!_KTIMER_TABLE
   +0x000 TimerExpiry      : [64] Ptr64 _KTIMER
   +0x200 TimerEntries     : [256] _KTIMER_TABLE_ENTRY (此处)
```

到了`_KTIMER_TABLE_ENTRY`这里，`Entry`开始的双向链表，每一个元素都对应一个`Timer`也就是说我们已经可以遍历所有未解密的`Time`变量了。

```
lyshark.com 0: kd> dt _KTIMER_TABLE_ENTRY 0xfffff807`6f77c180 + 0x3680
ntdll!_KTIMER_TABLE_ENTRY
   +0x000 Lock             : 0
   +0x008 Entry            : _LIST_ENTRY [ 0x00000000`00000000 -
0x00000000`00000000 ]
   +0x018 Time             : _ULARGE_INTEGER 0x0

lyshark.com 0: kd> dt _KTIMER_TABLE_ENTRY 0xfffff807`6f77c180 + 0x3680 + 0x200
ntdll!_KTIMER_TABLE_ENTRY
   +0x000 Lock             : 0
   +0x008 Entry            : _LIST_ENTRY [ 0xffffa707`a0d3e1a0 -
0xffffa707`a0d3e1a0 ]
   +0x018 Time             : _ULARGE_INTEGER 0x00000001`a8030353
```

至于如何解密，我们需要得到加密位置，如下通过`KeSetTimer`找到`KeSetTimerEx`从中得到`DCP`加密流程。

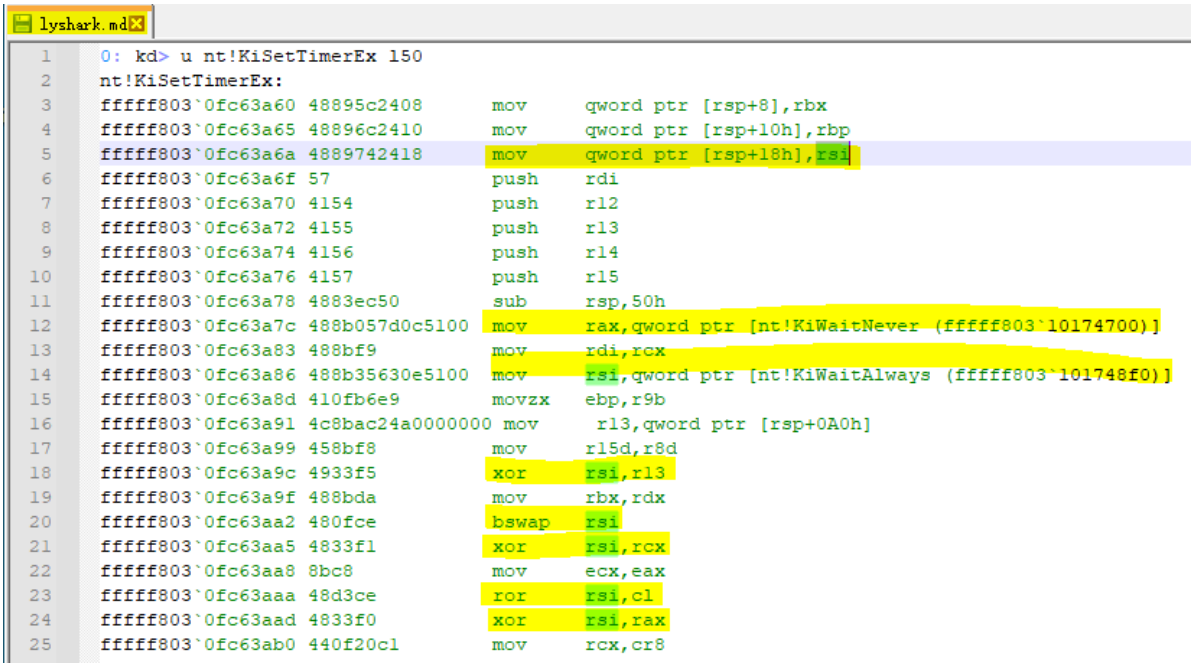
```
lyshark.com 0: kd> u nt!KeSetTimer
nt!KeSetTimer:
fffff803`0fc63a40 4883ec38        sub     rsp,38h
fffff803`0fc63a44 4c89442420      mov     qword ptr [rsp+20h],r8
fffff803`0fc63a49 4533c9          xor     r9d,r9d
fffff803`0fc63a4c 4533c0          xor     r8d,r8d
fffff803`0fc63a4f e80c000000      call    nt!KiSetTimerEx (fffff803`0fc63a60)
fffff803`0fc63a54 4883c438        add     rsp,38h
fffff803`0fc63a58 c3              ret
fffff803`0fc63a59 cc              int     3

0: kd> u nt!KiSetTimerEx l50
nt!KiSetTimerEx:
fffff803`0fc63a60 48895c2408      mov     qword ptr [rsp+8],rbx
fffff803`0fc63a65 48896c2410      mov     qword ptr [rsp+10h],rbp
fffff803`0fc63a6a 4889742418      mov     qword ptr [rsp+18h],rsi
fffff803`0fc63a6f 57              push    rdi
fffff803`0fc63a70 4154            push    r12
fffff803`0fc63a72 4155            push    r13
fffff803`0fc63a74 4156            push    r14
fffff803`0fc63a76 4157            push    r15
fffff803`0fc63a78 4883ec50        sub     rsp,50h
fffff803`0fc63a7c 488b057d0c5100  mov     rax,qword ptr [nt!KiWaitNever
(fffff803`10174700)]
fffff803`0fc63a83 488bf9          mov     rdi,rcx
fffff803`0fc63a86 488b35630e5100  mov     rsi,qword ptr [nt!KiWaitAlways
(fffff803`101748f0)]
fffff803`0fc63a8d 410fb6e9        movzx   ebp,r9b
fffff803`0fc63a91 4c8bac24a0000000 mov     r13,qword ptr [rsp+0A0h]
fffff803`0fc63a99 458bf8          mov     r15d,r8d
fffff803`0fc63a9c 4933f5          xor     rsi,r13
fffff803`0fc63a9f 488bda          mov     rbx,rdx
fffff803`0fc63aa2 480fce          bswap   rsi
fffff803`0fc63aa5 4833f1          xor     rsi,rcx
```

```
fffff803`0fc63aa8 8bc8            mov     ecx,eax
fffff803`0fc63aaa 48d3ce          ror     rsi,cl
fffff803`0fc63aad 4833f0          xor     rsi,rax
fffff803`0fc63ab0 440f20c1        mov     rcx,cr8
fffff803`0fc63ab4 48898c24a0000000 mov     qword ptr [rsp+0A0h],rcx
fffff803`0fc63abc b802000000      mov     eax,2
fffff803`0fc63ac1 440f22c0        mov     cr8,rax
fffff803`0fc63ac5 8b05dd0a5100    mov     eax,dword ptr [nt!KiIrqlFlags
(fffff803`101745a8)]
fffff803`0fc63acb 85c0            test    eax,eax
fffff803`0fc63acd 0f85b72d1a00    jne     nt!KiSetTimerEx+0x1a2e2a
(fffff803`0fe0688a)
fffff803`0fc63ad3 654c8b342520000000 mov   r14,qword ptr gs:[20h]
fffff803`0fc63adc 33d2            xor     edx,edx
fffff803`0fc63ade 488bcf          mov     rcx,rdi
fffff803`0fc63ae1 e86aa2fdff      call    nt!KiCancelTimer (fffff803`0fc3dd50)
fffff803`0fc63ae6 440fb6e0        movzx   r12d,al
fffff803`0fc63aea 48897730        mov     qword ptr [rdi+30h],rsi
fffff803`0fc63aee 33c0            xor     eax,eax
fffff803`0fc63af0 44897f3c        mov     dword ptr [rdi+3Ch],r15d
fffff803`0fc63af4 8b0f            mov     ecx,dword ptr [rdi]
fffff803`0fc63af6 4889442430      mov     qword ptr [rsp+30h],rax
fffff803`0fc63afb 894c2430        mov     dword ptr [rsp+30h],ecx
fffff803`0fc63aff 488bcb          mov     rcx,rbx
fffff803`0fc63b02 48c1e920        shr     rcx,20h
fffff803`0fc63b06 4889442438      mov     qword ptr [rsp+38h],rax
fffff803`0fc63b0b 4889442440      mov     qword ptr [rsp+40h],rax
fffff803`0fc63b10 40886c2431      mov     byte ptr [rsp+31h],bpl
fffff803`0fc63b15 85c9            test    ecx,ecx
fffff803`0fc63b17 0f89c0000000    jns     nt!KiSetTimerEx+0x17d
(fffff803`0fc63bdd)
fffff803`0fc63b1d 33c9            xor     ecx,ecx
fffff803`0fc63b1f 8bd1            mov     edx,ecx
fffff803`0fc63b21 40f6c5fc        test    bpl,0FCh
fffff803`0fc63b25 0f85a3000000    jne     nt!KiSetTimerEx+0x16e
(fffff803`0fc63bce)
fffff803`0fc63b2b 48894c2420      mov     qword ptr [rsp+20h],rcx
fffff803`0fc63b30 48b8080000080f7ffff mov rax,0FFFFF78000000008h
fffff803`0fc63b3a 4d8bc5          mov     r8,r13
fffff803`0fc63b3d 488b00          mov     rax,qword ptr [rax]
fffff803`0fc63b40 804c243340      or      byte ptr [rsp+33h],40h
fffff803`0fc63b45 482bc3          sub     rax,rbx
fffff803`0fc63b48 48894718        mov     qword ptr [rdi+18h],rax
fffff803`0fc63b4c 4803c2          add     rax,rdx
fffff803`0fc63b4f 48c1e812        shr     rax,12h
fffff803`0fc63b53 488bd7          mov     rdx,rdi
fffff803`0fc63b56 440fb6c8        movzx   r9d,al
fffff803`0fc63b5a 44884c2432      mov     byte ptr [rsp+32h],r9b
fffff803`0fc63b5f 8b442430        mov     eax,dword ptr [rsp+30h]
fffff803`0fc63b63 8907            mov     dword ptr [rdi],eax
fffff803`0fc63b65 894f04          mov     dword ptr [rdi+4],ecx
fffff803`0fc63b68 498bce          mov     rcx,r14
fffff803`0fc63b6b e8209ffdff      call    nt!KiInsertTimerTable
(fffff803`0fc3da90)
fffff803`0fc63b70 84c0            test    al,al
```

```
fffff803`0fc63b72 0f8495000000    je      nt!KiSetTimerEx+0x1ad
(fffff803`0fc63c0d)
fffff803`0fc63b78 f7058608510000000200 test dword ptr
[nt!PerfGlobalGroupMask+0x8 (fffff803`10174408)],20000h
fffff803`0fc63b82 0f852f2d1a00    jne     nt!KiSetTimerEx+0x1a2e57
(fffff803`0fe068b7)
fffff803`0fc63b88 f081277fffffff  lock and dword ptr [rdi],0FFFFFF7Fh
fffff803`0fc63b8f 488b8424a0000000 mov     rax,qword ptr [rsp+0A0h]
fffff803`0fc63b97 4533c9          xor     r9d,r9d
fffff803`0fc63b9a 33d2            xor     edx,edx
fffff803`0fc63b9c 88442420        mov     byte ptr [rsp+20h],al
fffff803`0fc63ba0 498bce          mov     rcx,r14
fffff803`0fc63ba3 458d4101        lea     r8d,[r9+1]
fffff803`0fc63ba7 e8044efeff      call    nt!KiExitDispatcher
(fffff803`0fc489b0)
```

如上汇编代码`KiSetTimerEx`中就是DPC加密细节，如果需要解密只需要逆操作即可，此处我就具体分析下加密细节，分析这个东西我建议你使用记事本带着色的。

分析思路是这样的，首先这里要传入待加密的DPC数据，然后经过`KiWaitNever`和`KiWaitAlways`对数据进行`xor,ror,bswap`等操作。



将解密流程通过代码的方式实现。

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

// 解密DPC
void DPC_Print(PKTIMER ptrTimer)
{
  ULONG_PTR ptrDpc = (ULONG_PTR)ptrTimer->Dpc;
  KDPC* DecDpc = NULL;
  DWORD nShift = (p2dq(ptrKiWaitNever) & 0xFF);

  // _RSI->Dpc = (_KDPC *)v19;
  // _RSI = Timer;
  ptrDpc ^= p2dq(ptrKiWaitNever);        // v19 = KiWaitNever ^ v18;
```

```
  ptrDpc = _rotl64(ptrDpc, nShift);      // v18 = __ROR8__((unsigned
__int64)Timer ^ _RBX, KiWaitNever);
  ptrDpc ^= (ULONG_PTR)ptrTimer;
  ptrDpc = _byteswap_uint64(ptrDpc);     // __asm { bswap   rbx }
  ptrDpc ^= p2dq(ptrKiWaitAlways);       // _RBX = (unsigned __int64)DPC ^
KiWaitAlways;

  // real DPC
  if (MmIsAddressValid((PVOID)ptrDpc))
  {
    DecDpc = (KDPC*)ptrDpc;
    DbgPrint("DPC = %p | routine = %p \n", DecDpc, DecDpc->DeferredRoutine);
  }
}

VOID UnDriver(PDRIVER_OBJECT driver)
{
  DbgPrint("卸载完成... \n");
}

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

  PKTIMER ptrTimer = NULL;

  DPC_Print(ptrTimer);

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

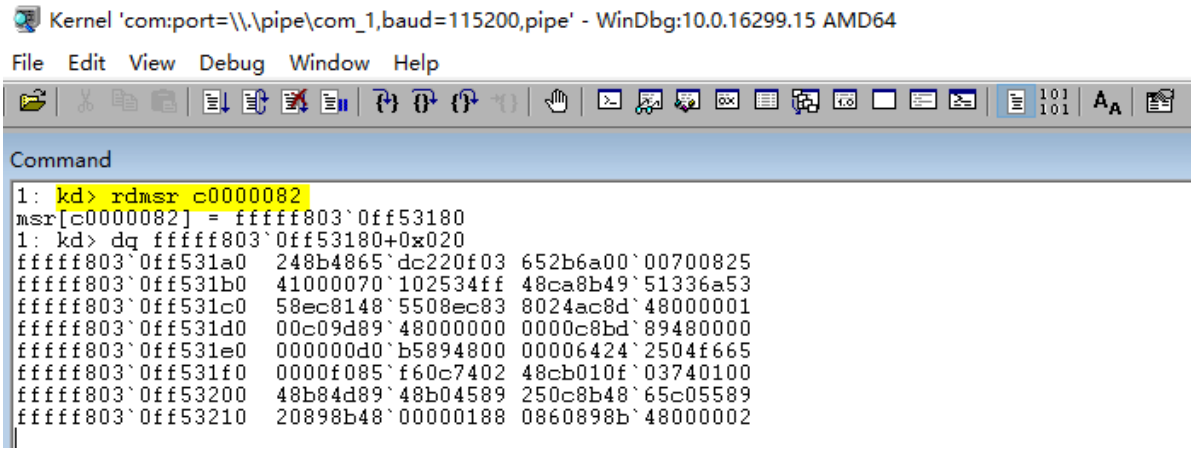
接着将这些功能通过代码实现，首先得到我们需要的函数地址，这些地址包括。

```
ULONG_PTR ptrKiProcessorBlock = 0xfffff8077Oa32cc0;
ULONG_PTR ptrOffsetKTimerTable = 0x3680;
ULONG_PTR ptrKiWaitNever = 0xfffff8077Oa316f8;
ULONG_PTR ptrKiWaitAlways = 0xfffff8077Oa318e8;
```

此处我把它分为三步走，第一步找到`KiProcessorBlock`函数地址，第二步找到`KeSetTimer`并从里面寻找`KeSetTimerEx`，第三步根据`KiSetTimerEx`地址，搜索到`KiWaitNever(),KiWaitAlways()`这两个函数内存地址，最终循环链表并解密DPC队列。

第一步： 找到`KiProcessorBlock`函数地址，该地址可通过`__readmsr()`寄存器相加偏移得到。

在WinDBG中可以输入`rdmsr c0000082`得到MSR地址。

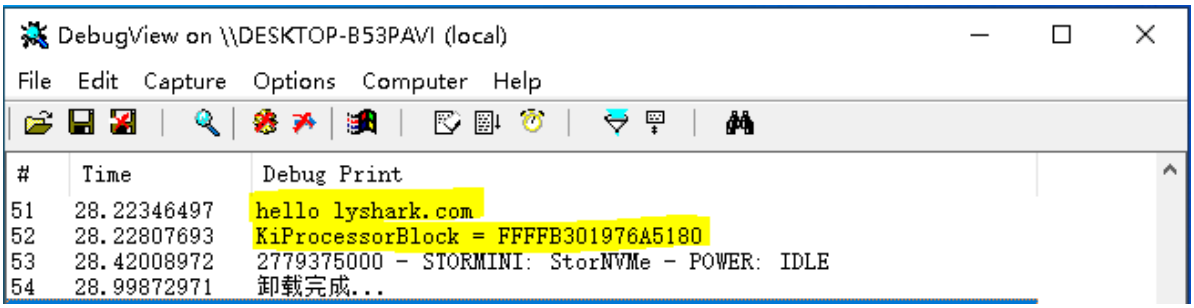


MSR寄存器 使用 代码获取 也是很容易，只要找到MSR地址在加上 0x20 即可得到 KiProcessorBlock 的地址了。

```
/*
  lyshark.com 0: kd> dp !KiProcessorBlock
  fffff807`70a32cc0  fffff807`6f77c180 ffffbe81`3cee0180
  fffff807`70a32cd0  00000000`00000000 00000000`00000000
  fffff807`70a32ce0  00000000`00000000 00000000`00000000
  fffff807`70a32cf0  00000000`00000000 00000000`00000000
  fffff807`70a32d00  00000000`00000000 00000000`00000000
  fffff807`70a32d10  00000000`00000000 00000000`00000000
  fffff807`70a32d20  00000000`00000000 00000000`00000000
  fffff807`70a32d30  00000000`00000000 00000000`00000000
*/

#include <ntddk.h>
#include <ntstrsafe.h>

// 得到KiProcessorBlock地址
ULONG64 GetKiProcessorBlock()
{
  ULONG64 PrcbAddress = 0;
  PrcbAddress = (ULONG64)__readmsr(0xC0000101) + 0x20;

  if (PrcbAddress != 0)
  {
    // PrcbAddress 是一个地址 这个地址存放了某个 CPU 的 _KPRCB 的地址
    return *(ULONG_PTR*)PrcbAddress;
  }
  return 0;
}

VOID UnDriver(PDRIVER_OBJECT driver)
{
  DbgPrint("卸载完成... \n");
}

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

  ULONG64 address = GetKiProcessorBlock();
```

```
  if (address != 0)
  {
    DbgPrint("KiProcessorBlock = %p \n", address);
  }

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

运行后即可得到输出效果如下：

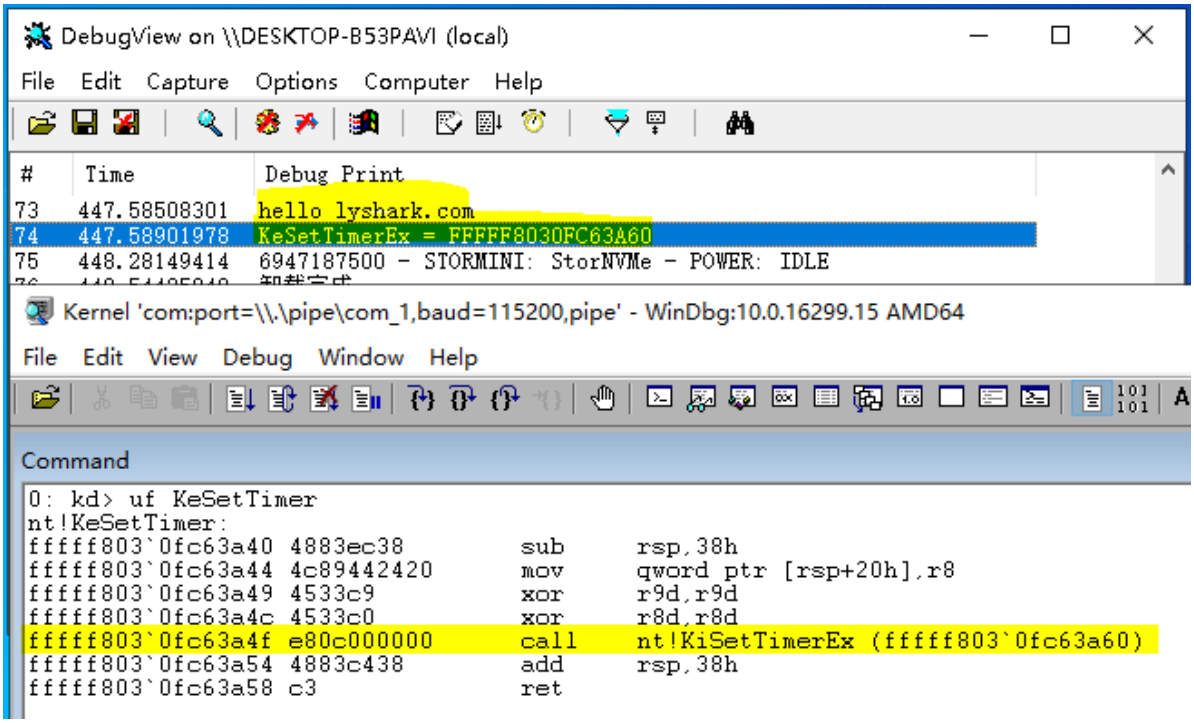


第二步： 找到`KeSetTimer`从里面搜索特征得到`call KeSetTimerEx`函数地址，还记得`《驱动开发：内核枚举IoTimer定时器》`中我们采用的特征码定位方式吗，没错本次还要使用这个方法，我们此处需要搜索到`e80c000000`这段特征。

```
/*
  lyshark.com 0: kd> uf KeSetTimer
  nt!KeSetTimer:
  fffff807`70520a30 4883ec38        sub     rsp,38h
  fffff807`70520a34 4c89442420      mov     qword ptr [rsp+20h],r8
  fffff807`70520a39 4533c9          xor     r9d,r9d
  fffff807`70520a3c 4533c0          xor     r8d,r8d
  fffff807`70520a3f e80c000000      call    nt!KiSetTimerEx (fffff807`70520a50)
  fffff807`70520a44 4883c438        add     rsp,38h
  fffff807`70520a48 c3              ret
*/

#include <ntddk.h>
#include <ntstrsafe.h>

// 得到KiProcessorBlock地址
ULONG64 GetKeSetTimerEx()
{
  // 获取 KeSetTimer 地址
  ULONG64 ul_KeSetTimer = 0;
  UNICODE_STRING  uc_KeSetTimer = { 0 };
  RtlInitUnicodeString(&uc_KeSetTimer, L"KeSetTimer");
  ul_KeSetTimer = (ULONG64)MmGetSystemRoutineAddress(&uc_KeSetTimer);
  if (ul_KeSetTimer == 0)
  {
    return 0;
  }

  // 前 30 字节找 call 指令
  BOOLEAN b_e8 = FALSE;
  ULONG64 ul_e8Addr = 0;
```

```
  for (INT i = 0; i < 30; i++)
  {
    // 验证地址是否可读写
    if (!MmIsAddressValid((PVOID64)ul_KeSetTimer))
    {
      continue;
    }

    // e8 0c 00 00 00 call nt!KiSetTimerEx (fffff807`70520a50)
    if (*(PUCHAR)(ul_KeSetTimer + i) == 0xe8)
    {
      b_e8 = TRUE;
      ul_e8Addr = ul_KeSetTimer + i;
      break;
    }
  }

  // 找到 call 则解析目的地址
  if (b_e8 == TRUE)
  {
    if (!MmIsAddressValid((PVOID64)ul_e8Addr))
    {
      return 0;
    }

    INT ul_callCode = *(INT*)(ul_e8Addr + 1);
    ULONG64 ul_KiSetTimerEx = ul_e8Addr + ul_callCode + 5;
    return ul_KiSetTimerEx;
  }
  return 0;
}

VOID UnDriver(PDRIVER_OBJECT driver)
{
  DbgPrint("卸载完成... \n");
}

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

  ULONG64 address = GetKeSetTimerEx();
  if (address != 0)
  {
    DbgPrint("KeSetTimerEx = %p \n", address);
  }

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

输出寻找CALL地址效果图如下：



第三步： 也是最重要的一步，在`KiSetTimerEx`里面，搜索特征，拿到里面的`KiWaitNever(),KiWaitAlways()`这两个函数地址。

- 488b05850c5100 KiWaitNever
- 488b356b0e5100 KiWaitAlways

这个过程需要重复搜索，所以要把第一步和第二部过程归纳起来，具体代码如下所示。

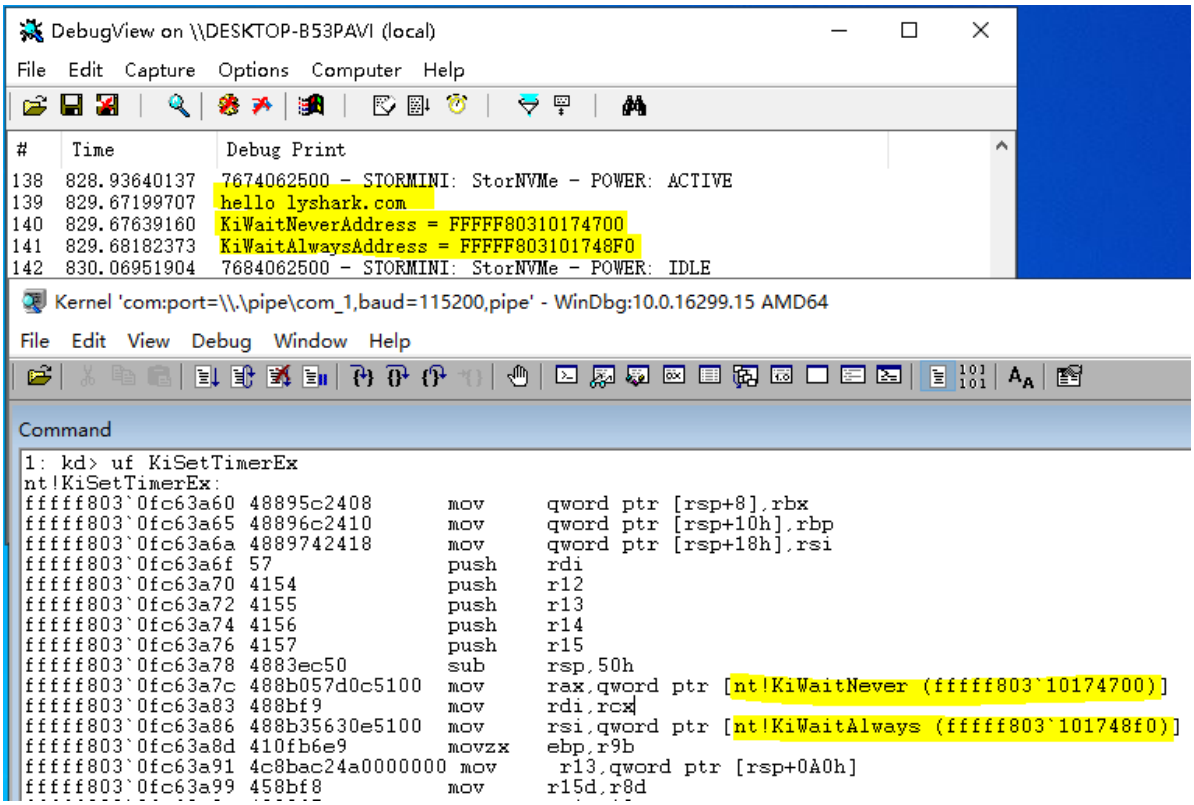
```
/*
  0: kd> uf KiSetTimerEx
  nt!KiSetTimerEx:
  fffff807`70520a50 48895c2408      mov     qword ptr [rsp+8],rbx
  fffff807`70520a55 48896c2410      mov     qword ptr [rsp+10h],rbp
  fffff807`70520a5a 4889742418      mov     qword ptr [rsp+18h],rsi
  fffff807`70520a5f 57              push    rdi
  fffff807`70520a60 4154            push    r12
  fffff807`70520a62 4155            push    r13
  fffff807`70520a64 4156            push    r14
  fffff807`70520a66 4157            push    r15
  fffff807`70520a68 4883ec50        sub     rsp,50h
  fffff807`70520a6c 488b05850c5100  mov     rax,qword ptr [nt!KiWaitNever
(fffff807`70a316f8)]
  fffff807`70520a73 488bf9          mov     rdi,rcx
  fffff807`70520a76 488b356b0e5100  mov     rsi,qword ptr [nt!KiWaitAlways
(fffff807`70a318e8)]
  fffff807`70520a7d 410fb6e9        movzx   ebp,r9b
*/

#include <ntddk.h>
#include <ntstrsafe.h>

// 得到KiProcessorBlock地址
ULONG64 GetKeSetTimerEx()
{
  // 获取 KeSetTimer 地址
  ULONG64 ul_KeSetTimer = 0;
```

```
  UNICODE_STRING  uc_KeSetTimer = { 0 };
  RtlInitUnicodeString(&uc_KeSetTimer, L"KeSetTimer");
  ul_KeSetTimer = (ULONG64)MmGetSystemRoutineAddress(&uc_KeSetTimer);
  if (ul_KeSetTimer == 0)
  {
    return 0;
  }

  // 前 30 字节找 call 指令
  BOOLEAN b_e8 = FALSE;
  ULONG64 ul_e8Addr = 0;

  for (INT i = 0; i < 30; i++)
  {
    // 验证地址是否可读写
    if (!MmIsAddressValid((PVOID64)ul_KeSetTimer))
    {
      continue;
    }

    // e8 0c 00 00 00 call nt!KiSetTimerEx (fffff807`70520a50)
    if (*(PUCHAR)(ul_KeSetTimer + i) == 0xe8)
    {
      b_e8 = TRUE;
      ul_e8Addr = ul_KeSetTimer + i;
      break;
    }
  }

  // 找到 call 则解析目的地址
  if (b_e8 == TRUE)
  {
    if (!MmIsAddressValid((PVOID64)ul_e8Addr))
    {
      return 0;
    }

    INT ul_callCode = *(INT*)(ul_e8Addr + 1);
    ULONG64 ul_KiSetTimerEx = ul_e8Addr + ul_callCode + 5;
    return ul_KiSetTimerEx;
  }
  return 0;
}

// 得到KiWaitNever地址
ULONG64 GetKiWaitNever(ULONG64 address)
{
  // 验证地址是否可读写
  if (!MmIsAddressValid((PVOID64)address))
  {
    return 0;
  }

  // 前 100 字节找 找 KiWaitNever
  for (INT i = 0; i < 100; i++)
```

```
  {
    // 48 8b 05 85 0c 51 00 | mov rax, qword
ptr[nt!KiWaitNever(fffff807`70a316f8)]
    if (*(PUCHAR)(address + i) == 0x48 && *(PUCHAR)(address + i + 1) == 0x8b &&
*(PUCHAR)(address + i + 2) == 0x05)
    {
      ULONG64 ul_movCode = *(UINT32*)(address + i + 3);
      ULONG64 ul_movAddr = address + i + ul_movCode + 7;
      // DbgPrint("找到KiWaitNever地址: %p \n", ul_movAddr);
      return ul_movAddr;
    }
  }
  return 0;
}

// 得到KiWaitAlways地址
ULONG64 GetKiWaitAlways(ULONG64 address)
{
  // 验证地址是否可读写
  if (!MmIsAddressValid((PVOID64)address))
  {
    return 0;
  }

  // 前 100 字节找 找 KiWaitNever
  for (INT i = 0; i < 100; i++)
  {
    // 48 8b 35 6b 0e 51 00 | mov rsi,qword ptr [nt!KiWaitAlways
(fffff807`70a318e8)]
    if (*(PUCHAR)(address + i) == 0x48 && *(PUCHAR)(address + i + 1) == 0x8b &&
*(PUCHAR)(address + i + 2) == 0x35)
    {
      ULONG64 ul_movCode = *(UINT32*)(address + i + 3);
      ULONG64 ul_movAddr = address + i + ul_movCode + 7;
      return ul_movAddr;
    }
  }
  return 0;
}

VOID UnDriver(PDRIVER_OBJECT driver)
{
  DbgPrint("卸载完成... \n");
}

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

  ULONG64 address = GetKeSetTimerEx();
  if (address != 0)
  {
    ULONG64 KiWaitNeverAddress = GetKiWaitNever(address);
    DbgPrint("KiWaitNeverAddress = %p \n", KiWaitNeverAddress);
```

```
    ULONG64 KiWaitAlwaysAddress = GetKiWaitAlways(address);
    DbgPrint("KiWaitAlwaysAddress = %p \n", KiWaitAlwaysAddress);
  }

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

运行这个程序，我们看下寻找到的地址是否与WinDBG中找到的地址一致。



功能实现部分： 最后将这些功能整合在一起，循环输出链表元素，并解密元素即可实现枚举当前系统DPC定时器。

代码核心API分析：

- KeNumberProcessors 得到CPU数量(内核常量)
- KeSetSystemAffinityThread 线程绑定到特定CPU上
- GetKiProcessorBlock 获得KPRCB的地址
- KeRevertToUserAffinityThread 取消绑定CPU

解密部分提取出 `KiWaitNever` 和 `KiWaitAlways` 用于解密计算，转换 `PKDPC` 对象结构，并输出即可。

```
// 署名
// PowerBy: LyShark
// Email: me@lyshark.com

#include <Fltkernel.h>
#include <ntddk.h>
#include <intrin.h>

#define IRP_TEST CTL_CODE(FILE_DEVICE_UNKNOWN, 0x800, METHOD_BUFFERED,
FILE_ANY_ACCESS)

UNICODE_STRING name_device;          // 设备名
```

```
UNICODE_STRING name_symbol;          // 符号链接
PDEVICE_OBJECT deviceObj;            // 设备对象

typedef struct _KTIMER_TABLE_ENTRY
{
    ULONG_PTR   Lock;
    LIST_ENTRY  Entry;
    ULONG_PTR   Time;
}KTIMER_TABLE_ENTRY, *PKTIMER_TABLE_ENTRY;

typedef struct _KTIMER_TABLE
{
    ULONG_PTR           TimerExpiry[64];
    KTIMER_TABLE_ENTRY  TimerEntries[256];
}KTIMER_TABLE, *PKTIMER_TABLE;

BOOLEAN get_KiWait(PULONG64 never, PULONG64 always)
{
    // 获取 KeSetTimer 地址
    ULONG64 ul_KeSetTimer = 0;
    UNICODE_STRING  uc_KeSetTimer = { 0 };
    RtlInitUnicodeString(&uc_KeSetTimer, L"KeSetTimer");
    ul_KeSetTimer = (ULONG64)MmGetSystemRoutineAddress(&uc_KeSetTimer);
    if (ul_KeSetTimer == NULL)
    {
        return FALSE;
    }

    // 前 30 字节找 call 指令
    BOOLEAN b_e8 = FALSE;
    ULONG64 ul_e8Addr = 0;
    for (INT i = 0; i < 30; i++)
    {
        if (!MmIsAddressValid((PVOID64)ul_KeSetTimer))
        {
            continue;
        }

        /*
        0: kd> u nt!KeSetTimer
        nt!KeSetTimer:
        fffff803`0fc63a40 4883ec38        sub     rsp,38h
        fffff803`0fc63a44 4c89442420      mov     qword ptr [rsp+20h],r8
        fffff803`0fc63a49 4533c9          xor     r9d,r9d
        fffff803`0fc63a4c 4533c0          xor     r8d,r8d
        fffff803`0fc63a4f e80c000000      call    nt!KiSetTimerEx
(fffff803`0fc63a60)
        fffff803`0fc63a54 4883c438        add     rsp,38h
        fffff803`0fc63a58 c3              ret
        fffff803`0fc63a59 cc              int     3
        */

        // fffff803`0fc63a4f e8 0c 00 00 00      call    nt!KiSetTimerEx
(fffff803`0fc63a60)
        if (*(PUCHAR)(ul_KeSetTimer + i) == 0xe8)
```

```
        {
            b_e8 = TRUE;
            ul_e8Addr = ul_KeSetTimer + i;
            break;
        }
    }

    // 找到 call 则解析目的地址
    /*
    0: kd> u nt!KiSetTimerEx l20
    nt!KiSetTimerEx:
    fffff803`0fc63a60 48895c2408      mov     qword ptr [rsp+8],rbx
    fffff803`0fc63a65 48896c2410      mov     qword ptr [rsp+10h],rbp
    fffff803`0fc63a6a 4889742418      mov     qword ptr [rsp+18h],rsi
    fffff803`0fc63a6f 57              push    rdi
    fffff803`0fc63a70 4154            push    r12
    fffff803`0fc63a72 4155            push    r13
    fffff803`0fc63a74 4156            push    r14
    fffff803`0fc63a76 4157            push    r15
    fffff803`0fc63a78 4883ec50        sub     rsp,50h
    fffff803`0fc63a7c 488b057d0c5100  mov     rax,qword ptr [nt!KiWaitNever
(fffff803`10174700)]
    fffff803`0fc63a83 488bf9          mov     rdi,rcx
    */

    ULONG64 ul_KiSetTimerEx = 0;
    if (b_e8 == TRUE)
    {
        if (!MmIsAddressValid((PVOID64)ul_e8Addr))
        {
            return FALSE;
        }
        INT ul_callCode = *(INT*)(ul_e8Addr + 1);
        ULONG64 ul_callAddr = ul_e8Addr + ul_callCode + 5;
        ul_KiSetTimerEx = ul_callAddr;
    }

    // 没有 call 则直接在当前函数找
    else
    {
        ul_KiSetTimerEx = ul_KeSetTimer;
    }

    // 前 50 字节找 找 KiWaitNever 和 KiWaitAlways
    /*
    0: kd> u nt!KiSetTimerEx l20
    nt!KiSetTimerEx:
    fffff803`0fc63a60 48895c2408      mov     qword ptr [rsp+8],rbx
    fffff803`0fc63a65 48896c2410      mov     qword ptr [rsp+10h],rbp
    fffff803`0fc63a6a 4889742418      mov     qword ptr [rsp+18h],rsi
    fffff803`0fc63a6f 57              push    rdi
    fffff803`0fc63a70 4154            push    r12
    fffff803`0fc63a72 4155            push    r13
    fffff803`0fc63a74 4156            push    r14
    fffff803`0fc63a76 4157            push    r15
```

```
    fffff803`0fc63a78 4883ec50        sub     rsp,50h
    fffff803`0fc63a7c 488b057d0c5100  mov     rax,qword ptr [nt!KiWaitNever
(fffff803`10174700)]
    fffff803`0fc63a83 488bf9          mov     rdi,rcx
    fffff803`0fc63a86 488b35630e5100  mov     rsi,qword ptr [nt!KiWaitAlways
(fffff803`101748f0)]
    */
    if (!MmIsAddressValid((PVOID64)ul_KiSetTimerEx))
    {
        return FALSE;
    }

    ULONG64 ul_arr_ret[2];          // 存放 KiWaitNever 和 KiWaitAlways 的地址
    INT i_sub = 0;                  // 对应 ul_arr_ret 的下标
    for (INT i = 0; i < 50; i++)
    {
        // // fffff803`0fc63a7c 488b057d0c5100  mov     rax,qword ptr
[nt!KiWaitNever (fffff803`10174700)]
        if (*(PUCHAR)(ul_KiSetTimerEx + i) == 0x48 && *(PUCHAR)(ul_KiSetTimerEx
+ i + 1) == 0x8b && *(PUCHAR)(ul_KiSetTimerEx + i + 6) == 0x00)
        {
            ULONG64 ul_movCode = *(UINT32*)(ul_KiSetTimerEx + i + 3);
            ULONG64 ul_movAddr = ul_KiSetTimerEx + i + ul_movCode + 7;

            // 只拿符合条件的前两个值
            if (i_sub < 2)
            {
                ul_arr_ret[i_sub++] = ul_movAddr;
            }
        }
    }
    *never = ul_arr_ret[0];
    *always = ul_arr_ret[1];

    return TRUE;
}

BOOLEAN EnumDpc()
{
    DbgPrint("hello lyshark.com \n");

    // 获取 CPU 核心数
    INT i_cpuNum = KeNumberProcessors;
    DbgPrint("CPU核心数: %d \n", i_cpuNum);

    for (KAFFINITY i = 0; i < i_cpuNum; i++)
    {
        // 线程绑定特定 CPU
        KeSetSystemAffinityThread(i + 1);

        // 获得 KPRCB 的地址
        ULONG64 p_PRCB = (ULONG64)__readmsr(0xC0000101) + 0x20;
        if (!MmIsAddressValid((PVOID64)p_PRCB))
        {
            return FALSE;
```

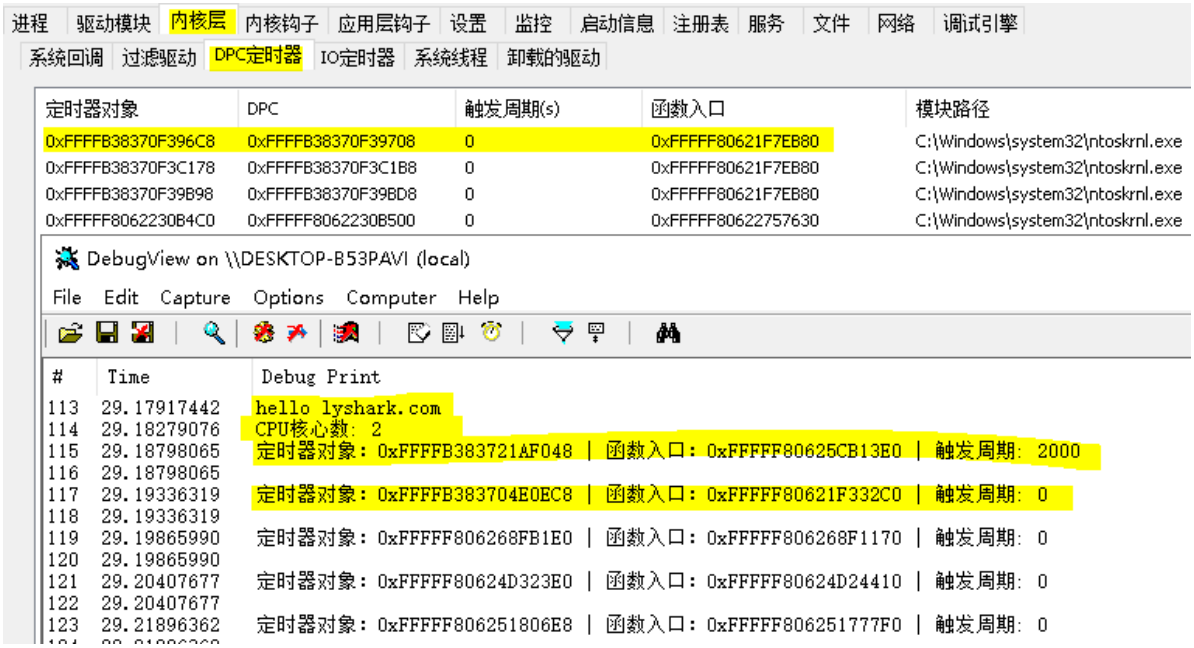
```
        }

        // 取消绑定 CPU
        KeRevertToUserAffinityThread();

        // 计算 TimerTable 在 _KPRCB 结构中的偏移
        PKTIMER_TABLE p_TimeTable = NULL;

        // Windows 10 得到_KPRCB + 0x3680
        p_TimeTable = (PKTIMER_TABLE)(*(PULONG64)p_PRCB + 0x3680);

        // 遍历 TimerEntries[] 数组（大小 256）
        for (INT j = 0; j < 256; j++)
        {
            // 获取 Entry 双向链表地址
            if (!MmIsAddressValid((PVOID64)p_TimeTable))
            {
                continue;
            }

            PLIST_ENTRY p_ListEntryHead = &(p_TimeTable->TimerEntries[j].Entry);

            // 遍历 Entry 双向链表
            for (PLIST_ENTRY p_ListEntry = p_ListEntryHead->Flink; p_ListEntry
!= p_ListEntryHead; p_ListEntry = p_ListEntry->Flink)
            {
                // 根据 Entry 取 _KTIMER 对象地址
                if (!MmIsAddressValid((PVOID64)p_ListEntry))
                {
                    continue;
                }

                PKTIMER p_Timer = CONTAINING_RECORD(p_ListEntry, KTIMER,
TimerListEntry);

                // 硬编码取 KiWaitNever 和 KiWaitAlways
                ULONG64 never = 0, always = 0;
                if (get_KiWait(&never, &always) == FALSE)
                {
                    return FALSE;
                }

                // 获取解密前的 Dpc 对象
                if (!MmIsAddressValid((PVOID64)p_Timer))
                {
                    continue;
                }

                ULONG64 ul_Dpc = (ULONG64)p_Timer->Dpc;
                INT i_Shift = (*((PULONG64)never) & 0xFF);

                // 解密 Dpc 对象
                ul_Dpc ^= *((ULONG_PTR*)never);          // 异或
                ul_Dpc = _rotl64(ul_Dpc, i_Shift);       // 循环左移
                ul_Dpc ^= (ULONG_PTR)p_Timer;            // 异或
```

```
                ul_Dpc = _byteswap_uint64(ul_Dpc);      // 颠倒顺序
                ul_Dpc ^= *((ULONG_PTR*)always);        // 异或

                // 对象类型转换
                PKDPC p_Dpc = (PKDPC)ul_Dpc;

                // 打印验证
                if (!MmIsAddressValid((PVOID64)p_Dpc))
                {
                    continue;
                }

                DbgPrint("定时器对象：0x%p | 函数入口：0x%p | 触发周期：%d \n ",
p_Timer, p_Dpc->DeferredRoutine, p_Timer->Period);
            }
        }
    }
    return TRUE;
}

// 对应 IRP_MJ_DEVICE_CONTROL
NTSTATUS myIrpControl(IN PDEVICE_OBJECT pDevObj, IN PIRP pIRP)
{

    // 获取 IRP 对应的 I/O 堆栈指针
    PIO_STACK_LOCATION stack = IoGetCurrentIrpStackLocation(pIRP);

    // 得到输入缓冲区大小
    ULONG cbin = stack->Parameters.DeviceIoControl.InputBufferLength;

    // 得到输出缓冲区大小
    ULONG cbout = stack->Parameters.DeviceIoControl.OutputBufferLength;

    // 得到 IOCTL 码
    ULONG code = stack->Parameters.DeviceIoControl.IoControlCode;

    // 捕获 I/O 操作类型（MajorFunction）
    switch (code)
    {
    case IRP_TEST:
    {
        break;
    }
    default:
        break;
    }

    // 完成 IO 请求
    IoCompleteRequest(pIRP, IO_NO_INCREMENT);

    return STATUS_SUCCESS;
}

// 对应 IRP_MJ_CREATE 、 IRP_MJ_CLOSE
NTSTATUS dpc_CAC(IN PDEVICE_OBJECT pDevObj, IN PIRP pIRP)
```

```
{
    // 将 IRP 返回给 I/O 管理器
    IoCompleteRequest(
        pIRP,               // IRP 指针
        IO_NO_INCREMENT     // 线程优先级，IO_NO_INCREMENT ：不增加优先级
        );

    // 设置 I/O 请求状态
    pIRP->IoStatus.Status = STATUS_SUCCESS;

    // 设置 I/O 请求传输的字节数
    pIRP->IoStatus.Information = 0;

    return STATUS_SUCCESS;
}

NTSTATUS CreateDevice(IN PDRIVER_OBJECT DriverObject)
{
    // 定义返回值
    NTSTATUS status;

    // 初始化设备名
    RtlInitUnicodeString(&name_device, L"\\Device\\LySharkDriver");

    // 创建设备
    status = IoCreateDevice(
        DriverObject,                           // 指向驱动对象的指针
        0,                                      // 设备扩展分配的字节数
        &name_device,                           // 设备名
        FILE_DEVICE_UNKNOWN,                    // 设备类型
        0,                                      // 驱动设备附加信息
        TRUE,                                   // 设备对象是否独占设备
        &deviceObj                              // 设备对象指针
        );

    if (!NT_SUCCESS(status))
    {
        return status;
    }

    // 初始化符号链接名
    RtlInitUnicodeString(&name_symbol, L"\\??\\LySharkDriver");

    // 创建符号链接
    status = IoCreateSymbolicLink(&name_symbol, &name_device);
    if (!NT_SUCCESS(status))
    {
        return status;
    }

    return STATUS_SUCCESS;
}

NTSTATUS DriverUnload(IN PDRIVER_OBJECT DriverObject)
{
```

```
    // 定义返回值
    NTSTATUS status;

    // 删除符号链接
    status = IoDeleteSymbolicLink(&name_symbol);
    if (!NT_SUCCESS(status))
    {
        return status;
    }

    // 删除设备
    IoDeleteDevice(deviceObj);

    return STATUS_SUCCESS;
}

NTSTATUS DriverEntry(IN PDRIVER_OBJECT DriverObject, IN PUNICODE_STRING
RegistryPath)
{
    // 定义返回值
    NTSTATUS status;

    // 指定驱动卸载函数
    DriverObject->DriverUnload = (PDRIVER_UNLOAD)DriverUnload;

    // 指定派遣函数
    DriverObject->MajorFunction[IRP_MJ_CREATE] = dpc_CAC;
    DriverObject->MajorFunction[IRP_MJ_CLOSE] = dpc_CAC;
    DriverObject->MajorFunction[IRP_MJ_DEVICE_CONTROL] = myIrpControl;

    // 创建设备
    status = CreateDevice(DriverObject);
    if (!NT_SUCCESS(status))
    {
        return status;
    }

    // 执行枚举
    EnumDpc();

    return STATUS_SUCCESS;
}
```

最终运行枚举程序，你将会看到系统中所有的定时器，与ARK工具对比是一致的。



参考文献

https://www.cnblogs.com/kuangke/p/9397511.html

作者： 王瑞 (LyShark)

作者邮箱： me@lyshark.com