驱动与应用程序的通信是非常有必要的，内核中执行代码后需要将其动态显示给应用层，但驱动程序与应用层毕竟不在一个地址空间内，为了实现内核与应用层数据交互则必须有通信的方法，微软为我们提供了三种通信方式，如下先来介绍通过`ReadFile`系列函数实现的通信模式。

长话短说，不说没用的概念，首先系统中`支持`的`通信模式`可以总结为三种。

- 缓冲区方式读写(DO_BUFFERED_IO)
- 直接方式读写(DO_DIRECT_IO)
- 其他方式读写

而通过`ReadFile,WriteFile`系列函数实现的通信机制则属于`缓冲区通信`模式，在该模式下操作系统会将应用层中的`数据复制`到内核中，此时应用层调用`ReadFile,WriteFile`函数进行读写时，在驱动内会自动触发`IRP_MJ_READ`与`IRP_MJ_WRITE`这两个派遣函数，在派遣函数内则可以对收到的数据进行各类处理。

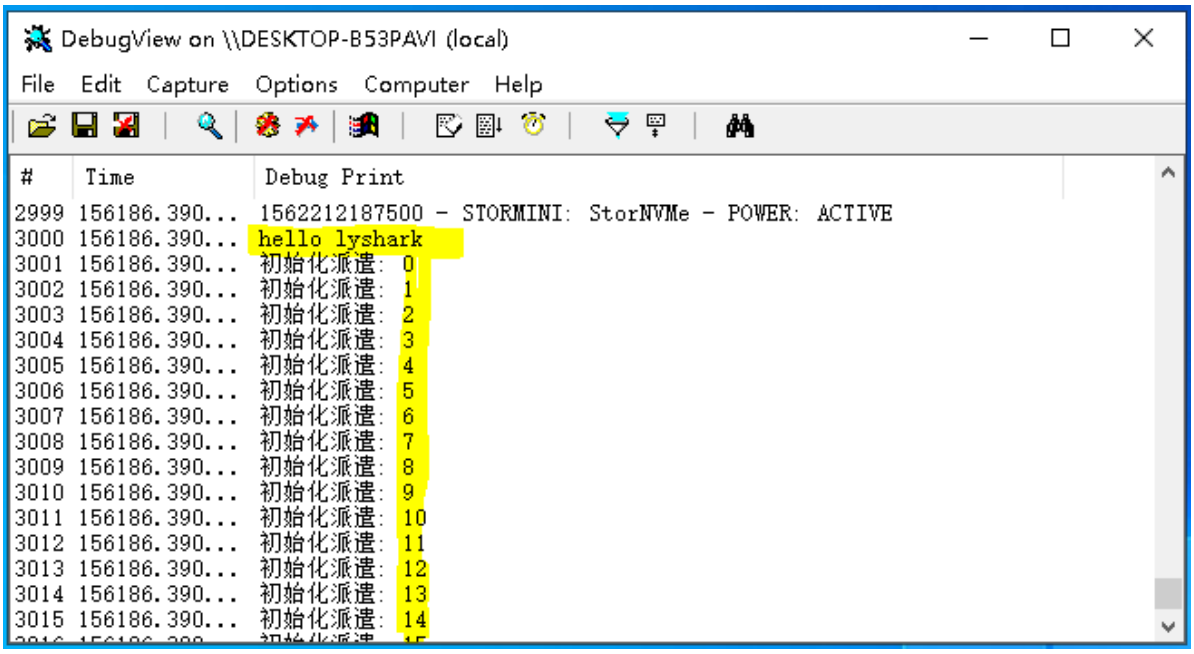
首先需要实现初始化各类派遣函数这么一个案例，如下代码则是通用的一种初始化派遣函数的基本框架，分别处理了`IRP_MJ_CREATE`创建派遣，以及`IRP_MJ_CLOSE`关闭的派遣，此外函数`DriverDefaultHandle`的作用时初始化其他派遣用的，也就是将除去`CREATE/CLOSE`这两个派遣之外，其他的全部赋值成初始值的意思，当然不增加此段代码也是无妨，并不影响代码的实际执行。

```
#include <ntifs.h>

// 卸载驱动执行
VOID UnDriver(PDRIVER_OBJECT pDriver)
{
    PDEVICE_OBJECT pDev;                                        // 用来取得要删除设备对象
    UNICODE_STRING SymLinkName;                                 // 局部变量symLinkName
    pDev = pDriver->DeviceObject;
    IoDeleteDevice(pDev);                                           // 调用IoDeleteDevice用于删除设备
    RtlInitUnicodeString(&SymLinkName, L"\\??\\LySharkDriver");     // 初始化字符串将symLinkName定义成需要删除的符号链接名称
    IoDeleteSymbolicLink(&SymLinkName);                             // 调用IoDeleteSymbolicLink删除符号链接
    DbgPrint("驱动卸载完毕...");
}

// 创建设备连接
// LyShark.com
NTSTATUS CreateDriverObject(IN PDRIVER_OBJECT pDriver)
{
    NTSTATUS Status;
    PDEVICE_OBJECT pDevObj;
    UNICODE_STRING DriverName;
    UNICODE_STRING SymLinkName;

    // 创建设备名称字符串
    RtlInitUnicodeString(&DriverName, L"\\Device\\LySharkDriver");
    Status = IoCreateDevice(pDriver, 0, &DriverName, FILE_DEVICE_UNKNOWN, 0, TRUE, &pDevObj);
```

```
    // 指定通信方式为缓冲区
    pDevObj->Flags |= DO_BUFFERED_IO;

    // 创建符号链接
    RtlInitUnicodeString(&SymLinkName, L"\\??\\LySharkDriver");
    Status = IoCreateSymbolicLink(&SymLinkName, &DriverName);
    return STATUS_SUCCESS;
}

// 创建回调函数
NTSTATUS DispatchCreate(PDEVICE_OBJECT pDevObj, PIRP pIrp)
{
    pIrp->IoStatus.Status = STATUS_SUCCESS;          // 返回成功
    DbgPrint("派遣函数 IRP_MJ_CREATE 执行 \n");
    IoCompleteRequest(pIrp, IO_NO_INCREMENT);        // 指示完成此IRP
    return STATUS_SUCCESS;                           // 返回成功
}

// 关闭回调函数
NTSTATUS DispatchClose(PDEVICE_OBJECT pDevObj, PIRP pIrp)
{
    pIrp->IoStatus.Status = STATUS_SUCCESS;          // 返回成功
    DbgPrint("派遣函数 IRP_MJ_CLOSE 执行 \n");
    IoCompleteRequest(pIrp, IO_NO_INCREMENT);        // 指示完成此IRP
    return STATUS_SUCCESS;                           // 返回成功
}

// 默认派遣函数
NTSTATUS DriverDefaultHandle(PDEVICE_OBJECT pDevObj, PIRP pIrp)
{
    NTSTATUS status = STATUS_SUCCESS;
    pIrp->IoStatus.Status = status;
    pIrp->IoStatus.Information = 0;
    IoCompleteRequest(pIrp, IO_NO_INCREMENT);

    return status;
}

// 入口函数
// By: LyShark
NTSTATUS DriverEntry(PDRIVER_OBJECT pDriver, PUNICODE_STRING RegistryPath)
{
    DbgPrint("hello lyshark \n");

    // 调用创建设备
    CreateDriverObject(pDriver);

    pDriver->DriverUnload = UnDriver;                           // 卸载函数
    pDriver->MajorFunction[IRP_MJ_CREATE] = DispatchCreate;     // 创建派遣函数
    pDriver->MajorFunction[IRP_MJ_CLOSE] = DispatchClose;       // 关闭派遣函数

    // 初始化其他派遣
    for (ULONG i = 0; i < IRP_MJ_MAXIMUM_FUNCTION; i++)
    {
        DbgPrint("初始化派遣: %d \n", i);
```

```
        pDriver->MajorFunction[i] = DriverDefaultHandle;
    }

    DbgPrint("驱动加载完成...");

    return STATUS_SUCCESS;
}
```

代码运行效果如下:



通用框架有了，接下来就是让该驱动支持使用 `ReadWrite` 的方式实现通信，首先我们需要在 `DriverEntry` 处增加两个派遣处理函数的初始化。

```
// 入口函数
// By: LyShark
NTSTATUS DriverEntry(PDRIVER_OBJECT pDriver, PUNICODE_STRING RegistryPath)
{
    DbgPrint("hello lyshark \n");

    // 调用创建设备
    CreateDriverObject(pDriver);

    // 初始化其他派遣
    for (ULONG i = 0; i < IRP_MJ_MAXIMUM_FUNCTION; i++)
    {
        DbgPrint("初始化派遣: %d \n", i);
        pDriver->MajorFunction[i] = DriverDefaultHandle;
    }

    pDriver->DriverUnload = UnDriver;                           // 卸载函数
    pDriver->MajorFunction[IRP_MJ_CREATE] = DispatchCreate;     // 创建派遣函数
    pDriver->MajorFunction[IRP_MJ_CLOSE] = DispatchClose;       // 关闭派遣函数

    // 增加派遣处理
    pDriver->MajorFunction[IRP_MJ_READ] = DispatchRead;         // 读取派遣函数
    pDriver->MajorFunction[IRP_MJ_WRITE] = DispatchWrite;       // 写入派遣函数
```

```
    DbgPrint("驱动加载完成...");

    return STATUS_SUCCESS;
}
```

接着，我们需要分别实现这两个派遣处理函数，如下`DispatchRead`负责读取时触发，与之对应`DispatchWrite`负责写入触发。

- 引言:
- 对于读取请求`I/O管理器`分配一个与用户模式的缓冲区大小相同的系统缓冲区`SystemBuffer`，当完成请求时I/O管理器将驱动程序已经提供的数据从系统缓冲区复制到用户缓冲区。
- 对于写入请求，会分配一个系统缓冲区并将`SystemBuffer`设置为地址，用户缓冲区的内容会被复制到系统缓冲区，但是不设置`UserBuffer`缓冲。

通过`IoGetCurrentIrpStackLocation(pIrp)`接收读写请求长度，偏移等基本参数，`AssociatedIrp.SystemBuffer`则是读写缓冲区，`IoStatus.Information`是输出缓冲字节数，`Parameters.Read.Length`是读取写入的字节数。

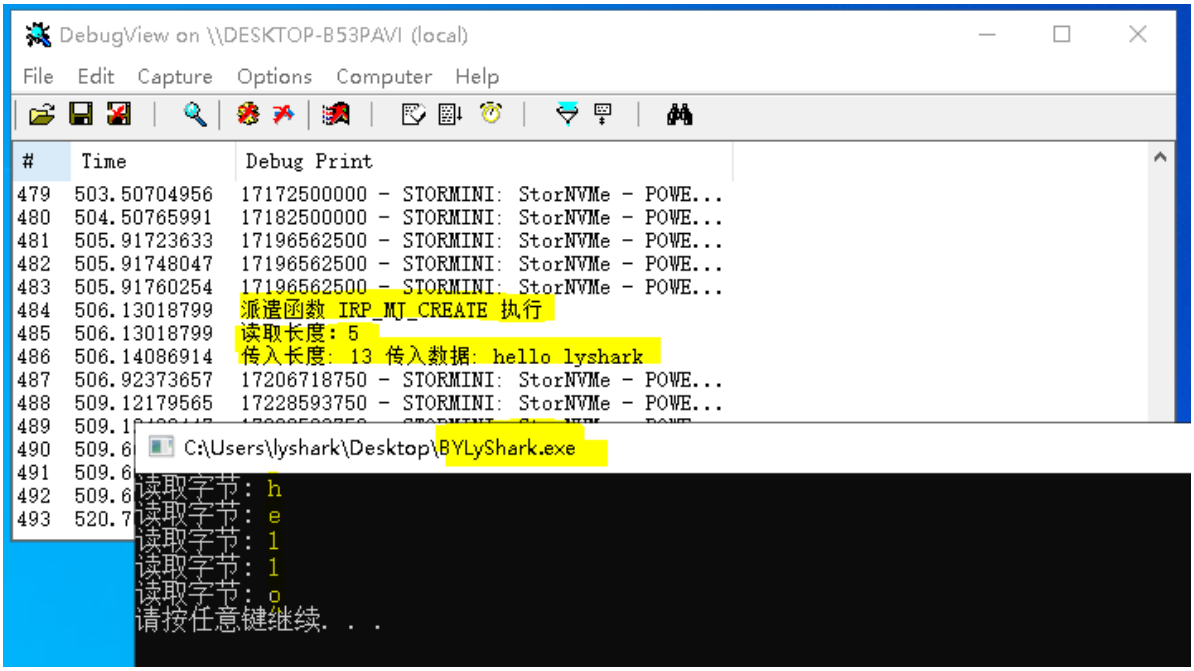
```
// 读取回调函数
NTSTATUS DispatchRead(PDEVICE_OBJECT pDevObj, PIRP pIrp)
{
    NTSTATUS Status = STATUS_SUCCESS;
    PIO_STACK_LOCATION Stack = IoGetCurrentIrpStackLocation(pIrp);
    ULONG ulReadLength = Stack->Parameters.Read.Length;

    char szBuf[128] = "hello lyshark";

    pIrp->IoStatus.Status = Status;
    pIrp->IoStatus.Information = ulReadLength;
    DbgPrint("读取长度: %d \n", ulReadLength);

    // 取出字符串前5个字节返回给R3层
    memcpy(pIrp->AssociatedIrp.SystemBuffer, szBuf, ulReadLength);

    IoCompleteRequest(pIrp, IO_NO_INCREMENT);
    return Status;
}

// 接收传入回调函数
// By: LyShark
NTSTATUS DispatchWrite(struct _DEVICE_OBJECT *DeviceObject, struct _IRP *Irp)
{
    NTSTATUS Status = STATUS_SUCCESS;
    PIO_STACK_LOCATION Stack = IoGetCurrentIrpStackLocation(Irp);
    ULONG ulWriteLength = Stack->Parameters.Write.Length;
    PVOID ulWriteData = Irp->AssociatedIrp.SystemBuffer;

    // 输出传入字符串
    DbgPrint("传入长度: %d 传入数据: %s \n", ulWriteLength, ulWriteData);

    IoCompleteRequest(Irp, IO_NO_INCREMENT);
    return Status;
}
```

如上部分都是在讲解驱动层面的读写派遣，应用层还没有介绍，在应用层我们只需要调用`ReadFile`函数当调用该函数时驱动中会使用`DispatchRead`派遣例程来处理这个请求，同理调用`WriteFile`函数则触发的是`DispatchWrite`派遣例程。

我们首先从内核中读出前五个字节并放入缓冲区内，输出该缓冲区内的数据，然后在调用写入，将`hello lyshark`写回到内核里里面，这段代码可以这样来写。

```
#include <iostream>
#include <Windows.h>
#include <winioctl.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
  HANDLE hDevice = CreateFileA("\\\\.\\LySharkDriver", GENERIC_READ |
GENERIC_WRITE, 0,
    NULL, OPEN_EXISTING, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, NULL);
  if (hDevice == INVALID_HANDLE_VALUE)
  {
    CloseHandle(hDevice);
    return 0;
  }

  // 从内核读取数据到本地
  char buffer[128] = { 0 };
  ULONG length;

  // 读入到buffer长度为5
  // By:lyshark.com
  ReadFile(hDevice, buffer, 5, &length, 0);
  for (int i = 0; i < (int)length; i++)
  {
    printf("读取字节: %c", buffer[i]);
  }

  // 写入数据到内核
  char write_buffer[128] = "hello lyshark";
  ULONG write_length;
  WriteFile(hDevice, write_buffer, strlen(write_buffer), &write_length, 0);

  system("pause");
  CloseHandle(hDevice);
  return 0;
}
```

使用驱动工具安装我们的驱动，然后运行该应用层程序，实现通信，效果如下所示：



本书作者： 王瑞 (LyShark)

作者邮箱： me@lyshark.com

作者博客： https://lyshark.cnblogs.com

团队首页： www.lyshark.com