Внешний аудит безопасности корпоративных сетей

Лекция 10
Переполнения буфера III

Семён Новосёлов

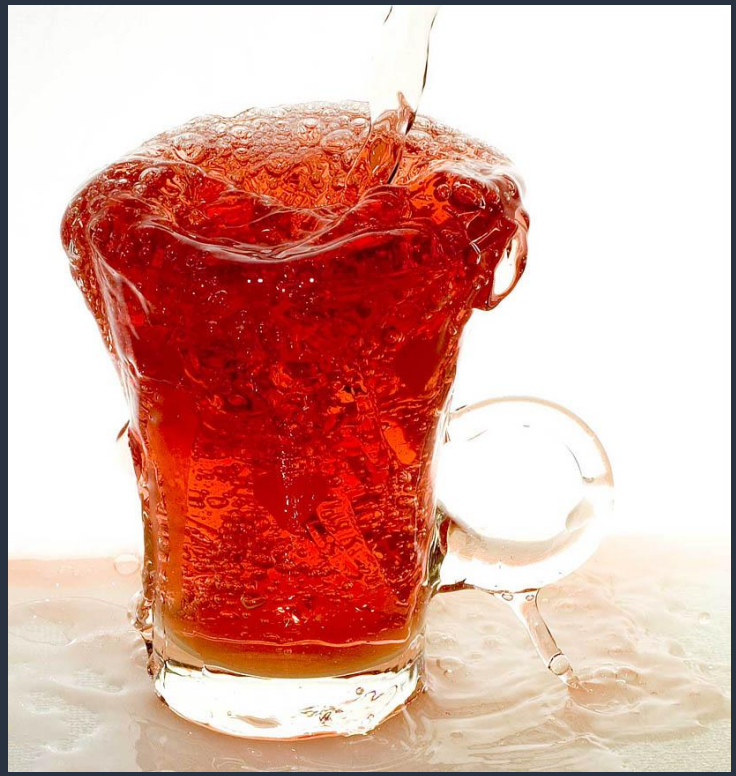
2021

Crypto Kantiana

БФУ имени И. Канта

Переполнения буфера

- Переполнение стека
- **Переполнение кучи**



Пример уязвимости. EternalBlue

- EternalBlue — эксплойт к уязвимости в SMB (CVE-2017-0144), разработанный АНБ
- Выложен в сеть хакерской группой Shadow Brokers
- Были уязвимы все версии Windows (XP, 7, 8, 10)
- Эксплойты есть в составе Metasploit

WannaCry

- EternalBlue
  Использовался программами-шифровальщиками WannaCry/NotPetya

Связанные уязвимости и вариации

EternalChampion

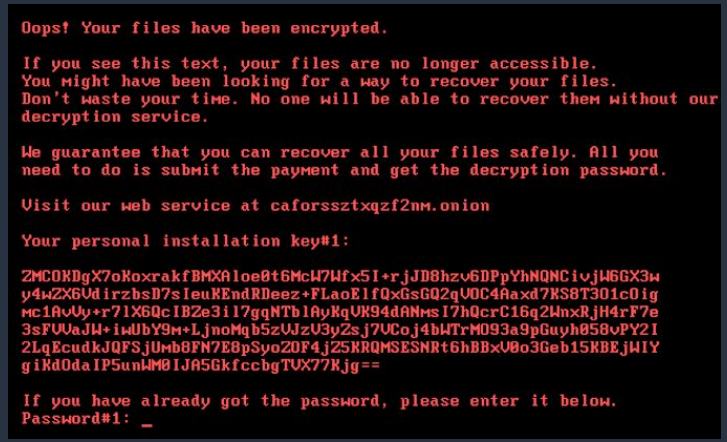
- CVE-2017-0146
- race condition
- банковский троян TrickBot

EternalRomance

- CVE-2017-0143 + CVE-2017-0147
- вирус-шифровальщик BadRabbit

EternalSynergy

- EternalChampion + EternalRomance



Server Message Block (SMB)

- Протокол для удалённого доступа к файлам, принтерам и другим сетевым ресурсам
- Обнаружение компьютеров и устройств в сети работает в Windows через SMB, включён по-умолчанию
- Широко используется в составе ОС Windows
- Номера портов: 139/445

Уязвимость CVE-2017-0144, MS-010

Уязвим код в функции SrvOs2FeaListSizeToNt драйвера srvnet.sys:

```
if (variableBuffer >= lastValidLocation ||
    variableBuffer + fea->cbName + 1 + SmbGetUshort(&fea->cbValue)) > lastValidLocation)
{
   SmbPutUshort( &FeaList->cbList, PTR_DIFF_SHORT(fea, FeaList) );
   break;
}
```

Функция преобразует данные о расширенных атрибутах файлов (список FeaList) из присланного пакета в структуру _FILE_FULL_EA_INFORMATION

Расширенные файловые атрибуты

1. Флаги (сжатый, зашифрованный, скрытый, …)
2. Пользовательские метаданные в формате ключ-значение

Пример: файловые потоки в NTFS

Использование: хранение контрольных сумм, отметки о проверке антивирусом

Структуры для хранения файловых атрибутов

```
typedef struct _FEA {
    BYTE fEA; // флаги
    BYTE cbName; // длина ключа
    USHORT cbValue; // длина значения
    //...
} FEA;
```

```
typedef struct _FEALIST {
    ULONG cbList; // размер списка
    FEA list[1];
} FEALIST, *PFEALIST;
```

```
if (variableBuffer >= lastValidLocation ||
    variableBuffer + fea->cbName + 1 + SmbGetUshort(&fea->cbValue)) > lastValidLocation)
{
   SmbPutUshort( &FeaList->cbList, PTR_DIFF_SHORT(fea, FeaList) );
   break;
}
```

```
typedef struct _FEALIST {
    ULONG cbList; // размер списка
    FEA list[1];
} FEALIST, *PFEALIST;
```

```
typedef struct _FEA {
    BYTE fEA; // флаги
    BYTE cbName; // длина ключа
    USHORT cbValue; // длина значения
    //...
} FEA;
```

Целочисленное переполнение: SmbPutUshort записывает UShort (2-х байтовый тип) в ULONG (4-байта). Если передать больше 2^16-1 атрибутов, то выделится слишком мало памяти для хранения списка и перезапишется память за списком

Последствия переполнения

- Список атрибутов FeaList контролируется пользователем (передаётся при запросе)
- Можно перезаписать участок памяти своими данными
- Обработка производится в srvnet.sys ⇒ перезаписывается память ядра, код выполняется с максимальными привилегиями

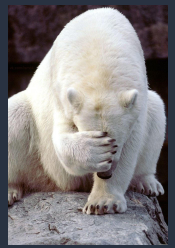
Выполнение кода по произвольному адресу

Задача: Перезаписать какой-либо указатель на функцию, лежащий за буфером.

- Каждый раз при получении SMB-запроса драйвер srvnet.sys создаёт структуру SRVNET_BUFFER
- Структура содержит указатель на функцию, которая выполняется после обработки SMB-запроса

```
struct SRVNET_BUFFER {
      // offset from POOLHDR: 0x10
      USHORT flag;
      char pad[2];
      char unknown0[12];
      // offset from SRVNET_POOLHDR: 0x20
      LIST_ENTRY list;
      // offset from SRVNET_POOLHDR: 0x30
      char *pnetBuffer;
      DWORD netbufSize;  // size of netBuffer
      DWORD ioStatusInfo;  // copy value of IRP.IOStatus.Information
      // offset from SRVNET_POOLHDR: 0x40
      MDL *pMdl1; // at offset 0x70
      DWORD nByteProcessed;
      DWORD pad3;
      // offset from SRVNET_POOLHDR: 0x50
      DWORD nbssSize;  // size of this smb packet (from user)
      DWORD pad4;
      QWORD pSrvNetWskStruct; // want to change to fake struct address
      // offset from SRVNET_POOLHDR: 0x60
      MDL *pMdl2;
      QWORD unknown5;
      // offset from SRVNET_POOLHDR: 0x70
      // MDL mdl1;  // for this srvnetBuffer (so its pointer is srvnetBuffer address)
      // MDL mdl2;
      // char transportHeader[0x50];  // 0x50 is TRANSPORT_HEADER_SIZE
      // char netBuffer[0];
};
```

Структура перезаписывается так, чтобы код корретно отработал до перехода на указатель на функцию



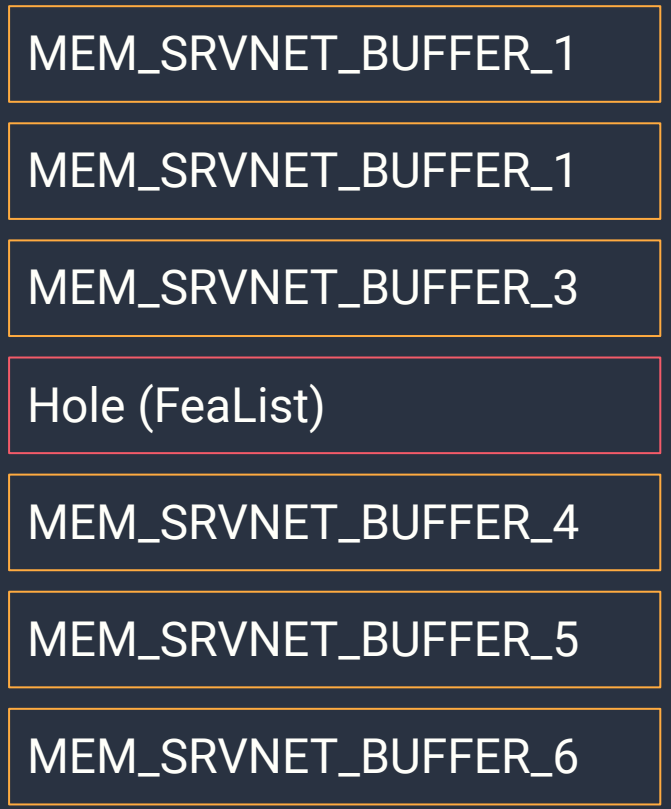
Техника Grooming / Heap Spread

Проблема: нет никаких гарантий, что структура SRVNET_BUFFER лежит за списком FeaList

- Код srvnet.sys дополнительно содержит утечку памяти в обработке транзакций, позволяющую выделять большие участки памяти при соединении.
- Большие участки памяти выделяются в памяти последовательно.

Решение проблемы с расположением SRVNET_BUFFER:

1. Выделить несколько больших участков памяти (создав соединения)
2. Освободить участок (hole) в середине (закрыв соединение)
3. Следующее соединение с большой вероятностью будет выделять память в hole
   - поместить туда FeaList, перезаписав указатель на функцию в одном из SRVNET_BUFFER
4. Записать шелкод в участки памяти MEM_SRVNET_BUFFER_i
5. Закрыть соединения (для вызова функции)



Дополнительно

- Чтобы посторонние соединения не мешали, первый участок в памяти выделить меньше размера списка FeaList и закрыть соединение перед созданием hole
- Тогда все соединения будут выделять память в этом участке, так как они требуют мало памяти

Итог: получаем выполнение кода по любому адресу.

Последствия

В Windows 7/8/10:

- ASLR: некоторые адреса фиксированные (0xfffffffffd00000), отталкиваемся от них
- NX-бит: можно отключить защиту, перезаписав участок памяти ядра отвечающий за права доступа к памяти (PTE)

Все защиты можно обойти и выполнить любой код.

Литература и ссылки

- RiskSense. EternalBlue Exploit Analysis and Port to Microsoft Windows 10: https://risksense.com/wp-content/uploads/2018/05/White-Paper_Eternal-Blue.pdf
- Д. Фостер, В. Лю. Разработка средств безопасности и эксплойтов. 2011
- Joly N. - Mitigating the unkn0wn when your SMB exploit fails https://hitcon.org/2017/CMT/slide-files/d2_s2_r0.pdf
- Microsoft Windows 7/2008 R2 - 'EternalBlue' SMB Remote Code Execution (MS17-010) https://www.exploit-db.com/exploits/42031
- S. Le Berre - Bypassing kernel ASLR Target : Windows 10 (remote bypass)