
看雪·第六届安全开发者峰会
猫鼠游戏
如何进行Windows平台在野0day狩猎
金权 安恒信息
2022 SDC

自我介绍

- **金权（@jq0904/银雁冰）**
  - 安恒信息猎影/卫兵实验室高级安全专家
  - 研究方向
    - Windows平台漏洞挖掘与利用
    - Windows平台在野0day狩猎
  - 演讲经历
    - Black Hat USA 2022
    - HITB Amsterdam 2021
    - Blue Hat Shanghai 2019
  - 40+ Microsoft/Adobe CVE致谢 (7次在野0day致谢)
  - 2020~2022 MSRC TOP 100

目录

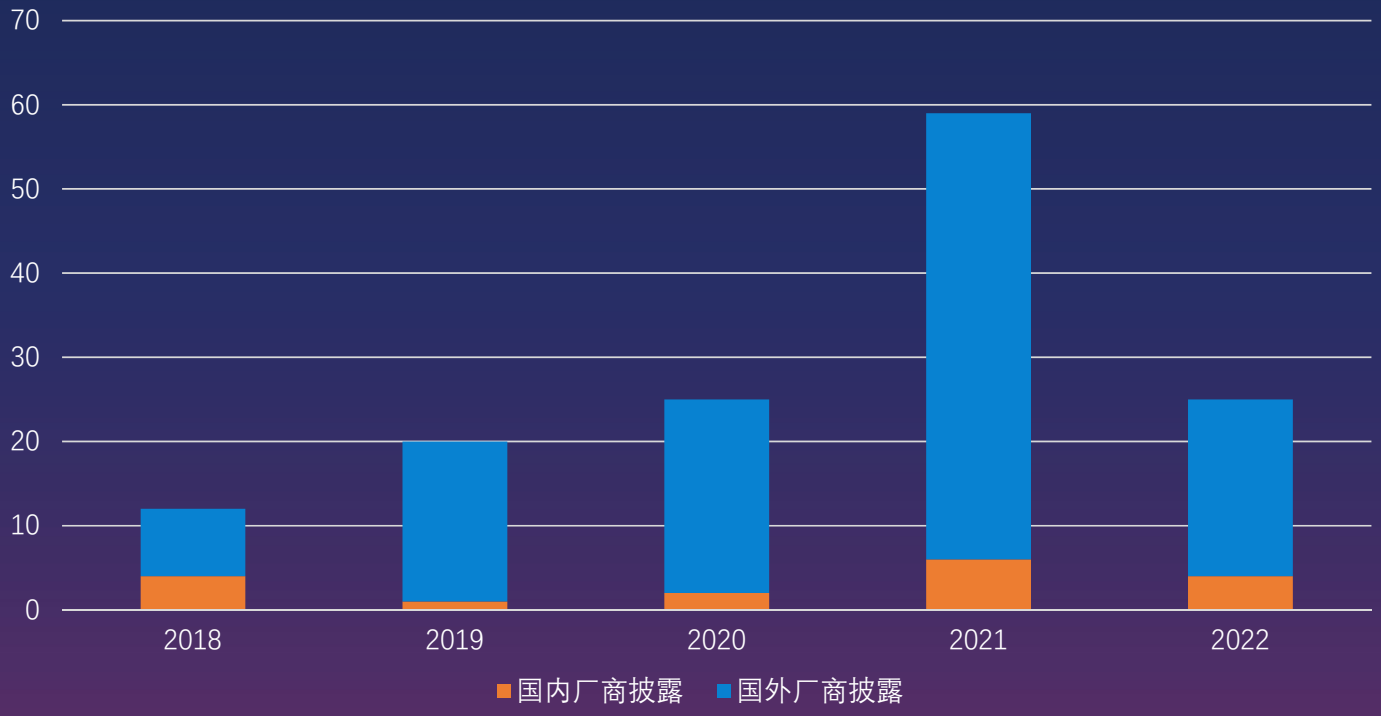
1. 背景
2. 用不同的方法解决不同的问题
   - 为什么沙箱适合狩猎Office在野0day
   - 为什么YARA适合狩猎Windows本地提权在野0day
3. 近两年热门在野0day案例分析
   - Office在野0day案例分析
   - Windows本地提权在野0day案例分析
4. 如何培养在野0day狩猎人才

目录

1. 背景
2. 用不同的方法解决不同的问题
   - 为什么沙箱适合狩猎Office在野0day
   - 为什么YARA适合狩猎Windows本地提权在野0day
3. 近两年热门在野0day案例分析
   - Office在野0day案例分析
   - Windows本地提权在野0day案例分析
4. 如何培养在野0day狩猎人才

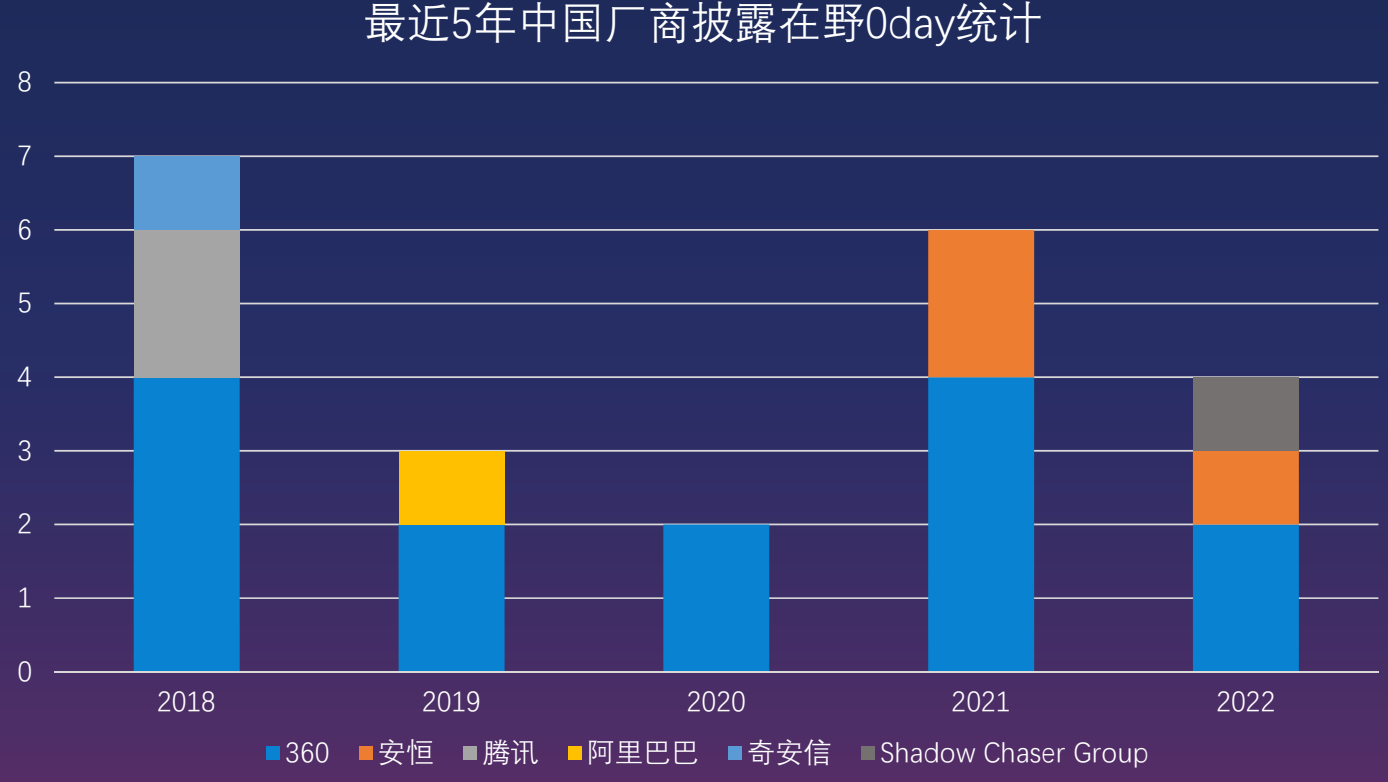
背景

最近5年全球在野0day披露数量及国内外占比



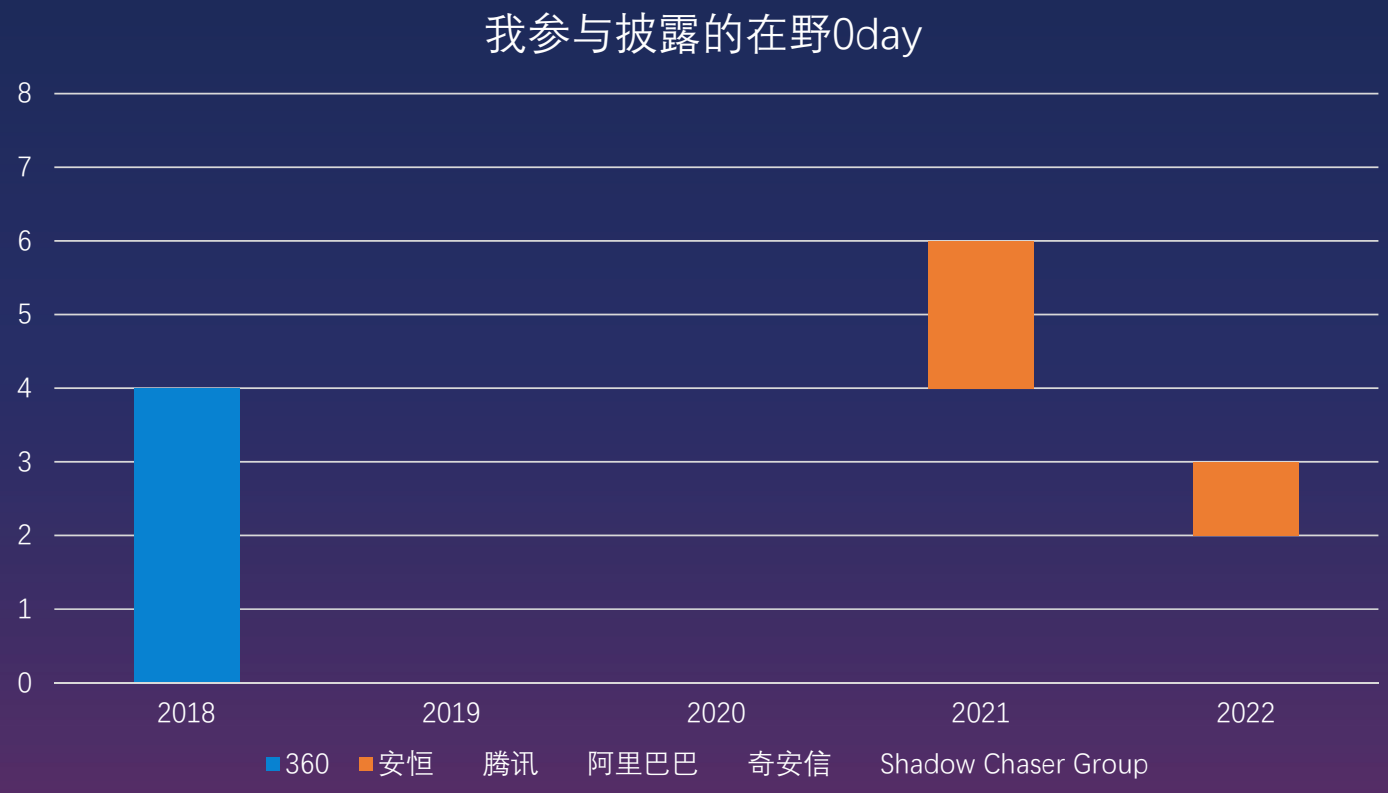
主要统计数据来源：0day "In the Wild" - Project Zero

背景



主要统计数据来源：0day "In the Wild" - Project Zero

背景



主要统计数据来源：0day "In the Wild" - Project Zero

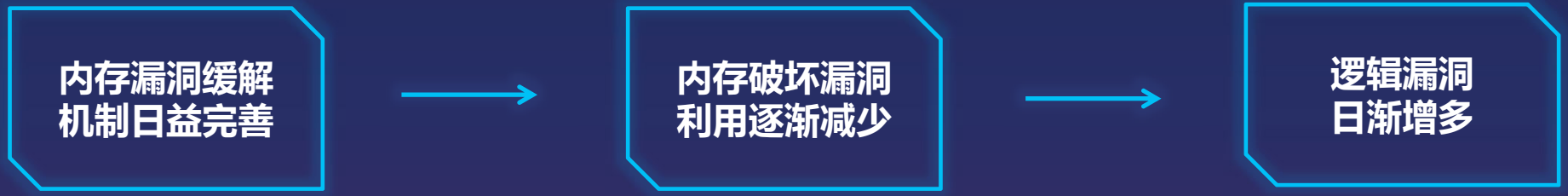
目录

1. 背景
2. 用不同的方法解决不同的问题
   - **为什么沙箱适合狩猎Office在野0day**
   - 为什么YARA适合狩猎Windows本地提权在野0day
3. 近两年热门在野0day案例分析
   - Office在野0day案例分析
   - Windows本地提权在野0day案例分析
4. 如何培养在野0day狩猎人才

Office在野0day漏洞分类

- **纯Office漏洞**
  - **内存破坏漏洞**：例如CVE-2015-1641，近几年此类漏洞攻击逐渐消失
  - **逻辑漏洞**：沙虫漏洞（CVE-2014-4114），Moniker系列漏洞（CVE-2017-0199等）
- **以Office为载体的其他漏洞**
  - **Flash漏洞**：随着Flash退役而消失
  - **IE浏览器漏洞**：随着IE退役逐渐减少，但攻击面仍在
  - **.NET漏洞**：CVE-2018-8759，个例
  - **Windows系统漏洞**：CVE-2014-4148等，不排除后面还会出现

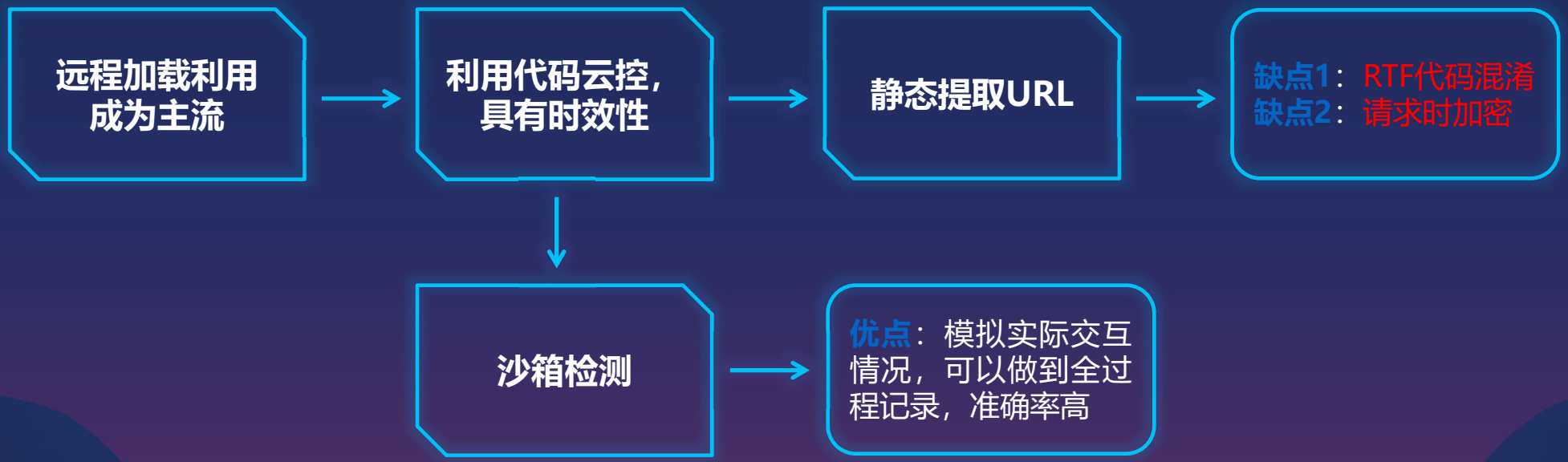
趋势一：逻辑漏洞越来越多



趋势二：远程加载漏洞利用的手法越来越流行

2014年	CVE-2014-4114		
2017年	CVE-2017-0199	CVE-2017-8759	
2018年	CVE-2018-5002	CVE-2018-8174	CVE-2018-15982
2020年	CVE-2020-0674		
2021年	CVE-2021-40444		
2022年	CVE-2022-30190		

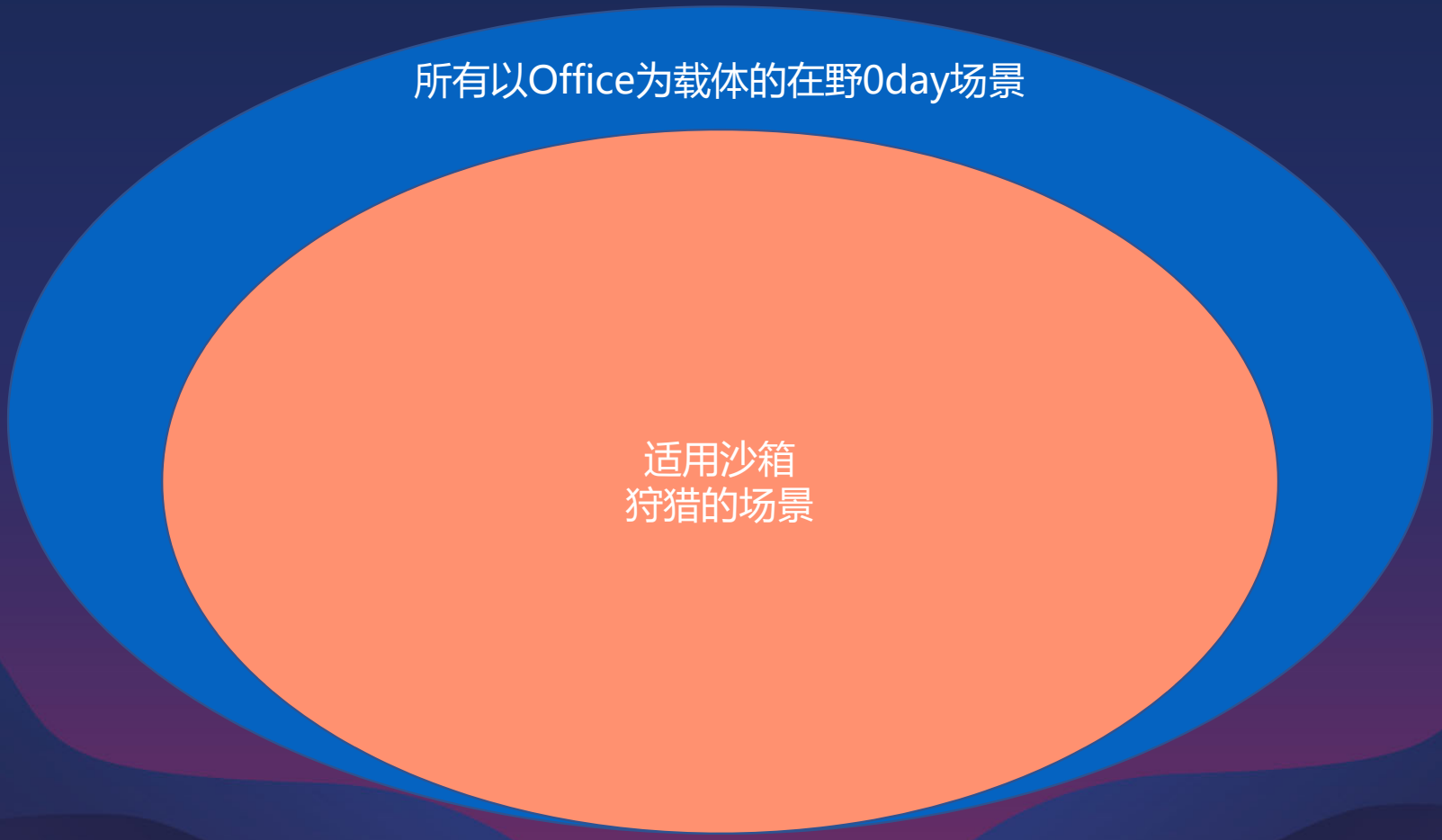
为何说沙箱适合狩猎Office在野0day



为何说沙箱适合狩猎Office在野0day

逻辑漏洞一般影响较多版本 → 沙箱环境制作工作量较小 → 只需维护一个常见Office版本的全补丁镜像

沙箱能覆盖的Office在野0day狩猎场景



可行的思路

- **做一个全补丁Office环境镜像，将可疑样本投入沙箱，通过异常行为进行过滤**
  - **环境制作**：Windows 10 + Office 2019 (仅供参考)
  - **异常行为**
    - Office进程启动可疑子进程（需过滤常见白名单）
    - 检测是否有异常地址处的指令访问敏感模块的导出表（即EAF）

- **做一些Office Nday环境镜像，在筛选0day时顺便标定一些被用于攻击的Nday（可选）**
  - 需要对Office历史漏洞进行深入研究
  - **静态标定**：需要对抗RTF代码混淆，容易遗漏，可参考开源的quicksand项目
  - **动态标定**：需要挂钩常见漏洞模块进行漏洞点Check，技术难度相比静态稍大

目录

1. 背景
2. 用不同的方法解决不同的问题
   - 为什么沙箱适合狩猎Office在野0day
   - **为什么YARA适合狩猎Windows本地提权在野0day**
3. 近两年热门在野0day案例分析
   - Office在野0day案例分析
   - Windows本地提权在野0day案例分析
4. 如何培养在野0day狩猎人才

Windows本地提权在野0day漏洞分类

- **内核提权漏洞（本议题重点讨论这类漏洞）**
  - 由Windows操作系统内核驱动程序的内存破坏引发的提权漏洞，例如：
    - CVE-2021-1732 win32kfull.sys驱动内核提权漏洞
- **用户态提权漏洞**
  - 由内存破坏漏洞导致的打印机提权漏洞，例如：
    - CVE-2020-0986 打印机提权漏洞
- **逻辑提权漏洞**
  - 例如COM提权漏洞和打印机逻辑提权漏洞，例如：
    - CVE-2017-0213 COM提权漏洞

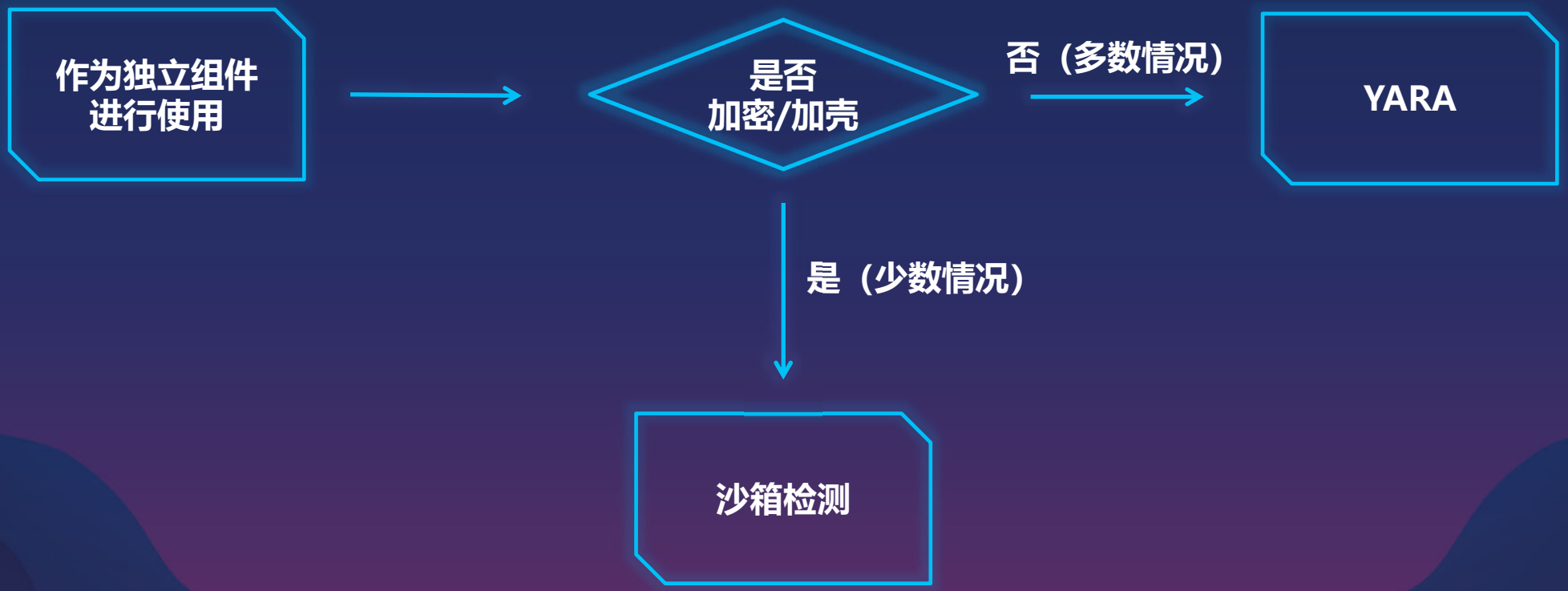
Windows本地提权在野0day使用场景

1. **作为完整漏洞链的一部分，与浏览器等漏洞配合使用**
   - **典型场景**
     - 以反射型DLL的方式**内嵌在Office漏洞利用代码内**，例如：CVE-2017-0263
     - 以反射型DLL的方式**内嵌在浏览器漏洞利用代码内**，例如：CVE-2021-31956
     - 前置漏洞利用成功后再**从云端获取并解密使用**，例如：CVE-2018-8453
2. **作为独立组件使用**
   - **典型场景**
     - 下发单个提权组件，**接收参数**进行提权，例如：CVE-2021-1732
     - 无需提供任何参数，**直接执行**当前程序提权，例如：CVE-2022-37969

不同场景需要不同的狩猎方法

作为完整利用链的一部分 → 全程加密/云端获取利用组件 → EDR+专家团+现场取证

不同场景需要不同的狩猎方法



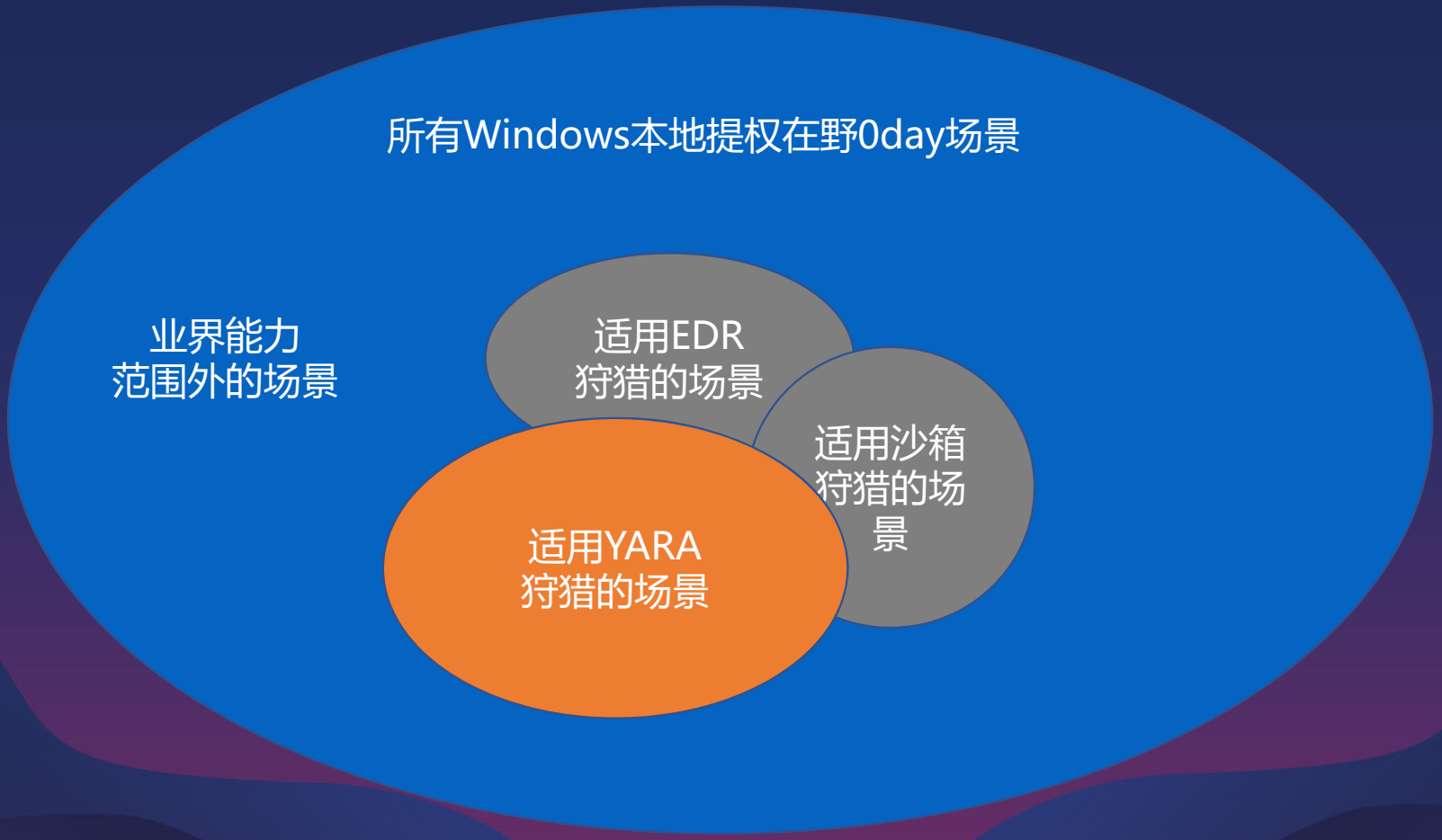
YARA狩猎本地提权样本的其他优势

1. **漏洞利用代码运行前往往会进行操作系统版本/杀毒软件/沙箱环境检测**
   - **商业化提权组件会确保其可靠性，避免非预期的蓝屏或被检测到（规避动态检测）**

2. **攻击者经常使用一些经典漏洞利用手法**
   - **这些手法随时间流逝具有一定连续性（具备较强的静态特征）**
     - HMValidateHandle、Previous Mode等手法

3. **攻击者经常瞄准较为热门的漏洞模块**
   - **例如Win32k驱动和CLFS驱动（热门模块的规则具有通用性）**

YARA能覆盖的Windows LPE在野0day狩猎场景



如何正确地编写YARA规则

1. 为漏洞利用各个阶段的特征编写规则
2. 为最新的漏洞和利用手法编写规则
3. 为最可能出现的漏洞编写规则

为漏洞利用各个阶段的特征编写规则

- **通常，一个Windows内核本地提权漏洞利用包含以下阶段**
  1. 漏洞触发
  2. 堆风水
  3. 内核信息泄露
  4. 任意地址读写
  5. 控制流劫持
  6. 权限提升

- **基于每个阶段的通用特征写规则**（详细可参考我Black Hat USA 2022的演讲）

为最新的漏洞和利用手法编写规则

- **借助Pipe Attribute的任意地址读取**
  - 2020年7月 “Scoop the Windows 10 pool!” Paul Fariello and Corentin Bayet of Synacktiv
- **借助WNF的任意地址读写**
  - 2021年6月 “PuzzleMaker attacks with Chrome zero-day exploit chain” Kaspersky
  - 2021年7月 “CVE-2021-31956 Exploiting the Windows Kernel (NTFS with WNF)” Alex Plaskett
  - 2021年7月 “Windows Pool OverFlow Exploit” YanZiShuang
- **我们基于此捕获了一些有价值的在野提权漏洞样本**
  - 2021年10月 我们捕获了一个在野CLFS 1day，并发现了一个补丁绕过漏洞：CVE-2022-24481
  - 2022年4月 我们捕获了一个在野CVE-2021-31956样本，该样本可实现Chrome浏览器沙箱逃逸

为最可能出现的漏洞编写规则

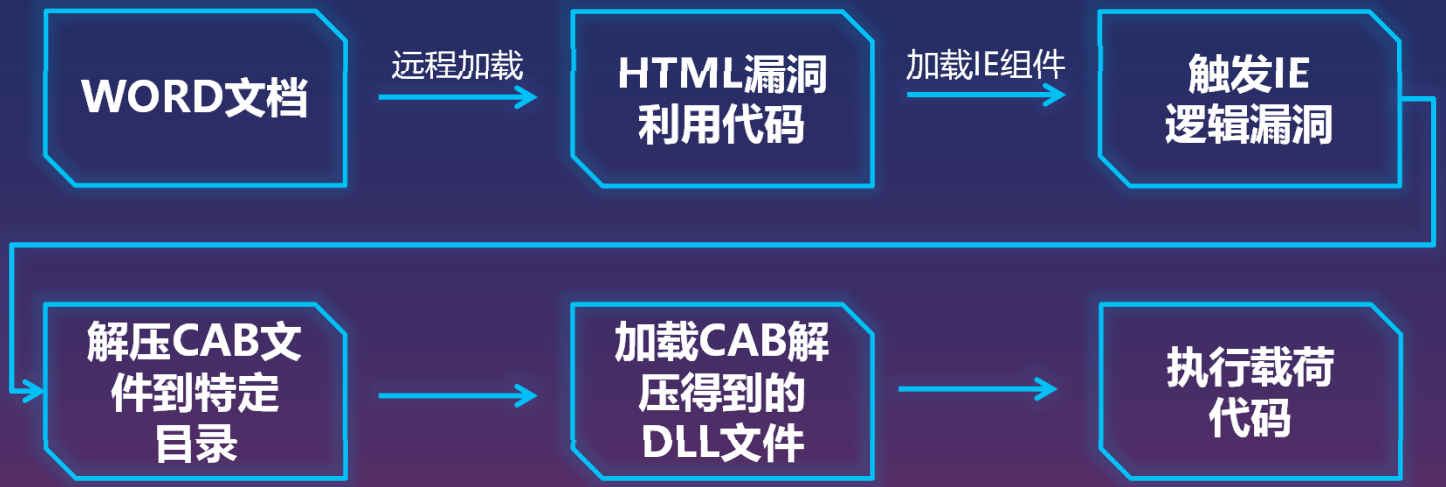
- **桌面窗口管理器（Desktop Window Manager/DWM）漏洞的例子**
  - 2021年4月13日，卡巴斯基写了一篇博客，披露了CVE-2021-28310，这是一个Windows DWM组件的在野0day
    - “Zero-day vulnerability in Desktop Window Manager (CVE-2021-28310) used in the wild”
  - 2021年5月3日，ZDI发布了一篇博客，博客中披露了另一个漏洞CVE-2021-26900，这也是一个Windows DWM组件的漏洞
    - “CVE-2021-26900: Privilege escalation via a use after free vulnerability in win32k”
  - 2021年5月22日，我们捕获了一个Windows DWM组件的在野0day：CVE-2021-33739

目录

1. 背景
2. 用不同的方法解决不同的问题
   - 为什么沙箱适合狩猎Office在野0day
   - 为什么YARA适合狩猎Windows本地提权在野0day
3. 近两年热门在野0day案例分析
   - **Office在野0day案例分析**
   - Windows本地提权在野0day案例分析
4. 如何培养在野0day狩猎人才

案例分析：CVE-2021-40444

- **2021年9月微软披露的一个IE浏览器在野0day**
  - 在野样本借助WORD文档加载远程漏洞利用代码
  - 发现厂商：**Mandiant**, **EXPMON**, **MSTIC**



在野样本攻击流程

案例分析：CVE-2021-40444

- **漏洞成因**
  - ① CAB文件解压路径穿越：在catDirAndFile函数内犯两次错误
  - ② .CPL协议加载DLL
- **修复方案**
  - ① 针对CAB路径穿越问题的修补
  - ② 针对.CPL协议加载DLL的修补
- **详细分析报告**
  - 《CVE-2021-40444 IE远程代码执行漏洞分析报告》

路径穿越：第一次犯错

- **第一次犯错**
  - 早期版本的catDirAndFile函数 (某早期版本的代码示意)
    - 红框内代码完全没有考虑路径穿越问题

```
    cbResult -= lstrlen(pszFile);           // Update remaining size
    if (cbResult <= 0) {
        return FALSE;
    }
    lstrcat(pszResult,pszFile);             // Append file name

        //** Success
    return TRUE;
}
```

路径穿越：第二次犯错

- **第二次犯错：PathCchCanonicalizeA的缺陷**
  - 某次安全更新后的catDirAndFile函数
    - PathCchCanonicalizeA: 将当前路径转换为规范化路径
      - 只能处理“..\”，无法处理“../”
    - PathIsPrefixA: 检查第二参数的路径是否是以第一参数的路径作为前缀
      - BOOL PathIsPrefixA(LPCSTR pszPrefix, LPCSTR pszPath);

```
if ( (signed int)(v4 - strlen((const char *)a4)) > 0 )
{
  StringCchCatA(a4, v11, v13);
  if ( PathCchCanonicalizeA(&pszPath, v5, v5, v8, v9) >= 0
    && (!cchDest
     || PathCchCanonicalizeA(&pszPrefix, v5, (char *)cchDest, v12, v14) >= 0 && PathIsPrefixA(&pszPrefix, &pszPath)) )
  {
    return 1;
  }
}
return 0;
```

路径穿越：第二次犯错

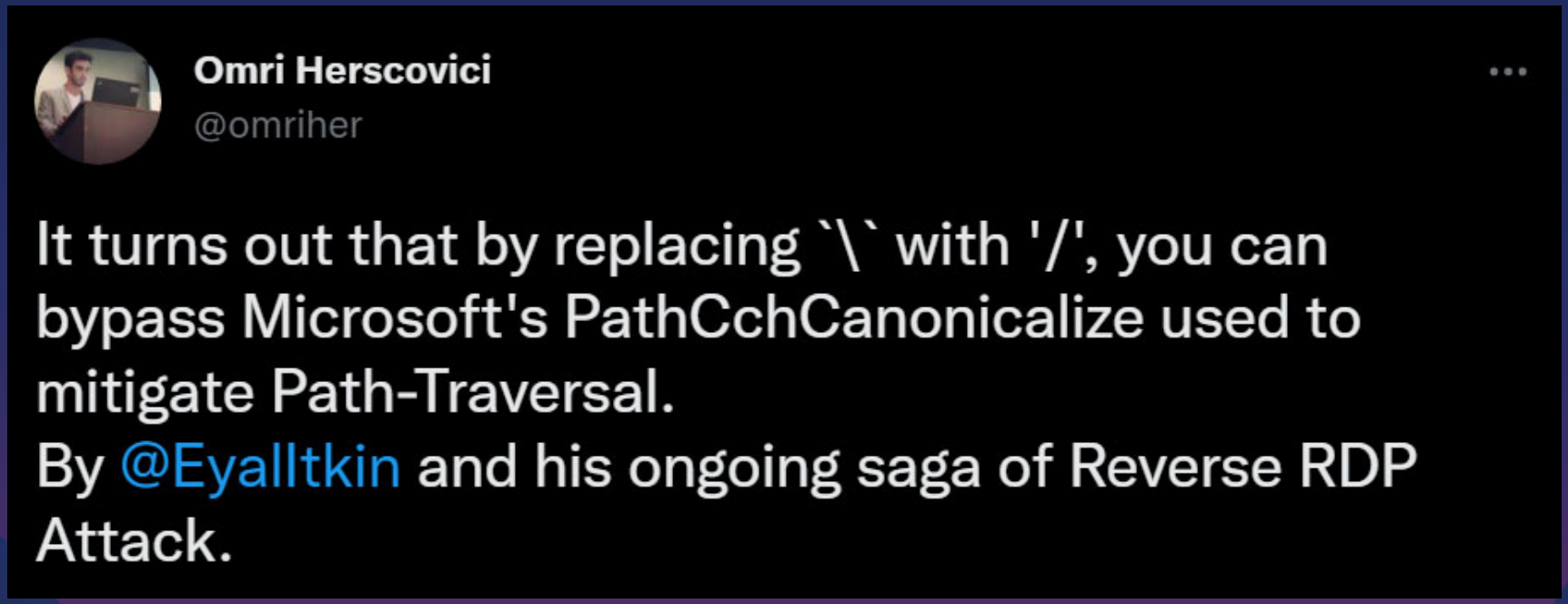
- **检视PathIsPrefixA的校验情况**
  - pszPrefix: `C:\Users\test\AppData\Local\Temp\Cab13F2`
- **考虑pszPath的两种情况**
  - 如果传入的路径中有“..\”，PathCchCanonicalizeA 会将其转化为当前路径的上级路径：
    - 转换前：`C:\Users\test\AppData\Local\Temp\Cab13F2\..\championship.inf`
    - 转换后：`C:\Users\test\AppData\Local\Temp\championship.inf` <- 校验失败，无法穿越
  - 如果传入的路径中有“../”，PathCchCanonicalizeA 不会将其转化为当前路径的上级路径：
    - 转换前：`C:\Users\test\AppData\Local\Temp\Cab13F2\../championship.inf`
    - 转换后：`C:\Users\test\AppData\Local\Temp\Cab13F2\../championship.inf` <- 校验成功，可以穿越

针对CAB路径穿越的完整修复

- **CVE-2021-40444的补丁**
  - 第二次修复后的PathCchCanonicalizeA函数
    - 加入了对“../”这一情况的处理

```
if ( *(_BYTE *)a4 && (signed int)(v6 - strlen((const char *)a4)) > 0 )
{
  StringCchCatA(a4, v13, v16);
  v11 = strlen(v4);
  if ( v11 )
  {
    do
    {
      if ( v4[v5] == '/' )
        v4[v5] = '\\';
      ++v5;
    }
    while ( v5 < v11 );
  }
  if ( PathCchCanonicalizeA(v4, v14, v17) >= 0
    && (!cchDest || PathCchCanonicalizeA((char *)cchDest, v15, v18) >= 0 && PathIsPrefixA(&pszPrefix, &pszPath)) )
  {
    return 1;
  }
}
return 0;
```

思考：还存在类似问题吗?


Omri Herscovici
@omriher
It turns out that by replacing `\` with '/', you can bypass Microsoft's PathCchCanonicalize used to mitigate Path-Traversal.
By @Eyalitkin and his ongoing saga of Reverse RDP Attack.

目录

1. 背景
2. 用不同的方法解决不同的问题
   - 为什么沙箱适合狩猎Office在野0day
   - 为什么YARA适合狩猎Windows本地提权在野0day
3. 近两年热门在野0day案例分析
   - Office在野0day案例分析
   - **Windows本地提权在野0day案例分析**
4. 如何培养在野0day狩猎人才

案例分析：CVE-2022-24521

- **2022年4月微软披露的一个CLFS驱动本地提权在野0day**
  - 在野样本作为一个独立组件使用
  - 发现厂商：**CrowdStrike, NSA**

- **事后复盘：其他厂商有没有可能发现这个在野0day?**
  - **线索1**：“Cisco Talos shares insights related to recent cyber attack on Cisco”
    - bb62138d173de997b36e9b07c20b2ca13ea15e9e6cd75ea0e8162e0d3ded83b7
    - 首次提交VirusTotal时间: **2022-03-18 16:21:46 UTC**
    - **加密**压缩包: bdo.zip

名称	创建时间	CRC	大小	压缩后大小	修改时间	访问时间
ex.exe	2022-02-25 19:46	50A9F3E7	296 944	296 956	2022-01-31 17:48	2022-02-25 19:46
ex64.exe	2022-02-25 19:53	20A6034A	302 064	302 076	2022-02-25 19:53	2022-02-25 19:53
exploit.exe	2022-02-25 19:53	C4396C9A	296 944	296 956	2022-02-25 19:53	2022-02-25 19:53
exploit_64.exe	2022-02-25 19:53	1A70AFBB	302 064	302 076	2022-02-25 19:53	2022-02-25 19:53

案例分析：CVE-2022-24521

- **事后复盘：其他厂商有没有可能发现这个在野0day?**
  - **线索2**: “Cisco Talos shares insights related to recent cyber attack on Cisco”
    - eb3452c64970f805f1448b78cd3c05d851d758421896edd5dfbe68e08e783d18
    - 首次提交VirusTotal时间: 2022-08-25 12:05:44 UTC <- **提交到VT的时间太晚**
    - 与压缩包内的 ex.exe 文件高度吻合：
      - 文件编译时间: 2021-10-28 22:05:33 UTC <- 样本在几个月前已编译完成
      - 数字签名时间: 2022-01-31 01:43:00 UTC <- 与压缩包内文件修改时间吻合
      - CRC32: 50A9F3E7 <- 与原始文件完全一致
  - **结论：有一定难度，但样本就在眼皮底下**
    - 从2022年3月18日到2022年4月12日(**一个月的窗口期**)，只要能够**解密**该压缩包，就有可能发现内含的CVE-2022-24521在野0day样本

漏洞成因

- CLFS驱动代码缺乏校验
  - SignatureOffset指向的区域与某个Container Context的pContainer指针重合
  - 调用ClfsEncodeBlock时导致pContainer被覆盖为用户伪造的fakeContainer

```
typedef struct _CLFS_LOG_BLOCK_HEADER
{
    UCHAR MajorVersion;
    UCHAR MinorVersion;
    UCHAR Usn;
    CLFS_CLIENT_ID ClientId;
    USHORT TotalSectorCount;
    USHORT ValidSectorCount;
    ULONG Padding;
    ULONG Checksum;
    ULONG Flags;
    CLFS_LSN CurrentLsn;
    CLFS_LSN NextLsn;
    ULONG RecordOffsets[16];
    ULONG SignaturesOffset;
} CLFS_LOG_BLOCK_HEADER, *PCLFS_LOG_BLOCK_HEADER;
```

```
typedef struct _CLFS_CONTAINER_CONTEXT
{
    CLFS_NODE_ID cidNode;
    ULONGLONG cbContainer;
    CLFS_CONTAINER_ID cidContainer;
    CLFS_CONTAINER_ID cidQueue;
    union
    {
        CClfsContainer* pContainer;
        ULONGLONG ullAlignment;
    };
    CLFS_USN usnCurrent;
    CLFS_CONTAINER_STATE eState;
    ULONG cbPrevOffset;
    ULONG cbNextOffset;
} CLFS_CONTAINER_CONTEXT, *PCLFS_CONTAINER_CONTEXT;
```

漏洞利用：借助漏洞伪造虚假对象

- 借助漏洞，内存中的pContainer指针被覆盖为伪造的fakeContainer指针，从而被替换为一个伪造的对象，该对象里面又伪造了一个虚函数表

```
pLogBlockHeader->SignaturesOffset = 0x1600
pBaseLogRecord->rgContainers[0xA] = 0x1592
pContainerCtx->pContainer = fakeContainer
```

```
1: kd> dq ffffe50a`9e7f8602 <- 内存中的CLFS_CONTAINER_CONTEXT对象
ffffe50a`9e7f8602  00000000`00000000 00000000`00080000
ffffe50a`9e7f8612  ffffffff`00000002 00000098`84eff990 <- 伪造的对象指针
ffffe50a`9e7f8622  00000000`00000000 00000000`00000000
...cut...

1: kd> dq 00000098`84eff990
00000098`84eff990  00000098`84eff890 00000000`00000000 <- 伪造的虚表指针
...cut...
```

漏洞利用：任意地址写入

- **任意地址写入**
  - 借助伪造的虚函数表，劫持CClfsContainer对象的两次虚函数调用，进行任意地址写入
    - **CLFS!CClfsContainer::Release** -> **nt!HalpDmaPowerCriticalTransitionCallback**
    - **CLFS!CClfsContainer::Remove** -> **nt!XmXchgOp**

```
/* CLFS!CClfsBaseFilePersisted::RemoveContainer 代码片段*/
44 88 74 24 20    mov     [rsp+58h+var_38], r14b
48 8B 07          mov     rax, [rdi]
48 8B 40 18       mov     rax, [rax+18h]
48 8B CF          mov     rcx, rdi
FF 15 B2 52 FD FF call    cs:__guard_dispatch_icall_fptr <- 第一次调用
48 8B 07          mov     rax, [rdi]
48 8B 40 08       mov     rax, [rax+8]
48 8B CF          mov     rcx, rdi
FF 15 A2 52 FD FF call    cs:__guard_dispatch_icall_fptr <- 第二次调用
```

漏洞利用：任意地址读取

- **任意地址读取**
  - 使用“Scoop the Windows 10 pool!” 这篇文章中提到的Pipe Attribute手法

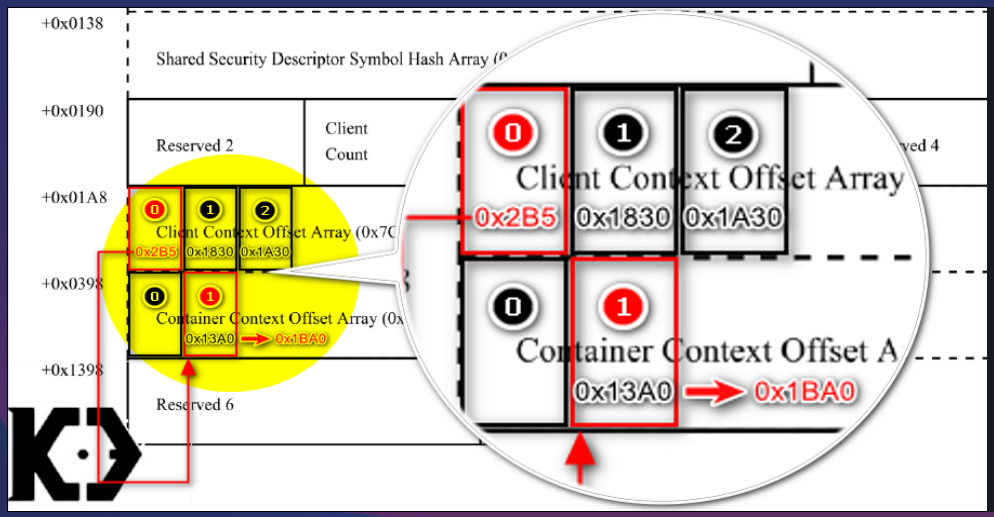
```
struct PipeAttribute {
    LIST_ENTRY list;
    char * AttributeName;
    uint64_t AttributeValueSize;    <- 待读取大小
    char * AttributeValue;          <- 待读取地址
    char data [0];
};
```

  - 使用SystemBigPoolInformation来泄露内核堆块信息

```
hRes = NtQuerySystemInformation(SystemBigPoolInformation, pBuffer,
   dwBufSize, &dwOutSize);
```

同源样本：CVE-2021-????? (1Day)

- **除了使用的漏洞不同，其他手法完全一致**
  - SHA256：86a8f267cf0f51c032f7b1777eb1e51f7cd1badf3f3894e2557a3f571fca9f3d
  - 文件编译时间：2021-09-30 20:29:57 UTC
  - 该漏洞的更多细节可以参考我在Black Hat USA 2022的演讲




```
typedef struct _CLFS_BASE_RECORD_HEADER
{
    CLFS_METADATA_RECORD_HEADER hdrBaseRecord;
    CLFS_LOG_ID cidLog;
    ULONGLONG rgClientSymTbl[CLIENT_SYMTBL_SIZE];
    ULONGLONG rgContainerSymTbl[CONTAINER_SYMTBL_SIZE];
    ULONGLONG rgSecuritySymTbl[SHARED_SECURITY_SYMTBL_SIZE];
    ULONG cNextContainer;
    CLFS_CLIENT_ID cNextClient;
    ULONG cFreeContainers;
    ULONG cActiveContainers;
    ULONG cbFreeContainers;
    ULONG cbBusyContainers;
    ULONG rgClients[MAX_CLIENTS_DEFAULT];
    ULONG rgContainers[MAX_CONTAINERS_DEFAULT];
    ULONG cbSymbolZone;
    ULONG cbSector;
    USHORT bUnused;
    CLFS_LOG_STATE eLogState;
    UCHAR cUsn;
    UCHAR cClients;
} CLFS_BASE_RECORD_HEADER, *PCLFS_BASE_RECORD_HEADER;
```

更多CLFS漏洞在野样本

目录

1. 背景
2. 用不同的方法解决不同的问题
   - 为什么沙箱适合狩猎Office在野0day
   - 为什么YARA适合狩猎Windows本地提权在野0day
3. 近两年热门在野0day案例分析
   - Office在野0day案例分析
   - Windows本地提权在野0day案例分析
4. **如何培养在野0day狩猎人才**

如何培养在野0day狩猎人才

- **该领域做得比较好的团队/公司**（基于公开统计数据，捕获在野0day数量≥3）
  - Google TAG
  - Mandiant（已被Google收购）
  - Kaspersky GReAT
  - Microsoft
  - 360 ATA
  - 安恒猎影实验室
  - CrowdStrike
  - Trend Micro

- **从统计结果看，都属于少数团队/公司多次捕获在野0day**

培养此类人才的几点建议

1. **好苗子很重要（敏锐的嗅觉）**
2. **对历史案例的仔细研究（严苛的训练）**
3. **手握有价值的数据源（巧妇难为无米之炊）**
4. **合适的平台和工具**
   - 优质的EDR、沙箱、静态引擎
   - 用不同的工具解决不同的问题
5. **不断模拟演练（一次次复盘优化）**
   - 缩短各环节时间消耗：发现、复现、归类、分析
   - 行动力：早发现、早防御、早修复
6. **未知攻，焉知防?**
   - 逆向思维（站在攻的角度去思考防）

感谢聆听

Q&A

参考链接

1. https://unit42.paloaltonetworks.com/unit42-slicing-dicing-cve-2018-5002-payloads-new-chainshot-malware/
2. https://bbs.pediy.com/thread-193443.htm
3. https://www.mandiant.com/resources/blog/cve-2017-0199-hta-handler
4. https://ti.dbappsecurity.com.cn/blog/index.php/2021/02/10/windows-kernel-zero-day-exploit-is-used-by-bitter-apt-in-targeted-attack/
5. https://securelist.com/operation-powerfall-cve-2020-0986-and-variants/98329/
6. https://bugs.chromium.org/p/project-zero/issues/detail?id=1107
7. https://securelist.com/cve-2018-8453-used-in-targeted-attacks/88151/
8. https://i.blackhat.com/USA-22/Thursday/us-22-Jin-The-Journey-Of-Hunting-ITW-Windows-LPE-0day.pdf

参考链接

9. https://github.com/synacktiv/Windows-kernel-SegmentHeap-Aligned-Chunk-Confusion/blob/master/Scoop_The_Windows_10_pool.pdf
10. https://research.nccgroup.com/2021/07/15/cve-2021-31956-exploiting-the-windows-kernel-ntfs-with-wnf-part-1/
11. https://securelist.com/zero-day-vulnerability-in-desktop-window-manager-cve-2021-28310-used-in-the-wild/101898/
12. https://www.zerodayinitiative.com/blog/2021/5/3/cve-2021-26900-privilege-escalation-via-a-use-after-free-vulnerability-in-win32k
13. https://bbs.pediy.com/thread-270017.htm
14. https://blog.talosintelligence.com/2022/08/recent-cyber-attack.html
15. https://www.pixiepointsecurity.com/blog/nday-cve-2022-24521.html