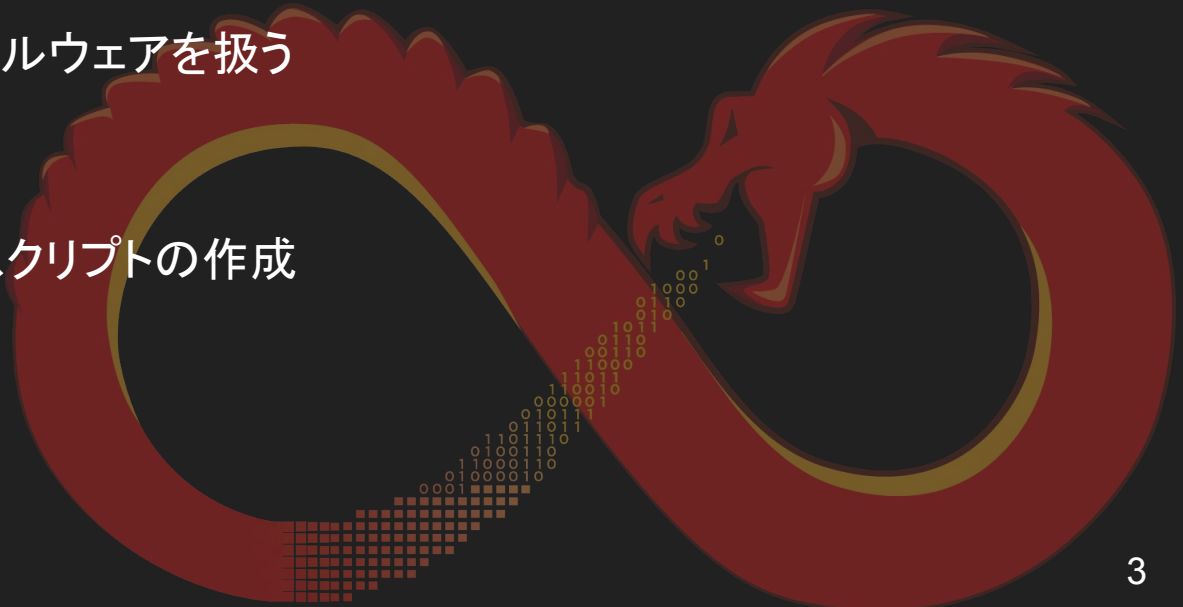
MWS Cup 2023
Static Analysis 解説

2023の問題担当

- Static Analysis主担当
  - 中島 将太 (株式会社サイバーディフェンス研究所)
- 問題作成委員
  - 石丸 傑 (伊藤忠サイバー&インテリジェンス株式会社)
  - 皆川 諒 (株式会社エヌ・エフ・ラボラトリーズ)
  - 桑原 翼 (株式会社FFRIセキュリティ)

課題2のテーマ

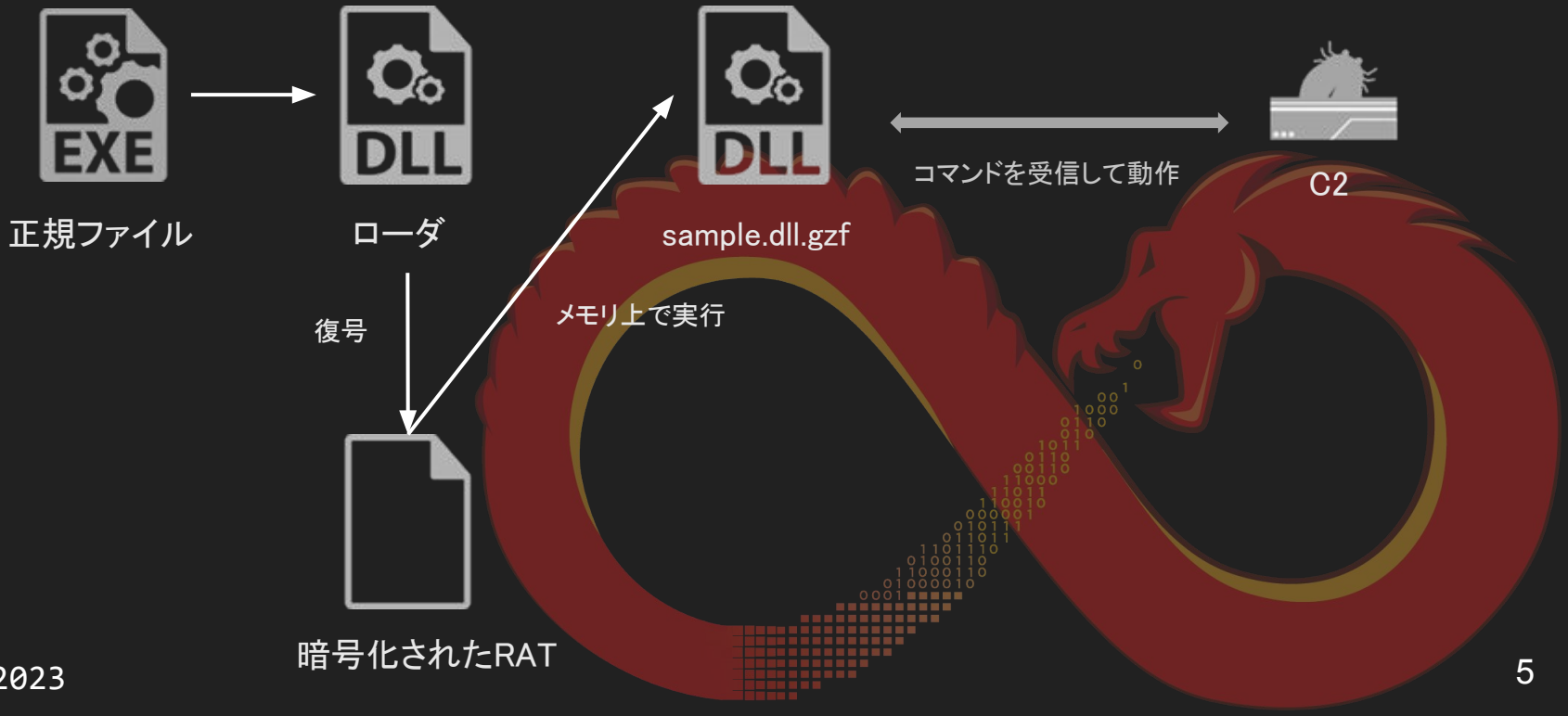
- マルウェアを正しく理解する
  - 課題を通して解析のポイントを学習する
- 最新情報を得る
  - 最近のin-the-wildなマルウェアを扱う
- 実務に近い作業
  - コマンドの分析
  - 静的解析による復号スクリプトの作成
  - コンフィグの理解



ポイント

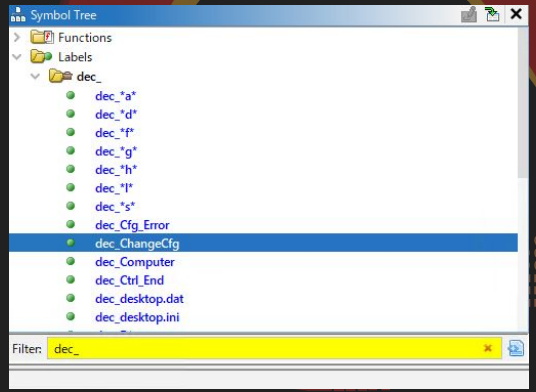
- 積極的に変数名や型を変更する
  - 名前を付けて読みやすくしていく
  - デフォルトでは型情報がないことが多い
- デコンパイラを信用しすぎない
  - アセンブリを確認して整合性を確認する
  - 手動で修正する
- 順番に回答する必要はないので解けそうな問題から解く

マルウェアの動作概要


EXE
正規ファイル
DLL
ローダ
復号
暗号化されたRAT
DLL
sample.dll.gzf
メモリ上で実行
コマンドを受信して動作
C2

加工済みのGZF

- MWSの問題作成にあたって以下の点に変更を加えています
  - FLIRTシグネチャを使ったライブラリ関数のシンボルの適用
  - 暗号鍵の変更と暗号文字列への適用
  - 暗号化文字列のラベル変更
    - dec_で始まるラベルは作問者が作成したヒントのための復号後の文字列を示したラベルです

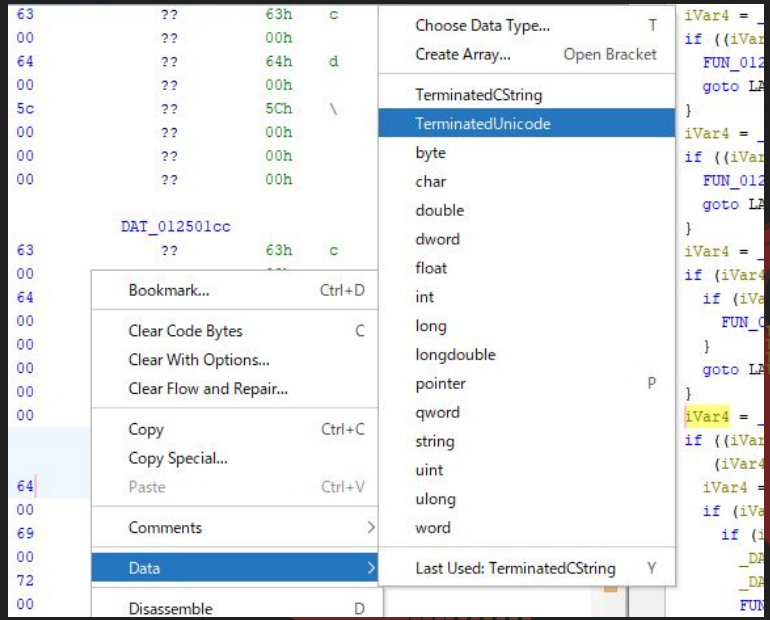


Ghidra Tips: Go To

- Gキーで開くGo Toダイアログにアドレスやlabelを入力
  - 任意の場所に簡単に移動
  - 問題ではアドレスが指定されていることが多いので必須!

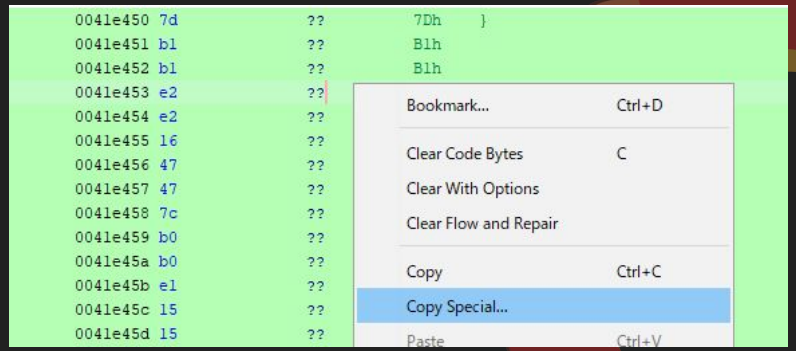
Ghidra Tips: データの定義

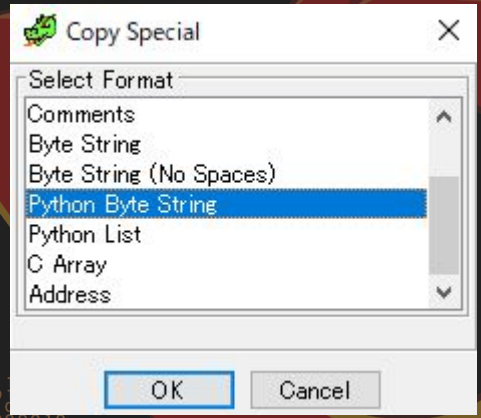
- 定義したいデータの先頭を右クリック
  - コンテキストメニューからData -> 定義する形式を選択



Ghidra Tips: データのコピー1

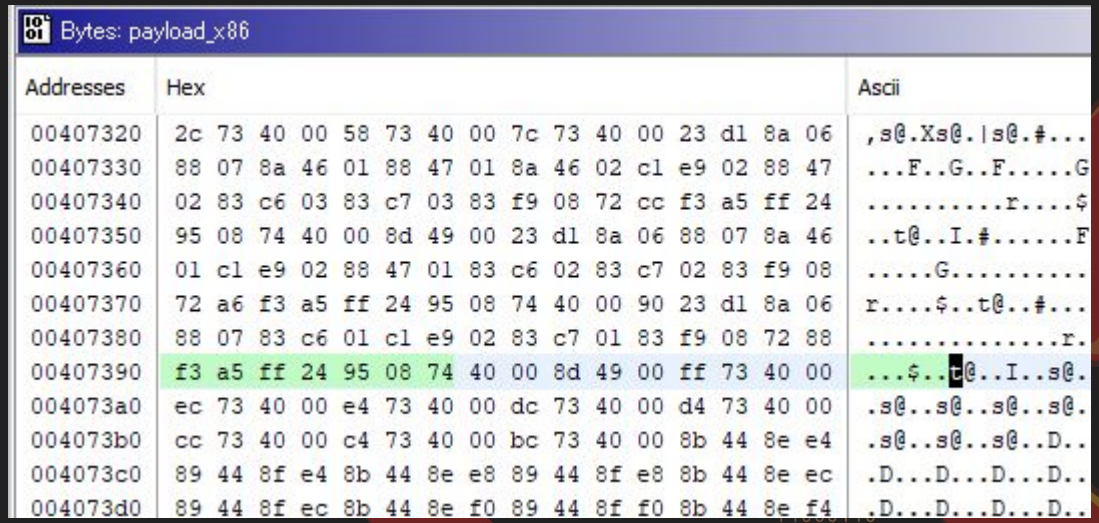
- コピーしたい範囲を選択
  - コンテキストメニューからCopy Special => 好きなフォーマットを選択





Ghidra Tips: データのコピー2

- Bytesウィンドウでコピーする



Bookmarks

問題に関連するアドレスをBookmarkとして登録済み

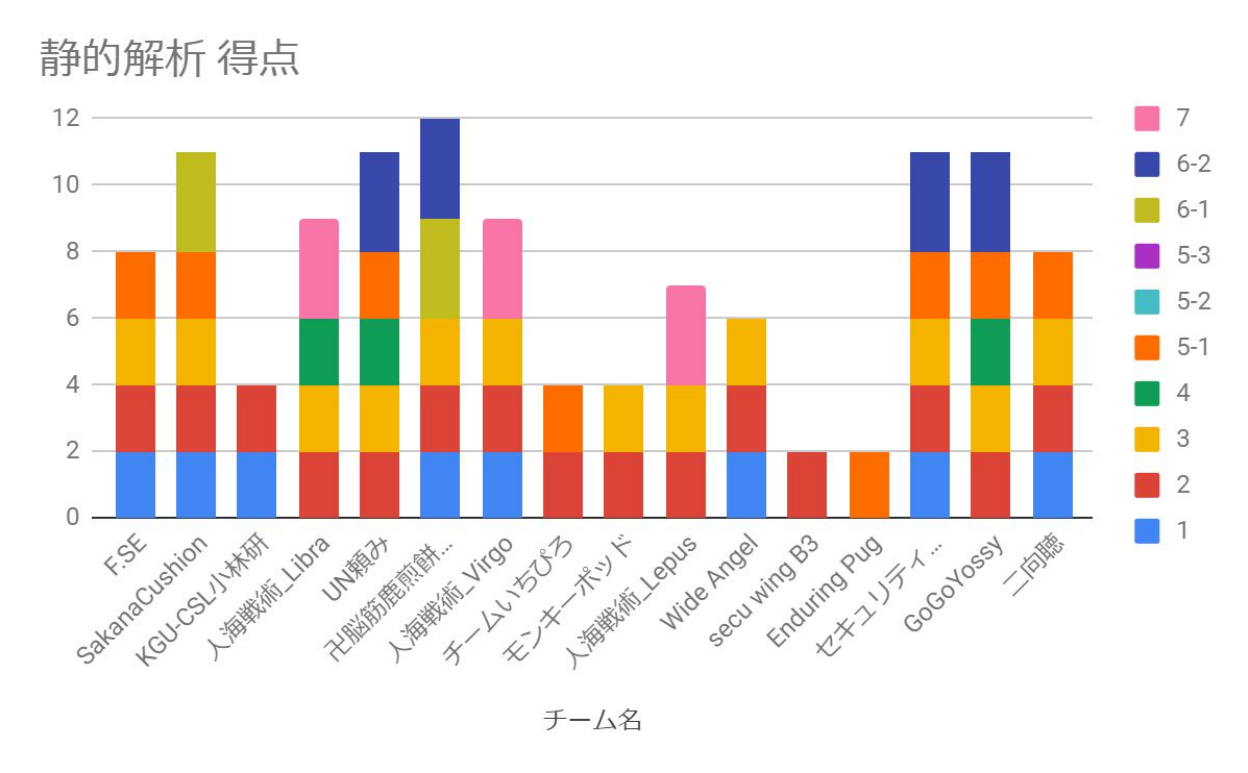
問題一覧

Static Analysis

1. コマンド分岐 2	2. コマンド解析1 2	3. コマンド処理2 2	4. コマンド引数 2
5-1. 暗号アルゴリズム 2	5-2. 暗号鍵 3	5-3. 復号スクリプト作成 3	6-1 コンフィグ1 3
6-2. コンフィグ2 3	7. ファミリ名 3		

競技中はここまで

結果

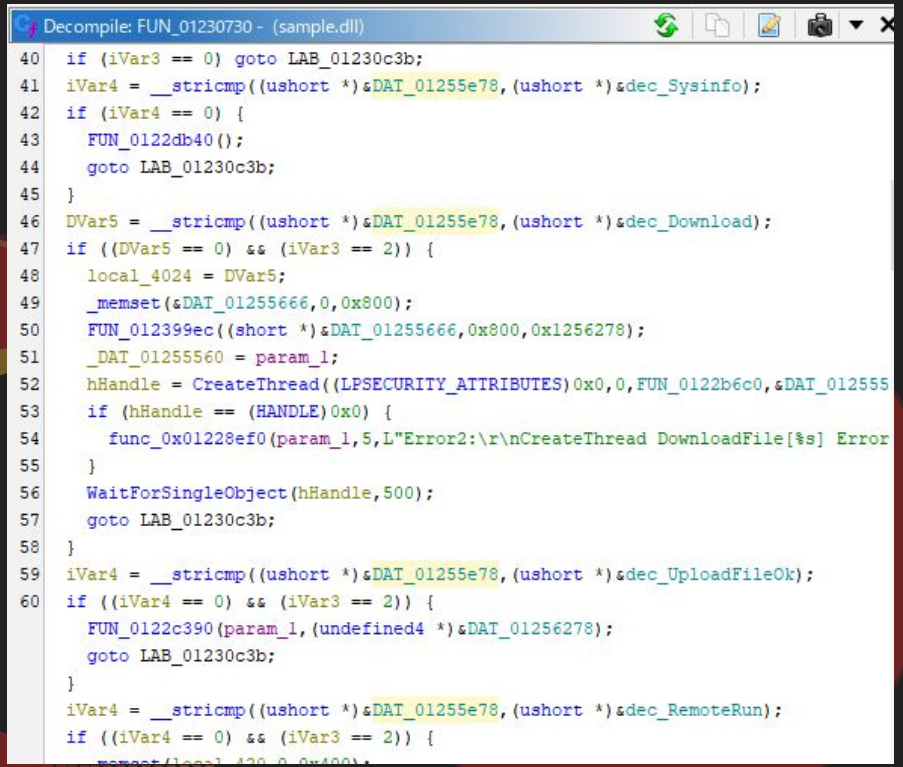

静的解析 得点
12
10
8
6
4
2
0
F.SE
SakanaCushion
KGU-CSL小林研
人海戦術_Libra
UN頼み
卍脳筋鹿煎餅...
人海戦術_Virgo
チームいちぴろ
モンキーポッド
人海戦術_Lepus
Wide Angel
secu wing B3
Enduring Pug
セキュリティ...
GoGoYossy
二向聴
チーム名
7
6-2
6-1
5-3
5-2
5-1
4
3
2
1

1. コマンド分岐


1. コマンド分岐
2
Static Analysis はマルウェアの静的解析に関する問題です。問題ファイル sample.dll.gzf をダウンロードし、Ghidra で解析して以降の問いに回答してください。
FUN_01230730 内で、マルウェアに実装されているコマンド数を答えよ。コマンド文字列が重複する分岐は1つのコマンドとしてカウントすること。
sample.dll.gzf
0/2 attempts
Flag
Submit

1. コマンド分岐

- 復号した文字列とDAT_01255e78をstricmpで比較する処理がある
  - コマンド文字列の比較処理
- DAT_01255e78の参照を追ってコマンド数を数える



1. コマンド分岐

- いくつかの文字列は定義されていないのでデータ型を定義する
  - Data -> TerminatedUnicode

```
117  }
118  iVar4 = __stricmp((ushort *)&DAT_01255e78,(ushort *)&DAT_012501bc);
119  if ((iVar4 == 0) && (iVar3 == 1)) {
120    FUN_0122a490((SOCKET)param_1,L".");
121    goto LAB_01230c3b;
122  }
123  iVar4 = __stricmp((ushort *)&DAT_01255e78,(ushort *)&DAT_012501c4);
124  if ((iVar4 == 0) && (iVar3 == 1)) {
125    FUN_0122a490((SOCKET)param_1,(LPCWSTR)&DAT_0124f08c);
126    goto LAB_01230c3b;
127  }
```

```
                    00 00
                                        u_cd\_012501c4
012501c4 63 00 64                       unicode     u"cd\\"
         00 5c 00
         00 00

                                        DAT_012501cc
012501cc 63                             ??          63h     c
012501cd 00                             ??          00h
012501ce 64                             ??          64h     d
012501cf 00                             ??          00h
012501d0 00                             ??          00h
```

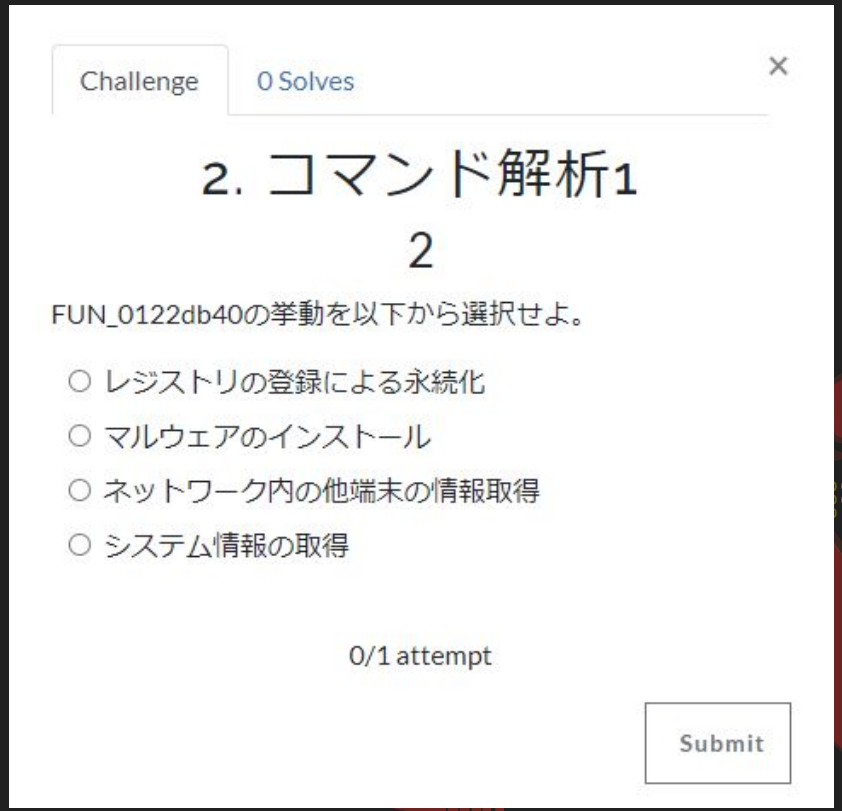
1. コマンド分岐

- Sysinfo
- Download
- UploadFileOk
- RemoteRun
- Computer
- Shell
- cd
- dir
- ls
- del
- Exit

1. コマンド分岐

The Answer is: 11

2. コマンド解析1


Challenge
0 Solves
2. コマンド解析1
2
FUN_0122db40の挙動を以下から選択せよ。
レジストリの登録による永続化
マルウェアのインストール
ネットワーク内の他端末の情報取得
システム情報の取得
0/1 attempt
Submit

2. コマンド解析1

- コマンド文字列から推定
- 出力文字列から推定

```
40  if (iVar3 == 0) goto LAB_01230c3b;
41  iVar4 = __stricmp((ushort *)&DAT_01255e78,(ushort *)&dec_Sysinfo);
42  if (iVar4 == 0) {
43    FUN_0122db40();
44    goto LAB_01230c3b;
45  }
```

```
74    } while (*psVar9 != 0);
75    puVar13 = (undefined4 *)L"\r\nSystem Infomation\r\n------------------------------------\r\n";
76    for (iVar6 = 0x1f; iVar6 != 0; iVar6 = iVar6 + -1) {
```

```
327   FUN_01228c40(s,1,L"ComputerName:      %s\r\n");
```

```
309   }
310   FUN_01228c40(s,1,L"RegisterUser:      %s\r\n");
```

```
361   FUN_01228c40(s,1,L"System Directory: %s\r\n\r\n");
362   FUN_01228c40(s,1,L"Number of Processors:       %d\r\n");
```

```
410   FUN_01228c40(local_8154,1,L"RAM:          %dMB Total, %dMB Free.\r\n");
411   FUN_01228c40(local_8154,1,L"DisplayMode: %d x %d, %dHz, %dbit\r\n");
412   FUN_01228c40(local_8154,1,L"Uptime:       %d Days %02u:%02u:%02u\r\n");
```

2. コマンド解析1

The Answer is: システム情報の取得

3. コマンド処理2


Challenge
0 Solves
3. コマンド処理2
2
FUN_01230730 を読み、指定したファイルを実行するコマンドに関連する比較処理が開始するアドレスを解答せよ。
解答例:FUN_01230730の先頭の場合01230730
0/2 attempts
Flag
Submit

3. コマンド処理2

- RemoteRunの処理の中でWinExecが実行されている
  - WinExecの引数は初期化されたあとFUN_012221d0に渡される
  - おそらくこの関数でC2からのデータをコピー
- この処理が開始されるアドレスを確認する

```
64  iVar4 = __stricmp((ushort *)&DAT_01255e78,(ushort *)&dec_RemoteRun);
65  if ((iVar4 == 0) && (iVar3 == 2)) {
66    _memset(local_420,0,0x400);
67    FUN_012221d0((LPCWSTR)&DAT_01256278,(int)local_420);
68    WinExec(local_420,0);
69    goto LAB_01230c3b;
70  }
```

```
                    LAB_01230871                                    XREF[2]:
01230871 68 98 1e    PUSH    dec_RemoteRun
         26 01
01230876 68 78 5e    PUSH    DAT_01255e78
         25 01
0123087b e8 ca 93    CALL    __stricmp
         00 00
01230880 83 c4 08    ADD     ESP,0x8
01230883 85 c0       TEST    EAX,EAX
01230885 75 3e       JNZ     LAB_012308c5
01230887 83 fb 02    CMP     EBX,0x2
0123088a 75 39       JNZ     LAB_012308c5
0123088c 68 00 04    PUSH    0x400
         00 00
01230891 50          PUSH    EAX
01230892 8d 85 e4    LEA     EAX=>local_420,[EBP + 0xfffffbe4]
         fb ff ff
01230898 50          PUSH    EAX
01230899 e8 c2 23    CALL    _memset
         00 00
```

3. コマンド処理2

The Answer is: 01230871

4. コマンド引数


Challenge
0 Solves
4. コマンド引数
2
FUN_01230730の第2引数にdir /c "C:\Users\ghidra master\Downloads"が与えられたとき、FUN_01229310の終了時のアドレス01230781時点で01256278に格納されている文字列を答えよ。
0/2 attempts
Flag
Submit

4. コマンド引数

- 問題文で指定された文字列はFUN_01229310の第1引数に渡されている

dir /s "C:¥Users¥ghidra master¥Downloads"

```
5 void __fastcall FUN_01230730(HANDLE param_1,LPCWSTR param_2)
```

```
39   iVar3 = FUN_01229310(param_2);
```

```
4 int __fastcall FUN_01229310(LPCWSTR param_1)
5
6 {
7   int iVar1;
8   int iVar2;
9   int iVar3;
10  int iVar4;
11  wchar_t *pwVar5;
12  int local_20;
13  wchar_t *local_1c;
14  int local_14;
15  LPCWSTR local_10;
16  undefined *local_c;
17  int local_8;
18
19  local_20 = 0;
20  local_14 = 0;
21  local_8 = 0;
22  iVar1 = lstrlenW(param_1);
23  _DAT_01255e78 = 0;
24  if (iVar1 < 0) {
25    return 0;
26  }
27  local_c = &DAT_01255e78;
28  local_10 = param_1;
29  do {
30    pwVar5 = param_1 + local_20;
```

4. コマンド引数

DAT_01256278を参照するmemcpyの処理を追う

```
0122946c 51             PUSH    param_1=>DAT_01255e78
0122946d 89 55 f8       MOV     dword ptr [EBP + local_c],EDX=>DAT_01256278
01229470 e8 7b ac       CALL    FID_conflict:_memcpy
```

```
72      FID_conflict:_memcpy(local_c,local_1c,iVar2 * 2);
```

memcpy (void * _Dst, void * _Src, size_t _Size)

4. コマンド引数

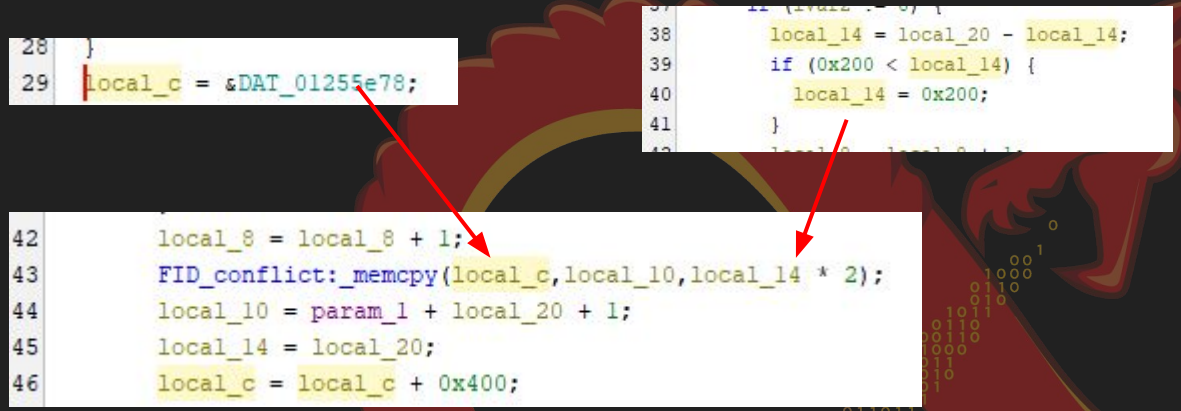
- 引数からスペースを確認し、スペース区切りで文字列を分割する
- 0x400ごとに01255e78にコピー

```
53    local_1c = pwVar5 + 1;
54    iVar2 = __wcsnicmp(pwVar5,L"\"",1);
55    if ((iVar2 == 0) || (local_20 == iVar1)) {
56      if (0x125ae77 < (int)local_c) {
57        return local_8;
58      }
59      local_10 = (LPCWSTR)0x0;
60      iVar2 = local_20;
61      pwVar5 = local_1c;
62      while ((iVar2 <= iVar1 && (iVar3 = __wcsnicmp(pwVar
```

```
28  local_10 = param_1;
29  do {
30    pwVar5 = param_1 + local_20;
31    iVar2 = __wcsnicmp(pwVar5,L" ",1);
32    if ((iVar2 == 0) || (local_20 == iVar1)) {
33      if (0x125ae77 < (int)local_c) {
34        return local_8;
35      }
36      iVar2 = __wcsnicmp(pwVar5 + 1,L" ",1);
37      if (iVar2 != 0) {
38        local_14 = local_20 - local_14;
39        if (0x200 < local_14) {
40          local_14 = 0x200;
41        }
42        local_8 = local_8 + 1;
43        FID_conflict:_memcpy(local_c,local_10,local_14 * 2);
44        local_10 = param_1 + local_20 + 1;
45        local_14 = local_20;
46        local_c = local_c + 0x400;
47      }
```

4. コマンド引数

- 引数からスペースを確認し、スペース区切りで文字列を分割する
- 0x400ごとに01255e78にコピー



4. コマンド引数

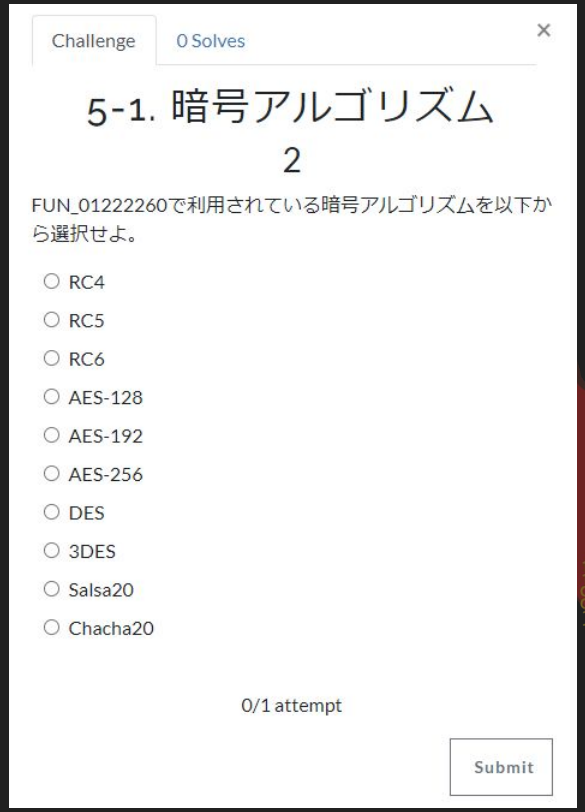
- コピー処理が終わった時点のデータ構造

- 01256278 = 01255e78 + 400 * 1

4. コマンド引数

The Answer is: /c

5-1. 暗号アルゴリズム


Challenge
0 Solves
5-1. 暗号アルゴリズム
2
FUN_01222260で利用されている暗号アルゴリズムを以下から選択せよ。
RC4
RC5
RC6
AES-128
AES-192
AES-256
DES
3DES
Salsa20
Chacha20
0/1 attempt
Submit

5-1. 暗号アルゴリズム

- 第1引数の復号対象の文字列はFUN_01221530に渡される
- 第2引数はグローバル変数をワイド文字列処理した値がコピーされる

```
64    FUN_01222260(s_DB0FF10DC6FB766D236E9700D79F9DC9_012540c8,0x12633d8);
65    FUN_01222260(s_53FC314787A4FB30D338D22E85160DD8_01254048,0x12632d8);
66    FUN_01222260(s_E5F64CF555549224A005C708BED1C6FD_01254088,0x1263358);
67    FUN_01222260(s_7F22BB27CEB4ACDDE2C815731DEC9116_01253f88,0x1263158);
68    FUN_01222260(s_40E69760490067A0BF902C0A4D2F13D7_01253f48,0x12630d8);
69    FUN_01222260(s_CD4433E064599A3C3E2D30E53A534F95_01253fc8,0x12631d8);
70    FUN_01222260(s_7607C5117D9339A2BF192027CD99549F_01254008,0x1263258);
71    FUN_01222260(s_AD3E5B6223BDD1D293E93D6E1EDB2117_01253e88,0x1262398);
72    FUN_01222260(s_25A37CBF05937FD6B57D0C3054E6876E_01253e48,0x1262318);
73    FUN_01222260(s_C9741371FE0E104A7B7C96316CB9A41E_01253ec8,0x1262418);
```

```
2  void __fastcall FUN_01222260(char *param_1,int param_2)
3
4  {
5    WCHAR WVar1;
6    longlong lVar2;
7    int cchWideChar;
8    LPWSTR lpWideCharStr;
9    LPWSTR pWVar3;
10
11   _memset(&DAT_0126bc98,0,0x400);
12   FUN_01221530(param_1);
13   cchWideChar = MultiByteToWideChar(0,1,&DAT_0126bc98,-1,(LPWSTR)0x0,0);
14   if (cchWideChar != 0) {
15     lVar2 = (ulonglong)(cchWideChar + 1) * 2;
16     lpWideCharStr =
17          (LPWSTR)FUN_01230efa(-(uint)((int)((ulonglong)lVar2 >> 0x20) != 0) | (ui
18     MultiByteToWideChar(0,1,&DAT_0126bc98,-1,lpWideCharStr,cchWideChar);
19     lpWideCharStr[cchWideChar] = L'\0';
20     pWVar3 = lpWideCharStr;
21     do {
22       WVar1 = *pWVar3;
23       pWVar3 = pWVar3 + 1;
24       *(WCHAR *)((param_2 - (int)lpWideCharStr) + -2 + (int)pWVar3) = WVar1;
25     } while (WVar1 != L'\0');
26     _free(lpWideCharStr);
```

5-1. 暗号アルゴリズム

- FUN_01221530内ではグローバル変数が参照されている
- 引数のデータを別のFUN_01221900関数で処理している

5-1. 暗号アルゴリズム

- FUN_01221000の固定値とAES:vftableを見つける
  - Rijndael S-box

```
0122100c c7 85 00        MOV        dword ptr [EBP + local_104],0x7b777c63
         ff ff ff
         63 7c 77 7b
01221016 56              PUSH       ESI
01221017 57              PUSH       EDI
01221018 c7 85 04        MOV        dword ptr [EBP + local_100],0xc56f6bf2
         ff ff ff
         f2 6b 6f c5
01221022 c7 03 c4        MOV        dword ptr [EBX],AES::vftable
         ec 24 01
01221028 c7 85 08        MOV        dword ptr [EBP + local_fc],0x2b670130
         ff ff ff
         30 01 67 2b
01221032 c7 85 0c        MOV        dword ptr [EBP + local_f8],0x76abd7fe
         ff ff ff
         fe d7 ab 76
0122103c c7 85 10        MOV        dword ptr [EBP + local_f4],0x7dc982ca
         ff ff ff
         ca 82 c9 7d
01221046 c7 85 14        MOV        dword ptr [EBP + local_f0],0xf04759fa
```

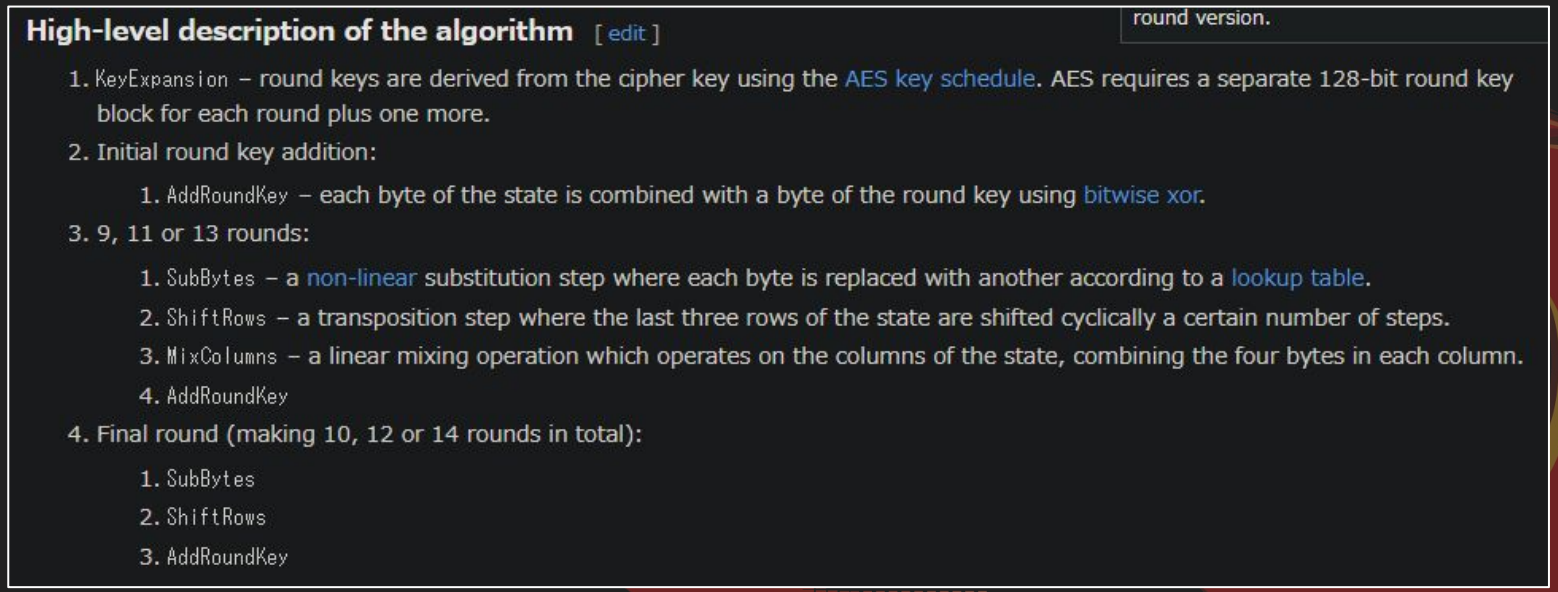
AES S-box

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0a	0b	0c	0d	0e	0f
00	63	7c	77	7b	f2	6b	6f	c5	30	01	67	2b	fe	d7	ab	76
10	ca	82	c9	7d	fa	59	47	f0	ad	d4	a2	af	9c	a4	72	c0
20	b7	fd	93	26	36	3f	f7	cc	34	a5	e5	f1	71	d8	31	15
30	04	c7	23	c3	18	96	05	9a	07	12	80	e2	eb	27	b2	75
40	09	83	2c	1a	1b	6e	5a	a0	52	3b	d6	b3	29	e3	2f	84
50	53	d1	00	ed	20	fc	b1	5b	6a	cb	be	39	4a	4c	58	cf
60	d0	ef	aa	fb	43	4d	33	85	45	f9	02	7f	50	3c	9f	a8
70	51	a3	40	8f	92	9d	38	f5	bc	b6	da	21	10	ff	f3	d2
80	cd	0c	13	ec	5f	97	44	17	c4	a7	7e	3d	64	5d	19	73
90	60	81	4f	dc	22	2a	90	88	46	ee	b8	14	de	5e	0b	db
a0	e0	32	3a	0a	49	06	24	5c	c2	d3	ac	62	91	95	e4	79
b0	e7	c8	37	6d	8d	d5	4e	a9	6c	56	f4	ea	65	7a	ae	08
c0	ba	78	25	2e	1c	a6	b4	c6	e8	dd	74	1f	4b	bd	8b	8a
d0	70	3e	b5	66	48	03	f6	0e	61	35	57	b9	86	c1	1d	9e
e0	e1	f8	98	11	69	d9	8e	94	9b	1e	87	e9	ce	55	28	df
f0	8c	a1	89	0d	bf	e6	42	68	41	99	2d	0f	b0	54	bb	16

The column is determined by the least significant nibble, and the row by the most significant nibble. For example, the value $9a_{16}$ is converted into $b8_{16}$.

5-1. 暗号アルゴリズム

- FUN_01221900のアルゴリズムを調査
  - AESと類似する



round version.

High-level description of the algorithm [edit]

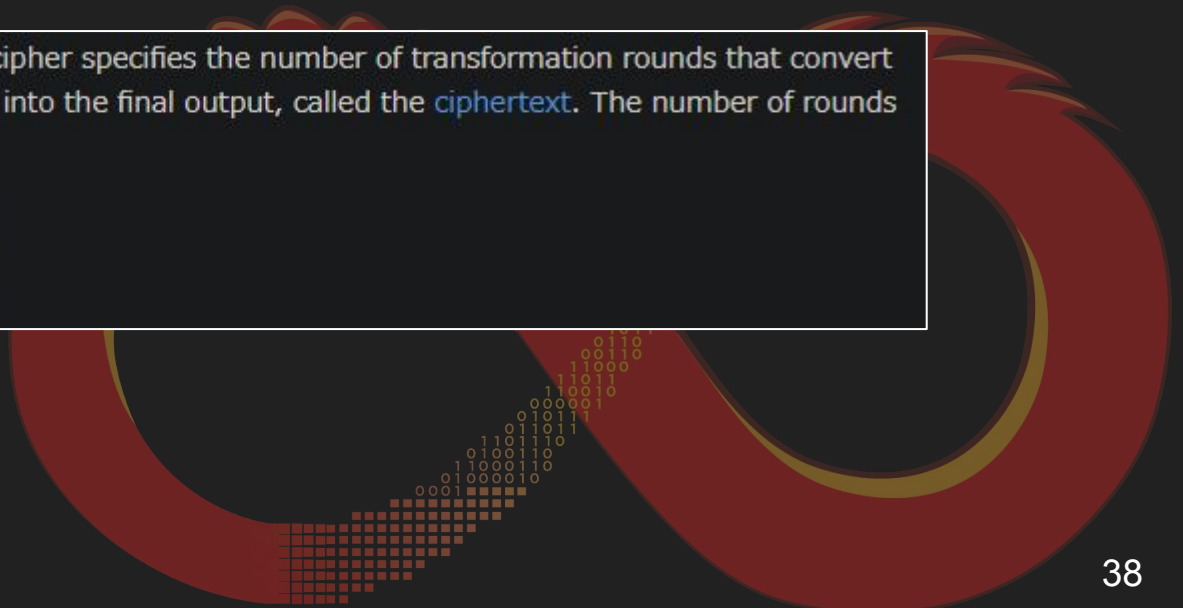
1. KeyExpansion – round keys are derived from the cipher key using the AES key schedule. AES requires a separate 128-bit round key block for each round plus one more.
2. Initial round key addition:
    1. AddRoundKey – each byte of the state is combined with a byte of the round key using bitwise xor.
3. 9, 11 or 13 rounds:
    1. SubBytes – a non-linear substitution step where each byte is replaced with another according to a lookup table.
    2. ShiftRows – a transposition step where the last three rows of the state are shifted cyclically a certain number of steps.
    3. MixColumns – a linear mixing operation which operates on the columns of the state, combining the four bytes in each column.
    4. AddRoundKey
4. Final round (making 10, 12 or 14 rounds in total):
    1. SubBytes
    2. ShiftRows
    3. AddRoundKey

5-1. 暗号アルゴリズム

- AESのビット数は？
  - ラウンド数で決まる

The key size used for an AES cipher specifies the number of transformation rounds that convert the input, called the plaintext, into the final output, called the ciphertext. The number of rounds are as follows:

- 10 rounds for 128-bit keys.
- 12 rounds for 192-bit keys.
- 14 rounds for 256-bit keys.



5-1. 暗号アルゴリズム

- ラウンド数は10

```
42  local_20 = 9;
```

```
73      local_18[iVar8 * 4 + 1] = *(byte *)(local_18[iVar8 * 4 + 1] + 0x104 + (int)this);
74      local_18[iVar8 * 4 + 2] = *(byte *)(local_18[iVar8 * 4 + 2] + 0x104 + (int)this);
75      local_18[iVar8 * 4 + 3] = *(byte *)(local_18[iVar8 * 4 + 3] + 0x104 + (int)this);
76      iVar8 = iVar8 + 1;
77    } while (iVar8 < 4);
78    iVar8 = 0;
79    pbVar7 = local_24;
80    do {
81      local_18[iVar8] = local_18[iVar8] ^ pbVar7[-4];
82      local_18[iVar8 + 4] = local_18[iVar8 + 4] ^ *pbVar7;
83      local_18[iVar8 + 8] = local_18[iVar8 + 8] ^ pbVar7[4];
84      local_18[iVar8 + 0xc] = local_18[iVar8 + 0xc] ^ pbVar7[8];
85      iVar8 = iVar8 + 1;
86      pbVar7 = pbVar7 + 1;
87    } while (iVar8 < 4);
88    if (local_20 != 0) {
89      FUN_01221c60((int)local_18);
90    }
91    local_20 = local_20 + -1;
92    local_24 = local_24 + -0x10;
93  } while (-1 < local_20);
```

5-1. 暗号アルゴリズム

The Answer is: AES-128

5-2. 暗号鍵


Challenge
0 Solves
5-2. 暗号鍵
3
FUN_01222260の暗号化処理で使用される鍵を16進数で答えよ。 解答例:鍵が Keyの場合は4b6579
Flag
Submit

5-2. 暗号鍵

- AESではKeyExpansionで暗号鍵とRijndael S-boxを使って暗号化処理に必要な鍵を生成する

> 1. KeyExpansion – round keys are derived from the cipher key using the AES key schedule. AES requires a separate 128-bit round key block for each round plus one more.

- FUN_01221b10にRijndael S-boxとFUN_01221000の第1引数を渡している

```
265  local_10c = 0x631469e1;
266  local_108 = 0x7d0c2155;
267  puVar2 = local_204;
268  puVar3 = (undefined4 *)((int)this + 0x104);
269  for (iVar1 = 0x40; iVar1 != 0; iVar1 = iVar1 + -1) {
270    *puVar3 = *puVar2;
271    puVar2 = puVar2 + 1;
272    puVar3 = puVar3 + 1;
273  }
274  FUN_01221b10(this,param_1,(int)this + 0x204);
```

5-2. 暗号鍵

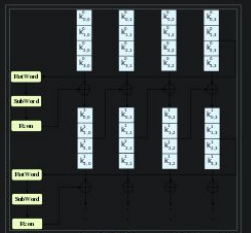
- FUN_01221000はKeyExpansionの処理のよう

```
42    do {
43      if (iVar8 == 0) {
44        bVar7 = *(byte *)((CONCAT11(pbVar1[-0xd],pbVar1[-5]) & 0xff) + 4 + (int)this);
45        bVar6 = *(byte *)(pbVar1[-1] + 4 + (int)this);
46        local_15 = *(byte *)(pbVar1[-0xd] + 4 + (int)this);
47        bVar4 = (&local_15)[local_20] ^ *(byte *)(pbVar1[-9] + 4 + (int)this);
48        pbVar2 = pbVar1;
49      }
50      else {
51        local_15 = pbVar1[iVar8 + 0xb];
52        pbVar2 = pbVar1 + iVar8;
53        bVar4 = pbVar2[-1];
54        bVar7 = pbVar2[3];
55        bVar6 = pbVar2[7];
56      }
57      *pbVar2 = pbVar2[-0x10] ^ bVar4;
58      pbVar2[4] = pbVar2[-0xc] ^ bVar7;
59      bVar4 = pbVar2[-4];
60      pbVar1[iVar8 + 8] = pbVar2[-8] ^ bVar6;
61      pbVar1[iVar8 + 0xc] = bVar4 ^ local_15;
62      iVar8 = iVar8 + 1;
63    } while (iVar8 < 4);
64    local_24 = local_24 + 0x10;
65    local_20 = local_20 + 1;
66  } while (local_24 < 161);
```

The key schedule [edit]

Define:

- N as the length of the key in 32-bit words: 4 words for AES-128, 6 words for AES-192, and 8 words for AES-256
- $K_0, K_1, \ldots K_{N-1}$ as the 32-bit words of the original key
- R as the number of round keys needed: 11 round keys for AES-128, 13 keys for AES-192, and 15 keys for AES-256[note 4]
- $W_0, W_1, \ldots W_{4R-1}$ as the 32-bit words of the expanded key[note 5]



AES key schedule for a 128-bit key.

Also define RotWord as a one-byte left circular shift:[note 6]

$$\mathrm{RotWord}([b_0 \quad b_1 \quad b_2 \quad b_3]) = [b_1 \quad b_2 \quad b_3 \quad b_0]$$

and SubWord as an application of the AES S-box to each of the four bytes of the word:

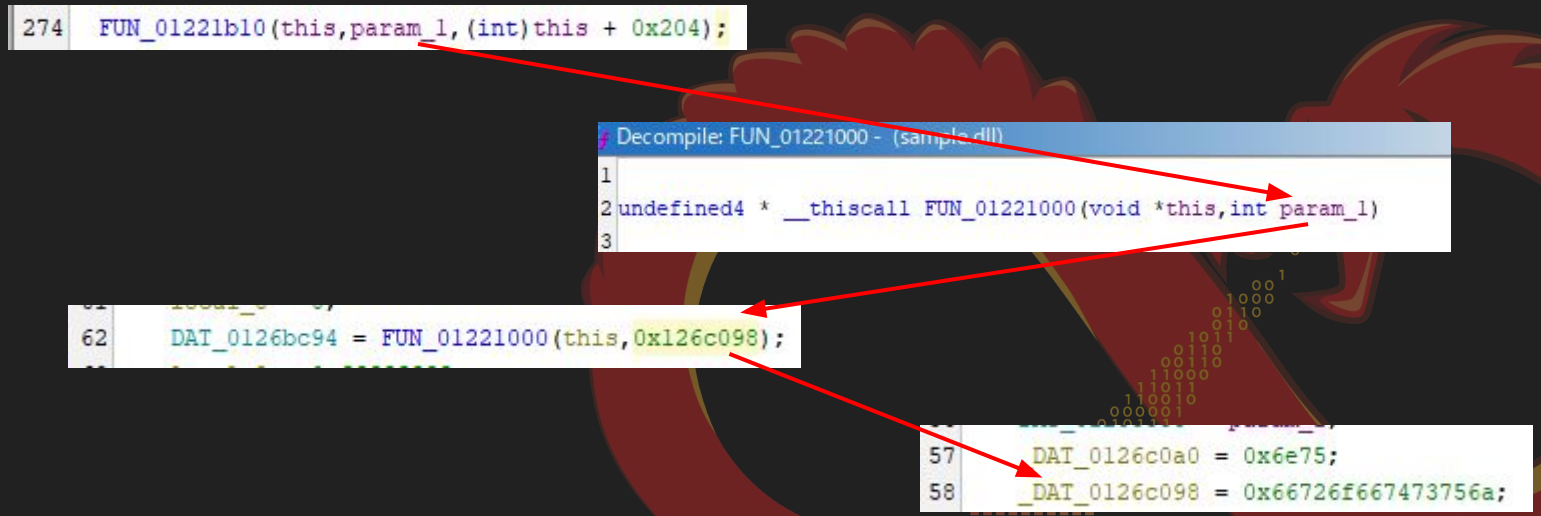
$$\mathrm{SubWord}([b_0 \quad b_1 \quad b_2 \quad b_3]) = [\mathrm{S}(b_0) \quad \mathrm{S}(b_1) \quad \mathrm{S}(b_2) \quad \mathrm{S}(b_3)]$$

Then for $i = 0 \ldots 4R - 1$:

$$W_i = \begin{cases} K_i & \text{if } i < N \\ W_{i-N} \oplus \mathrm{SubWord}(\mathrm{RotWord}(W_{i-1})) \oplus rcon_{i/N} & \text{if } i \geq N \text{ and } i \equiv 0 \pmod N \\ W_{i-N} \oplus \mathrm{SubWord}(W_{i-1}) & \text{if } i \geq N,\ N > 6, \text{ and } i \equiv 4 \pmod N \\ W_{i-N} \oplus W_{i-1} & \text{otherwise.} \end{cases}$$

5-2. 暗号鍵

- FUN_01221000の引数を辿っていく
  - DAT_0126c098にたどり着く



5-2. 暗号鍵

- アセンブリを確認するとDAT_0126c098には文字列"justforfun"が代入されている

```
0122f30a f3 0f 7e        MOVQ        XMM0,qword ptr [s_justforfun_0124ecc8]
         05 c8 ec
         24 01
0122f312 a3 58 55        MOV         [DAT_01255558],EAX
         25 01
0122f317 66 a1 d0        MOV         AX,[s_un_0124ecc8+8]
         ec 24 01
0122f31d 66 a3 a0        MOV         [DAT_0126c0a0],AX
         c0 26 01
0122f323 a0 d2 ec        MOV         AL,[s__0124ecc8+10]
         24 01
0122f328 68 b4 02        PUSH        0x2b4
         00 00
0122f32d 66 0f d6        MOVQ        qword ptr [DAT_0126c098],XMM0
```

```
                         s_justforfun_0124ecc8
0124ecc8 6a 75 73        ds          "justforfun"
         74 66 6f
```

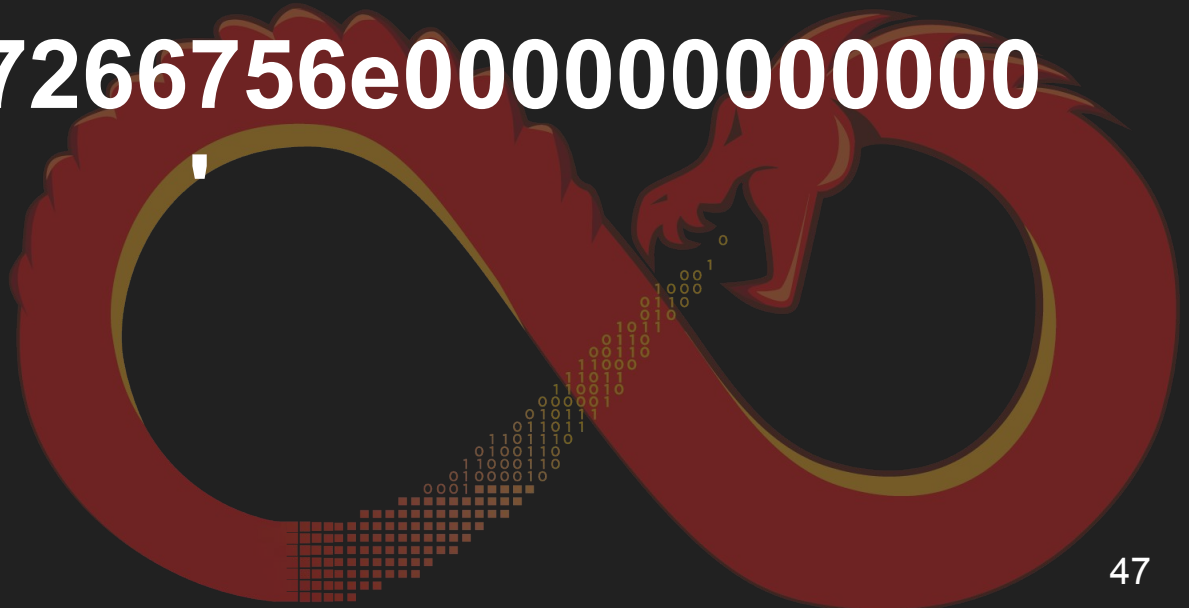
5-2. 暗号鍵

- AES-128の鍵長は16バイト(128bit/8bit)なので鍵をヌルで拡張
  - ’justforfun¥x00¥x00¥x00¥x00¥x00¥x00’
- 指定の形式に変換

```
>>> key =
b'justforfun\x00\x00\x00\x00\x00\x00'
>>> key.hex()
'6a757374666f7266756e000000000000'
```

5-2. 暗号鍵

The Answer is:
6a757374666f7266756e000000000000
'



5-3. 復号スクリプト作成

5-3. 復号スクリプト作成

- 5-1と5-2を基に作成

```
from Crypto.Cipher import AES
key = b’justforfun\x00\x00\x00\x00\x00\x00’
decipher =  AES.new(key=key, mode=AES.MODE_ECB)
decipher.decrypt(bytes.fromhex("0469cb2edc87cd0557c85273c710cc0e3142
a9050eb5ca0618749c05aa57c2491b6ff98ed3cc6cc1e5f09d1a23129e0c"))
```

```
>>> decipher.decrypt(bytes.fromhex("0469cb2edc87cd0557c85273c710cc0e314
2a9050eb5ca0618749c05aa57c2491b6ff98ed3cc6cc1e5f09d1a23129e0c"))
b'AES-ECB_is_the_most_basic_of_block_cipher_modes!'
```

5-3. 復号スクリプト作成

The Answer is:
AES-ECB_is_the_most_basic_of_blo
ck_cipher_modes!

6-1. コンフィグ


Challenge
0 Solves
6-1 コンフィグ1
3
FUN_01223270はコンフィグを復号する関数である。この関数によって復号されるコンフィグデータの先頭8バイトを答えよ 解答例: 000102030A0B0C0D
0/2 attempts
Flag
Submit

6-1. コンフィグ1

- デコンパイルでは_Source+4表記
  - _Sourceはundefined4 *型(4バイト)なので4*4で0x10
- Listing Viewで値を確認
  - EDI + 0x10を参照している

```
96  local_8 = 0xffffffff;
97  _Size = FUN_01223270(this,_Source + 4,(int *)&local_74,(int)local_28,unaff_ESI);
98  _Dst = (byte *)FUN_01230efa(_Size);
```

```
01223762 ff 75 dc        PUSH        dword ptr [EBP + local_28]
01223765 8d 47 10        LEA         EAX,[EDI + 0x10]
01223768 51              PUSH        ECX
01223769 50              PUSH        EAX
0122376a 8b ca           MOV         ECX,EDX
0122376c e8 ff fa        CALL        FUN_01223270
         ff ff
```

6-1. コンフィグ1

- EDIの値をたどるとlocal_70のデータを参照している
  - local_70+0x10バイトからが復号対象のデータ
  - リトルエンディアンなのでデータの順番に注意

```
01223698 0f 10 45 94     MOVUPS    XMM0,xmmword ptr [EBP + local_70[0]]
0122369c 8b f8           MOV       EDI,EAX
0122369e 8b 45 d4        MOV       EAX,dword ptr [EBP + local_30]
012236a1 6a 08           PUSH      0x8
012236a3 57              PUSH      EDI
012236a4 89 7d 8c        MOV       dword ptr [EBP + local_78],EDI
012236a7 0f 11 07        MOVUPS    xmmword ptr [EDI],XMM0
```

```
0122361c c7 45 94        MOV       dword ptr [EBP + local_70[0]],0x30303030
         30 30 30 30
01223623 c7 45 98        MOV       dword ptr [EBP + local_70[4]],0x32343030
         30 30 34 32
0122362a c7 45 9c        MOV       dword ptr [EBP + local_70[8]],0x30303030
         30 30 30 30
01223631 c7 45 a0        MOV       dword ptr [EBP + local_70[12]],0x34333030
         30 30 33 34
01223638 c7 45 a4        MOV       dword ptr [EBP + local_60[0]],0x23060c80
         80 0c 06 23
0122363f c7 45 a8        MOV       dword ptr [EBP + local_60[4]],0x6ad09821
         21 98 d0 6a
01223646 c7 45 ac        MOV       dword ptr [EBP + local_60[8]],0x78e1b36
         36 1b 8e 07
0122364d c7 45 b0        MOV       dword ptr [EBP + local_60[12]],0xe050d020
         20 d0 50 e0
01223654 c7 45 b4        MOV       dword ptr [EBP + local_50[0]],0xc192e6a
         6a 2e 19 0c
0122365b c7 45 b8        MOV       dword ptr [EBP + local_50[4]],0xa0e12207
         07 22 e1 a0
01223662 c7 45 bc        MOV       dword ptr [EBP + local_50[8]],0x1a315ccc
         cc 5c 31 1a
01223669 c7 45 c0        MOV       dword ptr [EBP + local_50[12]],0x883a10c
         0c a1 83 08
```

6-1. コンフィグ1

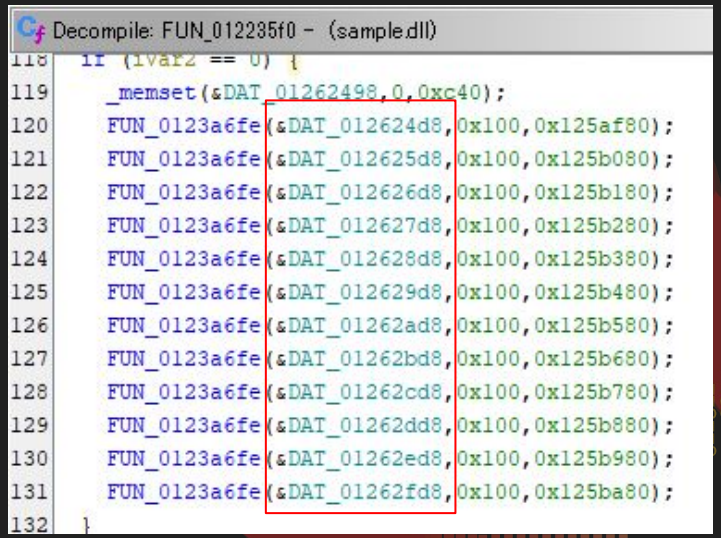
The Answer is: 800C06232198D06A

6-2. コンフィグ2


Challenge
0 Solves
6-2. コンフィグ2
3
このマルウェアには認証が設定されており、コマンド分岐処理の関数呼び出し前にコンフィグの保持したパスワードを利用する。FUN_012235f0で呼び出されるFUN_0123a6feが復号したコンフィグをグローバル変数にコピーする処理である。パスワードが保存されるグローバル変数のアドレスを答えよ。 解答例 DAT_01200000だと01200000
0/2 attempts
Flag
Submit

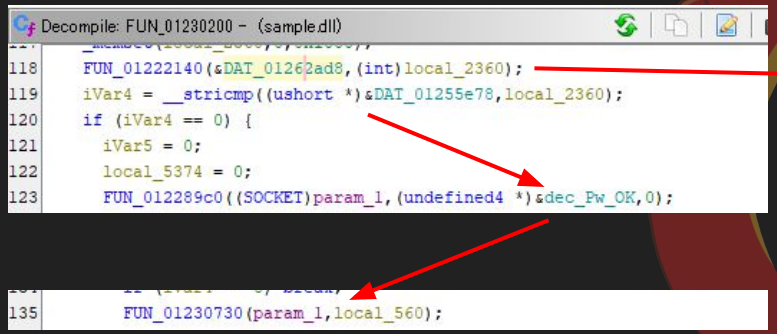
6-2. コンフィグ2

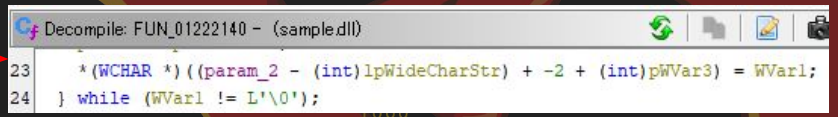
- FUN_0123a6feの呼び出しを探すと候補が12個見つかる



6-2. コンフィグ2

- 1. コマンド分岐で参照したFUN_01230730の呼び出し元を確認する
- 認証確認と思われる処理がある
  - _stricmpの引数
    - 4. コマンド引数の解答で示したアドレス
    - FUN_01222140でDAT_01262ad8からコピーされた文字列（local_2360）





6-2. コンフィグ2

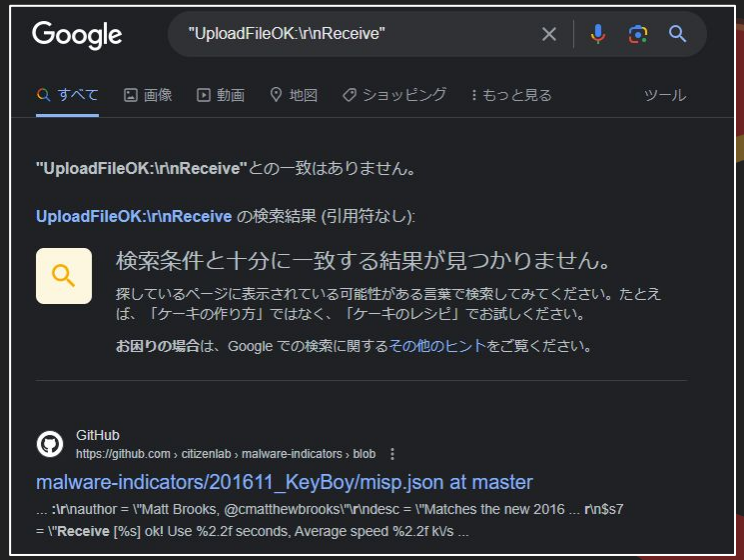
The Answer is: 01262ad8

7. ファミリ名


Challenge
0 Solves
7. ファミリ名
3
これまでの分析結果から、マルウェアファミリの名称を答えよ。
0/2 attempts
Flag
Submit

7. ファミリ名

- エラー出力文字列をGoogle検索
  - KeyBoyのIoCやYARAルールがヒット



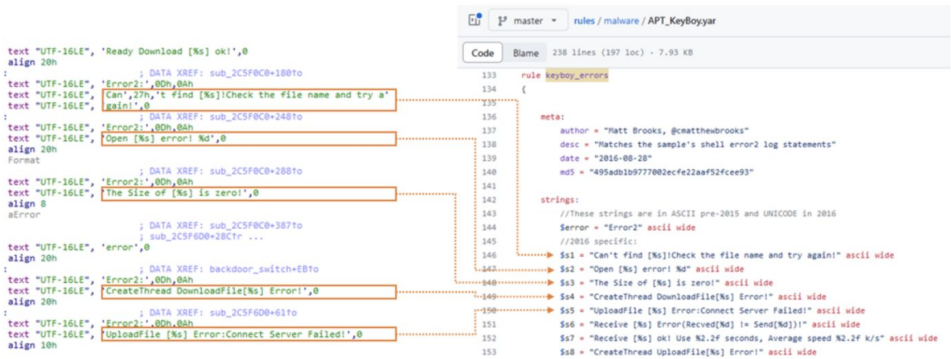

```
strings:
    //These strings are in ASCII pre-2015 and UNICODE in 2016
    $error = "Error2" ascii wide
    //2016 specific:
    $s1 = "Can't find [%s]!Check the file name and try again!" ascii wide
    $s2 = "Open [%s] error! %d" ascii wide
    $s3 = "The Size of [%s] is zero!" ascii wide
    $s4 = "CreateThread DownloadFile[%s] Error!" ascii wide
    $s5 = "UploadFile [%s] Error:Connect Server Failed!" ascii wide
    $s6 = "Receive [%s] Error(Recved[%d] != Send[%d])!" ascii wide
    $s7 = "Receive [%s] ok! Use %2.2f seconds, Average speed %2.2f k/s" ascii wide
    $s8 = "CreateThread UploadFile[%s] Error!" ascii wide
    //Pre-2016:
    $s9 = "Ready Download [%s] ok!" ascii wide
    $s10 = "Get ControlInfo from FileClient error!" ascii wide
    $s11 = "FileClient has a error!" ascii wide
    $s12 = "VirtualAlloc SendBuff Error(%d)" ascii wide
    $s13 = "ReadFile [%s] Error(%d)..." ascii wide
    $s14 = "ReadFile [%s] Data[Readed(%d) != FileSize(%d)] Error..." ascii wide
    $s15 = "CreateThread DownloadFile[%s] Error!" ascii wide
    $s16 = "RecvData MyRecv_Info Size Error!" ascii wide
    $s17 = "RecvData MyRecv_Info Tag Error!" ascii wide
    $s18 = "SendData szControlInfo_1 Error!" ascii wide
    $s19 = "SendData szControlInfo_3 Error!" ascii wide
    $s20 = "VirtualAlloc RecvBuff Error(%d)" ascii wide
    $s21 = "RecvData Error!" ascii wide
    $s22 = "WriteFile [%s} Error(%d)..." ascii wide

condition:
    //MZ header  //PE signature
```

7. ファミリ名

- さらに調査するとKeyBoyの亜種EntryShellとわかる

まずはEntryShell 内に埋め込まれている文字列を分析してみます。いくつかエラーメッセージを示すような特徴的な文字列が目に留まります。これらの文字列を元に検索してみると、github上に公開されている2016年に作成されたKeyBoyを検知する為のYaraルールが見つかりました。

rules/malware/APT_KeyBoy.yar at master · Yara-Rules/rules · GitHub



2023年5月に発見したEntryShellにあった特徴的なエラーメッセージ

2016年8月に作成されたKeyBoyのYaraルール

図3. 特徴的なエラーメッセージを示す文字列とKeyBoyを検知するためのYaraルールとの比較

https://www.virusbulletin.com/conference/vb2023/abstracts/unveiling-activities-tropic-trooper-2023-deep-analysis-xiangoop-loader-and-entryshell-payload/

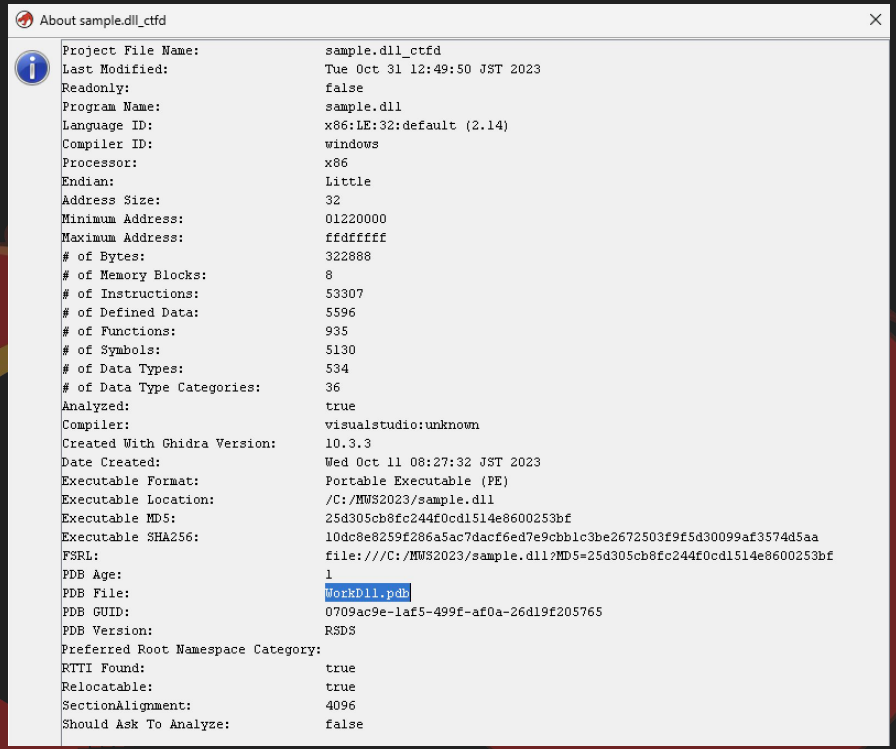
https://www.macnica.co.jp/business/security/security-reports/pdf/cyberespionage_report_2022.pdf

https://blog.itochuci.co.jp/entry/2023/10/06/003000

7. ファミリ名(回答チームからフィードバック)

- PDBもヒントに！
  - マルウェアアナリスト4人で作問したのに抜けていた･･･😇

```
                        dw          0h
                        ************************************************************
                        * Export Library Name                                      *
                        ************************************************************
e2 57 6f 72             ds          "WorkDll.dll"
   6b 44 6c
   6c 2e 64 ...
```



7. ファミリ名

The Answer is:
EntryShell or Keyboy

解答まとめ

1. コマンド分岐 FUN_01230730 内で、マルウェアに実装されているコマンド数を答えよ	11
2. コマンド解析1: FUN_0122db40の挙動を以下から選択せよ	システム情報の取得
3. コマンド処理2: FUN_01230730 を読み、指定したファイルを実行するコマンドに関連する処理が開始するアドレスを解答せよ	01230871
4. コマンド引数 FUN_01229310の終了時のアドレス01230781時点で01256278に格納されている文字列を答えよ	/c
5-1. 暗号アルゴリズム FUN_01222260で利用されている暗号アルゴリズムを以下から選択せよ	AES-128
5-2. 暗号鍵: FUN_01222260の暗号化処理で使用される鍵を16進数で答えよ	67573746667266756e000000000000
5-3. 復号スクリプト作成 FUN_0122f250 の一連の処理を読み、FUN_01222260 の処理で以下の文字列を復号した文字列は何になるか答えよ	AES-ECB_is_the_most_basic_of_block_cipher_modes!
6-1 コンフィグ1: FUN_01223270はコンフィグを復号する関数である。この関数によって復号されるコンフィグデータの先頭バイトを答えよ	800C06232198D06A
6-2. コンフィグ2: パスワードが保存されるグローバル変数のアドレスを答えよ	01262ad8
7. ファミリ名: これまでの分析結果から、マルウェアファミリの名称を答えよ	KeyBoy or EntryShell

ご協力お願いします

- 来年度以降の継続のためにもみなさんのフィードバックが重要です！