ipTIME 검색기 패킷 복호화 분석

작성자	xiaofo
작성일	2016.12.10
이메일	xiaofo09@gmail.com

Contents

서론

IoT 장비의 스캔을 위해서는 핑거프린팅(fingerprinting)이 반드시 이루어져야 한다. 즉, 해당 장비의 제조사(vendor), 모델명, 펌웨어(firmware) 버전이 반드시 먼저 파악되어야 한다. ipTIME 장비에 대한 핑거프린팅을 연구하던 도중 우연히 오래 전 사용해보았던 ipTIME 검색기 프로그램이 떠올랐다. 이 프로그램은 ipTIME 장비의 제조사인 EFM Networks에서 공식적으로 배포하는 프로그램이며 내부 네트워크에 ipTIME 장비가 존재할 경우 장비 각각의 모델명과 펌웨어 버전을 알려준다. 이를 통해서 최소한 내부 네트워크 에서는 ipTIME 장비를 해당 장비의 관리자 권한 없이도 정보를 획득할 수 있다는 사실을 알 수 있으며 반드시 그 방법이 존재하기 때문에 ipTIME 검색기 프로그램을 역공학(reverse engineering) 후 문서를 작성하게 되었다.

본론

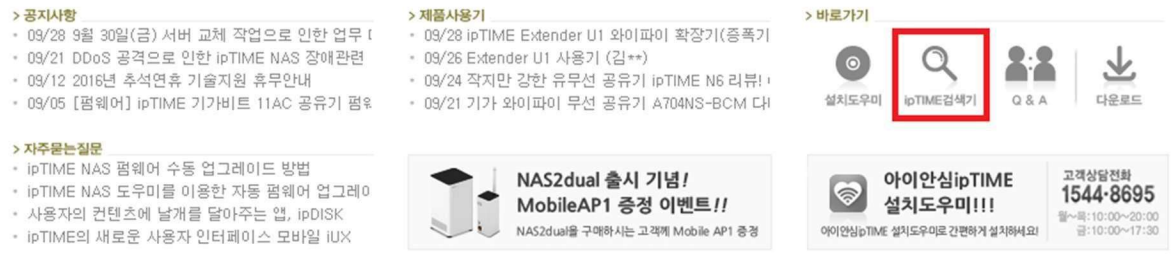


그림 1. ipTIME 장비사의 홈페이지에 접속하면 프로그램을 다운로드 받을 수 있다.

검색기가 표시해주는 정보를 얻기 위해서는 검색기가 ipTIME 공유기와 어떤 정보를 교환하는지 먼저 파악해야 한다. 따라서 와이어샤크를 이용하여 어떤 패킷이 전송되는지 관찰해 보았다.

1	0.000000	Vmware_56:35:fc	Broadcast	0x887e	60 Ethernet II
2	0.010050	EfmNetwo_f4:27:90	Vmware_56:35:fc	0x887e	249 Ethernet II
3	2.945425	Vmware_56:35:fc	Broadcast	0x887e	60 Ethernet II
4	2.955021	EfmNetwo_f4:27:90	Vmware_56:35:fc	0x887e	60 Ethernet II

그림 2. 검색기와 공유기 사이에서 교환된 패킷

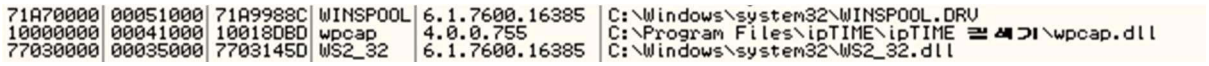
네 개의 패킷이 교환되었다. 첫 번째와 세 번째 패킷은 검색기가 장비 검색을 위하여 쿼리 패킷을 브로드캐스팅 한 것이며 두 번째와 네 번째 패킷은 공유기로부터 검색기로 응답 패킷이 전송된 것이다. 실제로는 검색기를 실행하면 수많은 패킷들이 교환되지만 검색기의 패킷 복호화 동작

을 완벽히 분석하기 전에는 그림 2의 이더넷 패킷 상에 실질적인 장비 정보가 존재하는지 모르고 쓸모 없는 여러 패킷들을 분석 했었다. 현재는 분석이 완전히 끝난 상황이므로 그림 2는 이더넷 패킷만을 캡쳐하기 위해 캡쳐 필터를 사용하여 패킷을 덤프한 것임을 염두해 두길 바란다. 이더넷 프로토콜 타입이 0x887e로 지정되었는데, 이 타입은 공식적으로 명시되지 않는 비공식적인 타입이다. 즉, EFM Networks 사에서 정의한 프로토콜 타입이다. 아래는 검색기의 실행 결과이다.

그림 3, 4. 검색기 수행 결과 화면

그림 3에서 본인이 사용중인 공유기가 탐색되었다. 모델명은 나와있듯이 ipTIME N104Q이며, 클릭하면 그림 4와 같은 화면이 나온다. 제품명, IP주소, DHCP서버, 펌웨어, MAC주소 정보가 나오며 오른쪽에는 장비의 설정 웹 그리고 펌웨어를 업그레이드 할 수 있도록 기능이 마련되어 있다. 우리는 여기서 필요한 정보인 제품명, 펌웨어만 획득하면 된다. 제조사는 당연히 EFM Networks이다.

검색기를 역공학하여 패킷을 분석하기 위해서는 프로그램 내에서 패킷이 캡쳐되는 부분부터 살펴보아야 한다. 디버거로 검색기에서 사용하는 라이브러리를 살펴보니 pcap 라이브러리를 사용하고 있었다. 따라서 pcap_next() 함수 또는 pcap_next_ex() 함수가 호출되는 부분을 중심적으로 살펴보아야 한다. 요컨대, 위에서 보았듯이 교환되는 패킷의 이더넷 패킷 프로토콜은 0x887e이다. 그렇다면 pcap_next() 또는 pcap_next_ex() 함수를 사용하여 잡은 패킷의 이더넷 프로토콜을 네트워크 바이트에서 호스트 바이트로 변환해주는 ntohs() 함수를 사용하여 0x887e와 비교하는 부분도 존재할 것이다. 즉 패킷을 캡쳐한 후에 ntohs() 함수를 사용하는 부분을 가장 먼저 살펴보아야 할 것이다.



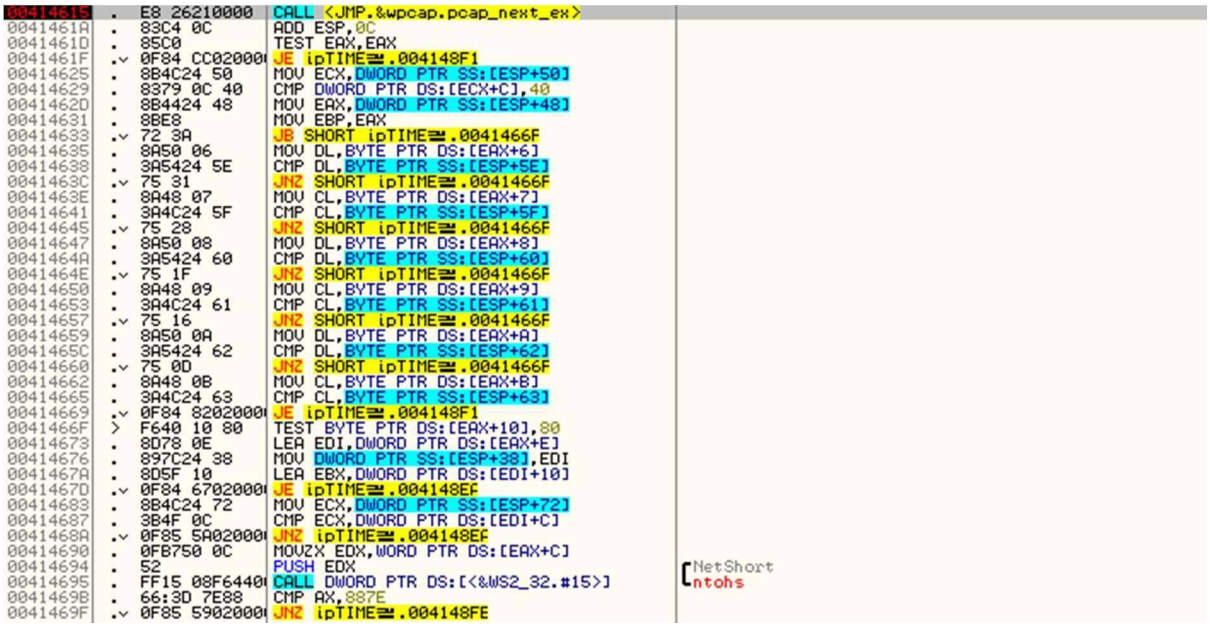


그림 5, 6. pcap 라이브러리 임포트 확인 및 0x887E 프로토콜 비교

캡쳐된 패킷의 프로토콜이 0x887E가 맞다면 패킷 복호화 작업이 수행된다. 패킷 복호화 작업은 함수 단위로 본다면 아래와 같은 순서로 진행된다.

```
func_004151F0()
   func_00404B00()
      func_004049E0()
      func_00404840()
         func_004046E0()
            func_00404630()
         func_00404740()
```

func_004151F0() 함수에 진입하여 복호화가 시작되며 func_00404740() 함수를 통해 완전한 복호화가 이루어진다. 그런데 패킷 복호화에 직접적으로 연관된 함수를 빨간 함수들이다. 모든 함수들을 일일이 살펴보기에는 너무 많기도 하며 분석에 필요 없는 정보들이 대부분이므로 빨간 함수들만을 하나씩 살펴보며 어떠한 작업을 수행하는지 각 함수의 동작을 분석해보도록 한다. 그리고 검색기에 의해 분석되는 현재 공유기는 ipTIME N104Q 이다.

```
004049E0  $  51            PUSH ECX
004049E1  .  53            PUSH EBX
004049E2  .  8B5C24 10     MOV EBX,DWORD PTR SS:[ESP+10]
004049E6  .  55            PUSH EBP
004049E7  .  56            PUSH ESI
004049E8  .  8B7424 14     MOV ESI,DWORD PTR SS:[ESP+14]
004049EC  .  8BC6          MOV EAX,ESI
004049EE  .  57            PUSH EDI
004049EF  .  8D50 01    1  LEA EDX,DWORD PTR DS:[EAX+1]
004049F2  >  8A08          MOV CL,BYTE PTR DS:[EAX]
004049F4  .  83C0 01       ADD EAX,1
004049F7  .  84C9          TEST CL,CL
004049F9  .^ 75 F7         JNZ SHORT ipTIME콜.004049F2
004049FB  .  2BC2          SUB EAX,EDX                  EAX = length of "topofworld"
004049FD  .  8BF8          MOV EDI,EAX                  EDI = length of "topofworld"
004049FF  .  8BC3          MOV EAX,EBX                  EAX = address of packet + 30
00404A01  .  8D50 01    2  LEA EDX,DWORD PTR DS:[EAX+1]
00404A04  >  8A08          MOV CL,BYTE PTR DS:[EAX]     CL = byte of packet
00404A06  .  83C0 01       ADD EAX,1
00404A09  .  84C9          TEST CL,CL
00404A0B  .^ 75 F7         JNZ SHORT ipTIME콜.00404A04
00404A0D  .  2BC2          SUB EAX,EDX                  EAX = length of ether packet?
00404A0F  .  33C9          XOR ECX,ECX                  ECX = 0
00404A11  .  85FF          TEST EDI,EDI
00404A13  .  8BE8          MOV EBP,EAX
```

그림 7. func_004049E0() 함수의 첫 번째 부분

함수에 진입을 하면 "topofworld" 문자열의 길이를 계산한다. (1) 그리고 받아온 패킷 + 30 바이트 번째 부터의 길이도 계산한다. (2) 그런데 패킷의 길이를 계산할 때 초기화되지 않은 힙의 영역인 0xBAADF00D 까지 모두 포함시켜 NULL이 나올 때 까지 계산하는 문제가 있다. 그러나 분석 결과에 의하면 이 함수에서 수행하는 동작은 사실 패킷 복호화 작업에 아무 영향을 미치지 않기 때문에 별 의미가 없다.

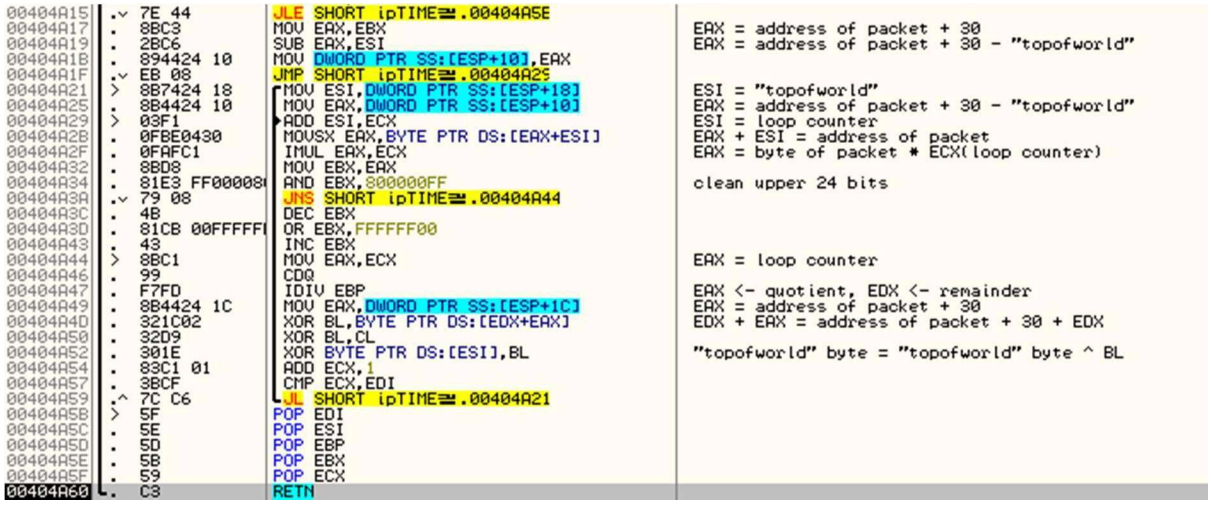


그림 8. func_004049E0() 함수의 두 번째 부분

"topofworld" 문자열이 위의 루프 과정을 거쳐 스스로 암호화된다. 게다가 자세히 보면 알겠지만 이 루프는 "topofworld" 길이만큼 수행된다. 즉 10번 수행된다. 루프 동작을 정리하면 다음과 같다. 패킷 + 30 바이트 + 루프 카운터(ECX) 주소의 한 바이트를 가져와 루프 카운터와 곱한다.(A) 그리고 하위 1바이트 만을 남기고 상위 3바이트는 제거한다. 그 후 EAX에 루프 카운터 값을 넣고 EBP(위에서 계산한 패킷의 길이)로 IDIV 연산을 수행한다. CDQ 연산을 수행 하였으므로 몫은 EAX에 나머지는 EDX에 대입된다. 패킷 길이는 10보다 무조건 클 수 밖에 없다. 따라서 EAX에는 무조건 0, EDX에는 루프 카운터 값이 대입된다. IDIV 연산을 수행한 뒤에 패킷 + 30 바이트 + EDX 주소의 값을 위에서 언급한 값(A)과 XOR 연산한다. 또 이 값을 루프 카운터 값과 XOR 연산하고 최종적으로 "topofworld" + 루프 카운터 값 주소의 자리에 결과 바이트를 덮어씌운다. 그런데 실제로 이 함수에서 수행하는 동작 모두는 보다시피 패킷에 종속적이지 않으며 그림 7을 분석할 때 언급 하였듯이 복호화 과정에 아무런 영향을 미치지 않는다.

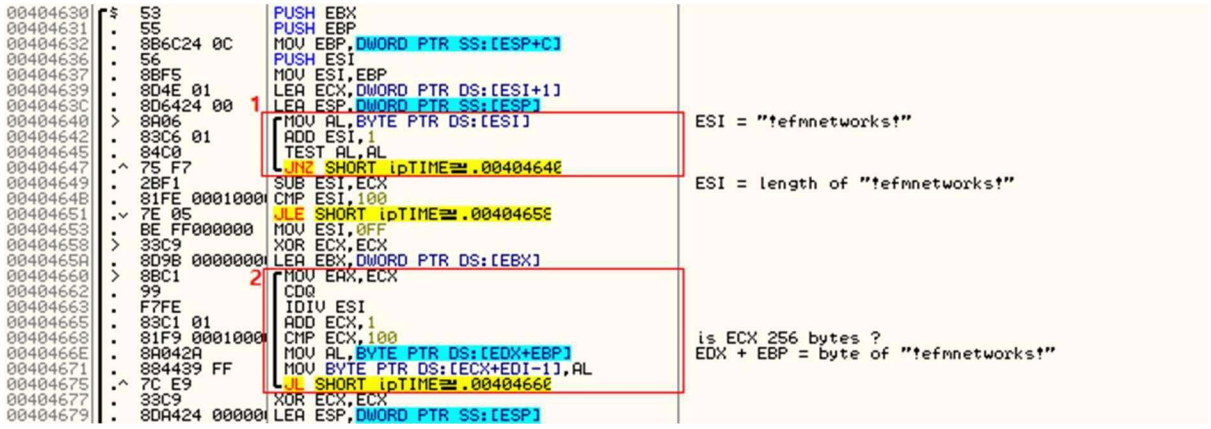


그림 9. func_00404630()의 첫 번째 부분

"!efmnetworks!" 문자열의 길이를 계산한다. (1) 그리고 "!efmnetworks" 문자열을 메모리에 256 바이트 만큼 채운다. (2) 즉 아래와 같이 채워진다.

그림 10. "!efmnetworks!"로 256바이트 채워진 메모리

위의 "topofworld" 문자열과 맞춰보면 EFM Networks사는 세계의 기업을 지향하는 것으로 보인다.

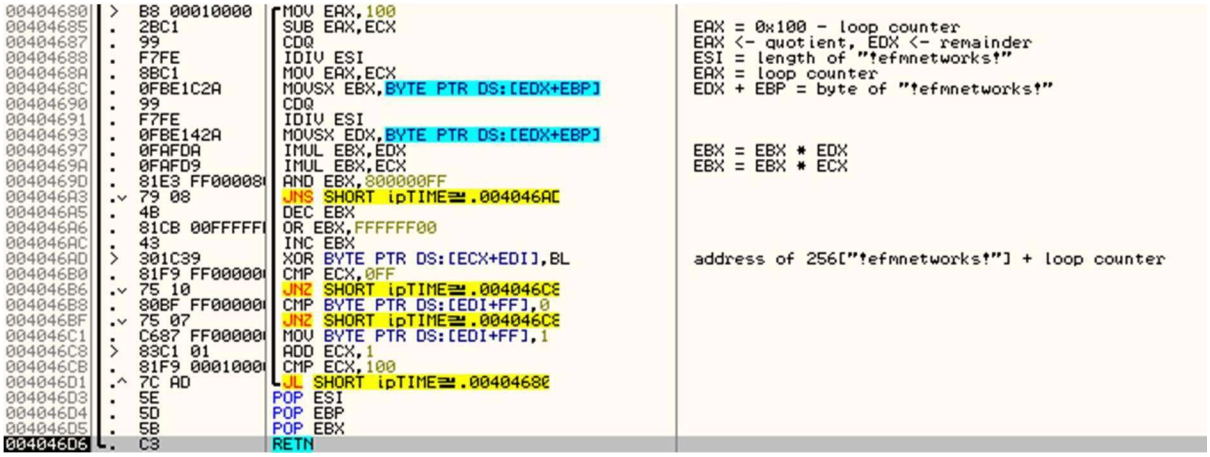


그림 11. func_00404630()의 두 번째 부분

func_004049E0() 함수에서는 "topofworld" 문자열 자체를 암호화 했지만 func_00404730() 함수에서는 "!efmnetworks!"가 256 바이트 채워져 있는 메모리를 암호화한다. 이제 루프의 동작을 살펴보자. 먼저 EAX에 0x100(256)을 대입하고 루프 카운트 값을 뺀다. 그리고 ESI("!efmnetworks!"의 길이)를 제수로 IDIV연산을 수행한다. 그 후, EAX에는 ECX(루프 카운터)를 대입하고 EDX(나머지)를 인덱스로 하여 "!efmnetworks!"의 한 바이트를 EBX에 저장한다.

다시 'IDIV ESI' 연산을 수행하여 위와 같이 "!efmnetworks!" 문자열의 주소 + EDX 의 바이트를 EDX에 저장한다. 이제 곱셈 연산을 수행한다. "!efmnetworks!" 문자열에서 EDX를 인덱스로 하여 얻어냈던 EBX와 EDX를 곱하여 다시 EBX에 저장한다. 그리고 루프 카운터인 ECX와 EBX를 다시 곱하여 EBX에 저장 후 "!efmnetworks!"가 256 바이트만큼 채워져 있는 메모리의 시작 부분부터 차례로 EBX의 하위 1바이트씩 XOR 연산한다.

그림 12. "!efmnetworks!"가 256 바이트만큼 채워진 뒤 변환된 메모리

이 256 바이트 메모리는 현재 상태에서 조작과정을 더 거치지만 후에 복호화 과정에서 중요하게 사용된다. 그런데 최종적으로 변환되는 메모리의 상태가 패킷의 값과 독립적이어서 처음부터 신경 쓸 필요는 없었다.

그림 13. 최종적으로 변환된 256 바이트의 메모리

그림 13은 함수 외부에서 여러 과정을 거쳐 최종적으로 변환된 메모리의 덤프이다. 그런데 위에

서 언급했듯이 패킷의 값과는 무관하므로 어떠한 공유기가 검색이 되든 위의 메모리 값은 항상 동일하게 변환된다. 이제부터 이 메모리 값이 복호화에 어떻게 활용이 되는지 살펴본다.

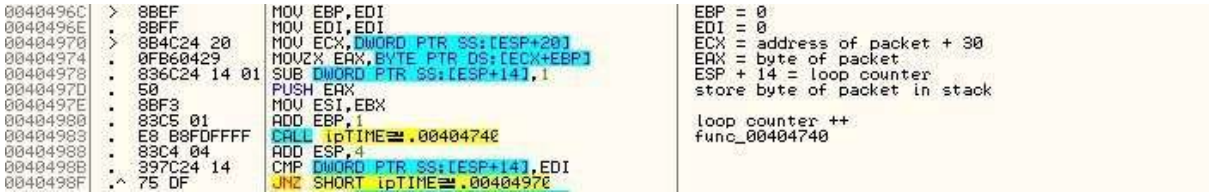


그림 14. func_00404740() 함수 호출을 둘러싼 부분 1

func_00404740() 함수로 진입하기 전에 수행되는 부분이다. 이 루프는 10번 수행이 되는데 지금부터 패킷의 값과 직접적으로 연관이 된다. 패킷 주소 + 30 바이트 부분부터 10 개의 값과 위에서 살펴본 256 바이트 메모리(이하 XOR 키패드)가 조작된다. 그런데 패킷 주소 + 30 바이트 부분부터 10 개의 값은 ipTIME 장비와 관계 없이 동일하다. 실제로 여러 공유기로 실험을 해보았으며 분석 결과에 의하면 만약 이 10 개의 값이 다른 것이 존재한다면 정상적으로 복호화가 될 수 없었다. 그 10 개의 값은 아래와 같다.

```
0x16, 0x66, 0xEE, 0x2D, 0x5F , 0xB5, 0xA8, 0xAC, 0x95, 0x43
```

위의 값이 func_00404740()에 의해 하나씩 처리되며 XOR 키패드를 조작한다. 이 10 개의 값을 거치고 나면 실제 장비와 연관되어 암호화된 정보들이 복호화된다. 아래에는 최종 XOR 키패드이다. 여태까지 패킷의 값에 따라 종속적인 부분이 하나도 없었기 때문에 최종 XOR 키패드의 메모리를 덤프하여 복호화에 바로 사용할 수 있다.

그림 15. 최종 XOR 키패드의 메모리

파이썬을 사용하여 복호화 스크립트를 작성할 때 위의 최종 XOR 키패드를 그대로 사용할 수 있다.

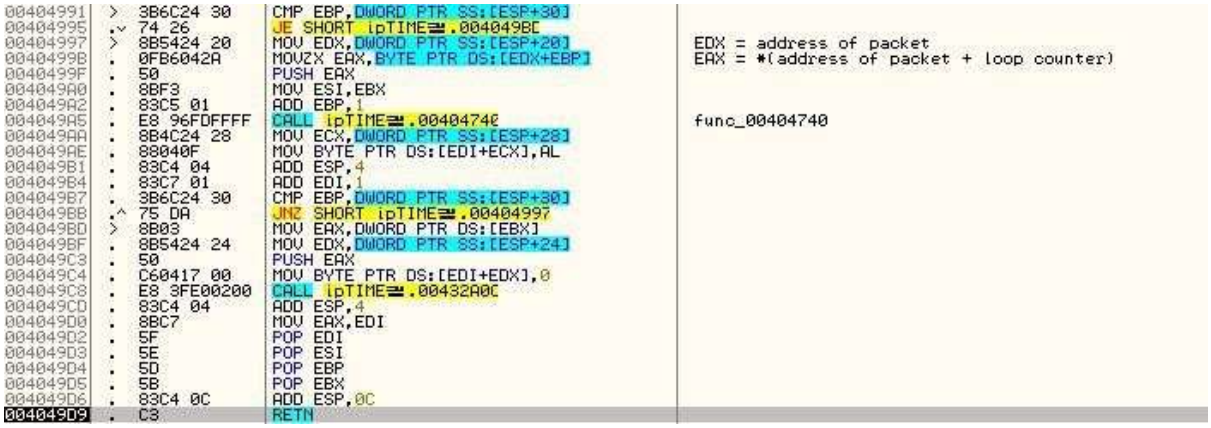


그림 16. func_00404740() 함수 호출을 둘러싼 부분 2

func_00404740() 함수 호출 부분을 둘러싼 두 번째 부분이다. 루프는 패킷 크기 - 30 번만큼 수행된다. 30이 감소된 이유는 패킷 주소 + 30 바이트부터 프로그램 내에서 복호화에 사용됐기 때문이다. 아래는 func_00404740() 함수의 동작을 정리한 것이다.

```
# 초기 값
* AL = 0x0A
* BYTE[ESI + 5] = 0x93
```

1-36 과정을 받아온 패킷 사이즈 - 30만큼 루프 수행.
(source and destination mac address, type, 분석이 필요 없는 10 바이트 부분이 30바이트)

1. AL = BYTE[ESI + 4] ; AL = 루프 카운터 값
2. ECX = DWORD[ESI] ; ECX = XOR 키패드 주소
3. BL = BYTE[ESP + 10] ; BL = 패킷 바이트
4. EDI = AL ; EDI = 루프 카운터 값
5. DL = BYTE[ECX + EDI] ; DL = *(XOR 키패드 주소 + 루프 카운터 값)
6. EAX = EDI + 0x7B ; EAX = 루프 카운터 값 + 0x7B
7. EAX = EAX & 0x800000FF ; EAX의 하위 1바이트를 남기고 클리어
8. AL = BYTE[ECX + EAX] ; AL = *(XOR 키패드 주소 + (루프 카운터 값 + 0x7B))
9. EBP = DL ; EBP = *(XOR 키패드 주소 + 루프 카운터 값)
10. AL = AL ^ BYTE[ECX + EBP] ; AL = AL ^ *(XOR 키패드 주소 + *(XOR 키패드 주소 + 루프 카운터 값))
11. AL = AL ^ DL ; AL = AL ^ *(XOR 키패드 주소 + 루프 카운터 값)
12. AL = AL ^ BL ; AL = AL ^ 패킷 바이트
13. AL = AL ^ BYTE[ESI + 5] ; AL = AL ^ 다른 키 값

AL은 복호화된 문자

14. EBX = BYTE[ESI + 5] ; EBX = 다른 키 값
15. EDX = AL ; EDX = 복호화된 문자(AL)
16. EDX = EDX + EBX ; EDX = 복호화된 문자(EDX) + 다른 키 값(EBX)
17. EDX = EDX & 0x800000FF ; EDX의 하위 1바이트를 남기고 클리어
18. DWORD[ESP + 10] = EDX ; EDX 백업
19. BYTE[ESI + 5] = DL ; 다른 키 값에 DL 저장
20. EDX = ECX ; EDX = XOR 키패드 주소
21. EDX = EDX - EDI ; EDX = XOR 키패드 주소 - 루프 카운터 값
22. EDI = EDX + 0xFF ; EDI = XOR 키패드 주소 - 루프 카운터 값 + 0xFF
23. EDX = BYTE[EDI] ; EDX = *(XOR 키패드 주소 - 루프 카운터 값 + 0xFF)
24. DL = BYTE[ECX + EDX] ; DL = *(XOR 키패드 주소 + *(XOR 키패드 주소 - 루프 카운터 값 + 0xFF))
25. DL = DL ^ BYTE[EDI] ; DL = DL ^ *(XOR 키패드 주소 - 루프 카운터 값 + 0xFF)
26. DL = DL ^ AL ; DL = DL ^ 복호화된 문자(AL)
27. BYTE[ESP + 18] = DL ; 스택에 백업 해둔 패킷 바이트(A) = DL
28. BYTE[EDI] = DL ; *(XOR 키패드 주소 - 루프 카운터 값 + 0xFF) = DL
29. EDI = BYTE[ESP + 18] ; EDI = 스택에 백업 해둔 패킷 바이트(A)
30. EDX = DL ; DL을 비트확장 하여 EDX에 저장

```
31. EDX = BYTE[ECX + EDX] ; EDX = *(XOR 키패드 주소 + EDX)
32. DL = DL ^ BYTE[ESP + 10] ; DL = DL ^ 백업해둔 EDX
33. BYTE[ECX + EDI] = DL ; *(XOR 키패드 주소 + 스택에 백업 해둔 패킷 바이트(A))
= DL
34. CL = BYTE[ESI + 4] ; CL = 루프 카운터 값
35. CL = CL + 1 ; CL 1 증가
36. BYTE[ESI + 4] = CL ; 루프 카운터 값 = CL

# 21, 22의 의도는 XOR 키패드의 맨 끝부분부터 위쪽으로 차례대로 올라가려는 의도로 보임
```

이 과정을 거치면 문자가 한 개씩 복호화되며 XOR 키패드도 모든 문자가 복호화될 때 까지 지속적으로 조작된다. 두 번째 부분의 루프까지 종료되면 복호화된 문자는 메모리에 별도로 저장되며 그 모습은 아래와 같다.

```
01D69FB8| 6F 63 63 75 70 69 65 64 3D 30 00 68 6F 73 74 6E |occupied=0.hostn
01D69FC8| 61 6D 65 3D 00 76 65 72 73 69 6F 6E 3D 38 2E 37 |ame=.version=8.7
01D69FD8| 36 00 70 72 6F 64 75 63 74 3D 69 70 54 49 4D 45 |6.product=ipTIME
01D69FE8| 20 4E 31 30 34 51 00 69 70 5F 61 64 64 72 3D 31 | N104Q.ip_addr=1
01D69FF8| 39 32 2E 31 36 38 2E 30 2E 31 00 73 75 62 6E 65 |92.168.0.1.subne
01D6A008| 74 3D 32 35 35 2E 32 35 35 2E 32 35 35 2E 30 00 |t=255.255.255.0.
01D6A018| 64 68 63 70 3D 64 79 6E 61 6D 69 63 00 64 68 63 |dhcp=dynamic.dhc
01D6A028| 70 5F 61 75 74 6F 5F 64 65 74 65 63 74 3D 30 00 |p_auto_detect=0.
01D6A038| 6C 61 6E 77 61 6E 5F 73 61 6D 65 6E 65 74 77 6F |lanwan_samenetwo
01D6A048| 72 6B 3D 30 00 00 77 61 6E 5F 6C 69 6E 6B 3D 4F |rk=0..wan_link=0
01D6A058| 66 66 00 00 61 70 63 70 5F 76 65 72 73 69 6F 6E |ff..apcp_version
01D6A068| 3D 31 2E 33 00 00 64 65 66 61 75 6C 74 63 6F 6E |=1.3..defaultcon
01D6A078| 66 69 67 3D 30 00 00 69 66 69 6E 64 65 78 3D 32 |fig=0..ifindex=2
```

그림 17. 복호화된 패킷의 정보

그리고 아래에는 와이어샤크를 통해 덤프한 패킷을 실제 바이트 단위로 일부분을 분석한 모습이다. 그런데 본인이 역공학에 사용했던 N104Q 모델이 아닌 N704BCM 모델의 패킷이다.

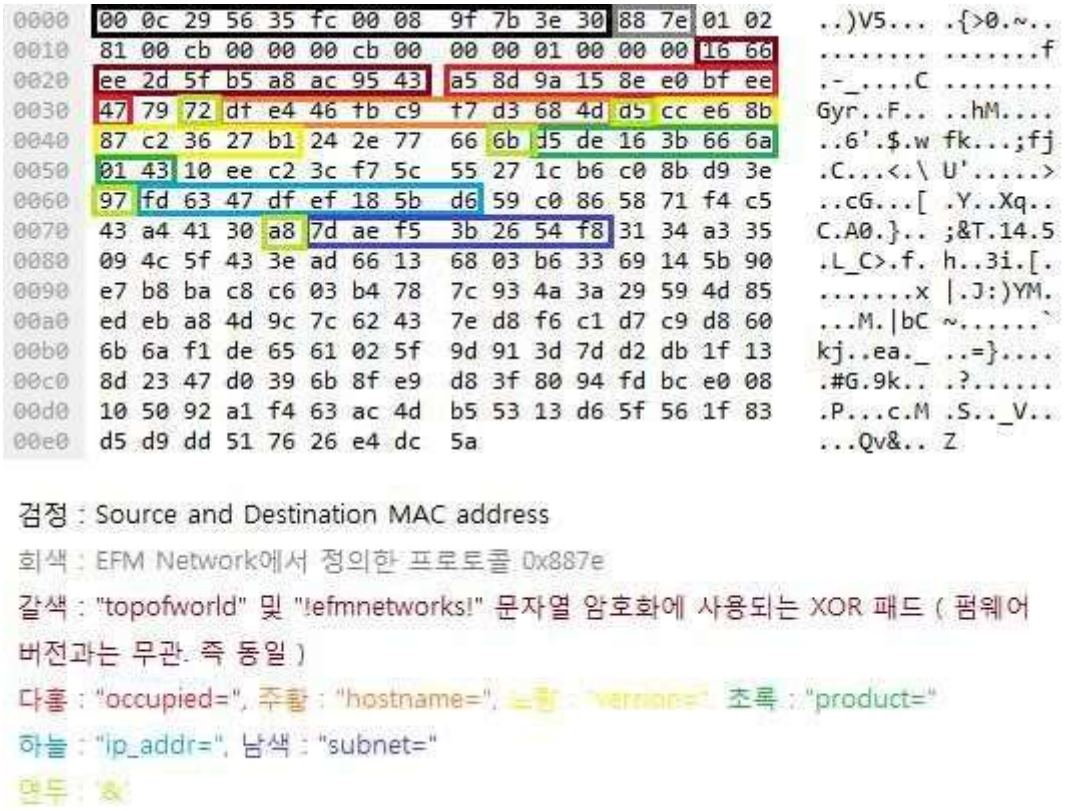


그림 18. ipTIME N704BCM 공유기가 전송한 패킷

살펴볼 수 있듯이 특이한 암호화 방식 때문에 문자가 위치하는 곳에 따라 바이트 값도 달라지기 때문에 같은 문자라 하여도 같은 값으로 암호화 되지 않는다. 분석하지 않은 절반의 패킷 부분은 분석된 부분과 비슷하게 "문자열 + '=' + 값" 형태로 구성되어 있다. 역공학 결과를 토대로 복호화를 위해 파이썬으로 작성한 스크립트가 아래에 있다.

```
import sys
from scapy.all import *
NETIF_NAME = 'wlan0'
xor_padd = '\x2B\xA4\xB8\x4B\xFC\x91\x26\x9B\x3D\x3A\x8F\x3A\xAF\x21\x75\x5A' \
           '\x27\xA2\xF6\x12\x35\x52\x34\x5C\xA1\xF8\x3F\x06\xF4\x33\x90\x35' \
           '\xFE\xD7\x93\x2E\xED\x14\x09\x35\xD7\x96\x0F\x46\xE7\xEA\x71\x20' \
           '\x18\xBA\x7B\x5A\x03\x68\x30\x1B\x34\xD9\xD6\x13\xF1\x12\x4B\x7D' \
           '\xEB\x19\x39\xD2\xF7\x1A\x8B\xC2\xAD\x86\x0C\x18\x55\x24\x17\xCA' \
           '\x4C\xC3\xC8\x7D\xAE\x4F\x57\x06\xA9\xB8\x75\x6D\x9B\xEE\xDF\xBE' \
           '\x2F\x9A\xE9\xE4\xF0\x76\x2F\x86\x7B\x2C\x88\xAB\x6C\x01\x86\x8B' \
           '\xB5\xEA\x07\x92\xD7\x71\xA7\x2A\x87\x52\xF3\x72\x25\x7A\xE4\xD4' \
           '\xF9\x60\x4F\x8E\xC4\x93\x00\xA5\x5E\xC7\x0B\xDE\x65\x6C\xB1\x45' \
           '\x5F\x66\x6F\xF6\x97\x4A\x61\xD8\xC8\x32\xD3\xC2\x5A\x10\x00\x7B' \
           '\xA4\x49\x36\x03\x69\xC2\xC3\x46\x13\xA9\xA1\xA2\x57\x8A\x3B\x96' \
           '\x9D\x3E\xBC\x90\xE9\xAC\xA7\x72\x5C\x23\x78\xED\x0E\x3F\xCF\xB6' \
           '\x21\x10\xFD\xBD\x03\xFE\x3F\x2E\xDF\xFA\xD9\x9C\xA0\xEE\x87\xCD' \
           '\x8B\xD4\x98\x0B\x1C\xB1\xE6\x7B\x2D\x9A\xBF\xEA\x5F\x81\x65\x3A' \
           '\xE7\xC2\x63\xD2\x15\xF2\x94\x4C\x51\xE8\x9F\x46\xD4\xF3\xB0\x55' \
           '\xBE\xB7\x83\x8E\x1D\x23\x3F\xAF\xB4\xF5\xCF\x12\x76\xEB\x15\x9C'
```

```
rqstp1 = Ether(dst='FF:FF:FF:FF:FF:FF', src=get_if_hwaddr(NETIF_NAME), type=0x887e)/ \
        '\x01\x01\x00\x00\x0e\x00\x00\x00\x0e\x00\x00\x00\x01\x00\x00\x00\x16\x66\xee\x2d' \
        '\x5f\xb5\xa8\xac\x95\x43\x89\x79\xb5\xd0\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00' \
        '\x00\x00\x00\x00\x00\x00'

respp1 = srp1(rqstp1)

# hexdump(respp1)

decrypt_byte_array = []
key1 = 0x93
xor padd array = map(ord, str(xor padd))
packet byte array = map(ord, str(respp1))
packet byte array = packet byte array[30:]

loop_count = 10
data_size = len(respp1) - 30

while loop count < data size:

    # decrypt original character

    packet_byte = packet_byte_array[loop_count]
    xor padd byte1 = xor padd array[loop count]
    key index1 = loop count + 0x7B
    key index1 = key index1 & 0xFF

    result_chr = xor_padd_array[key_index1]
    result chr = result chr ^ xor padd array[xor padd byte1]
    result chr = result chr ^ xor padd byte1
    result chr = result chr ^ packet byte
    result chr = result chr ^ key1

    decrypt_byte_array.append(chr(result_chr))

    # manipulate XOR key padd to strange way

    key2 = result_chr + key1
    key2 = key2 & 0xFF
    key1 = key2
    xor padd byte2 = xor padd array[0xFF - loop count]
    key3 = xor padd array[xor padd byte2]
    key3 = key3 ^ xor padd byte2
    key3 = key3 ^ result_chr
    key3_backup = key3
    xor_padd_array[0xFF - loop_count] = key3
    key3 = xor padd array[key3]
    key3 = key3 ^ key2
    xor padd array[key3 backup] = key3

    loop_count += 1

print('----------------- SCAN RESULT -----------------\n')
scan result = ''.join(decrypt byte array)

print('*********** original decrypted data ***********')
print(scan_result)
print('***********************************************\n\n')

scan result = scan result.split('&')
for chunk in scan_result:
    if chunk != '':
        chunk = chunk.split('=')
        print(chunk[0] + ' ' + chunk[1])

print('\n-----------------------------------------------')


"""
rqstp2 = Ether(dst='FF:FF:FF:FF:FF:FF', src=get_if_hwaddr(NETIF_NAME), type=0x887e)/ \
        '\x01\x01\x40\x00\x0e\x00\x00\x00\x0e\x00\x00\x00\x02\x00\x00\x00\x16\x66\xee\x2d' \
        '\x5f\xb5\xa8\xac\x95\x43\x89\x79\xb5\xd0\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00' \
        '\x00\x00\x00\x00\x00\x00'
```

```
respp2 = srp1(rqstp2)
"""
```

그림 2에서 볼 수 있듯이 두 번째 쿼리 패킷도 와이어샤크에 함께 잡혀 쿼리 패킷을 전송하도록 스크립트를 작성했지만 첫 번째 응답 패킷에 필요한 정보가 모두 들어있었기 때문에 주석으로 처리 해두었다. 중요한 점은 NETIF_NAME을 본인의 환경에 맞게 다시 설정해야 한다. 마지막으로 ipTIME 장비가 연결되어 있는 네트워크에 연결 후, 이 파이썬 스크립트 를 실행시키면 패킷이 복호화되어 결과가 정상적으로 출력된다.

그림 19. 복호화되어 출력된 패킷의 정보

결론

이더넷 패킷을 통해 ipTIME 장비 정보를 수집할 수가 있었다. 이를 IoT 장비 스캔 모듈에 추가하고 활용한다면 ipTIME 장비의 경우 제조사, 모델명, 펌웨어 버전을 얻어낼 수 있을 것이다.