

MRTG의 운영 및 활용

Operation and Use of MRTG

정재훈 (J.H. Jeong) 차세대인터넷표준연구팀 연구원
이승윤 (S.Y. Lee) 차세대인터넷표준연구팀 선임연구원
김용진 (Y.J. Kim) 차세대인터넷표준연구팀 책임연구원, 팀장

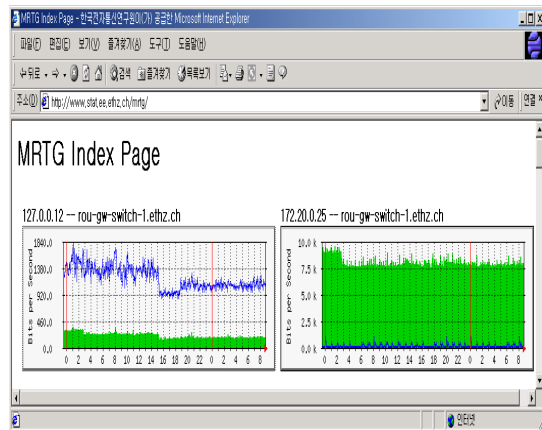
본 고는 라우터에 연결된 네트워크 링크 상의 트래픽 부하를 측정하기 위해 사용되는 MRTG의 동작 원리를 기술하고 MRTG의 설치법 및 구성방법에 대해 설명한다. 또한 MRTG의 활용 방안에 대해서도 기술한다.

I. 서론

MRTG(Multi Router Traffic Grapher)는 네트워크 링크상의 트래픽 로드를 측정하는 도구로서, SNMP(Simple Network Management Protocol)을 이용하여 라우터나 스위치 등으로부터 트래픽 정보를 수집하여 웹에서 트래픽 상황을 실시간적으로 보여준다[1]. MRTG는 (그림 1)과 같이 라우터의 인터페이스를 통해 오고 간 트래픽 상황을 일목요연하게 나타내는 HTML 페이지를 주기적으로 생성해 준다.

II. SNMP

SNMP는 Network device 사이에서 Management information의 교환을 가능하게 하는 Application layer protocol이다[2]. SNMP는 네트워크 관리자가 Network performance를 관리할 수 있게 하고 Network problem을 찾아 해결할 수 있게 도와준다. 또한 Network growth(망 증설)에 대한 계획 수립에 자료를 제공한다. SNMP는 현재 SNMPv1, SNMPv2, 그리고 SNMPv3까지 세 가지 버전이 구

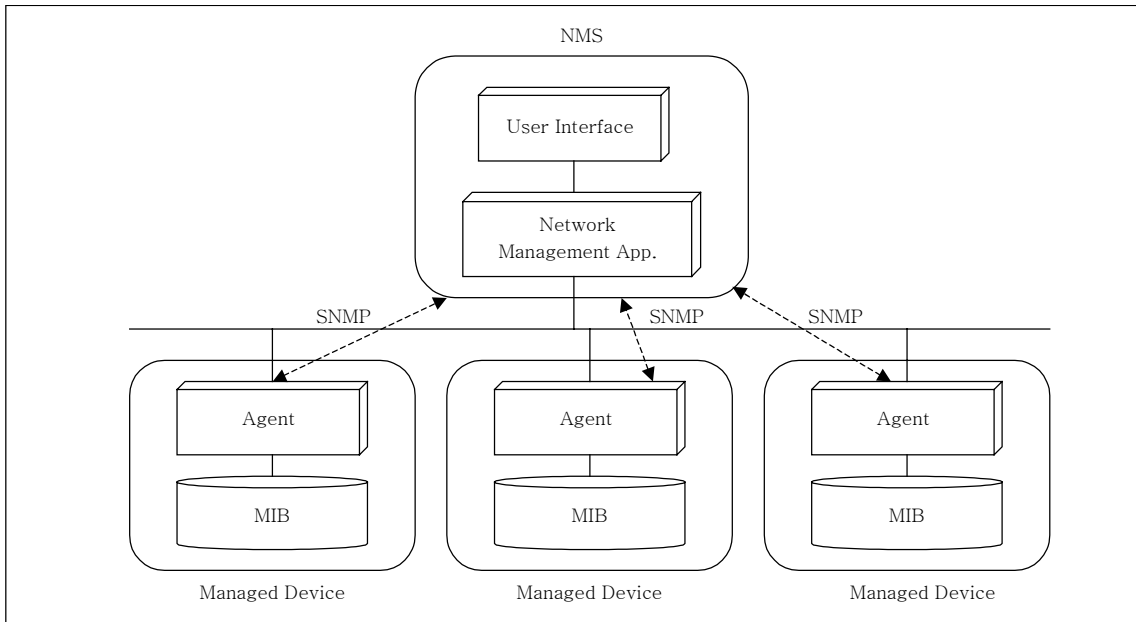


(그림 1) MRTG

현되어 있고, IPv6를 지원하기 위해 IETF에서 표준화되고 있는 중이다.

1. SNMP-Managed Network의 구성

SNMP-managed network는 3가지 중요 요소, 즉 Managed Device, Agent, Network-Management System(NMS)로 구성되어 있다[3]. (그림 2)는 SNMP를 이용하여 망을 관리하는 Internet Management Model을 보여주고 있다.



(그림 2) SNMP로 Network Management를 하는 Internet Management Model

가. Managed Device

Managed Device는 SNMP Agent를 포함하고 있는 네트워크 노드로서 Managed network에 상주하는 라우터, ATM 스위치, 브리지, 허브 같은 네트워크 장비를 비롯하여 액세스 서버, 컴퓨터 호스트 그리고 프린터 같은 장비를 의미한다. Managed Device는 Management information을 수집하여 MIB(Management Information Base)에 저장한다 [4].

나. Agent

Agent는 Managed Device 안에서 실행되는 Network-management software module로서 Management information을 가공한 뒤 SNMP를 이용하여 NMS에 전달한다. 또한 Managed Device에 특정 이벤트가 발생하였을 때도 SNMP를 이용하여 NMS에게 통보한다.

다. NMS

NMS는 Managed Device들을 모니터링하고 제

어하는 응용 프로그램인 Network Management Application과 사용자가 가공된 Network Management Information을 보고 Managed Device를 제어할 수 있게 도와주는 User Interface로 구성되어 있다. MRTG도 NMS의 한 종류로써 사용자가 웹 브라우저를 통해 측정결과를 그래픽하게 볼 수 있게 한다.

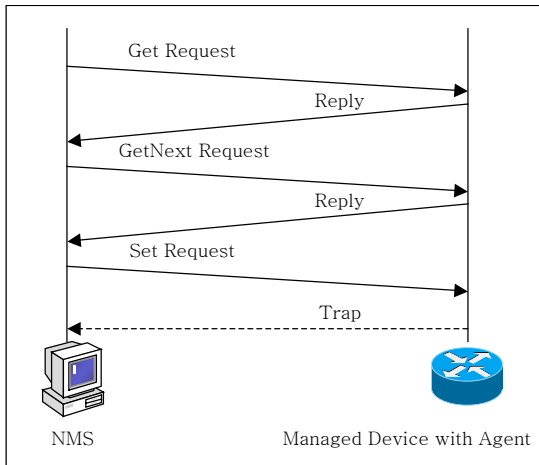
2. SNMP의 Protocol Operation

SNMP는 Request와 Reply로 동작하는 단순한 프로토콜이다. 즉 NMS가 Request를 Managed Device들에게 보내면 Managed Device는 NMS에게 Reply를 보낸다. SNMPv1에서는 4가지의 Operation(Get, GetNext, Set, Trap)을 이용하여 Network Management Function을 수행한다[5].

Get Operation은 NMS가 Agent로부터 하나 또는 그 이상의 Object instance의 값을 가져오기 위해 사용된다. GetNext Operation은 NMS가 Agent가 관리하는 테이블이나 리스트에서 그 다음의 Object instance의 값을 가져오기 위해 사용된다. Set

Operation은 NMS가 Agent가 관리하는 하나 또는 그 이상의 Object instance의 값을 설정하기 위해 사용된다. Trap Operation은 Agent가 중요한 Event를 비동기적으로 NMS에게 알리기 위해 사용된다.

(그림 3)은 NMS와 Agent간의 SNMP Protocol Operation을 통한 상호작용을 보여주고 있다. NMS가 Get Operation을 담은 메시지를 Agent에게 보내면, Agent는 해당 Operation을 수행한 뒤 수행결과를 Reply 메시지를 통해 NMS에게 알려준다.



(그림 3) NMS와 Agent간의 SNMP Protocol Operation을 통한 상호작용

III. MRTG 설치 과정

본 고의 MRTG NMS는 Solaris 8 워크스테이션에서 운영되고, Agent가 운영되는 Managed Device는 Cisco 라우터라고 전제하고 설치과정을 기술한다. Linux나 FreeBSD도 설치하는 방법은 거의 동일하다.

MRTG의 결과는 웹을 통해 볼 수 있는데, 웹서버인 Apache가 설치되어 있지 않으면 Apache를 먼저 설치해야 한다[6].

MRTG를 설치하기 위해서는 먼저 GNU C Compiler(gcc)[7]와 Perl[8]이 설치되어 있어야 한다. 또한 MRTG가 컴파일되기 위해서는 그래픽에 관련된 라이브러라인 gd, libpng 그리고 zlib를 설치

해야 한다. 본 고는 이 세 가지 라이브러리를 설치하는 과정을 기술한 뒤 MRTG를 설치하고 구성하는 방법을 기술한다[9]. 그 다음으로 MRTG 운영을 위해 Managed Device인 Cisco 라우터에 SNMP Agent를 실행시키기 위한 라우터 구성방법에 대해서도 기술한다.

1. 그래픽 라이브러리 설치

그래픽 라이브러리와 MRTG 설치 프로그램을 /usr/local/src에 설치한다. 이 디렉토리가 없을 때는 먼저 mkdir로 디렉토리 /usr/local/src를 생성한다.

가. zlib 설치

ftp://sunsite.cnlab-switch.ch/mirror/infozip/zlib/ 에서 zlib.tar.gz를 다운로드하고, (그림 4)와 같은 순서로 zlib를 설치한다.

```
# cd /usr/local/src
# gunzip -c zlib.tar.gz | tar xvf -
# mv zlib-1.1.3 zlib
# cd zlib
# ./configure
# make
```

(그림 4) zlib 설치 과정

나. libpng 설치

http://www.libpng.org/pub/png/src/ 에서 libpng-1.2.1.tar.gz를 다운로드하고, (그림 5)와 같은 순서로 libpng를 설치한다.

```
# cd /usr/local/src
# gunzip -c libpng-1.2.1.tar.gz | tar xvf -
# mv libpng-1.2.1 libpng
# cd libpng
# make -f scripts/makefile.std CC=gcc ZLIBLIB
=../zlib ZLIBING=../zlib
```

(그림 5) libpng 설치 과정

다. gd 설치

http://www.boutell.com/gd/http/ 에서 gd-1.8.3.tar.gz를 다운로드하고, (그림 6)과 같은 순서로 gd를 설치한다.

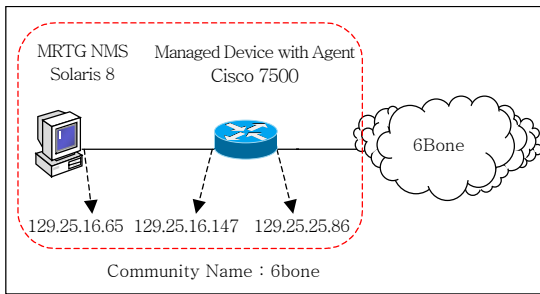
```
# cd /usr/local/src
# gunzip -c gd-1.8.3.tar.gz | tar xvf -
# mv gd-1.8.3 gd
# cd gd
# make INCLUDEDIRS="-I. -I./zlib -I./libpng" LIBDIRS
  ="-L. -L./zlib -L./libpng" LIBS="-lgd -lpng -lz -lm"
```

(그림 6) gd 설치 과정

2. MRTG 설치

(그림 7)은 MRTG가 설치되는 네트워크의 구성도를 보여주고 있다.

MRTG는 IP 주소가 129.25.16.65인 Solaris 8 워크스테이션에 설치되고, SNMP Agent를 운영하는 것은 Cisco 7500 라우터이다.



(그림 7) MRTG 설치 네트워크 구성도

가. MRTG Compilation

http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/pub/ 에서 mrtg-2.9.17.tar.gz를 다운로드하고, (그림 8)과 같은 순서로 MRTG를 설치한다.

디렉토리 /usr/local/mrtg-2/에 MRTG가 설치된다. MRTG 프로세스 실행파일(mrtg)은 /usr/local/mrtg-2/bin/에 위치하므로 Shell 구성파일(con-

```
# cd /usr/local/src
# gunzip -c mrtg-2.9.17.tar.gz | tar xvf -
# cd mrtg-2.9.17
# ./configure --prefix=/usr/local/mrtg-2 --with-gd=/usr/local/
  src/gd --with-z=/usr/local/src/zlib --with-png=/usr/local/src
  /libpng
# make; make install
```

(그림 8) MRTG 설치 과정

figuration file)의 Path에 /usr/local/mrtg-2/bin/를 포함시킨다.

나. MRTG 구성파일 생성

MRTG로 Network Device를 모니터링하기 위해서는 MRTG 프로세스(mrtg)가 이용하는 구성파일인 mrtg.cfg를 만들어야 하는데, 디렉토리 /usr/local/mrtg-2/bin/에 위치하는 cfgmaker라는 프로그램으로 mrtg.cfg를 쉽게 만들 수 있다. (그림 9)와 같은 방법으로 MRTG 구성파일을 만든다. cfgmaker의 다양한 옵션 정보를 통해 MRTG를 보다 세밀하게 동작시킬 수 있다[10],[11].

```
# mkdir /home/mrtg
# cd /usr/local/src/mrtg-2.9.17
# ./cfgmaker --global 'WorkDir: /home/mrtg' --global 'Options
  [:] bits,growright' --ifref=descr --output /home/mrtg/cfg/
  mrtg.cfg 6bone @ip6-5.etri.re.kr
```

(그림 9) MRTG 구성파일 생성 과정

옵션 --global 'WorkDir: /home/mrtg'는 MRTG의 작업 디렉토리가 /home/mrtg이라고 나타내는데, 작업 디렉토리는 MRTG 로그파일과 MRTG 웹페이지가 만들어지는 곳이다.

옵션 --global 'Options[:] bits,growright'는 MRTG 그래프에서 트래픽량은 bits per second로 표시하고 가로축의 시간은 오른쪽으로 증가하게 한다는 의미이다.

옵션 --ifref=descr은 MRTG 그래프를 생성할 때 이더넷 인터페이스 같은 물리적인 인터페이스뿐

만 아니라 Tunnel Interface 같은 논리적인 인터페이스도 포함할 것을 지시한다. 대신에 --ifref=ip를 사용하면 물리적 인터페이스에 대해서만 MRTG 그래프를 생성한다. 6Bone에 사용되는 라우터인 경우에는 Tunnel Interface에 대해서도 트래픽 관찰할 필요가 있으므로 옵션 --ifref=descr를 사용하기를 권장한다[13].

옵션 --output /home/mrtg/cfg/mrtg.cfg은 MRTG 구성파일 mrtg.cfg를 생성해서 디렉토리 /home/mrtg/cfg/에 복사하게 한다는 의미이다.

인자 6bone@ipv6-5.etri.re.kr은 두 가지의 의미를 포함하고 있다. 6bone은 Community 이름으로써 MRTG가 관찰하는 영역을 나타낸다. 즉 MRTG 측정에 관여하는 MRTG NMS의 응용 프로그램(Network Management Application, User Interface)과 Managed Device에서 실행되는 Agent가 하나의 Community를 만든다. 본 고에서는 6bone이라는 Community를 형성해서 MRTG를 운영한다. 라우터에서도 6bone 이라는 Community에 있는 MRTG NMS가 SNMP Request를 할 때만 SNMP Reply를 보낸다고 설정해야 한다. ipv6-5.etri.re.kr은 MRTG가 관찰하는 Community에 속해 있으면서 Agent를 실행하는 라우터의 도메인 이름이다.

cfgmaker를 실행하여 만들어진 mrtg.cfg 파일

```
<VirtualHost 129.25.16.65>
  ServerAdmin paul@etri.re.kr
  DocumentRoot /www/htdocs/6bone-kr
  ServerName www.6bone.ne.kr
  ErrorLog logs/www.6bone.ne.kr-error_log
  CustomLog logs/www.6bone.ne.kr-access_log common
  <Directory "/www/htdocs/6bone-kr/mrtg">
    AllowOverride all
    Options all
    Order allow,deny
    Allow from all
  </Directory>
</VirtualHost>
```

(그림 10) 웹서버의 구성파일 httpd.conf 설정

을 포함하는 디렉토리 /home/mrtg/cfg는 웹서버에 의해 보여질 수 있도록 해야 하는데, Apache의 httpd.conf에서 /home/mrtg/cfg 디렉토리가 웹서버에 의해 탐색될 수 있게 설정해야 한다[12]. (그림 10)은 본 고에서 사용하는 웹서버의 httpd.conf 파일에서 디렉토리 /home/mrtg/cfg가 웹서버에 의해 보이게 하는 부분이다. /www/htdocs/6bone-kr/mrtg는 /home/mrtg를 가리키고 있는 Symbolic link이다.

다. MRTG 인덱스 파일 생성

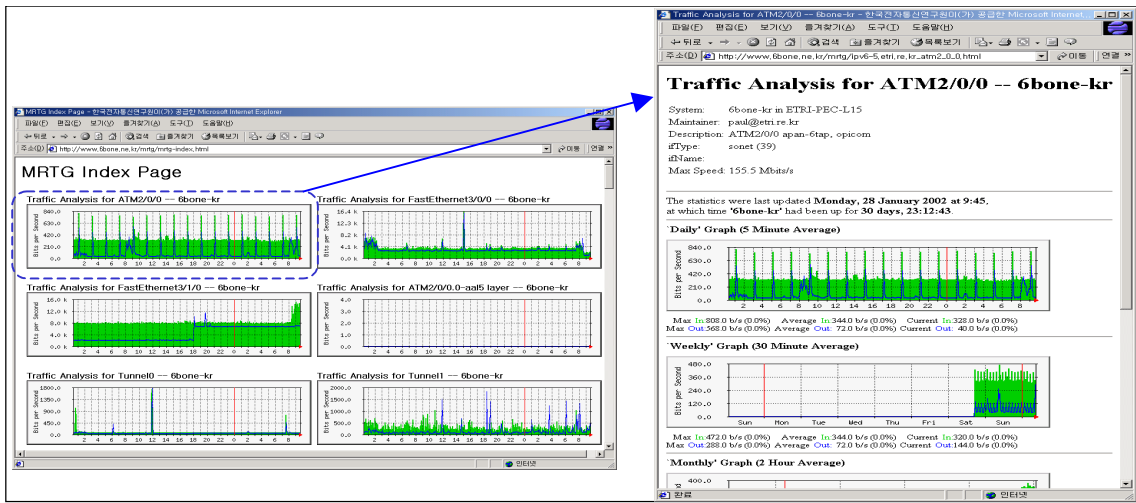
MRTG는 각 인터페이스 별로 트래픽 출입량을 일목요연하게 나타내는 MRTG 인덱스 파일을 생성하는 유틸리티인 indexmaker를 제공하고 있다. indexmaker는 (그림 11)과 같은 인덱스 파일을 생성하고 사용자가 특정 그래프를 지정하면 보다 상세한 통계 정보를 담은 MRTG 그래프 페이지를 볼 수 있게 한다.

인덱스 파일을 생성하는 방법은 다음과 같다. MRTG 인덱스 파일을 mrtg-index.html이라고 하면 (그림 12)와 같이 indexmaker가 MRTG 초기화 파일인 mrtg.cfg를 이용하여 인덱스 파일을 만들 수 있다. 이와 같이 만들어진 인덱스 파일을 MRTG가 표시될 홈페이지의 적당한 디렉토리(예:/www/htdocs/6bone-kr/mrtg)로 이동시키고 웹브라우저를 통해 이 인덱스 파일을 접근할 수 있게 하면 된다.

라. 라우터에서의 SNMP 설정

(그림 7)의 Cisco 라우터가 SNMP Agent로 동작하기 위해서는 (그림 13)과 같이 SNMP 기능이 작동하도록 SNMP 구성정보를 라우터 구성정보(running-config)에 추가해야 한다.

<표 1>은 (그림 13)의 라우터에서의 SNMP 설정을 위한 명령어에 대해 설명한다. (그림 13)과 같이 구성하면, MRTG NMS(129.25.16.65)가 주기적으로 Cisco 라우터(129.25.16.147)에게 Get Request를 하고 Cisco 라우터는 MRTG NMS에게



(그림 11) MRTG 인덱스 페이지

```
# /usr/local/mrtg-2/bin/indexmaker /home/mrtg/cfg/mrtg.cfg >
mrtg-index.html
# mv mrtg-index.html /www/htdocs/6bone-kr/mrtg
```

(그림 12) MRTG 인덱스 파일 생성과정

<표 1> SNMP 설정 명령

SNMP 설정 명령	설명
snmp-server contact paul@etri.re.kr	Managed node인 Cisco 라우터를 관리하는 사람은 paul@etri.re.kr이다.
snmp-server location ETRI-PEC-L15	Cisco 라우터의 물리적인 위치는 ETRI-PEC-L15이다.
access-list 5 permit 129.25.16.65	IP 주소가 129.25.16.65인 호스트만이 이 라우터에 접근할 수 있도록 하기 위해 5라는 Access-list 항목을 만든다.
snmp-server community 6bone RO 5	Community name이 6bone이고, Access-list 항목 5에 속하는 호스트만이 SNMP Request를 할 수 있게 한다.
snmp-server host 129.25.16.65 passwd-6bone	SNMP notification을 받을 호스트가 129.25.16.65이고 호스트가 사용할 Passwd는 passwd-6bone이다.
interface Loopback0 ip address 179.16.254.3 255.255.0.0 exit	Ethernet shutdown이 발생해도 SNMP Management Flow를 중단시키지 않게 하기 위해 SNMP Trap의 소스를 Loopback interface로 설정해야 한다. 그러기 위해서는 현재 라우터 구성에 Loopback interface가 설정되어 있지 않으면 (그림 12)와 같이 Private address 179.16.254.3을 IP 주소로 갖는 Loopback0를 만들어야 한다.
snmp-server trap-source Loopback0	Loopback0를 만들고 나서, Trap source를 Loopback0로 설정한다.
snmp-server enable traps	SNMP Trap을 Enable 시킨다.

```
6bone-kr# config terminal
6bone-kr(config)# snmp-server contact paul@etri.re.kr
6bone-kr(config)# snmp-server location ETRI-PEC-L15
6bone-kr(config)# access-list 5 permit 129.25.16.65
6bone-kr(config)# snmp-server community 6bone RO 5
6bone-kr(config)# snmp-server host 129.25.16.65 passwd-6bone
6bone-kr(config-if)# interface Loopback0
6bone-kr(config-if)# ip address 179.16.254.3 255.255.0.0
6bone-kr(config-if)# exit
6bone-kr(config)# snmp-server trap-source Loopback0
6bone-kr(config)# snmp-server enable traps
6bone-kr(config)# exit
6bone-kr# write
```

(그림 13) 라우터에서의 SNMP 설정

```
hanlam
6bone-kr#shou snmp
Contact: paul@etri.re.kr
Location: ETRI-PEC-L15
0 SNMP packets input
0 Bad SNMP version errors
351 Unknown community name
0 Illegal operation for community name supplied
0 Encoding errors
409002 Number of requested variables
0 Number of altered variables
81895 Get-request PDUs
8406 Get-next PDUs
0 Set-request PDUs
91283 SNMP packets output
0 Too big errors (Maximum packet size 1500)
81 No such name errors
0 Bad values errors
0 General errors
90301 Response PDUs
982 Trap PDUs

SNMP logging: enabled
Logging to 129.254.165.65.162, 0/10, 977 sent, 0 dropped.
6bone-kr#
[영어][만점][2벌식]
```

(그림 14) 라우터에서의 SNMP 통계 정보(statistics information)

Reply를 전송한다.

(그림 14)는 Cisco 라우터의 SNMP 통계 정보를 보여주고 있는데, SNMP 설정 정보와 현재까지의 SNMP 입출력 패킷에 대한 정보를 볼 수 있다.

IV. MRTG 운영

1. MRTG의 실행 방법

MRTG를 실행시키는 방법은 두 가지가 있다. 하나는 cron을 이용하여 주기적으로 MRTG를 실행시키는 것이고, 다른 하나는 MRTG를 Daemon 모드에서 실행시켜서 주기적으로 Request를 하게 하는 것이다. 먼저 (그림 15)의 명령을 두 번 반복해서 실행시킨다. 이 명령은 Cisco 라우터를 Query하여 MRTG 트래픽 그래프와 웹페이지를 생성한다.

처음 두 번 이 명령을 실행하면 로그파일이 없다는 경고 메시지가 나타나지만, 문제가 있는 것이 아니므로 무시해도 된다.

```
# /usr/local/mrtg-2/bin/mrtg /home/mrtg/cfg/
```

(그림 15) MRTG 실행

가. Cron을 이용한 MRTG의 주기적인 실행

MRTG는 통상 5분 단위로 실행시키므로 cron을 통하여 실행시킬 때도 5분 단위로 (그림 15)의 명령을 실행한다. (그림 16)은 root의 cron table(/var/spool/cron/crontabs/root)을 vi 에디터로 수정한 뒤 kill 명령어로 cron 데몬을 중단시키고 새로 cron

```
# vi /var/spool/cron/crontabs/root
0,5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55 * * * * /usr/local/mrtg-2/bin/mrtg /home/mrtg/cfg/mrtg.cfg -logging /var/log/mrtg.log
# ps -ef | grep cron
root 29269 1 0 16:14:42 ? 0:00 cron
# kill 29269
# cron
```

(그림 16) Cron을 이용한 MRTG의 주기적인 실행

을 실행시키어 cron table을 다시 읽게 하는 과정을 나타내고 있다. 이렇게 하면 cron 데몬은 매 5분마다 MRTG를 실행시키고, MRTG 실행일시를 MRTG 로그파일(/var/log/mrtg.log)에 저장한다. 참고로 MRTG가 실행되는 OS가 FreeBSD일 경우에는 cron table은 /etc/crontab이다.

나. Daemon 모드에서의 MRTG 실행

MRTG를 Daemon(mrtg)으로 실행시킬 수 있는데, (그림 17)처럼 MRTG 구성파일인 /home/mrtg/cfg/mrtg.cfg에서 MRTG가 Daemon으로 실행되게 하고, 5분 단위로 MRTG 갱신 작업을 수행하게 해야 한다. mrtg가 시스템이 부팅될 때 시작될 수 있게 하기 위해서는 (그림 18)의 Script(S65mrtg)를 만들어서 시스템 부팅 시에 Daemon들을 실행시키는 디렉토리인 /etc/rc2.d에 위치시켜야 한다. 참고로 FreeBSD 경우에는 (그림 18)의 Script 내용 중 2번 행의 실행명령을 /etc/rc 파일의 가장 마지막 부분에 추가하면 된다.

```
...
### Global Defaults

# to get bits instead of bytes and graphs growing
to the right
# Options[_]: growright,bits
WorkDir: /home/mrtg
Options[_]: bits,growright

# mrtg runs as daemon #
RunAsDaemon: Yes
Interval: 5
...
```

(그림 17) MRTG를 Daemon으로 실행시키기 위해 수정된 MRTG 초기화 파일(mrtg.cfg)

```
1 #!/bin/sh
2 /usr/local/mrtg-2/bin/mrtg /home/mrtg/cfg/mrtg.cfg --
logging/var/log/mrtg.log
```

(그림 18) MRTG를 Daemon으로 실행시킬 Script (S65mrtg)

참고로 cron으로 주기적으로 MRTG를 실행시키면 매 실행시 MRTG 초기화 파일인 mrtg.cfg를 계속 읽고 초기화해야 하는 단점이 있으므로, MRTG를 Daemon으로 실행시키는 것이 cron으로 주기적으로 MRTG를 실행시키는 것보다 시스템 운영 측면에서 더 효율적이다. 따라서 Daemon 모드에서 MRTG를 실행시킬 것을 권장한다.

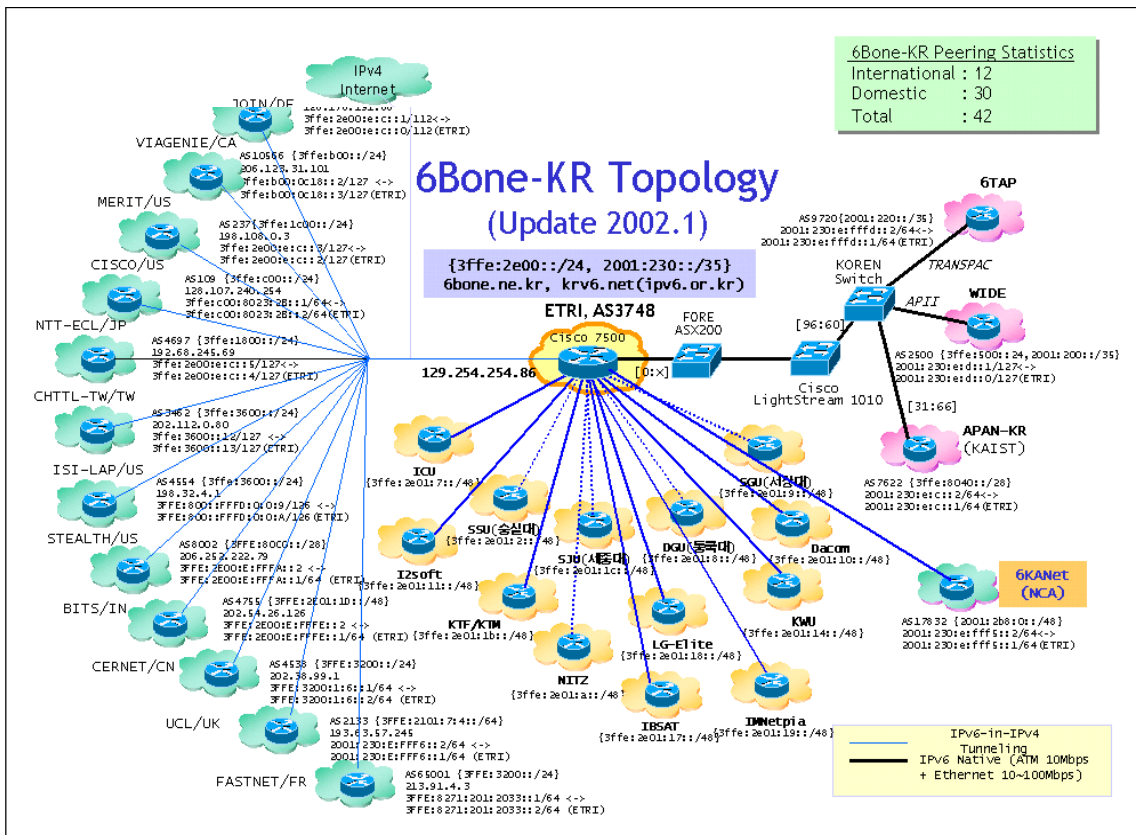
2. MRTG의 운영

지금까지 MRTG의 설치과정에 대해 설명하였다. 지금부터는 MRTG를 통해 6Bone-KR의 트래픽 측정현황을 설명한다. (그림 19)는 6Bone-KR의 Topology를 보여주고 있다[13].

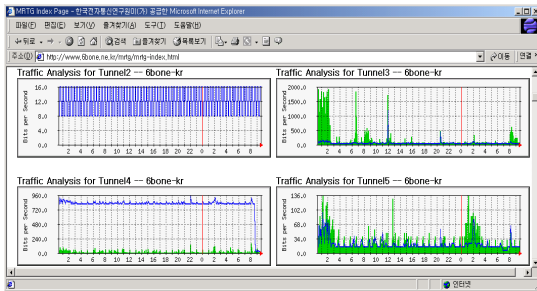
ETRI의 6Bone 라우터(Cisco 7500)는 다른 기관들과 Configured Tunneling으로 6Bone을 구성

하고 있다. MRTG를 이용하면 각 Tunnel에 대한 트래픽의 출입량을 쉽게 파악할 수 있다. (그림 20)은 ETRI의 6Bone 라우터에 대한 MRTG 인덱스 페이지를 보여주고 있다. (그림 21)은 6Bone을 통해 ETRI의 6Bone 라우터와 BGP 피어링을 맺고 있는 일본 NTT의 6Bone 라우터 사이를 오고 간 트래픽 통계를 보여 주고 있다.

MRTG의 한계점은 특정 인터페이스(물리적 인터페이스 또는 논리적 인터페이스)를 통해 오고 간 트래픽의 총합만 볼 수 있다. 각 링크에 대해 보다 정밀하게 트래픽 분석을 하기 위해서는 CAIDA의 Cflowd 같은 수동적 측정 도구를 이용해야 한다 [14]-[16]. Cflowd의 측정 결과를 MRTG 처럼 Visual하게 보기 위해서는 CAIDA의 FlowScan을 이용하면 된다[17]. (그림 22)는 Cflowd로 측정된 결과를 FlowScan으로 가공하여 얻어진 그래프이다.



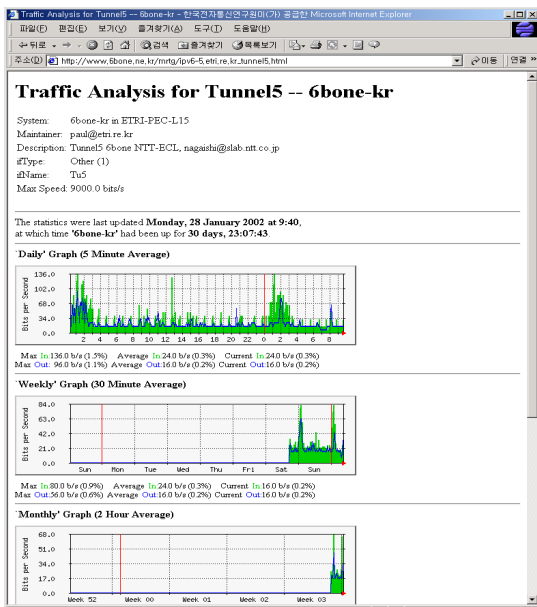
(그림 19) 6Bone-KR의 Topology 현황



(그림 20) ETRI 6Bone 라우터의 MRTG 인덱스 페이지

V. 결론

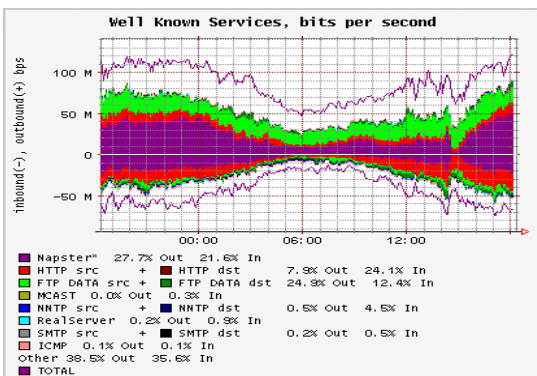
MRTG는 특정 라우터에 연결된 링크를 통해 오고 간 트래픽량을 시간별로 일목요연하게 나타내기 때문에 링크별 트래픽 현황 파악뿐만 아니라 네트워크를 구성하는 링크의 증설 여부 판단에 대한 정보를 제공할 수 있다. 또한 단절된 링크의 위치 파악을 쉽게 할 수 있도록 도와줄 수도 있다. 이와 같이 MRTG는 기본적인 수동적 트래픽 측정 도구로서 네트워크 관리에 중요한 도구로 사용될 수 있다.



(그림 21) 6Bone-KR과 일본 NTT 사이의 출입 트래픽 통계

참고 문헌

- [1] MRTG(Multi Router Traffic Grapher), <http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/>
- [2] J. Case, M. Fedor, M. Schoffstall, and J. Davin, "A Simple Network Management Protocol(SNMP)," RFC 1098, May 1990.
- [3] Cisco Technology - Simple Network Management Protocol, <http://www.cisco.com/warp/public/535/3.html>
- [4] K. McCloghrie and M. Rose, "Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based Internets," RFC 1156, May 1990.
- [5] Cisco Technology - Enabling Management Protocols: NTP, SNMP, and Syslog, <http://www.cisco.com/unvercd/cc/td/doc/cisintwk/intsolns/as5xipmo/sysmgt.htm>
- [6] Apache Website, <http://httpd.apache.org/>
- [7] GNU C Compiler, <http://gcc.gnu.org/>
- [8] Perl, <http://www.perl.com/>
- [9] MRTG Installation, <http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/unix-guide.html>
- [10] cfmaker Manpage, <http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/cfmaker.html>
- [11] cfmaker Configuration Options, <http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/cfmaker.html>
- [12] Apache Directory directive, <http://httpd.apache.org/docs-2.0/mod/core.html#directory>
- [13] 6Bone-KR Website, <http://www.6bone.ne.kr>
- [14] CAIDA Cflowd, <http://www.caida.org/tools/measurement/cflowd/>
- [15] 정재훈, 이승윤, 김용진, "인터넷 트래픽 수동적 측정"



(그림 22) FlowScan을 통해 가공된 트래픽 통계 그래프

- 도구 Cflowd의 설치 및 설정 방법(for Linux 2.4.5),”
IPv6 포럼 코리아 기술문서 TM2001-006, 2001.
- [16] 정재훈, 이승윤, 김용진, “인터넷 트래픽 측정 방법 및
시스템,” 전자통신동향분석, 통권 71호, 2001. 10., pp.
33 - 45.
- [17] CAIDA FlowScan, <http://www.caida.org/tools/utilities/flowscan/>