

# 네트워크 성능 측정

오현주

# Network performance - iperf

- Bandwidth 테스트에 사용할 수 있는 Linux tool
- **CPU intensive** 하고 최대한으로 achieve 할 수 있는 bandwidth가 RPi의 CPU capability 에 의해 제한됨
- 설치

```
$ sudo apt-get install iperf
```

- 준비 단계
  - 1) 2개의 RPi 준비: 각각 client와 server로 사용
    - Client: 네트워크를 통해 traffic을 push함(트래픽 생성 용도)
    - Server: 데이터를 수신하고 statistics 측정(트래픽 처리 용도)

# Network performance - iperf

- 준비 단계(For TCP test)  두 RPi 사이에 최대한 많은 traffic을 push함

2) Command 실행 - server command 부터 실행하기

```
$ iperf -s
```

3) Command 실행 - client

```
$ iperf -c <서버 ip>
```

# Network performance - iperf

- 준비 단계(For UDP test)  client에서 server로 push되는 traffic의 양을 제어할 수 있음
- 2) Command 실행 - server command 부터 실행하기

```
$ iperf -s -u
```

- 3) Command 실행 - client

```
$ iperf -c <서버 ip> -u -b 10M
```

10Mbps 테스트를 돌리고 싶은 경우

# iperf 사용 예시

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - TCP 속도 테스트 진행(최대한 많은 traffic push함)
    - 1초 간격으로 transfer rate 표시하여 10초(default) 동안 테스트 진행
    - 서버 - 라즈베리파이

```
$ iperf -s -i1
```

- 클라이언트 - 라즈베리파이

```
$ iperf -c 203.153.147.1 -i1
```

# iperf 사용 예시

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - TCP 속도 테스트 진행(cooling X)

```
^Cubuntu@ubuntu:~/hadoop/sbin$ iperf -s -il
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 128 KByte (default)
-----
[ 4] local 203.153.147.1 port 5001 connected with 203.153.147.2 port 57868
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 4] 0.0- 1.0 sec   109 MBytes  917 Mbits/sec
[ 4] 1.0- 2.0 sec   110 MBytes  922 Mbits/sec
[ 4] 2.0- 3.0 sec   111 MBytes  927 Mbits/sec
[ 4] 3.0- 4.0 sec   109 MBytes  918 Mbits/sec
[ 4] 4.0- 5.0 sec   109 MBytes  913 Mbits/sec
[ 4] 5.0- 6.0 sec   108 MBytes  907 Mbits/sec
[ 4] 6.0- 7.0 sec   108 MBytes  904 Mbits/sec
[ 4] 7.0- 8.0 sec   108 MBytes  903 Mbits/sec
[ 4] 8.0- 9.0 sec   101 MBytes  847 Mbits/sec
[ 4] 9.0-10.0 sec   106 MBytes  885 Mbits/sec
[ 4] 0.0-10.0 sec   1.06 GBytes 904 Mbits/sec
```

↑ Server

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- TCP port 5001에서 실행
- TCP window size: 128KByte

# iperf 사용 예시

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - TCP 속도 테스트 진행(cooling X)

```
ubuntu@slavel:/etc$ iperf -c 203.153.147.1 -il
-----
Client connecting to 203.153.147.1, TCP port 5001
TCP window size: 85.0 KByte (default)
-----
[ 3] local 203.153.147.2 port 57868 connected with 203.153.147.1 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0- 1.0 sec  113 MBytes  949 Mbits/sec
[ 3] 1.0- 2.0 sec  110 MBytes  919 Mbits/sec
[ 3] 2.0- 3.0 sec  110 MBytes  923 Mbits/sec
[ 3] 3.0- 4.0 sec  110 MBytes  921 Mbits/sec
[ 3] 4.0- 5.0 sec  110 MBytes  919 Mbits/sec
[ 3] 5.0- 6.0 sec  108 MBytes  903 Mbits/sec
[ 3] 6.0- 7.0 sec  108 MBytes  908 Mbits/sec
[ 3] 7.0- 8.0 sec  108 MBytes  903 Mbits/sec
[ 3] 8.0- 9.0 sec  100 MBytes  843 Mbits/sec
[ 3] 9.0-10.0 sec  106 MBytes  888 Mbits/sec
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.06 GBytes  906 Mbits/sec
```

↑ Client

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- ① Interval: 데이터가 전송되는 시간
  - 10초(default)
- ② Transfer: 전송되는 데이터의 크기 표시
  - 1.06GBytes 전송됨
- ③ Bandwidth: 데이터가 전송되는 속도
  - 906 Mbits/sec

# iperf 사용 예시

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - TCP 속도 테스트 진행(cooling 0)

```
ubuntu@slave0:~$ iperf -s -i1
-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 128 KByte (default)
-----
[ 4] local 203.153.147.134 port 5001 connected with 203.153.147.131 port 46036
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 4] 0.0- 1.0 sec   112 MBytes  940 Mbits/sec
[ 4] 1.0- 2.0 sec   112 MBytes  941 Mbits/sec
[ 4] 2.0- 3.0 sec   112 MBytes  941 Mbits/sec
[ 4] 3.0- 4.0 sec   112 MBytes  941 Mbits/sec
[ 4] 4.0- 5.0 sec   112 MBytes  941 Mbits/sec
[ 4] 5.0- 6.0 sec   112 MBytes  941 Mbits/sec
[ 4] 6.0- 7.0 sec   112 MBytes  941 Mbits/sec
[ 4] 7.0- 8.0 sec   112 MBytes  942 Mbits/sec
[ 4] 8.0- 9.0 sec   112 MBytes  941 Mbits/sec
[ 4] 9.0-10.0 sec   112 MBytes  942 Mbits/sec
[ 4] 0.0-10.0 sec  1.10 GBytes  941 Mbits/sec
```

↑ Server

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- TCP port 5001에서 실행
- TCP window size: 128KByte

# iperf 사용 예시

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - TCP 속도 테스트 진행(cooling 0)

```
ubuntu@slave1:~$ iperf -c 203.153.147.134 -i1
-----
Client connecting to 203.153.147.134, TCP port 5001
TCP window size: 85.0 KByte (default)
-----
[ 3] local 203.153.147.131 port 46036 connected with 203.153.147.134 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 3] 0.0- 1.0 sec   113 MBytes    950 Mbits/sec
[ 3] 1.0- 2.0 sec   112 MBytes    943 Mbits/sec
[ 3] 2.0- 3.0 sec   114 MBytes    958 Mbits/sec
[ 3] 3.0- 4.0 sec   112 MBytes    940 Mbits/sec
[ 3] 4.0- 5.0 sec   112 MBytes    938 Mbits/sec
[ 3] 5.0- 6.0 sec   113 MBytes    946 Mbits/sec
[ 3] 6.0- 7.0 sec   112 MBytes    943 Mbits/sec
[ 3] 7.0- 8.0 sec   112 MBytes    938 Mbits/sec
[ 3] 8.0- 9.0 sec   113 MBytes    945 Mbits/sec
[ 3] 9.0-10.0 sec   112 MBytes    941 Mbits/sec
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.10 GBytes   943 Mbits/sec
```

↑ Client

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- ① Interval: 데이터가 전송되는 시간
  - 10초(default)
- ② Transfer: 전송되는 데이터의 크기 표시
  - 1.10GBytes 전송됨
- ③ Bandwidth: 데이터가 전송되는 속도
  - 943 Mbits/sec

# iperf 사용 예시

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - UDP 속도 테스트 진행
    - 1000Mbps traffic으로 10초 동안 테스트 진행
    - 서버 - 라즈베리파이 / 데스크탑

```
$ iperf -s -u -i1
```

- 클라이언트 - 라즈베리파이

```
$ iperf -c 203.153.147.1 -u -b1000M -i1
```

# iperf 사용 예시

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - UDP 속도 테스트 진행(cooling X)

```
^Cubuntu@ubuntu:~/hadoop/sbin$ iperf -s -u -il
-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[  3] local 203.153.147.1 port 5001 connected with 203.153.147.2 port 58686
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth   Jitter    Lost/Total Datagrams
[  3] 0.0- 1.0 sec  71.3 MBytes 598 Mbits/sec 0.040 ms 29944/80793 (37%)
[  3] 1.0- 2.0 sec  71.4 MBytes 599 Mbits/sec 0.008 ms 30173/81085 (37%)
[  3] 2.0- 3.0 sec  71.4 MBytes 599 Mbits/sec 0.032 ms 30454/81383 (37%)
[  3] 3.0- 4.0 sec  69.6 MBytes 584 Mbits/sec 0.018 ms 31699/81381 (39%)
[  3] 4.0- 5.0 sec  66.0 MBytes 554 Mbits/sec 0.013 ms 34280/81354 (42%)
[  3] 5.0- 6.0 sec  66.1 MBytes 554 Mbits/sec 0.003 ms 34265/81380 (42%)
[  3] 6.0- 7.0 sec  66.1 MBytes 554 Mbits/sec 0.003 ms 34250/81381 (42%)
[  3] 7.0- 8.0 sec  68.8 MBytes 577 Mbits/sec 0.006 ms 32157/81203 (40%)
[  3] 8.0- 9.0 sec  59.8 MBytes 502 Mbits/sec 0.029 ms 38732/81381 (48%)
[  3] 9.0-10.0 sec  62.1 MBytes 521 Mbits/sec 0.004 ms 37104/81380 (46%)
[  3] 0.0-10.2 sec  672 MBytes 550 Mbits/sec 15.600 ms 333068/812732 (41%)
```

↑ Server(RPi)

# iperf 사용 예시

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - UDP 속도 테스트 진행 (cooling X)

```
ubuntu@slavel:/etc$ iperf -c 203.153.147.1 -u -b1000M -i1
-----
Client connecting to 203.153.147.1, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams, IPG target: 11.22 us (kalman adjust)
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[ 3] local 203.153.147.2 port 58686 connected with 203.153.147.1 port 5001
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth
[ 3] 0.0- 1.0 sec   113 MBytes    950 Mbits/sec
[ 3] 1.0- 2.0 sec   114 MBytes    954 Mbits/sec
[ 3] 2.0- 3.0 sec   114 MBytes    957 Mbits/sec
[ 3] 3.0- 4.0 sec   114 MBytes    957 Mbits/sec
[ 3] 4.0- 5.0 sec   114 MBytes    957 Mbits/sec
[ 3] 5.0- 6.0 sec   114 MBytes    957 Mbits/sec
[ 3] 6.0- 7.0 sec   114 MBytes    957 Mbits/sec
[ 3] 7.0- 8.0 sec   114 MBytes    955 Mbits/sec
[ 3] 8.0- 9.0 sec   114 MBytes    957 Mbits/sec
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.11 GBytes   956 Mbits/sec
[ 3] Sent 812733 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-10.2 sec  672 MBytes   550 Mbits/sec  0.000 ms 333068/812732 (0%)
```

↑ Client

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- ① Interval: 데이터가 전송되는 시간
  - 10초(default)
- ② Transfer: 전송되는 데이터의 크기 표시
  - 1.11GBytes 전송됨
- ③ Bandwidth: 데이터가 전송되는 속도
  - 956 Mbits/sec

# iperf 사용 예시

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - UDP 속도 테스트 진행(cooling O)

```
ubuntu@slave0:~$ iperf -s -u -i1
-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[ 3] local 203.153.147.134 port 5001 connected with 203.153.147.131 port 57092
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth   Jitter     Lost/Total Datagrams
[ 3] 0.0- 1.0 sec   104 MBytes  872 Mbits/sec  0.005 ms  8058/82182 (9.8%)
[ 3] 1.0- 2.0 sec   104 MBytes  871 Mbits/sec  0.020 ms  7074/81097 (8.7%)
[ 3] 2.0- 3.0 sec   104 MBytes  873 Mbits/sec  0.005 ms  7134/81381 (8.8%)
[ 3] 3.0- 4.0 sec   104 MBytes  873 Mbits/sec  0.006 ms  7188/81381 (8.8%)
[ 3] 4.0- 5.0 sec   104 MBytes  873 Mbits/sec  0.005 ms  7156/81381 (8.8%)
[ 3] 5.0- 6.0 sec   104 MBytes  872 Mbits/sec  0.010 ms  7196/81381 (8.8%)
[ 3] 6.0- 7.0 sec   104 MBytes  872 Mbits/sec  0.006 ms  7212/81381 (8.9%)
[ 3] 7.0- 8.0 sec   104 MBytes  873 Mbits/sec  0.006 ms  7179/81380 (8.8%)
[ 3] 8.0- 9.0 sec   104 MBytes  872 Mbits/sec  0.005 ms  7223/81381 (8.9%)
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.01 GBytes  872 Mbits/sec  0.030 ms  72545/813569 (8.9%)
```

↑ Server(RPi)

# iperf 사용 예시

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - UDP 속도 테스트 진행 (cooling O)

```
ubuntu@slave1:~$ iperf -c 203.153.147.134 -u -b1000M -i1
-----
Client connecting to 203.153.147.134, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams, IPG target: 11.22 us (kalman adjust)
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[ 3] local 203.153.147.131 port 57092 connected with 203.153.147.134 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0- 1.0 sec   114 MBytes  958 Mbits/sec
[ 3] 1.0- 2.0 sec   114 MBytes  953 Mbits/sec
[ 3] 2.0- 3.0 sec   114 MBytes  957 Mbits/sec
[ 3] 3.0- 4.0 sec   114 MBytes  957 Mbits/sec
[ 3] 4.0- 5.0 sec   114 MBytes  957 Mbits/sec
[ 3] 5.0- 6.0 sec   114 MBytes  957 Mbits/sec
[ 3] 6.0- 7.0 sec   114 MBytes  957 Mbits/sec
[ 3] 7.0- 8.0 sec   114 MBytes  957 Mbits/sec
[ 3] 8.0- 9.0 sec   114 MBytes  957 Mbits/sec
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.11 GBytes 957 Mbits/sec
[ 3] Sent 813569 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.01 GBytes 872 Mbits/sec 0.000 ms 72545/813569 (0%)
```

↑ Client

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- ① Interval: 데이터가 전송되는 시간
  - 10초(default)
- ② Transfer: 전송되는 데이터의 크기 표시
  - 1.11GBytes 전송됨
- ③ Bandwidth: 데이터가 전송되는 속도
  - 957 Mbits/sec

# iperf 사용 예시

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - UDP 속도 테스트 진행(cooling O)

```
ubuntu@ubuntu:~$ iperf -s -u -i1
-----
Server listening on UDP port 5001
Receiving 1470 byte datagrams
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[ 3] local 203.153.147.216 port 5001 connected with 203.153.147.131 port 42968
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth   Jitter      Lost/Total Datagrams
[ 3] 0.0- 1.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.031 ms    0/81389 (0%)
[ 3] 1.0- 2.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.026 ms    0/81382 (0%)
[ 3] 2.0- 3.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.027 ms    0/81385 (0%)
[ 3] 3.0- 4.0 sec   114 MBytes  952 Mb/s    0.026 ms    0/80967 (0%)
[ 3] 4.0- 5.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.026 ms    0/81387 (0%)
[ 3] 5.0- 6.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.016 ms    0/81383 (0%)
[ 3] 6.0- 7.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.046 ms    0/81376 (0%)
[ 3] 7.0- 8.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.026 ms    0/81378 (0%)
[ 3] 8.0- 9.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.026 ms    0/81379 (0%)
[ 3] 9.0-10.0 sec   114 MBytes  957 Mb/s    0.025 ms    0/81391 (0%)
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.11 GBytes 957 Mb/s    0.059 ms    0/813460 (0%)
```

↑ Server(Desktop)

# iperf 사용 예시

- iperf를 이용한 네트워크 성능 측정
  - UDP 속도 테스트 진행 (cooling 0)

```
ubuntu@slave1:~$ iperf -c 203.153.147.216 -u -b1000M -i1
-----
Client connecting to 203.153.147.216, UDP port 5001
Sending 1470 byte datagrams, IPG target: 11.22 us (kalman adjust)
UDP buffer size: 208 KByte (default)
-----
[ 3] local 203.153.147.131 port 42968 connected with 203.153.147.216 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 3] 0.0- 1.0 sec  114 MBytes  958 Mb/s
[ 3] 1.0- 2.0 sec  114 MBytes  957 Mb/s
[ 3] 2.0- 3.0 sec  114 MBytes  957 Mb/s
[ 3] 3.0- 4.0 sec  113 MBytes  952 Mb/s
[ 3] 4.0- 5.0 sec  114 MBytes  957 Mb/s
[ 3] 5.0- 6.0 sec  114 MBytes  957 Mb/s
[ 3] 6.0- 7.0 sec  114 MBytes  957 Mb/s
[ 3] 7.0- 8.0 sec  114 MBytes  957 Mb/s
[ 3] 8.0- 9.0 sec  114 MBytes  957 Mb/s
[ 3] 9.0-10.0 sec  114 MBytes  957 Mb/s
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.11 GBytes 957 Mb/s
[ 3] Sent 813460 datagrams
[ 3] Server Report:
[ 3] 0.0-10.0 sec  1.11 GBytes 957 Mb/s 0.000 ms 0/813460 (0%)
```

↑ Client

※ 라즈베리 파이를 이용한 실험

- ① Interval: 데이터가 전송되는 시간
  - 10초(default)
- ② Transfer: 전송되는 데이터의 크기 표시
  - 1.11GBytes 전송됨
- ③ Bandwidth: 데이터가 전송되는 속도
  - 957 Mb/s

# Network performance - NetPIPE

- Network protocol independent performance evaluator
  - Testing TCP - receiver

```
$ NPtcp -r
```

- Testing TCP - transmitter

```
$ NPtcp -h receiver_hostname -o output_filename -P -t
```

# Network monitoring - iftop

- 특정 interface의 현재 bandwidth 사용량을 표시
- Bandwidth를 사용하는 프로세스를 표시하지 않음

data flow direction

평균 전송량을 보여줌  
→ 2초, 10초, 40초 동안의  
평균 전송량을 의미

현재 접속 중인  
호스트의 이름  
혹은 IP 주소

TX: 전송량  
(Transmitting)  
RX: 수신량  
(Receiving)  
Total: 총량

<https://hbase.tistory.com/13>

```

user@user-MS-7B23: ~
1.91Mb
255.255.255.255 => 0.0.0.0          0b      0b      0b
user-MS-7B23   =<= ec2-54-95-170-215.ap-northeast-1.compute.amazo 2.52Kb  3.51Kb  2.87Kb
255.255.255.255 => 203.252.195.156 0b      126b   126b
203.153.146.255 =<= 203.153.146.147 0b      86b    86b
255.255.255.255 => 203.153.146.147 0b      0b     0b
203.252.195.255 =<= 203.252.195.156 692b   138b   69b
255.255.255.255 => 203.252.195.200 0b      0b     0b
203.252.195.255 =<= 203.252.195.200 692b   138b   69b
255.255.255.255 => pp1ab02.sookmyung.ac.kr 0b      0b     0b
203.252.195.255 =<= selab01.sookmyung.ac.kr 0b      129b   64b
255.255.255.255 => pp1ab02.sookmyung.ac.kr 0b      0b     0b
203.252.195.255 =<= selab01.sookmyung.ac.kr 0b      129b   64b
255.255.255.255 => 203.153.147.81 0b      0b     0b
203.153.146.255 =<= 203.153.146.46 0b      54b    14b
255.255.255.255 => 169.254.22.18 0b      0b     869b
255.255.255.255 =<= 203.153.146.11 0b      0b     281b
                                0b      0b     138b

TX:          cum:   217KB  peak:  1.05Kb  rates:  0b    126b   229b
RX:          1.22MB  10.6Kb  3.87Kb  4.94Kb  5.47Kb
TOTAL:      1.43MB  10.6Kb  3.87Kb  5.07Kb  5.70Kb
    
```

cum: 누적 전송량  
peak: 피크 상태일 때의  
전송량  
rates: 각각 2초/4초/10초  
간의 평균 데이터 흐름

현재 호스트가 통  
신하고 있는 대상  
호스트 정보

# Network monitoring - iftop

- 설치

```
$ sudo apt install iftop
```

- 실행

```
$ sudo iftop
```

- 사용 가능 옵션

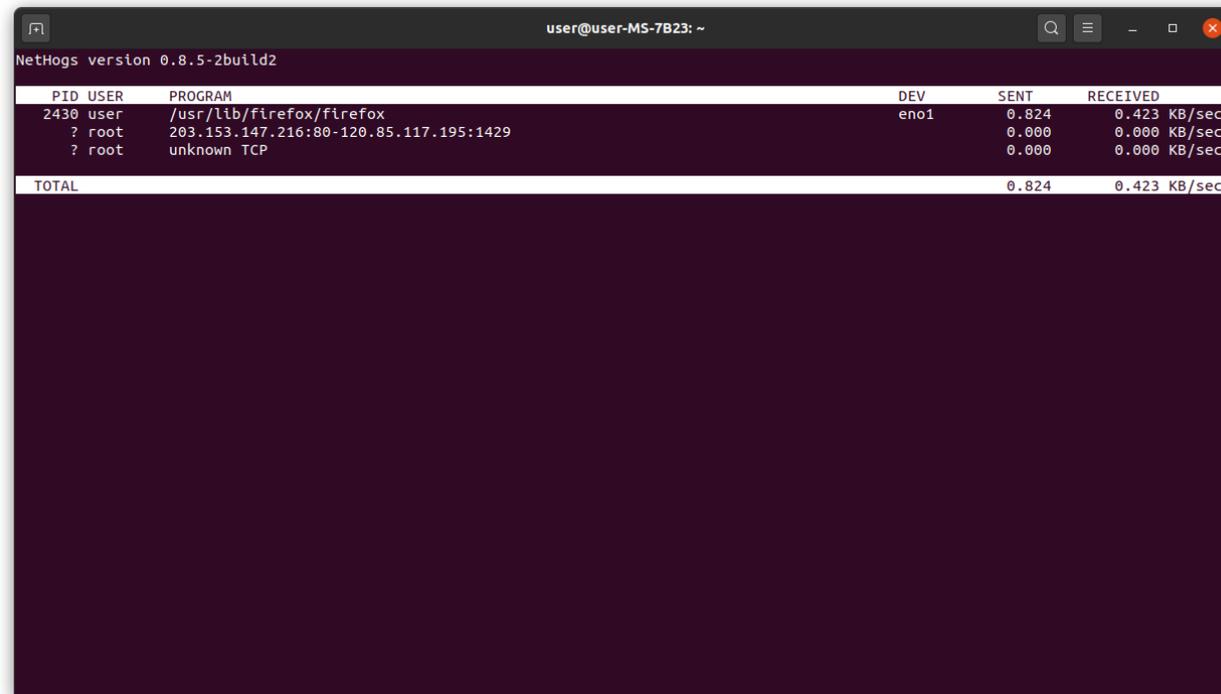
- -i <interface>: 모니터링 할 네트워크 인터페이스 이름 명시
- -f <filter>: pcap-filter형식의 필터링 문자열 명시하여 모니터링 하고 싶은 항목 제한(dst: Destination, src: Source)
  - 예시

```
$ sudo iftop -i eth0 -f "src port 22"
```



# Network monitoring - nethogs

- 서버의 운영체제에서 프로세스 레벨로 트래픽 모니터링 가능
- 프로세스 및 bandwidth usage 별로 output을 정렬



```
user@user-MS-7B23: ~  
NetHogs version 0.8.5-2build2  
PID USER PROGRAM DEV SENT RECEIVED  
2430 user /usr/lib/firefox/firefox eno1 0.824 0.423 KB/sec  
? root 203.153.147.216:80-120.85.117.195:1429 0.000 0.000 KB/sec  
? root unknown TCP 0.000 0.000 KB/sec  
TOTAL 0.824 0.423 KB/sec
```

# Network monitoring - nethogs

- ubuntu 설치

```
$ sudo apt-get install nethogs
```

- 실행

```
$ sudo nethogs
```

- 사용 가능 옵션
  - -d <초 단위 시간> : refresh interval
- nethog 실행 중 사용할 수 있는 메뉴
  - s: sort by SENT traffic
  - r: sort by RECEIVE traffic
  - q: quit
  - m: switch between total (KB, B, MB) and KB/s mode