

컴퓨터네트워크

과제 #01 보고서

이름	황명원
학번	20185309
소속 학과/대학	콘텐츠 it 전공/정보과학대학
분반	01 (담당교수: 박찬영)

<주의사항>

- 개별 과제입니다. (팀으로 진행하는 과제가 아니며, 모든 학생이 보고서를 제출해야 함)
- **각각의 문제 바로 아래에 답을 작성 후 제출해 주세요.**
 - 소스코드/스크립트 등을 작성한 경우, 해당 파일의 이름도 적어주세요.
- SmartLEAD 제출 데드라인:
 - **다음 실습날짜 전날까지**
 - 데드라인을 지나서 제출하면 24 시간 단위로 20%씩 감점(5 일 경과 시 0 점)
 - 주말/휴일/학교행사 등 모든 날짜 카운트함
 - 부정행위 적발 시, 원본(보여준 사람)과 복사본(베낀 사람) 모두 0 점 처리함
 - 예외 없음
- SmartLEAD 에 아래의 파일을 제출해 주세요
 - **보고서(PDF 파일로 변환 후 제출을 권장하나, WORD 로 제출해도 됨)**
 - 보고서 파일명에 이름과 학번을 입력해 주세요.
 - **소스코드, 스크립트, Makefile 등을 작성해야 하는 경우, 모든 파일을 하나의 zip 파일로 압축하여 제출**

문제 1) NAT 에 대해서 조사하고, NAT 의 원리 및 어떻게 동작하는지 설명하세요.

네트워크 주소 변환(Network Address Translation, 줄여서 NAT)은 IP 패킷의 TCP/UDP 포트 숫자와 소스 및 목적지의 IP 주소 등을 재기록 하면서 라우터를 통해 네트워크 트래픽을 주고 받는 기술을 말합니다.

NAT 을 쓰는 이유는 다음과 같습니다.

(1) IP 주소 절약

NAT 기술을 이용하면, 하나의 공인 IP 주소를 사용하여 여러 대의 호스트가 인터넷에 접속할 수 있습니다. 예를 들어 대부분의 경우에 집에 인터넷 회선을 개통하고 인터넷 공유기를 설치해서 여러 PC를 연결하여 사용 하는데, 이러한 방법이 가능한 이유가 인터넷 공유기에 NAT 기능이 탑재되어 있기 때문입니다. 따라서 부족한 공인 IP를 절약할 수 있는 효과가 있습니다.

(2) 보안

NAT 동작의 특성상 IP 를 숨길 수 있는 기능이 있습니다. 예를 들어, 라우터 (또는 공유기 등) 외부로 트래픽이 나갈 때는 사설 IP 가공인 IP 주소로 바뀌므로 공격자가 라우터 안 쪽에 있는 사설 IP 를 모르기 때문에 최종 목적지로의 공격이 어려워져 내부 네트워크 및 호스트들을 보호할 수 있습니다.

이제 동작 원리에 대해 설명하겠습니다. 흔히 집에서 사용하는 인터넷 공유기를 통해 외부에 있는 웹 서버로 접근하고자 하는 경우, 해당 요청 패킷은 반드시 해당 공유기(게이트웨이)를 거치게 되어 있습니다. 이 때, 출발지의 사설 망 IP 주소가 그대로 외부 인터넷에 나가게 될 경우 수신 측 (웹 서버) 는 알 수 없는 사설망의 IP 주소 이므로 최종적으로 패킷을 어디로 보내줘야 할 지 알 수 없게 됩니다.

즉 NAT 은 다음과 과정을 거치게 됩니다.

- (1) 패킷 헤더에 출발지와 목적지의 주소를 기록합니다. 이 때, 출발지는 자신의 사설 망 IP 주소를 기록 합니다.
- (2) 기본 게이트웨이 (공유기 등) 에서는 외부로 나가는 패킷을 인식하게 되면, 출발지의 IP 주소를 게이트웨이 자신의 공인 IP 주소로 변경합니다. 이 때, 별도의 NAT 테이블을 보관합니다.

- (3) 웹 서버에서 수신한 데이터를 처리한 후, 응답하여 보내는 패킷에 출발지와 목적지의 IP 주소를 아래와 같이 기록하여 보냅니다. 특히 이 때 목적지의 IP 주소는 호스트의 기본 게이트웨이 공인 IP 주소 가 됩니다.
- (4) 호스트의 기본 게이트웨이에서 웹 서버가 보낸 패킷을 받으면, 기록해 두었던 NAT 테이블을 참조하여 최종 목적지인 호스트의 사설 IP 주소로 변경하여 해당 호스트로 패킷을 전달합니다.

문제 2) Port Forwarding 에 대해서 조사하고, 원리 및 어떻게 동작하는지 설명하세요.

포트포워딩(port forwarding)은 컴퓨터 네트워크 상에서 패킷이 방화벽이나 라우터 같은 네트워크 게이트를 지날 때 IP 주소와 포트 번호 결합의 통신 요청을 다른 곳으로 넘겨주는 네트워크 주소 변환의 응용이라고 볼 수 있습니다.

포트포워딩의 원리 및 동작에 대해서는 다음과 같습니다.

포트 포워딩은 외부 포트, 내부 IP, 내부 포트를 지정해줌으로써 설정이 가능합니다. 즉 외부에서 어떤 포트로 접속했을 때 사설 네트워크 내 어떤 장치의 어떤 포트로 접속을 연결해줄지 설정해주면 되는 것입니다.

문제 3) 호스트 A가 커다란 파일을 호스트 B로 전송하기를 원한다고 하자. 호스트 A에서 호스트 B로의 경로는 3개의 링크를 포함한다. 이들 각각은 $R1 = 500 \text{ kbps}$, $R2 = 2 \text{ Mbps}$, $R3 = 1 \text{ Mbps}$ 다.
a. 네트워크에 다른 트래픽이 없다고 가정하면 파일 전송을 위한 전송률은 무엇인가?

-> 호스트 A 에서 호스트 B 로 파일을 전송하기 위한 전송률은 $R1$, $R2$, $R3$ 중에서 가장 낮은 전송률인 $R1$ 의 500 Kbps 가 됩니다. 따라서 호스트 A 에서 호스트 B 로 의 파일 전송에는 $R1$ 링크를 통해 500 kbps 의 속도로 데이터를 전송하게 됩니다

b. 파일이 400 만 바이트의 크기라고 가정하자. 이 파일을 호스트 B로 전달하는 데 대략 얼마나 걸리는가?

-> 500 kbps 는 $500 \times 10^3 \text{ bps}$ 가 되고 , 400 만 바이트는 3200×10^4 비트가 됩니다. 따라서

걸리는 시간 = $3200 \times 10^4 / 500 \times 10^3 = 64$ 즉 64 초 입니다.

c. (a)와 (b)를 반복하라. 단, R_2 는 100 kbps 다.

-> R_2 가 100 kbps 라면 (a)문제의 답은 100kbps 가 되고,

(b)문제의 답은 $3200 \times 10^4 / 100 \times 10^3 = 320$ 즉 320 초 입니다.

문제 4) 이 문제는 데이터 네트워킹에서의 두 중요 개념인 전파 지연과 전송 지연을 탐구하는 것이다. 전송률이 R bps 인 단일 링크로 연결된 호스트 A 와 호스트 B 를 생각해보자. 두 호스트는 m 미터 떨어져 있고 링크 사이의 전파 속도가 s m/s 라고 하자. 그리고 호스트 A 가 호스트 B 에게 크기가 L 비트인 패킷을 보낸다고 하자.

a. m 과 s 를 이용하여 전파 지연 d_{prop} 를 표현하라.

-> $d_{prop} = \text{거리} / \text{전파속도}$ 이므로 $d_{prop} = m / s$ 입니다.

b. L 과 R 을 이용하여 패킷의 전송 시간 d_{trans} 를 결정하라.

-> $d_{trans} = \text{파일크기} / \text{전송속도}$ 이므로 $d_{trans} = L / R$ 입니다.

c. 처리 지연과 큐잉 지연은 무시하고 종단 간의 지연에 대한 수식을 구하라.

-> 지연시간 = $d_{prop} + d_{trans}$ = 이므로 $m/s + L/R$ 입니다.

d. 호스트 A 가 시각 $t = 0$ 에 패킷 전송을 시작한다고 하자. $t = d_{trans}$ 에 패킷의 마지막 비트는 어디에 있는가?

-> 모든 비트가 다 도착해야 d_{trans} 이 되므로 패킷 전송을 시작할때는 큐 밖입니다. 즉 큐 바로 앞에서 나가고 있습니다.

e. d_{prop} 가 d_{trans} 보다 크다고 하자. $t = d_{trans}$ 에 패킷의 처음 비트는 어디에 있는가?

-> 전송 지연구간을 지나서 만약 거리가 호스트 A 에서 호스트 B 까지 거리를 d 라고 하면 d 에 있습니다.

f. d_{prop} 가 d_{trans} 보다 작다고 하자. $t = d_{trans}$ 에 패킷의 처음 비트는 어디에 있는가?

-> 위에서 답한 e 에서의 d 에 있겠지만 호스트 B 쪽으로 더 가까이 있습니다.

g. $s = 2.5 \times 10^8$, $L = 1500$ 바이트, $R = 10$ Mbps 라고 하자. d_{prop} 와 d_{trans} 를 같게 하는 거리 m 을 구하라.

$$\begin{aligned}
 d_{prop} &= \frac{L}{R} \quad \text{m/s} = \text{m} / 2.5 \times 10^8 \\
 d_{trans} &= \frac{L}{R} = 12000 \text{ bit} / 10^9 \text{ bps} \\
 \therefore m &= \frac{L}{R} \times 5 = \frac{12000 \text{ bit}}{10^9 \text{ bps}} \times 2.5 \times 10^8 \\
 &= 3 \times 10^6 \text{ m} = 3000 \text{ km}
 \end{aligned}$$

-> 즉 3000Km 입니다.

문제 5) 패킷 교환 네트워크를 통해 호스트 A로부터 호스트 B로 음성을 보낸다고 하자(VoIP). 호스트 A가 아날로그 음성을 디지털 64 kbps 스트림으로 변환한다. 그리고 비트들을 56 바이트 패킷으로 그룹짓는다. 호스트 A와 호스트 B 사이에 하나의 링크가 있다. 전송률은 10 Mbps 이고 전파 지연은 10 ms 다. 호스트 A가 패킷을 만들자마자 호스트 B로 보낸다. 호스트 B가 전체 패킷을 받자마자, 패킷 비트를 아날로그 신호로 변환한다. (호스트 A의 원래 아날로그 신호로부터) 한 비트가 만들어져서 (호스트 B에서 아날로그 신호의 일부로서) 그 비트가 해독될 때까지의 소요 시간은 얼마인가? 두 번째 비트에 대해서는 어떠한가? 다른 비트들에 대해서는 어떠한가?

$$\begin{aligned}
 &\text{비트당 패킷 크기} \quad \text{그런데 64바이트} \\
 &56 \times 8 \text{ bit} / 64 \times 10^3 \text{ bps} = 0.007 \text{ sec} = 7 \text{ ms} \\
 &\text{즉 비트가 해독될때까지의 소요시간은 7ms 일 것이다.} \\
 &\text{전송지연} = \frac{56 \times 8}{10^7} = 0.000448 \text{ s} \\
 &\quad \quad \quad = 0.448 \text{ ms} \\
 &\text{전파지연} = 0.01 \text{ s} = 10 \text{ ms} \\
 &\therefore \text{비트가 해독될때까지의 소요시간} = \text{전송지연} + \text{전파지연} \\
 &= 7 \text{ ms} + 0.448 \text{ ms} + 10 \text{ ms} \\
 &= 17.448 \text{ ms} \\
 &\text{즉 두 번째 비트와 다른 비트에 대해서는} \\
 &17.448 \text{ ms 일 것이다.}
 \end{aligned}$$

->

즉 비트가 해독될때까지의 소요시간은 7 ms 이고 두 번째 비트와 다른 비트들은 17.448ms 입니다.