

IT CookBook, 쉽게 배우는 데이터 통신과 컴퓨터 네트워크(개정) 3장 연습문제 해답

본 자료의 저작권은 박기현과 한빛아카데미에 있습니다.

이 자료는 강의 보조자료로 제공되는 것으로, 학생들에게 배포되어서는 안 됩니다.

1. ① 회선 교환, ② 패킷 교환
2. ① 가상 회선, ② 데이터그램
3. ① 충돌, ② 토큰
4. ① 교환, ② 점대점 (혹은 Point-to-Point)
5. ① 인터넷워킹, ② 라우터
6. 플러딩
7. ① 역방향 학습, ② 스페닝 트리, ③ 소스 라우팅
8. ① 내부 라우팅 프로토콜, ② 외부 라우팅 프로토콜
9. ① QoS

10. ①, ②, ④

(설명③) 비연결형 서비스를 제공하는 패킷 교환 방식은 가변 대역의 전송률을 지원하므로 네트워크 구조가 상대적으로 복잡하다.

(설명⑤) 패킷 교환 방식은 모든 패킷의 경로를 일정하게 유지시켜 주는 가상 회선 방식과 데이터들이 각각의 경로로 전송되는 데이터그램 방식이 있다.

11. ②, ③

(설명②) 여러 호스트에서 전송한 패킷이 전송 대역을 동적인 방식으로 공유하기 때문에 전송 선로의 이용 효율을 극대화할 수 있다.

(설명③) 패킷 교환 방식에서는 전송 대역이 부족하여 연결 설정 요청을 허용하지 않는 현상이 발생하지 않는다. 이론상 호스트를 무한히 수용할 수 있지만, 그만큼 혼잡이 심화되어 전송 지연도 심화될 수 있다.

12. ①, ②, ④, ⑤

(설명③) 가상 회선 방식은 패킷 교환 방식을 기반으로 하므로 데이터의 전송 단위가 패킷 단위로 이루어진다.

13. ①, ②, ④

(설명③) 프레임 릴레이 방식은 연결형 패킷 서비스를 지원한다.

(설명⑤) 패킷 교환 방식이 종단 사용자에게 지원하는 전송률보다 높은 전송률을 지원한다.

14. ①, ③, ④

(설명②) 버스형 구조에서는 전송 데이터가 모든 호스트에 전송되므로 라우팅 기능이 필요 없다.

(설명⑤) 링형 구조에서는 토큰이라는 제어 프레임을 사용해 충돌의 발생 가능성을 원천적으로 차단한다.

15. ①, ③, ④, ⑤

(설명②) 리피터는 한쪽 단에서 들어온 비트 신호를 증폭하여 다른 쪽으로 전달하기 때문에 계층 1의 기능을 지원한다.

16. ②, ⑤

(설명②) 초기에는 라우팅 테이블이 비어 있기 때문에 플러딩 알고리즘을 이용해 데이터의 전송 방향을 결정한다.

(설명⑤) 네트워크의 순환 구조를 없애려면 이중 경로가 존재하지 않도록 네트워크를 설계해야 한다.

17. ①, ②, ④, ⑤

(설명③) 네트워크나 라우터가 동작하지 않는 경우나 특정 위치에서 혼잡이 발생하는 경우의 방식을 적응 경로 배정 방식이라 한다.

18. ①, ⑤

(설명①) 연결 설정 지연은 연결 설정을 위한 request 프리미티브 발생과 confirm 프리미티브 도착 사이의 경과 시간이다. 일반적으로 경과 시간이 짧을수록 좋다.

(설명⑤) 우선순위는 다른 연결보다 우선 처리를 의미한다. 우선순위가 높은 연결이 우선순위가 낮은 연결보다 좋은 서비스를 제공받는다.

19.

회선 교환(Circuit Switching) 방식은 고정 대역이 할당된 연결을 설정한 후에 데이터 전송을 시작한다. 따라서 연결 회선에 할당된 고정 크기의 안정적인 전송률로 데이터를 전송할 수 있으며, 연결이 유지되는 동안에는 다른 연결에서 이 대역을 사용할 수 없다. 데이터 전송경로가 연결 설정 과정에서 고정되므로 라우팅 등의 작업이 쉽다.

패킷 교환(Packet Switching) 방식은 컴퓨터 네트워크 환경에서 주로 이용한다. 데이터를 미리 패킷 단위로 나누어 전송하므로 패킷을 기준으로 교환 작업이 이루어진다. 패킷 교환방식은 데이터 전송을 위한 전용 대역을 따로 할당하지 않기 때문에 가변 크기의 전송률을 지원한다. 패킷 교환에는 모든 패킷의 경로를 일정하게 유지시켜주는 가상 회선(Virtual Circuit) 방식과 패킷들이 각각의 경로로 전송되는 데이터그램(Datagram) 방식이 있다.

20.

■ 가상 회선 방식

가상 회선(Virtual Circuit) 방식은 연결형 서비스를 지원하기 위한 기능으로, 하나의 연결을 통해 전송되는 패킷의 경로는 동일하다. 송수신 호스트 사이에 설정된 가상의 단일 파이프를 통해 송신 호스트가 입력단으로 패킷을 송신하고, 수신 호스트가 출력단에서 패킷을 수신한다. 따라서 모든 패킷이 하나의 파이프를 표현되는 동일 경로로 전송되므로 패킷이 도착하는 순서가 보낸 순서와 같다.

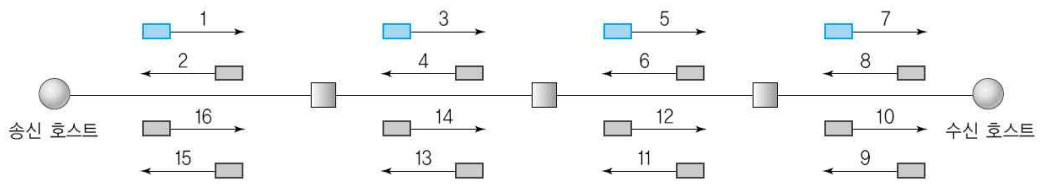
■ 데이터그램 방식

패킷 교환에서 비연결형 서비스를 이용해 패킷을 독립적으로 전송하는 것을 데이터그램(Datagram) 방식이라고 한다. 데이터그램 방식은 패킷이 전달되기 전에 연결을 설정하는 과정이 없으므로, 경로를 미리 할당하지 않는다. 따라서 전송되는 패킷들이 독립 경로로 전달된다. 일반적으로 데이터그램 방식은 전송할 정보의 양이 적거나 상대적으로 신뢰성이 중요하지 않은 환경에서 사용한다.

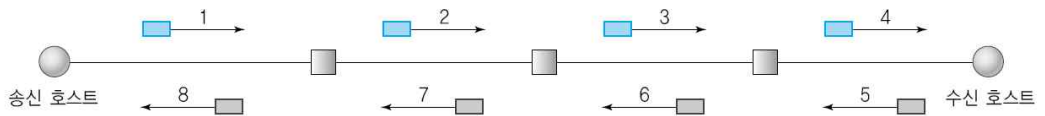
21.

프레임 릴레이 방식에서는 각 라우터의 개별 연결을 의미하는 홉(Hop) 단위의 흐름 제어와 오류 제어 기능을 수행하지 않는다. 따라서 데이터의 전송과 긍정 응답의 처리가 큰 흐름으로 이루어져, 전송 패킷의 양이 반으로 줄어든다. 이처럼 오류 제어 기능을 단순화하여 데이터 전송 효율을 향상시킨다.

패킷 교환(a) 방식에서는 중간 라우터를 거치는 과정에서 데이터 링크 계층의 기능이 개별적으로 수행된다. 따라서 개별 연결에서 데이터 프레임과 긍정 응답 프레임을 반복 교환한다. 프레임릴레이(b) 방식보다 오류 제어가 과도하게 이루어진다.



(a) 패킷 교환망



(b) 프레임 릴레이망

전송 데이터 긍정 응답

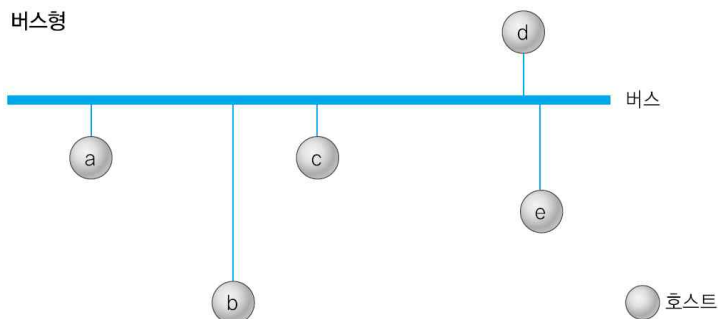
22.

■ 버스형

버스형은 한 호스트가 전송한 데이터를 네트워크에 연결된 모든 호스트에 전송하는 브로드캐스팅 방식이다. 전송 데이터가 모든 호스트에 전송되므로 라우팅 기능이 따로 필요 없다. 목적지에 해당하는 호스트만 데이터를 내부 버퍼에 보관하고, 그렇지 않은 호스트는 버림으로써 한 호스트만 데이터를 수신하게 된다. 이를 위해 각 호스트를 구분하는 호스트 주소를 사용하고, 전송 데이터에는 송수신 호스트의 주소를 표기한다.

[충돌 해결]

둘 이상의 호스트에서 데이터를 동시에 전송하려고 하면 공유 버스에서 데이터 충돌(Collision)이 발생할 수 있다. 충돌 문제를 해결하는 방법은 충돌이 발생할 가능성 자체를 차단하는 사전 해결 방식과 충돌을 허용하고 나중에 해결하는 사후 해결 방식이 있다. 대표적인 버스형 연결 형태인 이더넷(Ethernet)은 충돌이 발생하는 것을 허용하는 대신, 충돌 후에 문제를 해결하는 사후 해결 방식이다.

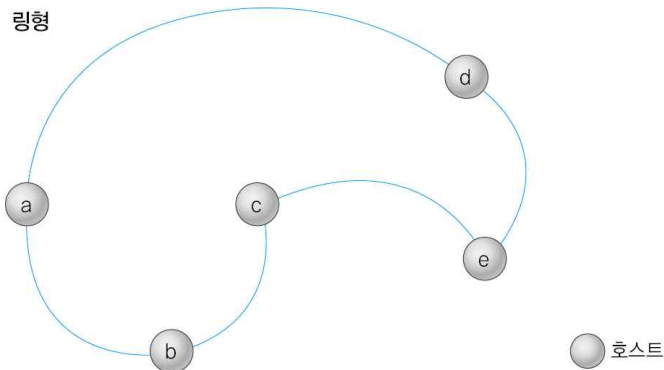


■ 링형

링(Ring)형은 전송 호스트의 연결이 순환 구조인 링 형태다. 데이터는 시계나 반시계 방향으로 전송되며, 특정 호스트에서 전송한 데이터는 반드시 링을 한 바퀴 돌아 송신 호스트로 되돌아온다. 네트워크에 연결된 모든 호스트가 전송 데이터를 수신하는 브로드캐스팅 방식을 지원한다. 데이터를 송신한 호스트는 자신에게 되돌아온 데이터를 네트워크에서 회수할 책임을 가진다.

[충돌 해결]

링형은 둘 이상의 호스트에서 데이터를 동시에 전송하면 충돌이 발생할 수 있으므로 이 문제를 고려해야 한다. 링형에서는 일반적으로 토큰(Token)이라는 제어 프레임을 사용해 충돌가능성을 차단한다. 따라서 데이터를 전송할 호스트는 사전에 전송용 토큰을 확보해야 한다. 네트워크에는 토큰이 하나밖에 없으므로 특정 시간에 데이터를 전송할 수 있는 호스트는 하나뿐이다. 따라서 호스트 사이에 충돌이 발생할 가능성을 사전에 차단할 수 있다. 토큰은 네트워크에 연결된 호스트를 모두 순환하도록 설계되므로 모든 호스트가 동등한 전송 기회를 가질 수 있다.



23.

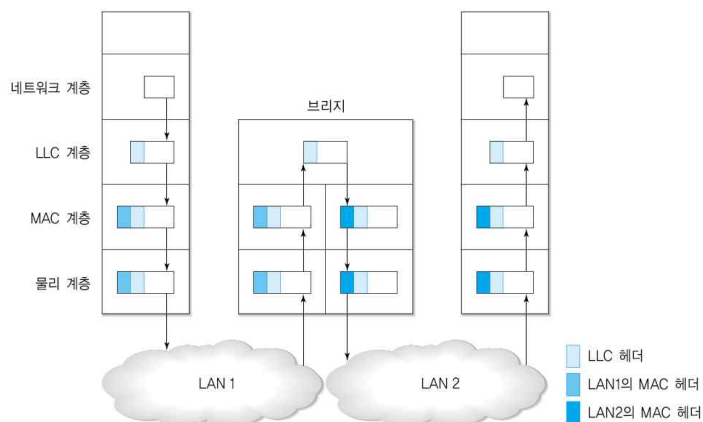
다음 그림은 네트워크 연결을 위한 게이트웨이(Gateway) 장비의 역할을 보여준다. 그림처럼 두 LAN을 연결하려면 중간에 있는 네트워크 장비가 데이터를 중개해야 한다. 네트워크장비의 기능에 따라(네트워크 장비의 네트워크 계층, 데이터 링크 계층, 물리 계층의 기능에 따라) 양쪽 LAN은 특성이 다를 수 있으며, 네트워크 장비 하나에 여러 종류의 LAN을 연결할 수도 있다.

게이트웨이의 역할



24.

브리지(Bridge)는 한쪽 단에서 들어온 프레임의 MAC 계층 헤더를 다른 단의 MAC 계층 헤더로 변형해 전송할 수 있어 종류가 다른 LAN을 연결할 수 있다. 브리지가 수신한 프레임의 목적지 주소와 송신 호스트의 주소가 같은 LAN에 소속되어 있으면 브리지는 아무 행동도 하지 않는다. 그러나 송수신 호스트의 위치가 서로 다른 LAN에 속하면 중개 기능을 수행한다.



[그림 3-12] 브리지의 역할

브리지(Bridge)를 이용해 LAN과 LAN 사이에서 데이터를 중개할 때 각 LAN에서 사용하는 MAC 계층이 다를 수 있다. 예를 들어, [그림 3-12]에서 LAN1은 이더넷, LAN2는 토큰링을

사용한다고 가정할 수 있다. 이때는 브리지에 MAC 헤더를 해석해 변환하는 기능이 필요하다. 즉, LAN1로부터 데이터를 수신할 때는 해당 MAC 계층 헤더를 해석하고 제거해야 한다. 그러면 그림처럼 브리지의 최상위 계층에서는 MAC 헤더가 제거되고 LLC 헤더까지 포함된 데이터만 남는다. 반대로 LAN2로 전송할 때는 해당 LAN의 MAC 계층에 맞도록 헤더정보를 적절히 추가한다.

25.

트랜스페런트 브리지(Transparent Bridge)는 이름처럼 라우팅 기능을 사용자에게 투명하게 보여준다. 브리지 사용자는 전송하는 프레임의 주소부에 라우팅에 관한 정보를 추가하지 않아도 되며, 필요한 라우팅 과정은 브리지가 자동으로 수행한다. 설치 과정에서 하드웨어의 조정이나 소프트웨어의 변경, 주소, 라우팅 테이블 관련 사항을 고려할 필요가 없다.

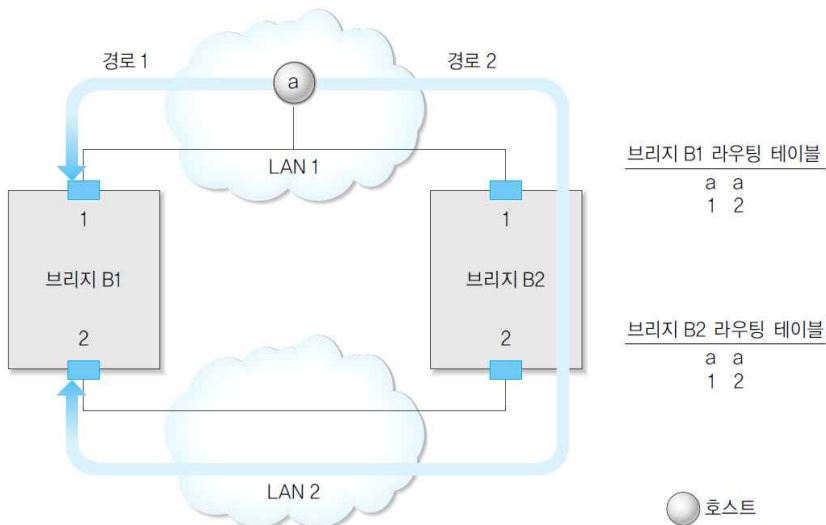
브리지에 연결된 임의의 LAN으로부터 프레임이 도착했을 때, 브리지가 수행하는 동작은 다음 두 가지 중 하나다. 첫째, 해당 프레임의 수신 호스트가 송신 호스트와 동일한 방향에 위치한 경우에는 프레임을 중개하는 과정이 필요 없기 때문에 무시해도 된다. 둘째, 프레임의 수신 호스트가 송신 호스트와 다른 방향에 위치하는 경우에는 수신 호스트가 있는 방향으로 프레임을 중개해야 한다. 이 과정에서 브리지에는 송수신 호스트가 동일한 방향에 있는지와 수신 호스트가 브리지의 어느 방향에 위치하는지에 대한 정보를 꼭 알아야 한다.

26.

트랜스페런트 브리지가 제대로 동작하려면 라우팅 테이블(Routing Table) 정보가 정확해야 한다. 라우팅 테이블은 LAN이 동작하면서 자동으로 생성되는데, 이 과정을 요약하면 다음과 같다. 먼저 브리지에 전원이 들어오면 라우팅 테이블의 내용이 비어, 초기에는 프레임의 수신자가 어느 쪽 포트에 위치하는지를 판단할 수 없다. 그러므로 이 경우에는 플러딩(Flooding) 알고리즘을 사용해 입력된 프레임을 브리지의 모든 포트 방향으로 전달한다. 물론, 프레임이 들어온 방향으로만 전달하지 않는다. 플러딩 알고리즘의 동작 과정에서 브리지에 입력된 프레임의 송신 호스트 주소를 근거로 송신 호스트가 몇 번 포트에 연결되었는지를 예측할 수 있다. 이와 같이 데이터 전달 과정에서 얻은 프레임의 송신 호스트 주소와 포트 번호의 정보를 라우팅 테이블에 반영한다. 이 방법을 사용하면 시간이 경과함에 따라 라우팅 테이블의 정보가 계속 누적되므로 라우팅 정보를 효과적으로 수집할 수 있다. 또 호스트의 연결 위치를 변경해도 라우팅 정보를 자동으로 갱신할 수 있다.

이처럼 네트워크의 동작 과정에서 라우팅 정보를 얻는 방식을 역방향 학습 (Backward Learning) 알고리즘이라고 한다.

역방향 학습 알고리즘은 [그림 3-14]처럼 네트워크에 이중 경로가 존재하면 잘못된 라우팅 정보를 얻을 수 있다.



[그림 3-14] 이중 경로에 의한 잘못된 라우팅 정보

예를 들어, 그림에 소개한 네트워크의 초기 동작에서 브리지 B1과 B2는 플러딩 알고리즘을 사용해 프레임을 전달한다. 먼저 호스트 a가 임의의 수신 호스트에 프레임을 전달한다고 가정해보자. 호스트 a에서 보낸 프레임은 브리지 B1의 1번 포트에 전달되므로 브리지 B1의 라우팅 테이블에는 호스트 a가 1번 포트에 연결된 것으로 등록한다. 동시에 호스트 a가 보낸 프레임은 브리지 B2를 통해 브리지 B1의 2번 포트에도 들어온다. 결과적으로 브리지 B1에서는 호스트 a에서 보낸 프레임이 1번과 2번 포트 모두를 통해 들어오므로 그림처럼 모순된 라우팅 테이블이 만들어진다. 브리지 B2에도 동일한 원리가 적용되고, 호스트 a가 두 포트에 모두 연결된 것처럼 라우팅 정보가 만들어진다. 이후, 프레임의 수신 호스트 주소가 호스트 a인 프레임이 전송되면 두 브리지는 데이터를 양쪽 포트에 전달하기 때문에 전송 프레임이 네트워크를 계속 순환하는 결과를 초래한다.

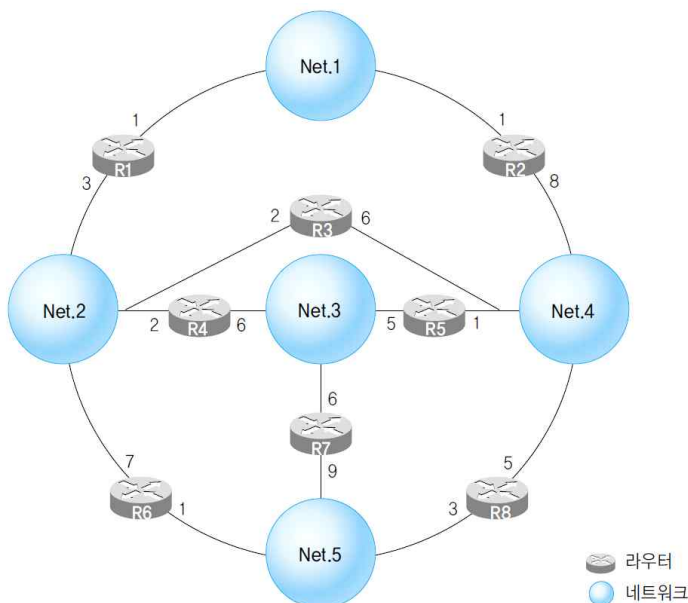
이런 문제점을 해결하려면 이중 경로가 존재하지 않도록 네트워크를 설계해야 한다. 네트워크의 설계 과정에서 순환 구조가 불가피하게 만들어지면 네트워크의 논리적 연결 상태를 비순환 형태로 간주함으로써, 역방향 학습 알고리즘이 올바르게 동작하도록 해야 한다. 네트워크의 비순환 구조를 스패닝 트리(Spanning Tree)라 하고 이를 지원하는 알고리즘을

스패닝 트리 알고리즘이라고 한다. 스패닝 트리를 구성하려면 먼저 임의의 브리지를 트리 구조의 최상위 브리지인 루트(Root)로 지정해야 한다. 이를 위해 브리지가 자신의 고유 번호를 서로 공개함으로써, 번호가 가장 낮은 브리지를 루트로 선정할 수 있다. 그런 다음, 루트 브리지에서 다른 모든 브리지까지의 최단 경로 트리를 구성하는 방식으로 LAN을 구축하는 과정을 밟는다.

27.

라우터의 역할은 수신된 IP 데이터그램을 적절한 경로로 전달하는 것이다. 그렇게 하기 위해서는 인터넷의 전체 구성과 현재 상태에 대한 정보를 활용해 경로를 선택해야 한다. 대표적인 라우팅 방식은 고정 경로 배정과 적응 경로 배정이다.

[그림 3-17]과 같은 네트워크를 가정해보자. Net.1~Net.5라는 5개의 네트워크가 있고, 라우터 8개로 이들을 연결한다. 라우터 주위의 숫자는 연결하는 라우터의 포트 번호다. 각 라우터가 관리하는 라우팅 정보는 [그림 3-18]처럼 결정되는데, 경로 배정은 네트워크를 연결하는 선로의 전송 용량이나 네트워크 간의 데이터 전송량을 측정해 이루어진다. 그림에서는 라우터 R3과 R7로 연결한 선로가 다른 선로보다 고속 통신을 지원하며, 라우터 R1, R4, R6이 연결된 네트워크 Net.2가 라우터 R2, R5, R8쪽의 네트워크 Net.4보다 덜 붐빈다고 가정하였다.



[그림 3-17] 라우터로 네트워크를 구성한 예

라우팅 테이블의 값은 목적지 네트워크의 주소와 해당 목적지에 도착하기 위한 경로에 있는 다음 라우터의 주소다. 각 네트워크 내부에 존재하는 호스트에도 다음과 같은 형태의 라우팅 테이블이 존재한다.

(a) 라우터 R1의 정보		(b) 라우터 R2의 정보		(c) 라우터 R3의 정보		(d) 라우터 R4의 정보	
네트워크	라우터	네트워크	라우터	네트워크	라우터	네트워크	라우터
Net.1		Net.1		Net.1	R1	Net.1	R1
Net.2		Net.2	R3	Net.2		Net.2	
Net.3	R4	Net.3	R5	Net.3	R4	Net.3	
Net.4	R3	Net.4		Net.4		Net.4	R3
Net.5	R6	Net.5	R8	Net.5	R6	Net.5	R7

(e) 라우터 R5의 정보		(f) 라우터 R6의 정보		(g) 라우터 R7의 정보		(h) 라우터 R8의 정보	
네트워크	라우터	네트워크	라우터	네트워크	라우터	네트워크	라우터
Net.1	R2	Net.1	R1	Net.1	R6	Net.1	R2
Net.2	R3	Net.2		Net.2	R4	Net.2	R6
Net.3		Net.3	R7	Net.3		Net.3	R7
Net.4		Net.4	R3	Net.4	R5	Net.4	
Net.5	R7	Net.5		Net.5		Net.5	

예를 들어, Net.1에 존재하는 호스트가 Net.5에 존재하는 호스트에 데이터를 전송한다고 가정하자. 먼저 Net.1에 존재하는 호스트의 라우팅 테이블에 목적지가 Net.5인 데이터는 라우터R1로 전송하라고 되어 있다면 해당 데이터는 R1으로 간다. 라우터R1의 라우팅 테이블을 보면 Net.5로 가는 데이터는 라우터 R6으로 중개하도록 되어 있으므로 데이터는 라우터 R6 로 전달된다. 최종 경로는 R1→ Net.2→R6 →Net.5 순서다.

[추가설명]

■ 고정 경로 배정

고정 경로 배정(Fixed Routing)은 간단한 구현만으로도 효과적인 라우팅이 가능한 방법으로, 송수신 호스트 사이에 영구불변의 경로를 배정한다. 단점은 전송 경로가 고정되므로 트래픽 변화에 따른 동적 경로 배정이 불가능하다는 점이다. 그러나 송수신 호스트 사이의 트래픽을 미리 측정하여 고정 경로를 적절히 배정하면 간단하고 효율적인 라우팅이

가능하다.

■ 적응 경로 배정

고정 경로 배정에서 라우팅 테이블의 경로 정보 변경은 네트워크 구성이 변경된 경우에만 가능하다. 인터넷에서 사용되는 라우터는 적응 경로 배정(Adaptive Routing)을 채택한다. 적응 경로 배정에서는 인터넷 연결 상태가 변하면 이를 데이터그램의 전달 경로에 반영한다. 이때 결정에 영향을 주는 요소는 크게 두 가지다. 첫째, 특정 네트워크나 라우터가 정상적으로 동작하지 않는 경우다. 둘째, 네트워크의 특정 위치에서 혼잡이 발생하는 경우다.

28.

자율 시스템은 다수의 라우터로 구성될 수 있으며, 라우터는 공통의 라우팅 프로토콜을 사용해 정보를 교환한다. 자율 시스템은 동일한 라우팅 특성에 의해 동작하는 논리적인 단일 구성체라고 볼 수 있다. 동일한 자율 시스템에 위치한 라우터 사이에는 내부 라우팅 프로토콜을 사용하고, 서로 다른 구조의 자율 시스템을 연결하는 라우터 사이에는 외부 라우팅 프로토콜을 사용한다. 내부 라우팅 프로토콜에는 RIP, OSPF 등이 있고, 외부 라우팅 프로토콜에는 BGP 등이 있다.

[추가 설명]

- 내부 라우팅 프로토콜 - 자율시스템 내부에서 사용하는 공통프로토콜을 내부 라우팅 프로토콜(IRP, Interior Routing Protocol)이라고 하며, 라우터간의 라우팅정보를 교환하는 용도로 사용한다.
- 자율 시스템들 간에 사용하는 라우팅 프로토콜을 일반적으로 외부 라우팅 프로토콜(ERP, Exterior Routing Protocol)이라고 한다.

29.

자주 언급되는 QoS 매개변수는 다음과 같다

■ 연결 설정 지연

연결 설정 지연(Connection Establishment Delay)은 연결 설정을 위한 request 프리미티브 발생과 confirm 프리미티브 도착 사이의 경과 시간이다. 일반적으로 경과 시간이 짧을수록 서비스 품질이 좋으며, 네트워크 혼잡도 등의 영향을 많이 받는다. 연결 해제 요구에도 동일한 기준을 적용할 수 있다.

■ 연결 설정 실패 확률

연결 설정 실패 확률(Connection Establishment Failure Probability)은 임의의 최대 연결 설정 지연 시간을 기준으로 연결 설정이 이루어지지 않을 확률이다. 연결 해제 요구에도

동일한 기준을 적용할 수 있다.

■ 전송률

전송률(Throughput)은 임의의 시간 구간에서 초당 전송할 수 있는 바이트 수다. 전송률은 양방향 값이 다를 수 있으므로, 둘이 별개로 다루어져야 한다.

■ 전송 지연

전송 지연(Transit Delay)은 송신 호스트가 전송한 데이터가 수신 호스트에게 도착할 때까지 경과한 시간이다. 전송률처럼 양방향에 따로 다루어진다.

■ 전송 오류율

전송 오류율(Residual Error Rate)은 임의의 시간 구간에서 전송된 총 데이터 수와 오류 발생 데이터 수의 비율이다.

■ 우선순위

우선순위(Priority)는 다른 연결보다 우선 처리를 의미한다. 우선순위가 높은 연결이 우선 순위가 낮은 연결보다 좋은 서비스를 제공받는다.