컴퓨터 네트워크 과제: Chapter 4, 5 Homework

미디어학과 박성범

1. Packet Switching과 관련한 다음 내용을 정리하시오.

(1) Virtual Circuit 방법에 대하여 설명하시오.

Virtual Circuit은 패킷을 보내기 전에 패킷의 경로를 미리 설정하는 패킷 스위칭 방식이다. 이렇게 설정된 경로가 dedicated하진 않지만, 두 엔드 시스템 사이의 패킷은 모두 이 경로만을 통한다. 패킷들에 대해 매번 라우팅 경로를 설정할 필요가 없으므로 각 패킷은 목적지 주소 대신 VCI(Virtual Circuit Identifier)를 가진다.

(2) VC 방법의 장점과 단점을 설명하시오.

VC 방식은 두 엔드 시스템 사이의 모든 패킷을 한 경로로 보내기 때문에 도착지에서 패킷의 순서가 뒤바뀌지 않는다. (no out-of-orer delivery) 또한 경로가 달라 패킷이 손실되는 경우도 없다. 하지만 처음 통신을 시작할 때 경로를 설정하는 시간(setup delay)이 필요하고, 각 엔드 시스템이 ‘dumb’로 취급되기 때문에 네트워크 내의 복잡성이 증가한다.

(3) Datagram 방법에 대하여 설명하시오.

Datagram 방식은 각 패킷이 독립적으로 전송되는 패킷 스위칭 방식이다. 네트워크의 각 노드(라우터)는 다음 노드로 패킷을 보내는 것만 결정하고, 전체 경로는 고려하지 않는다. 즉, VC와 달리 패킷이 모두 다른 경로로 흐르게 된다.

(4) Datagram 방법의 장점과 단점을 설명하시오.

Datagram 방식은 각 라우터에서의 queueing delay에 따라 도착지에서 패킷의 순서가 뒤바뀔 수 있다. 또한 패킷이 손실될 수도 있어 unreliable하다. 따라서 상위 레이어에서 이를 해결해줘야 한다. 단, VC와 달리 setup delay가 필요하지 않고, 엔드 시스템을 똑똑하게 동작시켜 네트워크 내부의 복잡성을 줄일 수 있다.

(5) 현재의 the Internet에서 Datagram방법을 채택한 배경을 설명하시오.

네트워크가 복잡해지고, 엔드 시스템의 성능이 충분히 좋아지면서 네트워크 내부의 복잡성을 증대하는 virtual circuit 방식보다 엔드 시스템을 활용해 네트워크의 복잡성을 줄이는 datagram 방식이 더 적합하게 되었다. 또한 많은 데이터가 네트워크를 통해 오가는데, 매번 setup delay를 발생시키는 것도 큰 단점으로 작용했다.

2. 다음 내용을 설명하시오.

(1) IPv4 Datagram Header를 그리고, 각 필드의 역할을 정리하시오.

<table>
<tr><td>Version</td><td>Header length</td><td>Type of service</td><td colspan="2">Datagram length</td></tr>
<tr><td colspan="3">16-bit Identifier</td><td>Flags</td><td>13-bit Fragmentation offset</td></tr>
<tr><td>TTL</td><td colspan="2">Uppder-layer protocol</td><td colspan="2">Header checksum</td></tr>
<tr><td colspan="5">32-bit Source IP address</td></tr>
<tr><td colspan="5">32-bit Destination IP address</td></tr>
<tr><td colspan="5">Options</td></tr>
<tr><td colspan="5">Data</td></tr>
</table>

* Version: IP 프로토콜의 버전. IPv4는 4, IPv6는 6.

* Header length: 헤더의 길이. 옵션에 따라 가변적이며, 옵션이 없다면 기본 5.

* Type of service: 데이터의 서비스 타입. 딜레이 최소화, 손실 최소화 여부 등을 정의한다.

* Datagram length: datagram의 전체 길이 (바이트 단위)

* 16-bit Identifier: fragment의 식별 값.

* Flags: fragmentation이 되어 있는지 여부. 0은 false, 1은 true.

* 13-bit Fragmentation offset: fragment의 시작 위치. 1이라면 8byte를 의미한다.

* TTL: hop의 최대치. 라우터를 거칠 때마다 1씩 감소한다. TTL이 0이 되면 패킷을 폐기한다.

* Upper-layer protocol: 상위 레이어 프로토콜. TCP는 6, UDP는 17.

* Header checksum: 에러 감지를 위한 필드. UDP와 동일하지만, pseudo-header 없이 계산한다.

* Options: 타임스탬프, 라우팅 기록, 방문할 라우터 리스트 등 옵션.

(2) Classful IP Address의 구조에 대하여 정리하시오.

Classful IP Address는 A, B, C, D, E 클래스로 IP 주소를 분류하며, 주소의 상위 4개 비트를 보고 클래스를 구분한다. 상위 1개 비트가 0인 경우 A 클래스, 상위 2개 비트가 10인 경우 B, 상위 3개 비트가 110인 경우 C, 상위 4개 비트가 1110인 경우 D 클래스로 구분하며, E 클래스는 미래를 위해 남겨둔 클래스이다. A, B, C 클래스는 unicast에 사용되고, D 클래스는 multicast에 사용된다. 또한 각 클래스는 private address range와 subnet mask가 다르게 결정된다.

(3) CIDR Address 구조에 대하여 설명하시오.

CIDR Address는 상위 21개 비트를 subnet part로, 나머지 11개 비트를 host part로 구분한다. 서브넷들의 common part를 AND 연산하면 CIDR prefix를 얻을 수 있으며, 이 부분을 모두 1로 매핑하면 CIDR

mask를 얻을 수 있다.

(4) IPv6 Datagram Header를 그리고, 각 필드의 역할을 정리하시오.

<table>
<tr><td>Version</td><td>Traffic class</td><td colspan="2">Flow label</td></tr>
<tr><td colspan="2">Payload length</td><td>Next header</td><td>Hop limit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Source IPv6 Address</td></tr>
<tr><td colspan="4">Destination IPv6 Address</td></tr>
</table>

* Version: IP 프로토콜의 버전. IPv4는 4, IPv6는 6.

* Traffic class: 패킷의 클래스나 중요도를 표현. IPv4의 ToS 역할을 하는 필드.

* Flow label: 같은 flow의 datagram들을 식별하기 위한 값.

* Payload length: header를 제외한 IPv6 datagram 길이. (바이트 단위)

* Next header: 상위 레이어 프로토콜을 식별하기 위한 값.

* Hop limit: IPv4의 TTL 역할을 하는 필드.

(5) IPv6 Header와 IPv4 Header간 필드를 상호 비교하시오.

IPv6는 128bit binary 숫자로 주소를 표현하기 때문에 IPv4 헤더보다 source address, destination address 필드의 크기가 더 크다. 또한 IPv4 패킷과 달리 IPv6 패킷은 fragmentation이 필요하지 않으므로 16-bit Identifier, Flags, 13-bit Fragmentation offset과 같이 헤더에 fragmentation 관련 필드가 없다.

3. 강의자료 LS Routing Example 1의 네트워크에서 노드 X에서 다른 노드들까지의 least-cost path를 구하고, 최종 라우팅 테이블을 작성하시오. (과정을 설명하여야 합니다.)

Step1에서 least-cost path는 (1, x)이므로, Step2에서는 y를 기준으로 least-cost path를 찾는다. 이때 u로 향하는 path는 [D0(u)=1], [D1(u)=D(y)+c(y, u)=1+1=2] 이므로, (1, x)를 유지한다. 다른 노드들에 대해서도 같은 방식을 수행한 과정을 표로 나타내면 다음과 같다:

Step	N'	D(u), p(u)	D(v), p(v)	D(w), p(w)	D(y), p(y)	D(z), p(z)
0	{x}	1, x	2, x	3, x	**1, x**	∞
1	{x, y}	**1, x**	2, x	2, y	-	3, y
2	{x, y, u}	-	2, x	**2, y**	-	3, y
3	{x, y, u, w}	-	**2, x**	-	-	3, y
4	{x, y, u, w, v}	-	-	-	-	**3, y**

5	{x, y, u, w, v, z}	-	-	-	-	-

최종적으로 다음과 같은 라우팅 테이블을 얻는다:

Destination	Link
v	(x, v)
w	(x, y)
u	(x, u)
y	(x, y)
z	(x, y)

4. 강의자료 DV Routing Example 2에서 x와 y간 link cost가 1에서 5로 변경되었을 때, 모든 노드들에서의 라우팅 테이블을 구하시오. (과정을 설명하여야 합니다.)

Step 0: 초기화

Node	Destination	Cost	Next
x	x	0	-
	y	5	y
	z	2	z
	w	3	w
y	x	5	x
	y	0	-
	z	5	z
	w	1	w
z	x	2	x
	y	5	y
	z	0	-
	w	-	-
w	x	3	x
	y	1	y
	z	-	-
	w	0	-

Step 1: 연결된 라우터들에게 받은 정보로 테이블이 업데이트 된다.

Node	Destination	Cost	Next

x	x	0	-
	y	**4**	**w**
	z	2	z
	w	3	w
y	x	**4**	**w**
	y	0	-
	z	5	z
	w	1	w
z	x	2	x
	y	5	y
	z	0	-
	w	**5**	**x**
w	x	3	x
	y	1	y
	z	**5**	**x**
	w	0	-

Step 2: 더 이상 변경이 없어 라우팅 테이블이 확정된다.

Node	Destination	Cost	Next
x	x	0	-
	y	4	w
	z	2	z
	w	3	w
y	x	4	w
	y	0	-
	z	5	z
	w	1	w
z	x	2	x
	y	5	y
	z	0	-
	w	5	x
w	x	3	x
	y	1	y
	z	5	x

	w	0	-

5. SDN과 관련한 다음 물음에 답하시오.

(1) SDN의 개념에 대하여 설명하시오.

네트워크를 제어하는 SDN controller가 물리적 네트워크, 어플리케이션과 분리되어 소프트웨어로 네트워크를 제어하는 기술적 개념을 말한다. 네트워크를 Control plane, Management plane, Data plane으로 분리하고, 네트워크를 제어하는 기능을 SDN controller에 부여해 보다 단순화된 네트워크를 구축할 수 있다.

(2) SDN 의 3 가지 plane 의 기능에 대하여 설명하시오.

Management plane: 일반적인 비즈니스 어플리케이션이 동작하는 계층이다. 사용자는 API를 통해 control plane에 접근해 네트워크를 모니터링하거나 조작할 수 있다.

Control plane: 네트워크 서비스가 동작하며 라우팅 테이블을 구성하는 등 네트워크를 제어할 수 있는 기능이 집중되어 있는 계층이다. 일종의 서버처럼 동작하며, 하드웨어와 분리되어 있어 프로그래밍 가능하다.

Data plane: 라우터, 스위치 등 네트워킹 디바이스로 구성된 계층이다. API를 통해 control plane의 통제를 받고, 복잡한 절차없이 라우팅에 필요한 정보를 받아 기능을 수행할 수 있다.

(3) SDN의 OpenFlow의 기능 및 역할에 대하여 설명하시오.

OpenFlow는 control plane과 data plane 사이의 커뮤니케이션 인터페이스이자 프로토콜이다. OpenFlow는 분리된 두 계층의 통신 형식이나 제어 방법, 라우팅 정책 등을 정의한다. 즉, OpenFlow는 control plane과 data plane을 연결하고, 분산된 트래픽을 처리한다. 또한 패킷의 경로를 결정하는 기술을 제공해 트래픽이 어떤 네트워크 장비로 흐르게 할 것인지 결정하기도 한다.

(4) OpenFlow의 flow table entry를 그리고, 각 필드의 역할을 설명하시오.

Rule										Action	Stats		
Switch port	MAC src	MAC dst	Eth type	VLAN ID	VLAN priority	MPLS label	MPLS class	IP src	IP dst	IP proto	IP TOS	TCP/UDP sport	TCP/UDP dport

* Rule: port나 MAC, IP address와 같은 데이터를 담는다. 상위 6개 필드는 Link layer, 다음 2개 필드는 MPLS layer, 다음 4개 필드는 Network layer, 마지막 2개 필드는 Transport layer에 관련된 데이터를 담는다.

* Action: 패킷 포워딩, controller로 encapsulation, 필드 수정 등. 포트 번호가 값으로 들어오면 해당 포트로 포워딩하라는 의미가 되며, packet drop과 같은 기능도 수행한다.

* Stats: 패킷과 바이트 카운터에 관한 데이터를 담는다.