



## 컴퓨터 네트워크의 이해 및 활용 ⑨ 스트리밍과 멀티캐스트

+ 최영락 나임네트웍스 SDN기술팀 매니저

- ① 네트워크 기초 ①
- ② 네트워크 기초 ②
- ③ 데이터 물리 계층
- ④ 네트워크 장비 ① : 스위치
- ⑤ 네트워크 장비 ② : 라우터
- ⑥ 데이터 전송 계층 : TCP vs. UDP
- ⑦ 데이터 응용 계층 예시 : DNS
- ⑧ 네트워크 장비 ③ : 응용 계층
- ⑨ 스트리밍 & 멀티캐스트
- ⑩ IPv6
- ⑪ 네트워크 관리 및 SDN

지난 연재에서는 OSI 7계층에 대해 살펴보고, L4~L7에서 동작하는 네트워크 장비 중 방화벽, DPI 장비, 로드밸런서를 살펴 보았습니다. 이번 연재에서는 영상에 대한 네트워크 전송과 밀접한 관련이 있는 스트리밍 및 멀티캐스트에 대해 살펴보고자 합니다. 스트리밍이라는 용어의 유래부터 시작하여, 관련된 구성 요소, 네트워크의 중요성, 그리고 트래픽을 전송하는 유형 중 하나인 멀티캐스트에 대해 차례로 설명하고자 합니다.

### 스트리밍이란

‘스트리밍’이란 단어는 ‘스트림’이란 영어 단어와 현재 진행형인 ‘~ing’가 합쳐진 단어입니다. ‘스트림(stream)’이란 영어 단어의 원래 의미는 ‘개울’ 또는 ‘시냇물’입니다. 그런데, 이 단어는 강이나 바다와 같은 단어와는 약간 다른 의미를 담고 있습니다. 강(river)이나 바다(sea)는 특정 장소가 연상되는 단어이지만, 스트림은 개울가나 시냇물이 흐르는 곳이라는 의미보다는, 개울 또는 시냇물에서 흐르는 물줄기의 형상이 연상되는 단어라고 이해하시면 될 것 같습니다.



그림 1. 스트림 (stream) 원 의미 : ‘개울’ 또는 ‘시냇물’ / 출처 : Office Clipart

컴퓨터 네트워크가 등장하기 이전, 스트림이라는 용어는 컴퓨터에서 디스크 또는 파일로부터 데이터를 읽거나 출력할 때 주로 언급되었습니다. 잠시, 컴퓨터 자체에 대한 이야기를 하자면, 컴퓨터는 CPU라는 중앙처리장치가 있고, 흔히 램(RAM)이라고 하는 주기억장치가 있으며, 이들은 메인보드에 장착되어 동작합니다. 반면, 하드디스크나 최근 각광을 받는 SSD(Solid State Drive) 장치들은 CPU나 주기억 장치에 비하면 속도가 많이 느린 편입니다. 그리고 이는 컴퓨터 본체와 키보드, 마우스, 모니터, 프린터 등 장치와의 관계에서도 마찬가지입니다. 컴퓨터에서 계산 및 처리하는 속도는 매우 빠른 반면, 이와 같은 입력 장치, 출력 장치의 속도는 상대적으로 많이 느린 편입니다. 이러한 환경에서 운영체제 또는 프로그램을 만드는 입장에서는 마치, 개울 또는 시냇물에서 천천히 흐르는 물줄기와 같은 느낌이었고,

이는 수도꼭지에서 수도관의 크기 및 수도꼭지를 여닫는 정도에 따라 물줄기가 다른 느낌을 주었습니다. 이에, 입력 장치, 출력 장치, 그리고 디스크와 같은 보조 기억 장치와 컴퓨터 데이터를 주고받을 때를 전문 용어로 '입력 스트림'과 '출력 스트림'이라고 이야기합니다.

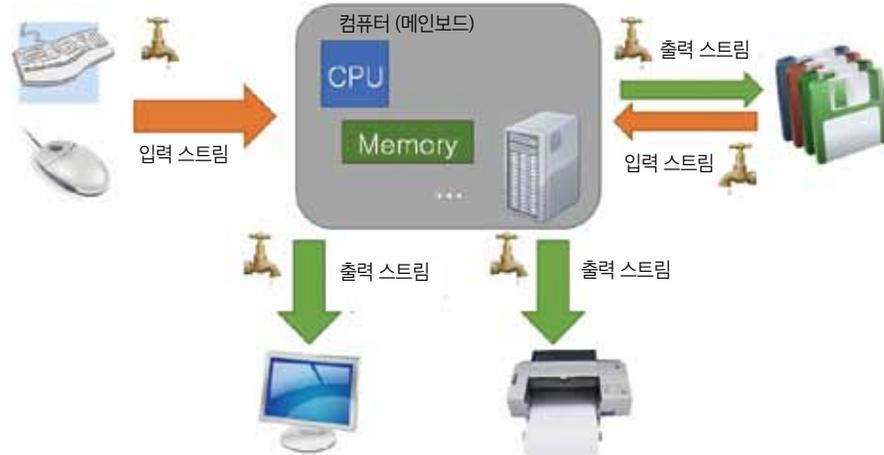


그림 2. 컴퓨터 : 입력 스트림과 출력 스트림

지난 여러 연재에 걸쳐 살펴보았듯이, 컴퓨터 네트워크에서는 IP 주소를 기반으로 하여 패킷이라는 단위를 기반으로 하여, TCP 또는 UDP 전송 계층에 의해 응용 프로그램 데이터를 주고받습니다. 그런데, 컴퓨터 네트워크를 통해 소리 및 동영상을 전송하는 초기에는 몇 가지 커다란 불편한 점들이 있었습니다. 컴퓨터에 저장하는 소리의 경우 표현하는 주파수 정보 및 이에 따른 재생 시간에 따라, 그리고 동영상은 동영상의 가로×세로 크기에 따라, 1초에 몇 개의 화면이 있는지에 대한 프레임 수에 따라, 또한 동영상의 총 길이에 따라 용량의 크기가 매우 클 때가 많으며, 이를 컴퓨터 네트워크에서 전송하는 패킷이라는 단위로 표현하기에는 어려움이 있습니다. 그리고 무엇보다, 용량이 상당히 큰 편이기에 일반적으로는 압축된 소리 또는 동영상 파일 형식을 사용합니다.(예 : MP3, AVI, MP4, TS 등) 그런데, 일부 압축 파일 형식은 전체 내용이 전부 있어야 압축 정보를 확인 가능한 경우도 있습니다. 다시 말하면, 어떤 1시간 분량의 동영상은 앞의 1분만 보고 싶더라도 1시간 전체 분량을 컴퓨터 네트워크로부터 다운로드해야 하기에, 다운로드하는 시간 동안 기다린 후 봐야 하는 불편함이 있는 경우가 있습니다.

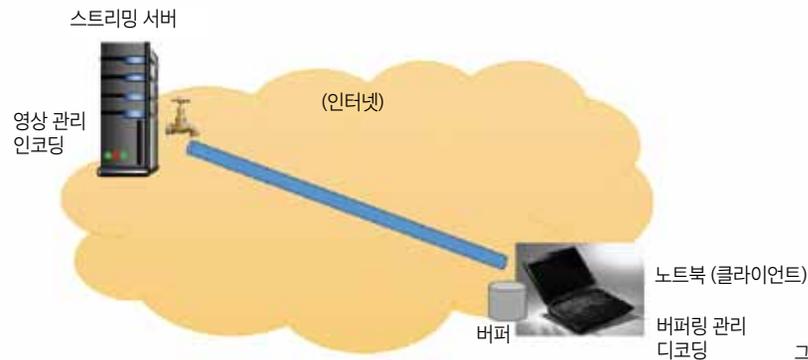


그림 3. 스트리밍 개념도

이러한 불편한 점들을 해결하기 위해 등장한 개념이, 컴퓨터에서 쓰였던 스트림이라는 개념을 소리 및 동영상 재생에 적용한 '스트리밍'입니다. 스트리밍이란 컴퓨터 네트워크를 바탕으로 오디오, 비디오 등의 멀티미디어 정보를 제공하는 기술로, 소리 및 동영상 등의 파일

전체를 다운로드하지 않고도 실시간으로 재생하는 기법을 의미합니다. 즉, 이는 컴퓨터에서 사용하던 입력 스트림과 출력 스트림이라는 개념을 컴퓨터 네트워크 및 서버, 클라이언트 위에 그대로 얹어놓은 것이라 할 수 있습니다. 마치 우리가 수도꼭지를 틀어 물을 마시는 것처럼, 소리 및 영상 데이터가 수도꼭지를 통해 흘러나오면 이를 실시간으로 받아 재생하는 과정을 스트리밍이라고 합니다.

### 스트리밍 주요 요소 및 버퍼링

[그림 3]은 스트리밍을 간단하게 나타낸 개념도입니다. 스트리밍은 컴퓨터 네트워크, 서버, 클라이언트 위에 소리 및 영상을 위해 스트림이란 개념을 얹어놓은 것이기에, 컴퓨터 네트워크 기술만으로 구현되는 것이 아닙니다. 잠시 컴퓨터 네트워크를 벗어나, 스트리밍이 실현되는 데 있어 중요한 요소들을 크게 인코딩 및 디코딩 방식, 영상 관리, 그리고 버퍼링으로 구분하여 설명하고자 합니다.

먼저, 인코딩 및 디코딩 방식은 스트리밍을 위한 멀티미디어 파일에 대한 압축 형식과 밀접한 관련이 있습니다. 스트리밍 멀티미디어를 재생하는 클라이언트에 따라 다른 압축 형식으로 전송해야 할 경우가 있습니다. 예를 들면, 일반적으로 wmv라는 Windows Media Video 형식으로 인코딩하면 대부분의 클라이언트에서 재생이 가능하나, 아이폰에서 재생하기 어렵습니다. 또한, 사용하는 영상 코덱에 따라 압축률이 달라지기에, 컴퓨터 네트워크에서 지원 가능한 속도에 맞춰 적절한 영상 코덱 및 스트리밍을 위한 영상 크기를 정하여 인코딩이 이루어져야 하고, 클라이언트에서 디코딩이 지원되는지를 잘 확인할 필요가 있습니다. 그리고 콘텐츠 관리는 스트리밍 서버에서 이루어지는데, 어떤 콘텐츠 및 영상을 스트리밍 할 것인지에 대한 관리라 볼 수 있습니다. 스트리밍 해야 하는 대상별로, 별도의 주소를 만들어 공개하는 방식으로 이루어질 수도 있고, 아프리카TV처럼 사용자가 직접 스트리밍을 하여 방송할 수 있도록 콘텐츠를 관리할 수도 있습니다. 다양한 스트리밍 채널 및 이에 따른 콘텐츠를 잘 관리하는 것 또한 스트리밍의 중요한 요소라 할 수 있습니다.

버퍼링은 클라이언트에서 스트리밍 서버로부터 받은 데이터를 임시 저장하고, 이를 기반으로 재생하는 기법을 말합니다. 스트리밍에서 버퍼링 기법이 필요한 이유는 다음 3가지로 볼 수 있습니다.

- 1) 콘텐츠 전체를 파일로 다운로드하는 것이 아니기에, 임시로 저장하고 있을 공간이 필요합니다.
- 2) 컴퓨터 네트워크로부터 재생이 가능한 최소한의 데이터량이 도착해야, 디코딩이 이루어진 후 재생이 가능합니다. 영상을 예로 들면, 화면의 절반만 데이터가 도착한 경우라면 나머지 절반이 모두 도착해야 디코딩 과정을 거친 후, 재생이 가능할 것입니다.
- 3) 인터넷이 잠깐 느려지거나 끊기는 경우에도 안정적으로 계속 재생이 가능하도록 하고자 버퍼링 기법을 사용합니다.

### 스트리밍과 네트워크

빠르고 안정적인 스트리밍 서비스를 제공하기 위해서는 위에서 언급한 여러 가지를 고려해야 할 것입니다. 그런데, 위 여러 가지 중에서 스트리밍 성능에 가장 큰 영향을 미치는 요소 중 하나가 바로 컴퓨터 네트워크입니다. 인코딩 또는 디코딩은 서버 또는 컴퓨터의 CPU와 그래픽카드의 중앙처리장치인 GPU(Graphics Processing Unit)의 영향을 받습니다. CPU와 GPU의 성능은 보통 클럭 속도인 GHz(기가헤르츠) 또는 MHz(메가헤르츠) 단위를 사용하는 반면, 컴퓨터 네트워크는 bps(bit per second, 초당 전송하는 비트 수) 또는 Bps(Byte per second, 초당 전송하는 바이트 수) 단위를 사용합니다. 단위 기준이 달라 수치를 직접적으로 비교하기에는 무리가 있지만, 컴퓨터 네트워크 속도는 CPU

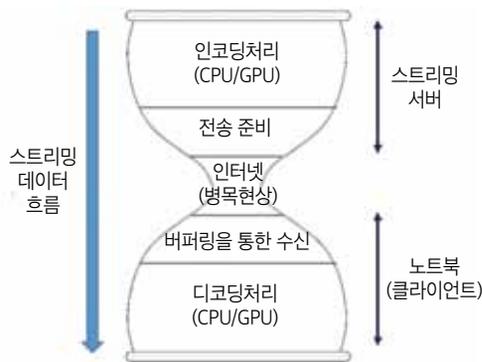


그림 4. 네트워크 : 스트리밍에서의 병목현상

나 GPU보다 느릴 뿐만 아니라, 하드디스크와 같은 보조기억장치보다도 느립니다. 따라서 일종의 병목 현상과 같이 인코딩과 디코딩에서 빠르더라도 컴퓨터 네트워크가 느려 스트리밍 속도가 저하될 확률이 높습니다. 즉, 빠른 스트리밍 서비스를 위해서는 가장 느린 컴퓨터 네트워크 쪽에서 속도를 향상시키는 기술에 달려있다고도 볼 수 있습니다.

이러한 컴퓨터 네트워크의 병목현상을 해결하기 위해 다양한 기술 및 기법들이 활용되고 있는데, 네트워크 인프라 개선, 프로토콜 최적화, 그리고 버퍼링 기법과 같은 접근 방식이 있습니다. 먼저, 인프라 개선은 인터넷 회선 속도를 향상시키는 방법입니다. 최근에, 이와 관련해 특히 네트워크 서비스를 전국적 또는 전 세계적으로 지원해야 하는 경우에는 CDN이라 불리는 방식을 사용하기도 합니다. CDN은 Content Delivery/Distribution Network의 약자로, 같은 콘텐츠를 지리적으로 가까운 여러 장소에 그대로 복사하여 서비스를 하는 방식입니다. 스트리밍 서비스에 적용되는 경우, 한국에서 스트리밍 되는 동영상을 미국에서 보면 아무래도 속도가 매우 느릴 것입니다. 이때 해당 동영상을 그대로 미국 및 유럽의 여러 중간 서버에 복제를 하면 사용자들은 가까운 곳에서 동영상을 스트리밍으로 볼 수 있어 속도가 더욱 빨라질 것입니다.

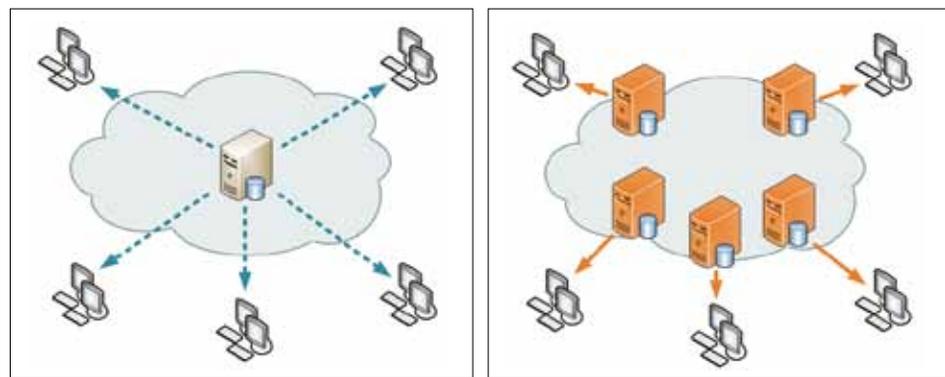


그림 5. CDN 개념도 / 출처 : Wikipedia

프로토콜 최적화는 TCP/IP 계층에서 TCPL나 UDP와 같은 전송 계층 방식을 사용하지 않고, 새로운 프로토콜을 사용하거나, 응용프로그램 계층에서 새로운 프로토콜을 설계하여 네트워크의 효율 및 성능을 향상하는 기법에 해당합니다. RTP(Real Time Transport Protocol) 및 RTCP(Real Time Control Protocol), RTSP(Real Time Streaming Protocol)와 같은 프로토콜들은 실시간 스트리밍 서비스를 위해 TCP와 UDP를 사용하지 않고 직접 스트리밍 데이터를 전송하거나 스트리밍 제어(일시정지, 재생)를 위한 프로토콜입니다. 응용프로그램 계층에서 설계된 프로토콜의 예로는 HTTP 라이브 스트리밍이라는 방식이 있습니다. 그리고 버퍼링 등을 통한 개선은 스트리밍 서비스에서 속도가 느린 점을 보완하는 역할을 수행할 뿐만 아니라, 컴퓨터 네트워크 속도가 일정하지 않은 특성을 보완하기 위한 방식입니다. [그림 6]에서와 같이 컴퓨터 A와 B가 한 장비에 연결되어 있는 경우, 만일 컴퓨터 B에서 보내는 데이터양이 네트워크 장비에서 실제 처리 가능한 양보다 훨씬 많은 경우에는 컴퓨터 A에서 스트리밍 영상을 보낸다 하더라도, 컴퓨터 B에서 보낸 패킷을 먼저 처리해야 하기에 컴퓨터 A에서 스트리밍 데이터를 전달하기 어려울 것입니다. 실제 이러한 경우는 인터넷에서 트래픽이 폭증하는 상황에서 더 많이 발생합니다. 스트리밍 서버와 클라이언트 입장에서는 스트리밍 서버에서 일정량의 데이터를 안정적으로 계속 공급해 주면 좋은데, 인터넷에서의 트래픽 상황에 따라 때로는 전송 속도가 매우 느리거나 빠른 때도 있을 것입니다. 이때 버퍼링 기법을 사용하면 전송 속도가 빠를 때 데이터를 버퍼라는 공간에 임시로 저장해 두어, 잠시 전송 속도가 느려지더라도 이미 버퍼에 저장되어 있는 데이터를 기반으로 디코딩 및 재생이 이루어져, 사용자 입장에서는 멀티미디어 재생의 끊김이 없도록 보이는 중요한 역할을 수행합니다.

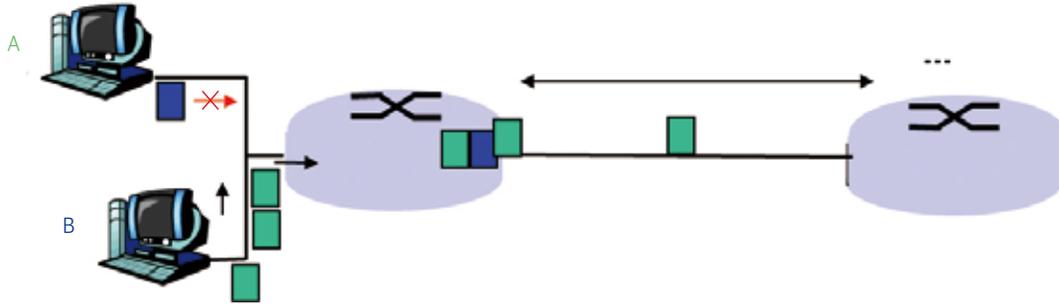


그림 6. 네트워크 장비 병목 현상에 따른 불안정한 스트리밍 데이터 전송 속도

### 유니캐스트와 멀티캐스트

스트리밍과 관련하여, 알아둘 다른 개념으로는 유니캐스트와 브로드캐스트, 그리고 멀티캐스트가 있습니다. 컴퓨터 네트워크에서 트래픽이 전송되는 유형에 따라 이와 같이 구분합니다. 우선, 유니캐스트는 데이터를 보낼 때 항상 1:1로 보내는 방식입니다. [그림 7]과 같이 서버 1대에서 컴퓨터 A, B, C 3대에 유니캐스트로 스트리밍을 전송하는 경우에는 컴퓨터 A, B, C를 위한 각 트래픽을 생성하여 1:1로 보냅니다. 각각 신경을 써서 전송하는 유형이기에, 전송의 신뢰성을 보장하고 안정적인 서비스 제공이 가능해집니다. 그런데 이때 각 스트리밍이 300kbps라고 가정할 때, 처음에는  $300\text{kbps} \times 3 = 900\text{kbps}$  만큼의 트래픽을 필요로 합니다. 즉, 스트리밍 사용자가 많아질수록, 처음 통과하는 네트워크 장비에는 많은 부하가 생길 수밖에 없을 것입니다.

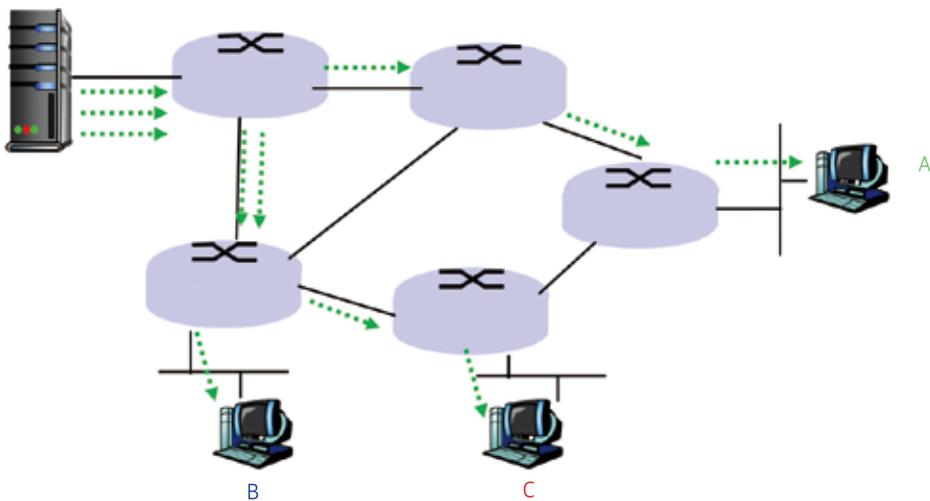


그림 7. 유니캐스트 방식

브로드캐스트 방식은 [그림 8]과 같이 한 컴퓨터에서 모든 대상으로 트래픽을 전송하는 유형으로, 1:N 트래픽 전송 유형입니다. 네트워크 장비 입장에서는 동일한 데이터를 모든 연결된 포트에 전송하지만 하면 되기에 동일한 데이터를 수신해야 하는 경우 적합해 보이지만, 브로드캐스트 방식을 인터넷 전체에 적용하는 경우에는 때로는 동일한 트래픽이 먼 경로를 통해 그대로 돌아오기도 할 뿐만 아니라, 트래픽을 수신하지 않아도 되는 컴퓨터에 모두 전송되어 불필요한 트래픽 전송이 발생합니다. 따라서 브로드캐스트 방식은 소규모의 네트워크 내부에서만 사용이 권장되는 방식입니다.

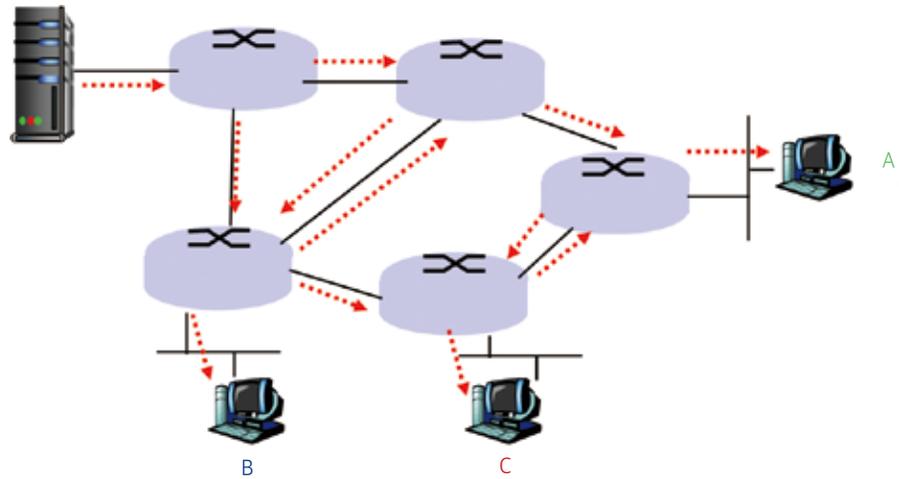


그림 8. 브로드캐스트 방식

멀티캐스트 방식은 컴퓨터들에 대해 특정 그룹으로 지정하여 전송하는 방식입니다. 브로드캐스트 방식은 모든 컴퓨터에 네트워크 트래픽이 전달되지만, [그림 9]에서와 같이 멀티캐스트는 Group 1의 경우 하단 오른쪽 컴퓨터만 수신하는 그룹이고, Group 2의 경우 하단 두 컴퓨터 모두 수신하는 그룹으로 미리 지정되었기에, 이에 맞게 트래픽이 발생하면, 해당 그룹에 속한 컴퓨터들만 트래픽을 수신하도록 전송되는 방식입니다. 유니캐스트와 브로드캐스트에 비해 특히 스트리밍을 위한 방식에서는 가장 효율적인 방식에 해당합니다. 그러나 멀티캐스트가 이루어지기 위해서는 네트워크 장비를 포함한 인프라에서 멀티캐스트를 지원해야 하고, 멀티캐스트 그룹을 관리하기 위한 별도의 추가 구성을 해야 하는 단점이 있습니다.

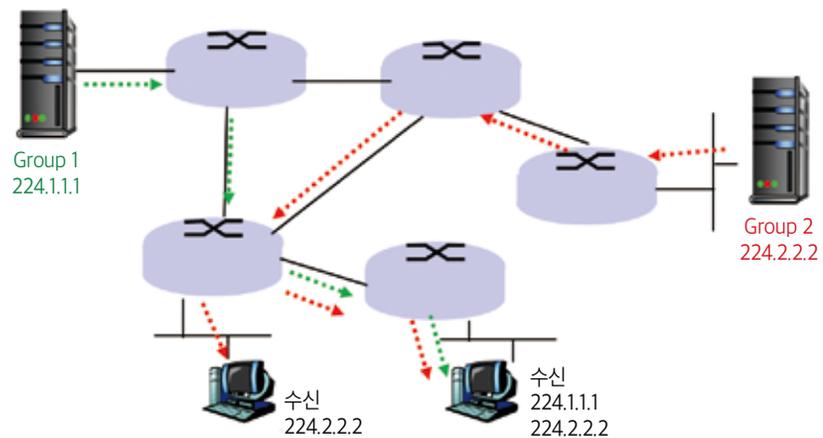


그림 9. 멀티캐스트 방식

이번 연재에서는 이와 같이 스트리밍에 대한 전반적인 개요 및 구성 요소들을 살펴보고, 스트리밍과 관련해 알아두어야 할 트래픽 전송 유형인 유니캐스트, 브로드캐스트, 그리고 멀티캐스트에 대해 살펴보았습니다. 다음 호에서는 차세대 IP 주소 표현 방식이라 할 수 있는 IPv6에 대해 알아보는 시간을 가지고자 합니다. ☞