

종단 망에서의 트래픽 감소를 위한 SM기법

박주영*, 김대영*

*충남대학교 정보통신공학과

e-mail : {jypark, dykim}@ccl.cnu.ac.kr*

Traffic Reducing Mechanism in the Leaf Network

Juyoung Park*, Dae Young Kim*

*Dept. of InfoComm Engineering, Chungnam National University

요 약

멀티캐스트는 그룹 통신환경에서 매우 효과적인 전송 방식이지만, 아직까지 해결해야 할 여러 문제점들이 있기 때문에 광범위하게 사용되어지지 않고 있다.[1] 따라서 현재의 인터넷에서 인터넷 생방송과 같은 멀티캐스트형 데이터를 전송하기 위하여 사용할 수 있는 전송 방식은 유니캐스트뿐인데 본 고에서는 이러한 환경에서 기존의 망을 수정하지 않고 중복된 데이터를 최대한 줄일 수 있는 방법을 제안한다.

1. 서론

최근 인터넷 라디오나 텔레비전과 같이 인터넷을 이용한 대중 매체 서비스가 많이 관심을 받고 있다. 이러한 서비스들을 대개 다수의 수신자를 고려하고 있는 그룹 형태의 전송방식을 고려하고 있는데, 만일 1:1 형태의 전송 서비스를 고려할 경우 서버측에서는 동일한 데이터를 다수의 수신자에게 보내야 함은 물론, 수신자의 수 만큼 서버측 네트워크 대역폭이 요구된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 과거 수 년 전부터 인터넷 멀티캐스트에 대한 많은 연구가 진행되어 왔는데, 멀티캐스트의 특징은 송신자로부터 수신자에 이르는 멀티캐스트 데이터 트리를 통하여 송신자는 수신자의 수에 관계없이 단 한번의 송신 절차만 고려하면 된다는 것이다.[2][3]

그러나 이러한 장점에도 불구하고 멀티캐스트는 아직 일반화되지 못하고 있는데, 그 이유는 우선 현재의 인터넷 멀티캐스트는 전 세계에 하나의 계층만을 갖는 평면적 구조를 갖는다는 점과 아직 표준화되지 못한 멀티캐스트 프로토콜들을 사용함으로써 각 AS 간에 서로 다른 멀티캐스트 트리를 형성할 수 있다는 점을 들 수 있으며, 전 세계적으로 멀티캐스트 서비스를 지원하기 위해서는 인터넷에서 사용되는 라우터들 모두 멀티캐스트 라우터로 바뀌어야만 한다는 점을 들 수 있다.[1]

따라서 전체적으로 멀티캐스트 서비스가 완전하게

제공되기 전까지는 인터넷 생중계와 같은 서비스를 제공하기 위해서는 UDP 유니캐스트와 같은 유니캐스트 형식의 데이터 전송 서비스만이 유일한 해결책이라 할 수 있다.

본 고에서는 아직 멀티캐스트가 지원되지 않는 한정된 상황에서 발생할 수 있는 중복 데이터를 브로드캐스트 특성을 갖는 종단 망에서 효과적으로 줄일 수 있는 SM(Subnet Multicast)방식을 제안한다.

SM은 현재의 인터넷에서 인터넷 생방송과 같은 서비스가 비록 유니캐스트 환경에서 제공되더라도 종단 망에서는 효과적으로 중복된 데이터의 전송을 줄일 수 있으며 기본적으로 유니캐스트 네트워크를 가정하고 망 장비에 아무런 수정도 요구하지 않으며, 기존의 다른 노드들과도 아무런 문제 없이 기존의 통신환경에 immigrant 될 수 있도록 설계되었다.

제 1 장의 서론에 이어서 제 2 장에서는 SM의 개요 및 세부 사항을 기술하고 제 3 장에서는 사용되는 패킷을 설명한다. SM 제어 패킷의 폭주를 막기 위한 방안을 제 4 장에서 다루며 향후 연구 방향을 제 5 장에서 언급한다.

2. SM(Subnet Multicast) Mechanism

SM이 동작하는 종단 망(하나의 서브넷이나 크기는 브로드 캐스트가 가능한 지역)은 하나의 피더(feeder)와 하나 이상의 수신자들로 구성된다고 가정한다. 피더란 실제로 데이터의 source 나 translator 로 동작하는

노드가 아니라, 어느 한 서브넷에서 맨 처음으로 특정 데이터 스트림을 수신한 노드를 말한다. SM에서는 피더의 역할이 무척 중요한데, 그것은 바로 피더와 동일한 서브넷에 있는 다른 수신자들이 피더의 특정 데이터 스트림을 공유하기 때문이다.(그림 1)

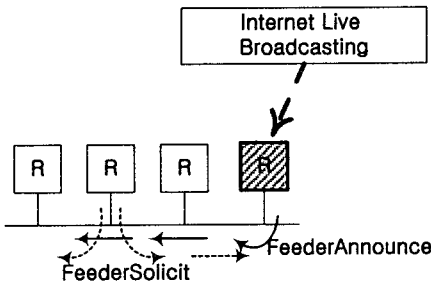


그림 1 A Live Broadcasting Service Using SM

SM은 현재 인터넷에서 가장 많이 사용되고 있는 Ethernet의 공유 특성을 이용하였다. 즉 현재 인터넷 멀티캐스트의 경우에서도 마찬가지로 최종 서브넷에서는 Ethernet 공유 특성을 이용하기 때문에, 멀티캐스트 라우터가 그룹에 참여하고 있는 각 노드들에게 개별적으로 전달하는 것이 아니라, 그 서브넷에 단 한번의 패킷을 전달하기만 하면 된다. 최종 서브넷에 속한 노드들은 전달된 멀티캐스트 패킷의 주소를 검사하여 자신이 속해 있는 그룹의 주소이면 읽어들인다. 즉, 한 서브넷에서는 멀티캐스트 패킷이나 유니캐스트, 브로드캐스트 패킷을 모두 전달되며 각각의 노드들은 이 패킷들의 주소를 확인한 후 수신 여부를 결정하는 것이다.

동작 방식

SM을 사용하는 생방송 중계에서는 어떤 통신 트래픽을 수신하려는 멤버들은 곧바로 서버와 연결을 설정하지 않고, 대신에 자신이 속한 서브넷에 이미 자신이 수신하려는 스트림을 수신하고 있는 이웃(피더)이 있는지를 우선적으로 알아 본다. 만일 자신이 속한 망에 피더가 존재한다면, 자신은 피더로 향하는 생방송 스트림을 공유할 수 있다. 그렇지 않을 경우는 기존의 방식처럼 서버로부터의 스트림을 자신이 받으며 아울러 자신이 속한 서브넷의 피더로 동작한다.

SM의 동작은 크게 피더와의 연결 설정 및 해제, 기존의 피더가 자신의 세션을 종료하였을 때, 다른 노드들이 피더의 역할을 할 수 있도록 연결의 재설정 부분으로 나누어서 설명한다.

● SM 연결 설정

SM의 동작을 설명하기 위하여, SM을 지원하는 어느 하나의 서브넷을 가정한다. 이 서브넷은 노드 A에서 E까지의 5개의 노드로 구성되어져 있으며, 이들 중 노드 B는 그 서브넷의 피더로 동작하고 있는 노

드라고 가정한다.

다음 그림 2는 어떠한 방송 채널에 노드 A가 새로 가입하는 경우를 보였다. 이때 노드 B는 이전에 피더로써 동작하고 있는 노드이다.

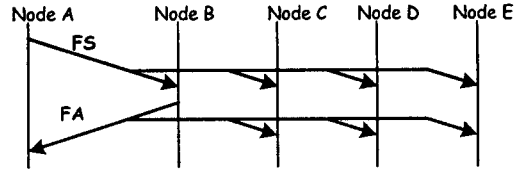


그림 2 SM Connection Sequence

동작 방식은 다음과 같다. 첫번째로 어느 한 노드가 SM을 이용하여 실시간 인터넷 방송을 사용하려면, 일반 유니캐스트에서처럼 직접 서버로부터 스트림을 요청하는 대신, 자신이 원하는 서버(서버는 서비스를 제공하고 있는 IP와 port 쌍으로 구분할 수 있다)로부터 이미 스트림을 수신하고 있는 노드(즉, 피더)가 동일 서브넷에 있는지를 확인한다.

이때 피더의 존재를 문의하는 방법으로써 서브넷에 FS(Feeder Solicit) 메시지를 브로드캐스트 혹은 멀티캐스트 방식으로 전송한다. 만일 피더가 존재할 경우, 피더는 자신의 IP와 port 쌍과 데이터를 피딩하는 그룹 혹은 브로드캐스트 주소를 FA(Feeder Announce) 메시지를 통하여 알려준다.

만일 이러한 노드가 여럿일 때는 해당 서브넷에서 맨 처음 서버에 접속한 노드가 이러한 응답메시지의 책임을 진다.

피더로부터 FA 메시지를 수신한 수신자는 서버에게 직접 스트림을 요구하지 않고 대신에 피더가 전달해주는 스트림을 수신한다.

만일 일정 시간동안 FA 메시지를 수신하지 못할 경우, 스트림 서버에게 스트림을 요청하고 자신이 그 서브넷 내에서 피더로 동작한다.

● SM 연결 해제

다음 그림 3는 피더로 동작하던 Node B가 자신의 세션을 종료하려는 경우이다. 이 때 Node B는 자신이 세션을 종료함을 알리는 메시지를 서브넷으로 보냄으로써 새로운 피더의 선택을 유도한다.

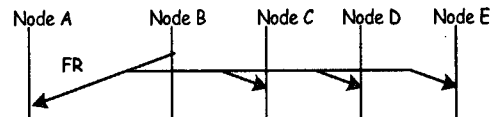


그림 3 SM Release Sequence

응용 프로그램이 종료할 때의 동작 방식은 피더와 수신자의 경우 각각 다르다. 즉, 피더의 경우 세션을 종료하기 위해선 우선 자신이 속한 서브넷에 연결 해

제 패킷을 보냄으로써 새로운 피더의 선출의 유도하지만, 일반 수신자들은 별다른 과정 없이 종료한다.

● SM 연결 재설정

다음 그림 4는 새로운 Node B'가 스트림 세션을 시작함을 나타내었다. 그림에서와 같이 Node B'는 스트림 서버로부터 스트림을 요청하기에 앞서, 자신이 속한 서브넷에 자신이 어떤 특정 스트림 세션을 초기화함을 알리는 FA 메시지를 보낸다.

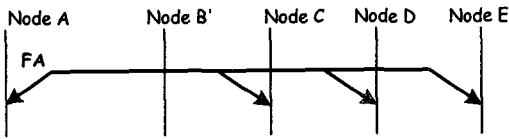


그림 4 SM Reconnection Sequence

이 경우는 그림 3에서와 같이 기존의 피더가 수신을 종료할 때, 스트림의 수신을 원하는 수신자가 존재할 경우, 자신의 서브넷으로 자신이 서버로부터 스트림을 수신함과 동시에 그 서브넷의 피더로 동작하였음을 FA 메시지를 통하여 알린다.

이 메시지를 수신한 다른 수신자들은 새로운 피더(Node B')가 생성되었음을 인지하며, Node B'로부터 스트림을 수신한다.

3. SM Messages

본 제안방식에서 사용되는 메시지는 크게 2 가지 종류로 구분하는데, 하나는 피더의 탐색을 위한 제어 메시지며, 다른 하나는 피더로부터의 데이터를 수신하기 위한 데이터 메시지로 구분한다.

피더의 존재를 찾거나 알리기 위해서 사용되는 제어 메시지들은 서로 약속된 멀티캐스트 혹은 브로드캐스트 주소를 사용하여 서로 통신한다. 제어 메시지의 종류에는 DF를 탐색하기 위한 FS(Feeder Solicit), 자신이 DF임을 알리는 FA(Feeder Announce) 및 DF의 역할 종료를 알리는 FR(Feeder Release) 메시지들이 있다. 데이터 메시지는 송신자로부터의 데이터를 전달하는 것이기 때문에 원래의 데이터 형태를 사용하며, 이 때 사용하는 주소는 그 지역 내에서 유일한 멀티캐스트 주소를 피더가 임의로 지정한다.

사용되는 제어 메시지들은 오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.과 같은 형태를 갖도록 정의하였다. 처음 4 비트의 type 필드는 제어 메시지의 종류를 알리는 필드으로써, FS, FA, FR 들을 각각 지정할 수 있다. 후속하는 4 비트의 addr type 필드는 사용되는 주소의 종류를 알리는 필드으로써, IPv4 혹은 IPv6 의 내용을 설울 수 있으며, 이에 따라 메시지의 길이가 달라진다. 나머지 필드들은 각각 Server, DF 및 데이터를 feeding 할 주소를 나타낸다.

type	addr	Reserved	Srv_Port
DF_Port		Feeding_Port	
Srv_IP			
DF_IP			
Feeding_IP			

그림 5 SM Control Packet Format

4. Avoiding SM Flood

SM 는 동일 서브넷에 있는 모든 SM 노드들에게 메시지를 보내기 때문에 만일 아무런 방지책이 제공되지 않는다면 서브넷에 flooding 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 SM 메시지를 보내기 위한 주소 및 타이머에 대하여 언급한다.

사용 address

SM 를 사용하는 노드는 처음 세션을 열기 전에 먼저 자신이 속해 있는 서브넷의 모든 노드들에게 과연 누가 자신이 연결하려고 하는 목적지와 이미 연결하고 있는지에 대하여 문의해야 한다. 따라서 서브넷에 있는 모든 노드들이 전부 수신할 수 있는 주소 체제를 사용해야 한다. 이를 가능케 하기 위하여 subnet broadcast address 를 사용하거나, SM 를 지원하는 노드들만 가입하는 멀티캐스트 주소에 TTL 값을 1 로 설정하여 사용할 수 있다.

Query Timer & Query Retransmission

SM 에서서는 각 노드들이 서버로부터 생중계를 받으려고 할 때, 자신이 속한 서브넷에서 이미 자신이 받으려고하는 데이터 스트림을 수신하고 있는 노드가 있는지 알기 위하여, 자신이 연결하고자 하는 서버의 <IP, port>를 질의한다. 만일 일정 시간이 지날 때까지 질의에 대한 reply 를 받지 못한다면, 해당 서브넷에 특정 데이터 스트림을 수신하고 있는 노드가 없거나, 프로세싱 지연때문에 늦게 송신하는 경우로 간주할 수 있다.

SM 방식에서는 이러한 문제점을 해결하고자 SM query message 를 보낸 후 일정 시간이 경과한 후에도 응답이 오지 않을 경우 재질의를 N 회 하도록 한다. 재질의 후에도 응답이 없다면, 일반 연결 방식을 사용하여 서버에 접속하도록 한다.

5. Remarks

현재의 인터넷에서는 비록 멀티캐스트 방식의 장점을 인정하면서도 글로벌한 멀티캐스트 트리의 구현이 어려운 상황이다. 하지만 인터넷 생방송 등의 응용 서비스가 증가하고 있다. 이러한 인터넷 생방송 중계는 대부분 멀티미디어 트래픽의 경우가 많은데, 이러한 멀티미디어 트래픽은 네트워크의 대역폭을 많이 소비하게 된다. 최근에는 인터넷 생방송 서비스를 제공하기 위하여, 서버에서 각 클라이언트들에게 동일 데이

터를 중복해서 보내주는 방법만을 사용한다. 그런데 실제적으로 인접한 지역의 사용자들은 비교적 그렇지 않은 경우에 비해서 비슷한 취향을 가지고 있기 때문에 중복된 데이터가 많이 생성될 수밖에 없다.

예를 들어 생방송 원격 교육 서비스와 같은 경우, 학생들이 주로 모여 있는 터미널실에서 서비스를 받게 된다. 이 경우 서버에서는 동일 서브넷에 있는 다수의 노드들에게 각각 유니캐스트 데이터 트래픽을 보내야 하는데, 이와 같은 경우 SM 방법을 사용하면, 중복된 트래픽을 많이 줄일 수 있다. 본 논문에서 제안하는 SM는 유니캐스트 방식에 멀티캐스트의 장점인 중복데이터의 전송을 최소화할 수 있도록 함으로써, 아직 멀티캐스트 망이 활성화되지 않은 상태에서 유니캐스트 생중계를 위한 네트워크 대역폭을 줄일 수 있는 방법이다.

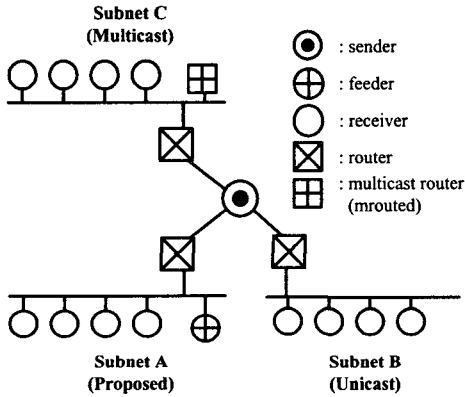


그림 6 Test Network

다음 그림 7과 그림 8는 그림 6에서와 같이 유니캐스트, 멀티캐스트 및 제한한 기법으로 구성된 망 상황에서 전송되는 패킷들의 수를 파악한 그래프이다. 그

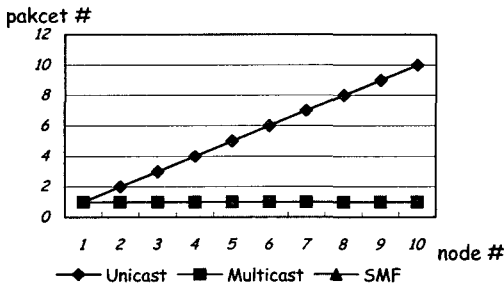


그림 7 Packet Count in a Local Subnet

림 7에서 보는 것과 같이 로컬 서브넷에서는 중복되는 패킷들의 수가 노드 수에 비례하는 유니캐스트와는 달리 멀티캐스트와 SM는 동일하게 하나만 존재한다.

그림 8에서는 서버가 발생하여야 하는 중복 데이터 패킷의 개수를 보였다.

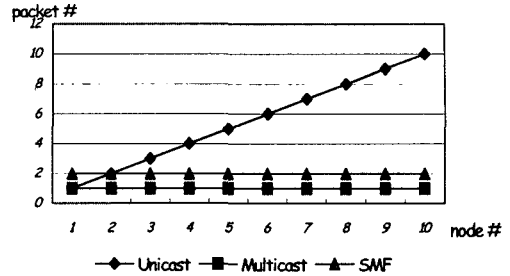


그림 8 Packet Count near Server

지금까지 본 논문에서는 유니캐스트 환경에서 어떻게 멀티캐스트 장점인 중복된 데이터를 줄일 수 있는가에 대하여 제안하였다. SM 방식을 사용하면 유니캐스트 환경에서도 중복된 데이터의 전송을 최대한 줄일 수 있다는 것을 보였는데, 유니캐스트 환경을 고려해야 하는 이유는 첫째로 아직까지 멀티캐스트 환경이 완전하게 구축되지 못하였다는 것이며, 두번째는 대부분의 인터넷 생중계는 멀티미디어를 기본으로 하기 때문에 중복된 데이터의 존재는 그만큼 네트워크의 자원의 소비 및 서버의 로드를 가중시키기 때문이다.

본 논문에서는 하나의 subnet에서 중복되는 데이터를 줄임으로써 어떻게 중복된 스트림을 줄일 수 있고 서버의 로드를 줄일 수 있는가를 고려하였다. 추후 SM의 적용 범위가 하나의 서브넷만이 아니라 WAN에서 적용할 수 있는 방안이 연구될 것이다.

참고문헌

- [1] C. Diot, B. N. Levine, B. Lyles, H. Kassem, D. Balensiefen. "Deployment Issues for the IP Multicast Service and Architecture". IEEE Network magazine special issue on Multicasting, January/February 2000.
- [2] S. Deering, Host Extensions for IP Multicasting, RFC 1112
- [3] IETF Routing Area WG, <http://www.ietf.org/>
- [4] W. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume 1", Addison-Wesley, 1994.
- [5] Gary R. Wright, W. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume 2", Addison-Wesley, 1995.
- [6] W. Richard Stevens, "Unix Network Programming", Prentice Hall, 1998.