

IPv6에서 멀티캐스트 성능 개선방안 연구

임승호^{*} · 정회경^{*} · 송정영^{*}

^{*}배재대학교

The Study of the Improvement of Multicast in IPv6

Seung-ho Lim^{*} · Hoe-Kyung Jung^{*} · Jeong-Young Song^{*}

^{*}PaiChai University

E-mail : jinrieye@mail.pcu.ac.kr

요 약

인터넷의 사용자 증가와 네트워크 망의 거대화에 따라 네트워크 트래픽의 혼잡도는 증가하게 되었다. 특히 네트워크를 활용한 화상 회의 및 인터넷 방송의 증가로 인해 기존의 1:1 전송방식은 중복되는 패킷으로 인해 대역폭의 낭비가 발생하게 되었다. 이에 멀티미디어 데이터 전송을 위해 대역폭 낭비를 줄이기 위한 방법인 멀티캐스트 방식이 제안되어 왔다.

본 논문은 현재까지 연구되어온 멀티캐스트 프로토콜을 분석하여, 멀티캐스트 프로토콜들이 갖고 있는 복잡성을 제거하기 위해 별도의 트리 관리와 멀티캐스트 트래픽 전송 방법에 관하여 관하여 분석후, 그 유효성을 확인한다

ABSTRACT

Confusion of network traffic is increased by increasing of internet user and large of network. Specially olded one and one communication caused loss of bandwidth because redundant packet by increaseing video conference and internet broadcasting. Thereupon multicast technique, method reducing loss of bandwith, for multimedia data transmission was proposed.

This paper verify efficiency after analysis about seperated tree management and multicast traffic transmission method for removing complexity of multicast protocal.

IPv6 멀티캐스트

IPv6, 멀티캐스트, Xcast, IPv6 멀티캐스트, IPv6 Xcast

1. 서 론

1990년대 WWW(World Wide Web) 서비스의 확산에 따라 매년 폭발적인 수요의 증가를 보인 인터넷의 발달은 사용자 증가와 네트워크 망의 거대화로 트래픽의 혼잡도는 증가하게 되었다.

특히, 초기의 텍스트 기반의 데이터나 파일의 전송등에 사용되었던 인터넷이 현재는 음성과 동화상을 지원하는 멀티미디어 네트워크로 발전해 나가는 추세이다. 그러나 인터넷의 전송방식은 1:1전송방식을 기반으로 하고 있어 화상회의, 인터넷 방송등 일-대-다, 다-대-다 방식으로 전송할 필요가 있는 멀티미디어 데이터의 전송에는 적합하지 않다. 기존의 방식으로 전송할 경우 다수의

수신자에게 전송할 경우 중복되는 패킷으로 인해 네트워크 자원의 심각한 낭비를 초래하게 된다. 이에 멀티미디어 데이터 전송을 위해 대역폭 낭비를 줄이기 위한 방법인 멀티캐스트 방식이 제안되어 왔다.

멀티캐스트는 중복된 전송을 방지함으로써 효율적인 전송을 가능하게 하는 기법으로 동일한 데이터를 여러노드가 받게 될 때 송신자는 특정한 그룹의 수신자들에게 데이터를 전송하는 방식이다. 멀티캐스트 프로토콜에는 매우 많은 수신자에게 동시에 데이터를 전송하는 broadcast형태의 멀티캐스트와 비교적 적은 그룹의 사용자에게 데이터를 전송하는 narrowcast형태의 멀티캐스트가 존재한다. 현재 사용되는 멀티캐스트 모델은

broadcast 모델에 가깝다고 할 수 있으며 이 모델은 다수의 모델에는 여러 장점을 얻을 수 있지만 수신자 그룹이 작은 경우 소모되는 비용이 크다는 문제를 가지게 된다.

기존 멀티캐스트의 단점을 해결하기 위해 Xcast(Explicit multicast) 전송기법이 제안되었다. Xcast는 비교적 소수의 인원이 참여하는 컨퍼런스가 다수 존재하는 상황을 효과적으로 지원한다. 또한 여러개의 멀티캐스트 그룹이 존재함으로써 기존의 멀티캐스트 프로토콜에서 발생하는 멀티캐스트 그룹관리에 대한 오버헤드를 감소시키며 패킷의 수신자를 지정할 수 있어 보안 문제를 해결하는 장점을 가지고 있다.[1]

Xcast는 현재 인터넷 draft로 제안되어 있는 새로운 형태의 멀티캐스트 프로토콜로서 본 논문에서는 IPv6에서의 멀티캐스트 프로토콜 및 제안되어온 프로토콜을 분석하고 IPv6에서 Xcast 적용 방안을 제안한다.

관련연구

II-1 IPv6 멀티캐스트

민간 국제 표준화 기구인 IETF에서 정의된 IPv6 멀티캐스트 메시지의 구조는 그림1 과 같다.

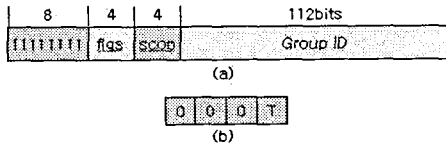


그림1. (a) IPv6 멀티캐스트 구조 (b) flag 구조

전체적인 구조는 IPv6의 규격인 128 비트로 구성되어 있다. 각각의 의미를 살펴보면, 제일 상위 8 비트는 멀티캐스트 주소임을 나타낸다. 다음으로 나타나는 flgs는 4개의 플래그로 이루어진 집합이다. 그림의 (b)는 flgs의 구조이며 3개의 높은자리(high-order) 플래그들은 예약되며, 0으로 초기화되어야 한다. T값은 주소가 영구적인지 비영구적인지를 나타내는 것으로 값이 '0'일 때에는 영구 할당된 멀티캐스트 주소임을, 값이 '1'일 때에는 비 영구 할당된 멀티캐스트 주소임을 나타낸다.

scop은 4비트의 멀티캐스트 범주 값으로 멀티캐스트 그룹의 범주를 제한하는데 사용되며, 총 16개 중 현재 할당된 7개와 예약된 2개가 있고 그 세부사항은 다음 표1과 같이 정의되어 있다.

group ID는 멀티캐스트 주소를 할당하는 그룹을 나타내는 영역으로 영구적 또는 일시적 멀티캐스트 그룹을 식별한다. [2]

표 1. 멀티캐스트 주소 범위 할당 영역

값	할당영역(용도)
0	예약됨(reserved)
1	인터페이스-로컬 범주
2	링크-로컬 범주
3	서브넷-로컬 범주
4	관리-로컬 범주
5	사이트-로컬 범주
8	조직-로컬 범주
E	글로벌 범주
F	예약됨(reserved)

멀티캐스트 주소는 IPv6 패킷 내에서 발신 주소로 사용될 수 없으며, 그 어떤 라우팅 헤더내에도 쫓겨해서는 안된다. 라우터는 목적지 멀티캐스트 주소의 scop 필드에 의해 지시된 범주를 벗어나도록 멀티캐스트 패킷을 포워딩 해서는 안된다.

II-II 멀티캐스트 라우팅 프로토콜

현재 인터넷상에서 사용되고 있는 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 데이터그램 전달경로를 구성하고, 데이터그램 전달을 성취하기 위해 라우터에서 실행된다. 라우팅 프로토콜은 멤버들의 분포와 네트워크 대역폭의 가용성에 따라서 Dense-mode 멀티캐스트 라우팅 프로토콜과 Sparse-mode 멀티캐스트 라우팅 프로토콜로 구별된다. Dense-mode 라우팅 프로토콜은 DVMRP(Distance-Vector Multicast Routing Protocol), MOSPF(Multicast Open Shortest Path First), PIM-DM(Protocol Independent Multicast-DM) 등이 있고, Sparse-mode 라우팅 프로토콜은 CBT(Core Base Tree)와 PIM-SM(Protocol Independent Multicast-SM)이 있다.

DVMRP는 거리-벡터 라우팅 프로토콜로서 각각의 라우터가 인접하고 있는 다른 라우터와 라우팅 정보를 교환하여 네트워크 정보를 구축하는데 이 방법은 멤버들이 밀집되어 있으며 작은 규모의 네트워크에서는 유리하나, 하나의 그룹 내에서도 각 소스당 서로 독립적인 SPT(Shorest Path Tree)를 형성하여 그룹 내 소스가 많아 질수록 라우터가 유지해야 할 정보량이 많아져 오버헤드가 빈번하게 발생한다.

MOSPF는 현재 많이 사용하고 있는 유니캐스트 라우팅 프로토콜인 OSPF에 멀티캐스트기능을 추가 하여 확장된 프로토콜 이다. OSPF는 link-state알고리즘을 기반으로 하여 라우터들에게 멀티캐스트 데이터그램이 라우터에 도착 할 때마다 송신자로부터 모든 그룹멤버에 이르는 최단경로 트리를 dijkstra 알고리즘을 적용하여 데이터그램을 전송한다. MOSPF는 데이터그램을 전송하기 전에 근원지를 위한 완전한 트리가 계산되어야 하므로 인터넷의 링크 수에 따라 소요시간이 증

가한다는 단점이 있다.

CBT는 각 그룹에 하나의 코어라우터를 루트로 수신자까지의 최단 경로 트리를 설정하여, 모든 데이터들은 핵심라우터를 통하여 수신자에게 전달된다. 그룹에 송신자가 등록을 할 경우에 수신자에 대한 최단경로를 구성하지 않고 핵심라우터와 결합이 가능하고, 근원지 주소를 고려치 않고 라우팅 결정을 할 수 있으며 트리의 설치비용이 적게 든다는 장점이 있으나, 모든 메시지가 핵심라우터를 통해서 그룹의 수신자들에게 전달되므로 보통 라우팅 경로보다 최적화가 되지 못하여 앞의 두 방법보다 효율성이 떨어진다.

PIM-SM은 CBT 코어(core)와 같은 일을 수행하는 란데부포인트(Rendezvous Point:RP)를 중심으로 트리를 구성한다. 그러나 CBT와 다른점은 수신자가 자신에게 전송되는 데이터 전송 속도를 체크하여 RPT(Rendezvous Point Tree)에서 제공하는 Threshold보다 늦게 되면 수신자가 송신자에게 수신자와 송신자를 바로 연결하는 SPT(Shortest Path Tree)를 요구 할 수 있다.

III. Xcast(Explicit Multicast)

Xcast는 네트워크 core로부터 복잡성을 가급적 제거하고 복잡한 부분을 양단의 단말에 둔다는 인터넷의 철학을 가지고 설계되었다.

Xcasts는 패킷 헤더에 패킷 수신자의 주소를 포함한다. 패킷을 보내는 측에서는 헤더에 수신자들의 리스트를 포함하여 라우터로 보내게 되면 Xcast 라우터에서는 헤더를 분석하여 서로 다른 next hop 당 한 개의 패킷을 송신한다. 송신과정에서 한 개의 목적지 주소만 남게되는 상황에서는 xcast 패킷을 보통의 유니캐스트 패킷으로 변환하여 수신자에게 전달할 수 있다. 이러한 변환 동작을 X2U(eXplicit multicastto Unicast)라고 한다.

xcast는 기존의 멀티캐스트와 비교해서 많은 장점을 가지고 있다. 먼저 라우터는 세션에 대한 상태정보를 유지할 필요가 없어 라우터의 자원절약을 가져오며 기존에 그룹별로 할당되던 멀티캐스트 주소의 할당이 요구되지 않아 그룹 개수의 제한이 없어진다. 또한, 유니캐스트 라우팅 테이블을 사용하여 목적지 주소의 next hop을 결정하므로 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이 필요 없다. 이외에도 보안 및 안정성, 확장성 등에서도 뛰어난 성능을 나타낸다.

그러나 Xcast는 멀티캐스트 헤더로 인해 수신자의 개수에 따라 멀티캐스트 헤더의 길이가 커질 수 있으며 그 처리에 대한 오버헤드가 큰 단점을 가지고 있다.

IV. IPv6에 Xcast 적용 및 성능향상 방안 제안

멀티캐스트의 응용 중 상당 부분을 차지하는

것이 소규모의 다자간 회의이다. 이러한 소규모의 회의 그룹이 여러 개가 존재할 수 있는데 이러한 멀티캐스트 모델을 효과적으로 지원하기 위해서는 기존의 멀티캐스트로는 한계가 있다.

본 논문은 IPv6의 확장 헤더에 Xcast 정보를 저장하며 중간 라우터들이 가지는 복잡성을 제거하여 가급적 간단한 동작으로 프로토콜 운영이 가능하며 자원의 낭비를 최소화 시킬 수 있도록 제안했다..

IPv6에서의 Xcast 패킷은 그림2의 (a)와 같은 위치로 구성되어 있다. 세부적으로 그 구성을 살펴보면 (b)와 같은 모양이다.

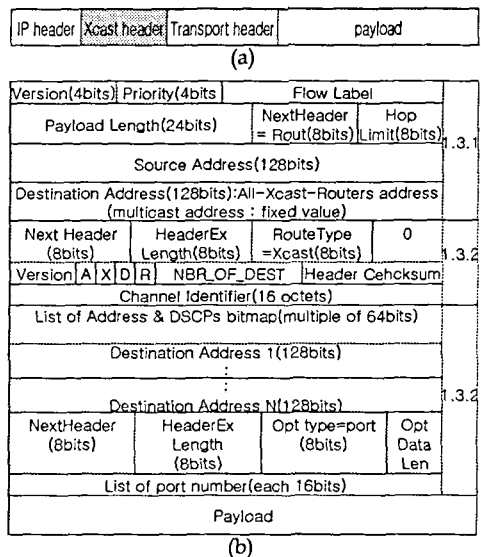


그림2 (a) Xcast header position (b) Xcast header format

Xcast header는 Xcast 정보가 IPv6의 Extension header에 저장되며 IP header의 source address field는 Xcast sender의 주소를 포함한다. destination address field는 All-Xcast-Router address(AXR)는 고정된 값을 가지고 있으며, 모든 Xcast router는 이 Xcast 그룹에 조인한다. Xcast 라우터가 아닌 일반 라우터들의 경우 Xcast 패킷에 대한 처리를 하지 않으며, Xcast 패킷을 받게 되는 경우라도 AXR주소는 멀티캐스트 주소 영역에서 설정되기 때문에 ICMP error 메시지를 보내지 않는다.

Xcast 패킷의 전송으로 그림3과 같은 네트워크를 가정한다. 여기서 ABCD는 인터넷 호스트들이고 R#으로 되어 있는것은 Xcast 라우터를 의미한다. A를 source로 하여 BCD호스트에 패킷을 보내는 상황을 보여준다. Xcast 라우팅의 topology는 기존의 제안에 큰 변화는 없으며 그림3과 같다.

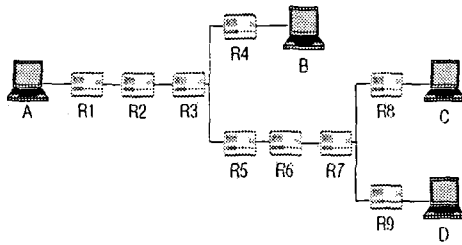


그림 3 Xcast topology

A가 R1에게 보내는 packet을 간략히 하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

[src = A | dest = B C D | payload]

R1에서 이러한 packet을 받았을 때, Xcast header를 적절히 처리할 수 있어야 한다. 이러한 Xcast packet을 받았을 때, router가 header를 처리하는 과정은 다음과 같다.

1. packet에 있는 각 destination의 next hop을 결정하기 위해서 route table lookup을 수행한다.
2. 각각의 next hop에 따라, destination set을 나눈다.
3. Packet을 복제(replication)해서, 각 next hop에 하나의 packet을 만든다.
4. 각 packet의 destination을 적절히 수정한다.
5. 수정된 copy를 next hop으로 보낸다.

위의 예에서, R1은 R2에게, <B C D> destination list를 포함한 하나의 packet을 보내고, R2는 R3에게, 같은 destination list를 갖는 하나의 packet을 보낸다.

R3가 packet을 받았을 때, 위의 알고리즘에 따라, R5로 destination을 <C D>로 갖는 하나의 packet을 보내고, destination을 로 하는 하나의 unicast packet을 B로 보낼 것이다. R4는 unicast packet을 받아서, 로 전달한다. R5는 받은 Xcast packet을 R6로 전달하고, R6는 R7으로 전달한다. R7이 packet을 받았을 때, R8과 R9으로 각각 <C>, <D>를 destination으로 하는 unicast packet을 전달하고, 각 packet은 <C> 와 <D>로 전달된다.

주어진 next hop으로 전달된 Xcast packet이, route table에 있는 next hop만을 포함하고 destination으로 포함하고 있는 것은 매우 중요하다. 만약 R4로 전달된 packet의 destination list에 C와 D또한 포함되어 있다면, R4는 C와 D에게 중복된 packet을 보낸다. 이는 기존의 멀티캐스팅이 가져야 할 다수의 트리구성 없이 통신이 이루어지는 것으로 중복 packet을 방지하는 효과가 저해되고 있다.

단, 위 그림과 같이 수신자의 개수가 적을 경우는 문제가 없지만 수신자의 수가 늘어날 경우 헤더의 길이가 매우 커질 수 있다. 이를 위해 목적지 주소의 수를 전송전 파악하여 리스트를 압

축한다. 패킷내 헤더가 차지하는 오버헤드의 크기를 일정량으로 제한하는데 효과가 있다.

V. 결 론

현재 IPv6를 비롯하여 많은 네트워크와 관련하여 멀티캐스트 모델 및 구현에 관한 연구가 진행되고 있다. 현재 활용되는 멀티캐스트 프로토콜들은 다수의 수신자에 유리한 broadcast 형태의 멀티캐스트 모델들로 소수의 컨퍼런스에 만족시키는 것은 불가능하다고 할 수 있다.

이에 본 논문은 기존의 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 분석하고 소규모 멀티캐스팅에서 Xcast의 우수성을 보여주고 IPv6에서의 Xcast 설계 방안을 제시하였다.

Xcast 헤더에서 볼 수 있듯이 많은 수의 멤버가 참여할 수 없지만 소수의 멤버가 참여하는 다수의 그룹을 지원하는 형태의 멀티캐스트 형태로 설계가 가능하다.

또한 본 논문은 패킷헤더의 길이를 최대한 줄여 방안을 제시하여 패킷 전달에 오버헤드를 줄이는 방안을 제시하였다.

향후 IPv6의 Xcast header의 분석을 통해 헤더의 길이를 더욱 줄이고 여기서 발생할 수 있는 패킷처리 오버헤드도 최소화 할 수 있는 방안 및 구현, 테스트 베드 구축을 통해 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] D.Ooms, O.Paridaens, R.Boivie, N.Feldman, Y.Imai, W.Livens, "Explicit Multicast(Xcast) Basic Specification", Internet draft October, 2001
- [2] 차세대 인터넷 프로토콜 IPv6, 다성출판사, IPv6 포럼코리아
- [3] D.Estin, D.Farinacci, A.Helmy, D.Thaler, S.Deering, M.Handley, V.Jacobson, C.Liu, P.Sharma, L.Wei, "Protocol Independent Multicast-Sparse Mode(PIM-SM):Protocol Specification", June 1998
- [4] 멀티캐스트 QoS를 위한 PIM-SM에서 RSVP 적용 연구, 한국정보과학회, 강경애, 장경성, 김용수, 김병기, 1998