

# IPv6 에서 멀티캐스트 어드레스 할당방법

○  
최성미, 김상언, 홍경표

한국통신 통신망연구소 통신망기술팀 인터넷기술연구소  
305-390 대전 유성구 전민동 463-1

## Multicast address allocation for IPv6

Sung-Mi Choi, Sang-Eon Kim, Gyung-Pyo Hong

Telecommunication Network Research Lab., Korea Telecom  
463-1, Jeanmin-dong, Yusung-gu, Taejeon, Korea

### Abstract

Multicast addresses cannot be permanently assigned to particular application or group combination, but need to be available for re-use. So, this requires a dynamic multicast address allocation and release mechanism.

For a dynamic multicast address allocation and release mechanism, we must consider low blocking probability, low delay, low control traffic overhead. In this paper, we suggest a efficient dynamic multicast address allocation and release mechanism based on the multicast scope

### 1. 서론

초고속 사업의 활성화에 따른 대역폭의 증가가 화상회의 시스템과 같은 실시간 멀티미디어 통신이 가능하도록 하였다. 화상회의 시스템과 같은 다자간 통신 애플리케이션에서는 네트워크 계층에서 멀티캐스트 지원이 필수적이다.

인터넷 상에서의 멀티캐스트는 멀티캐스트 세션에 하나의 멀티캐스트 어드레스를 부여 함에 의해 가능해진다. 멀티캐스트 어드레스는 유니캐스트 어드레스에 비해 할당 가능한 어드레스 영역이 적으므로, 어드레스 재사용이 불가피하다. 따라서 멀티캐스트 세션의 생성과 소멸에 따른 동적인 어드레스 할당 방법이 필요하다.

다수의 멀티캐스트 관련 프로토콜[1,2,3]들이 제안되고 있지만 멀티캐스트 어드레스 할당은 외부구현에 의존하고 있다. 그러나 현재 사용중인 어드레스 할당 방법은 일정범위 내에서 임의로 멀티캐스트 어드레스를 생성하는 방법으로, 멀티캐스트 세션의 증가로 인한 여러 가지 문제점들을 야기할 수 있다.

멀티캐스트 세션의 생성과 소멸에 따른 동적인 어드레스 할당이 있어, 어드레스 중복가능성 및 어드레스 할당에 따른 지연시간 그리고 어드레스 관리에 따르는 부하가 고려 되어져야 한다. 본 논문에서는 위의 고려사항들을 바탕으로 하여 IPv6 에서 효율적인 멀티캐스트 어드레스 할당방법을 제시 하였다.

본 논문의 2 장에서는 IPv4 에서 사용중인 멀티캐스트 어드레스 할당방법과 그 문제점을 분석하고, 3 장에

서 IPv6 를 위한 멀티캐스트 어드레스 할당방법을 제안한다. 4 장에서는 기존의 어드레스 할당 방법과 제안된 멀티캐스트 어드레스 할당 방법간의 성능을 비교 분석하고, 5 장에서 결론을 맺는다.

### 2. 멀티캐스트 어드레스 할당방법

IPv4 에서 제안된 멀티캐스트 어드레스 할당 방법은 다음과 같다.

#### 2.1 Multicast Group Authority(MGA)[4]

MGA 는 계층적인 멀티캐스트 어드레스 할당 방법을 제공한다. 호스트로부터 멀티캐스트 어드레스 할당 요구를 받은 로컬 MGA 노드는 상위 노드에 멀티캐스트 어드레스 할당 요구를 전송한다. 중간 노드들을 거쳐 호스트로부터 멀티캐스트 어드레스 할당 요구를 받은 루트는 하위노드에 어드레스 영역을 할당한다. 각 노드에 할당되는 어드레스 영역의 크기는 계층 구조에서 노드가 차지하고 있는 위치에 따라 달라진다. 상위 노드로부터 어드레스 영역을 할당 받은 로컬 MGA 노드는 멀티캐스트 어드레스를 요청한 호스트에 어드레스를 할당한다.

로컬 MGA 노드에서 더 이상 호스트에게 할당할 어드레스가 없을 경우, 로컬 MGA 노드는 상위 노드에게 사용 가능한 어드레스 할당을 요청한다. 중간노드와 루트에 사용 가능한 어드레스가 없을 경우, 루트는 모든 MGA 노드에게 사용하지 않는 어드레스 반납을 요구한다.

#### 2.2 Random Address Selection

멀티캐스트 어드레스 할당을 위한 Random Address Selection 방법은 현재 MBONE(Multicast BackBONE)에서 사용하고 있다. 멀티캐스트 세션을 열기 위해 호스트는 SD(Session Directory) 프로그램을 띄워 멀티캐스트 어드레스를 할당 받는다. SD 는 일정범위 내에서 임의로 멀티캐스트 어드레스를 할당하고, 어드레스의 중복을 최소화 하기 위해 사용하고 있는 멀티캐스트 어드레스를 모든 호스트들에게 알린다.

Random Address Selection 방법은 호스트에서 쉽게 어

드레스 할당이 가능하다. 그러나 멀티캐스트 세션의 증가로 인한 어드레스 중복 문제와 모든 호스트에게 사용하고 있는 멀티캐스트 어드레스를 알려줌에 의한 보안 문제를 야기할 수 있다.

### 3. IPv6 에서 멀티캐스트 어드레스 할당

#### 3.1 IPv6 멀티캐스트 어드레스 체계[5]

IPv6 는 4byte 어드레스 영역을 갖는 IPv4 와는 달리 16byte 의 어드레스 영역을 갖는다. IPv6 멀티캐스트 어드레스의 high-order 8bit 는 항상 ff로 시작되며, 어드레스는 4bit flag 와 4bit scope 그리고 112bit 의 Group ID 로 이루어 진다. 4bit flag 영역은 멀티캐스트 어드레스의 영구 할당 유무를 나타낸다. 4bit flag 의 lower-order 1bit 가 1 이면 영구 할당된 멀티캐스트 어드레스를 나타내고, 0 이면 영구히 할당되지 않은, 즉 transient 멀티캐스트 어드레스를 나타낸다. 4bit scope 영역은 IPv4 에서 멀티캐스트 범위를 제한하기 위해 사용되는 TTL(Time to Live)값과 같은 역할을 한다.

표 1 에 IPv6 의 scope 값에 따른 멀티캐스트 범위를 TTL 값의 범위와 비교하여 나타내었다.

<표 1> IPv6 에서 scope 값에 따른 멀티캐스트 범위[6]

멀티캐스트 범위	IPv6 Scope	IPv4	
		TTL scope	Administrative scope
Node-local	1	0	
Link-local	2	1	224.0.0.0 to 224.0.0.225
Site-local	5	<32	239.255.0.0 to 239.255.255.255
Organization-local	8		239.192.0.0 to 239.195.255.255
Global	14	<255	224.0.1.0 to 238.255.255.255

#### 3.2 Local 멀티캐스트 어드레스 할당

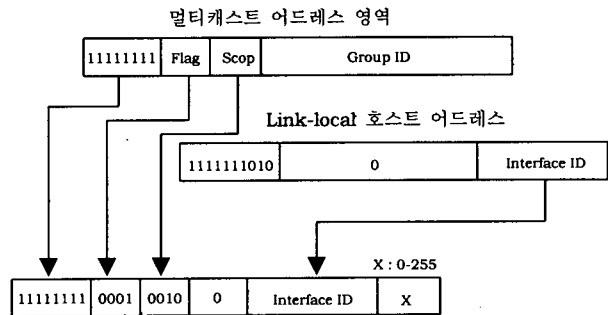
멀티캐스트 범위가 local 인 경우, 멀티캐스트 어드레스는 라우터에서 얻어진 정보와 호스트 정보와의 조합으로 이루어 진다. 따라서 멀티캐스트 어드레스를 할당받기 위한 서버를 요구하지 않는다. 멀티캐스트 세션을 열고자 하는 호스트는 자체적으로 어드레스를 조합하여 생성하고 생성된 어드레스가 멀티캐스트 범위 내에서 유일한지를 확인한다.

어드레스의 유일여부는 Neighbor Discovery 프로토콜 [7]을 사용하여 판단된다. 생성된 어드레스가 중복된 어드레스일 경우, 호스트는 어드레스를 폐기하고 새로운 어드레스를 생성한다. 생성된 어드레스가 유일하다고 판단되면 호스트는 멀티캐스트 세션에 생성된 어드레스를 부여하여 사용한다.

##### 3.2.1 Link-local 멀티캐스트 어드레스

멀티캐스트의 범위가 하나의 link 로 제한된다. link-local 범위에서 멀티캐스트 어드레스의 scope 값은 2 이다. 그림 1 과 같이 link-local 멀티캐스트 어드레스는

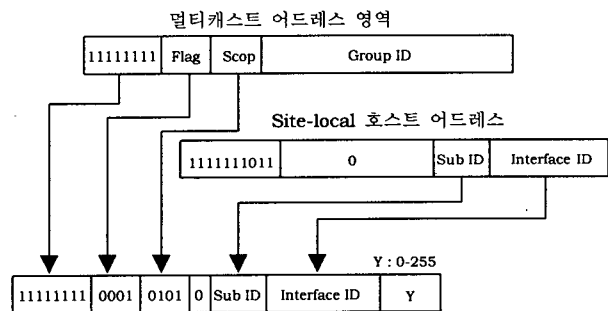
scope 값이 2 인 멀티캐스트 어드레스에 Group ID 를 부여함에 의해 생성된다. Link-local 멀티캐스트 어드레스의 Group ID 는 local 호스트의 interface ID 와 8bit X 값의 조합으로 이루어 진다. X 값은 호스트에 의해 임의로 선택된다. 따라서 호스트의 각 interface 마다 255 개의 멀티캐스트 어드레스를 할당할 수 있다. 이와 같이 호스트는 link-local 멀티캐스트 어드레스를 생성하기 위해 112bit Group ID 모두를 생성할 필요가 없다. 호스트는 8bit 의 X 값을 임의로 할당함에 의해, 멀티캐스트 어드레스를 생성할 수 있다.



<그림 1> Link-local 멀티캐스트 어드레스 할당

##### 3.2.2 Site-local 멀티캐스트 어드레스

Site-local 멀티캐스트 어드레스는 link-local 멀티캐스트 어드레스와 같이 호스트에 의해 생성된다. 호스트는 멀티캐스트 어드레스의 범위를 하나의 site 로 제한하기 위해 scope 값에 5 를 부여한다. Site-local 멀티캐스트 어드레스의 Group ID 는 subnet ID 와 interface ID 그리고 8bit Y 값의 조합으로 이루어 진다. Subnet ID 는 호스트가 연결되어 있는 subnet 을 구별하기 위한 식별자로 link 에 연결된 라우터로부터 subnet ID 에 대한 정보를 얻을 수 있다. Y 값은 link-local 멀티캐스트 어드레스의 X 값과 같이 호스트에 의해 임의로 선택된다. 그림 2 에 site-local 멀티캐스트 어드레스 할당방법을 나타내었다.



<그림 2> Site-local 멀티캐스트 어드레스 할당

### 3.3 Global 멀티캐스트 어드레스 할당

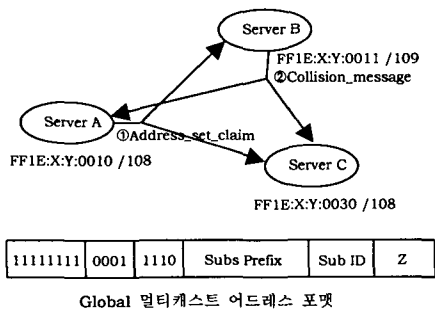
멀티캐스트의 범위가 global 인 경우, 멀티캐스트 어드레스는 서버를 통해 얻어진다. 멀티캐스트 세션을 열고자 하는 호스트는 자신이 속한 subnet 내에 있는 서버에 접속하여 멀티캐스트 어드레스를 할당 받는다. Subnet 내에 여러 개의 서버가 존재할 경우, 서버에서 제공하는 어드레스 유효시간에 따라 가장 적합한 서버를 선택할 수 있다.

멀티캐스트 세션의 진행 중에 어드레스 유효시간이 끝나게 되면, 호스트는 유효시간의 연장을 서버에게 요구한다. 서버로부터 어드레스 유효시간 연장 요구가 거절되면, 새로운 멀티캐스트 어드레스를 할당 받는다. 서버로부터 부여된 멀티캐스트 어드레스는 멀티캐스트 세션이 끝나면, 세션을 연 호스트에 의해 반납된다.

#### 3.3.1 Global 멀티캐스트 어드레스

멀티캐스트 어드레스 서버는 호스트에 할당할 멀티캐스트 어드레스를 확보하기 위해, subnet 내에 있는 다른 서버에게 자신이 사용할 어드레스 영역을 알린다. 서버에서 요청한 어드레스 영역이 다른 서버에서 이미 사용 중이면, 멀티캐스트 어드레스 서버는 새로운 어드레스 영역을 선택한다. 서버가 새로이 선택한 어드레스 영역이 다른 서버로부터 거절되지 않으면, 자신의 어드레스 영역으로 등록한다.

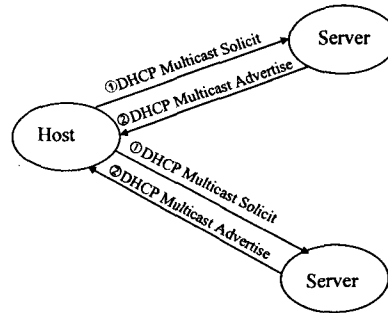
그림 3에 서버간의 멀티캐스트 어드레스 할당 과정을 나타내었다. 멀티캐스트 어드레스 서버는 자신이 속한 subnet 내의 라우터로부터 subscriber prefix 와 subnet ID 에 대한 정보를 얻어, 사용 가능한 어드레스 영역을 결정한다. Server A 는 사용 가능한 어드레스 영역내의 FF1E:X:Y:0010 /108 의 어드레스 범위를 가지는 멀티캐스트 어드레스를 사용할 것을 요구한다. Server A 의 어드레스 할당 요구를 받은 server B 는 server A 가 요청한 어드레스를 이미 자신이 사용하고 있으므로 collision\_message 를 server A 에게 보낸다. Collision\_message 를 받은 server A 는 새로운 어드레스 영역을 선택한다. 새로이 선택한 어드레스 영역 요구에 대해 다른 서버로부터 응답이 없으면, 자신의 어드레스 영역으로 등록한다.



<그림 3> 서버간의 멀티캐스트 어드레스 할당

#### 3.3.2 DHCP[8](Dynamic Host Configuration Protocol) 멀티캐스트 서버

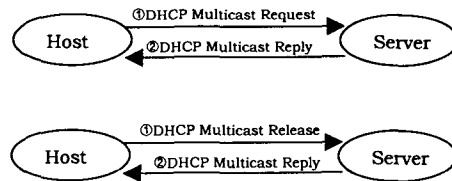
멀티캐스트 세션을 열고자 하는 호스트는 멀티캐스트 어드레스를 할당 받기 위해, 자신이 속한 subnet 내에 있는 서버에 접속하여야 한다. 접속할 서버의 IP 어드레스를 얻기 위해 호스트는 DHCP Multicast Solicit 메시지를 subnet 내의 모든 서버에게 멀티캐스팅한다. 호스트로부터 DHCP Multicast Solicit 메시지를 받은 서버는 자신의 IP 어드레스와 부여 가능한 멀티캐스트 어드레스 그리고 어드레스 유효시간을 포함하고 있는 DHCP Multicast Advertise 메시지를 호스트에 보낸다. 그림 4에 호스트에서 DHCP 멀티캐스트 서버의 IP 어드레스를 얻는 과정을 나타내었다.



<그림 4> DHCP 멀티캐스트 서버 IP 어드레스 전송

호스트는 멀티캐스트 세션에서 필요한 어드레스 유효시간을 제공할 수 있는 서버를 선택하여 DHCP Multicast Request 메시지를 보낸다. 호스트로부터 DHCP Multicast Request 메시지를 받은 서버는 DHCP Multicast Reply 메시지 내에 멀티캐스트 어드레스와 어드레스 유효시간을 포함하여 호스트에 전송한다.

멀티캐스트 세션이 끝나면 호스트는 DHCP Multicast Release 메시지를 서버에 보내어 멀티캐스트 어드레스를 반납한다. 아래 그림 5에 어드레스 할당 및 반납 과정을 나타내었다.



<그림 5> 멀티캐스트 어드레스 할당 및 반납

### 4. 기존 멀티캐스트 할당방법과의 비교

기존 IPv4 에서 제안된 멀티캐스트 어드레스 할당 방법은 멀티캐스트 범위에 관계없이 동일한 방법에 의해 어드레스를 할당한다. 그러나 IPv6 에서는 TTL 값이 아닌 Scope 값에 의해 멀티캐스트 범위를 제한하므로, 멀티캐스트 범위에 따른 어드레스 할당 방법 적용이 가능하다.

제안된 멀티캐스트 어드레스 할당 방법에서는 멀티캐스트 범위를 global 과 local 로 나누어 어드레스를 할당한다. 멀티캐스트 범위가 local 인 경우, 호스트가 자체적으로 어드레스를 생성하게 함에 의해 어드레스 할당에 따르는 부하를 줄일 수 있다. 그러나 멀티캐스트 범위가 global 인 경우, 유일한 어드레스 할당을 위해 서버를 통해 어드레스를 부여한다. 멀티캐스트 서버에서 할당할 어드레스 영역 확보에 따르는 부하를 줄이기 위해, 어드레스 할당 범위를 sunbnet 으로 제한하였다. 또한 라우터로부터 subscriber prefix 와 subnet ID 값을 사용하여 멀티캐스트 어드레스를 구성함에 의해, 도메인 경계간 계층적 어드레스 셋을 사용한 멀티캐스트 라우팅이 가능하다.

<표 2>멀티캐스트 어드레스 할당방법에 따른 성능비교

	MGA(Multicast Group Authority)	Random Address Selection	Local Address Allocation for IPv6	Global Address Allocation for IPv6
Blocking Probability	low	high	low	low
Address acquisition delay	high	low	low	medium
Address manager load	high	low	low	medium

### 5.결론

본 논문에서는 IPv6 에서 멀티캐스트 어드레스 할당 방법을 제안하였다. 멀티캐스트 어드레스는 멀티캐스트 세션의 생성과 소멸에 따라 재 사용 될 수 있다. 따라서 어드레스의 할당 및 재사용에 대한 연구가 필요하다. 현재 MBONE 에서 사용중인 Random Address Selection 방법은 일정범위 내에서 임의로 멀티캐스트 어드레스를 할당하는 방법으로, 미래에 여러 문제점들을 야기 할 수 있다.

제안된 멀티캐스트 어드레스 할당 방법에서는 멀티캐스트 범위에 따른 어드레스 할당 방법을 제시하였다. Local 멀티캐스트 어드레스는 호스트에 의해 자체적으로 생성되며, global 멀티캐스트 어드레스는 DHCP 서버를 이용한다. DHCP 서버를 통해 멀티캐스트 어드레스를 할당 받기 위해서는 DHCP 서버의 DHCP 멀티캐스트 서버로의 수정이 필요하다.

이와 같이 멀티캐스트 범위에 따라 다른 할당방법을 적용함에 의해 기존 IPv4 에서 어드레스 할당 시 나타날 수 있는 부하를 효율적으로 줄일 수 있다.

### 참고문헌

[1] Xpress Transfer Protocol Version 3.6, Technical Report,

XTP Forum, Santa Barbara, CA,1992  
 [2] S.Armstrong, A.Freier, and K. Marxullo, Multicast transport protocol, RFC 1301, Feb.1992  
 [3] H.Schulzrinne, S.Casner, R.Frederick, and V.Jacobson, RTP: A transport protocol for real-time applications, IETF Internet Draft , July 1994  
 [4] R.Braudes and S.Zablele, Requirements for multicast protocols, RFC1458, May 1993  
 [5] R.Hinden, S.Deering, IP Version 6 Addressing Architecture, RFC 1884 , Dec 1995  
 [6] W.Richard Stevens, Unix Network Programming, vol. 1 ,1998  
 [7] T.Narten, E.Nordmark, Neighbor Discovery for IP version 6, RFC 1970, Aug 1996  
 [8] Charles E. Perkins, Jim Bound , DHCP for IPv6, In Proc of the Third IEEE Symposium on Computers and Communications , 493-497 , June 1998  
 [9] S.Thomson, T.Narten, IPv6 Stateless Address Autoconfiguration, RFC 1971, August 1996  
 [10] S.Pejhan, A.Eleftheriadis, D.Anastassiou, Distributed Multicast Address Management in the Global Internet, IEEE Journal on Selected Areas in comm. Vol. 13, No 8, Oct. 1995  
 [11] S. Kumar, P. Radoslavov, D. Thaler, C. Alaettinoglu, D. Estrin , M. Handley, The MASC/BGMP Architecture for Inter-domain Multicast Routing  
 [12] J.Bound, C.Perkins, Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 , IETF Internet Draft, Feb. 1999