

# Few-to-Few 멀티캐스트를 위한 Xcast 확장 방안<sup>1</sup>

김기일<sup>o</sup> 서정현 김상하  
충남대학교 컴퓨터학과와 네트워크 연구실  
(kikim,ybbcman,shkim)@cclab.cnu.ac.kr

## Enhancement of Xcast for Supporting Few-to-Few Multicast

Ki-Il Kim<sup>o</sup> Jeoung-Hyun Seo Sang-Ha Kim  
Department of Computer Science, ChungNam National University

### 요 약

Explicit Multicast (Xcast)[1]은 기존의 Any Source Multicast (ASM)이 라우터에서 멀티캐스트 라우팅을 위하여 상태 정보를 갖아야만 한다는 문제점을 해결하기 위하여 제안된 메커니즘이다. Xcast는 이러한 상태 정보를 전송하려는 패킷의 헤더에 삽입함으로써 확장성 문제를 해결하였다. 하지만, 현재 제안되고 있는 Xcast는 데이터 측면에서의 라우팅 방법에 대한 설명만 존재할 뿐 제어 측면에 대한 언급은 존재하지 않게 된다. 이에 관련하여 Xcast+[2]가 제안되고는 있지만 Xcast+의 경우에는 단순히 일-대-소수 전송만을 지원하고 있다. 따라서, Xcast를 소수-대-소수 전송에 적용시키기 위해서는 향상된 새로운 메커니즘이 필요하다. 본 논문은 Xcast를 소수-대-소수에 적용시키기 위하여 Xcast Server를 송신자의 Designated Router (DR)라우터에 적용하는 방법을 제안한다. Xcast 서버는 각 그룹 정보와 함께 그룹 참가자에 대한 정보를 유지함으로써 작은 그룹의 멀티캐스트를 효율적으로 지원할 수 있다. 본 메커니즘은 Xcast 서버와 각 참가자 사이의 제어 측면을 위한 프로토콜에 관한 것이며 데이터 라우팅은 원래의 Xcast와 같은 방법을 사용하게 된다.

### 1. 서론

자원의 효율적 사용이라는 측면에서 부각되기 시작한 멀티캐스트는 많은 연구에도 불구하고 아직 망에 구현되고 있지는 않고 있다. 망에 구현을 막고 있는 대표적인 문제점은 경로상의 모든 라우터에서 멀티캐스트를 지원하기 위해서는 멀티캐스트 상태 정보를 유지해야만 한다는 점이다. 따라서, 멀티캐스트 그룹의 수가 많아질수록 각 라우터에서 유지해야할 상태 정보는 매우 커지게 되는 확장성 문제점이 있다. 또한, 현재의 멀티캐스트 메커니즘을 망에 적용하기 위해서는 모든 라우터에 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이 탑재되어야 한다. 하지만, 현재 제안되고 있는 멀티캐스트 프로토콜이 모든 라우터에 동시에 적용되어야만 한다. 이것은 망에 구현 측면에서 매우 어려운 문제이다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 대표적인 메커니즘이 Xcast[1]이다. Xcast의 경우 유니캐스트 라우팅

테이블을 참조하여 데이터 전송이 이루어지기 때문에 각 라우터에서 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 탑재할 필요가 없는 동시에 멀티캐스트 상태 정보 유지로 인한 확장성 문제를 해결할 수 있는 방안이다. Xcast는 각 상태 정보를 새로운 패킷 헤더에 추가하는 방법을 채택한다. 각 Xcast 라우터에서는 이 패킷의 헤더를 보고 데이터의 라우팅을 수행하게 된다. Xcast는 라우터의 복잡한 기능은 호스트로 이동시키려는 인터넷의 기본적인 개념과 동일한 개념으로 받아들여지고 있다.

하지만, 현재 제안되어 있는 Xcast메커니즘은 구체적인 데이터 라우팅에 관한 알고리즘만이 정의되어 있다. 따라서, 각 멀티캐스트 그룹을 관리하고 유지하는 제어 측면에 대한 고려가 필요하게 된다. 제어 측면을 고려한 Xcast메커니즘으로 Xcast+[2]가 있다. Xcast+는 IGMPv3을 이용함으로써 각 수신자는 그룹에 참가하게 되면 DR에서 새로 정의된 제어 측면의 프로토콜에 의하여 송신자에게 각 DR라우터의 주소를 알려주게 된다. 따라서, 송신자측에서는 각 DR라우터의 주소를 알게 되고 이 정보를 패킷의 헤더에 삽입한 뒤 전송하게 된다.

Xcast는 기본적으로 확장된 패킷 헤더를 새로 정의하기 때문에 많은 수신자를 지원하기에는 한계가 있게 된다. 따라서, 작은 그룹을 지원하는데 적당한 메커니즘으로

<sup>1</sup> 본 연구는 충남대학교 정보통신인력사업단의 RA 지원금에 의해 수행되었음.

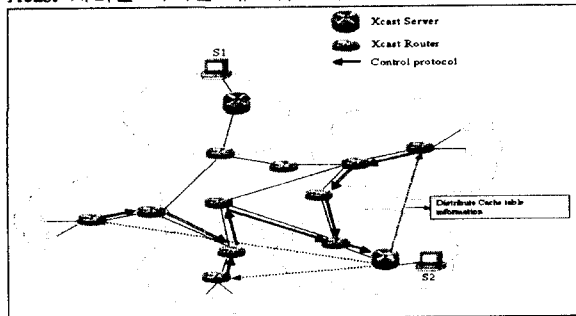
인식되고 있다. 즉, 소수의 멤버들이 멀티캐스트 그룹을 만들고 비디오 회의등을 사용하는 경우 적당한 메커니즘이다. 하지만, 현재 제안되어 있는 Xcast메커니즘만으로는 소수-대-소수 멀티캐스트를 지원하는데에는 문제점이 있다. 즉, 지금은 메커니즘은 오직 일-대-소수만을 지원할 수 있는 구조를 가지고 있기 때문에 소수-대-소수를 지원하기 위하여서는 새로운 메커니즘이 필요하게 된다.

본 논문은 Xcast를 소수-대-소수를 지원할 수 있도록 Xcast 서버를 도입하게 된다. Xcast 서버는 CBT메커니즘의 코어 라우터와 같은 역할을 수행하게 된다. 하지만, 데이터 전송에는 직접 관여하지 않고 각 그룹에 대한 멤버를 정보를 유지하고 이 정보를 각 그룹에 멤버에게 알려주게 됨으로써 각 그룹의 멤버들은 이 정보를 자신의 캐쉬 테이블을 저장하게 되고 이 정보를 바탕으로 새로운 패킷 헤더를 만들게 됨으로써 소수-대-소수 멀티캐스트를 효과적으로 지원할 수 있는 메커니즘이다. 즉, 작은 그룹의 멀티캐스트를 위하여 기존의 망에 있는 모든 라우터들에게 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 탑재하는 것은 현재의 망의 구현 측면에서 매우 불합리적이기 때문에 본 메커니즘의 경우 보다 쉽게 망에 적용할 수 있게 된다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 현재 제안되고 있는 Xcast를 서론에서 살펴 보았다. 2장에서는 소수-대-소수 멀티캐스트를 지원하기 위한 새로운 메커니즘의 제어 측면에 관하여 살펴 본다. 3장에서는 Xcast를 이용한 소수-대-소수 멀티캐스트 지원을 위한 라우팅 알고리즘을 설명하고 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 설명한다.

**2. 소수-대-소수를 위한 Xcast**

이번 장에서는 Xcast를 소수-대-소수 멀티캐스트에 적용시키기 위한 네트워크 구조를 살펴 본다. Xcast를 소수-대-소수에 적용시키기 위해서는 각 송신자 별로 Xcast 서버를 가지는 네트워크 구조를 가지게 된다.



[그림 1] 네트워크 구조

Xcast는 각각의 멀티캐스트 세션을 <송신자 주소, D 클래스 그룹 주소>로써 구별하기 된다. 이것은 멀티캐스트 주소 할당 문제를 해결할 수 있을 뿐만 아니라

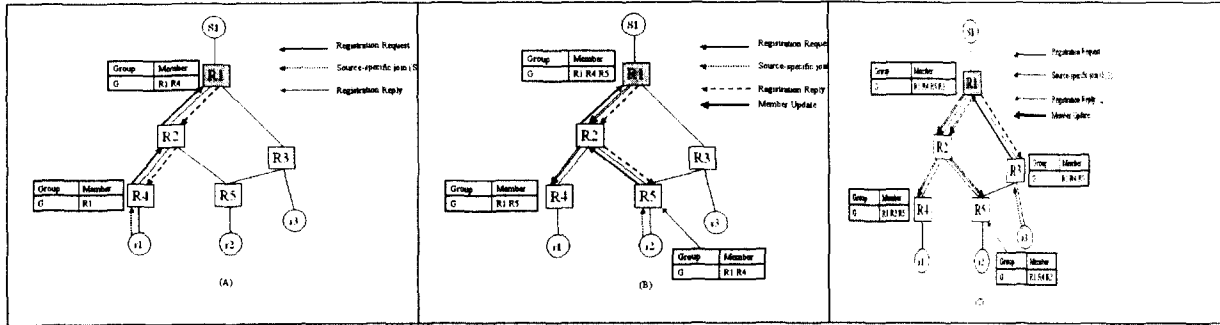
멀티캐스트 데이터에 대한 제어가 가능한 이점을 가지고 있다. 각 송신자들은 멀티캐스트 세션을 위하여 Xcast 서버를 두게 된다. Xcast서버는 (S,G)에 참가하고자 하는 멀티캐스트 참가자가 속해 있는 DR라우터의 주소를 유지하게 된다. DR라우터 주소는 새로운 참가자가 멀티캐스트 세션에 참가하는 경우는 새로이 추가되고 또한 그룹에 탈퇴하는 경우 엔트리가 삭제되게 된다. 이러한 멀티캐스트 서버는 송신자의 DR에 위치하게 된다.

**1) 그룹 참가**

호스트가 멀티캐스트 세션에 참가하기 위해서는 먼저 웹이나 이메일 서비스를 통하여 멀티캐스트 세션에 대한 정보를 얻게 된다. 호스트는 이 멀티캐스트 세션에 대한 정보를 수집한 뒤 그룹에 참가하게 된다. 그룹에 대한 주소는 <송신자의 주소, 그룹 주소>로써 표현되게 된다.

호스트는 자신의 DR라우터에 IGMPv3의 source-specific report (S,G)메시지를 전송하게 된다. 이 메시지를 받은 DR은 송신자 쪽으로 새로운 등록 요청 메시지를 전송하게 된다. 이 등록 요청 메시지는 IP헤더의 수신자 주소를 송신자 주소를 설정함으로써 전송하게 된다. 송신자의 DR에서 등록 요청 메시지를 받게 되면 DR은 자신의 캐쉬 테이블에 각 DR의 주소를 삽입하게 된다. 만약 이미 엔트리가 추가되어 있다면 이 엔트리의 내용을 참가자에게 전송하게 되며 이미 엔트리에 있는 각 참가자에게 새로운 참가자의 주소를 알려주게 된다. 이 참가자의 주소를 받은 각 멤버 참가자들은 자신의 캐쉬 테이블에 새로운 멤버 주소를 알려주게 된다. 또한, 새로운 참가자에게는 등록 요청에 대한 확인의 의미로 각 엔트리의 주소를 담은 등록 확인 메시지를 전송하게 된다.

각 호스트가 멀티캐스트 세션에 참가하는 과정은 다음 [그림 2]와 같게 된다. [그림 2]에서 보듯이 수신자 R1, R2, R3이 그룹에 참가하는 경우를 보여주고 있다. 먼저 R2가 그룹에 참가하기 위하여 자신의 DR인 R4에게 source-specific join (S,G)를 전송하게 되고 DR은 이 메시지를 받게 된 후 송신자쪽으로 등록 요청 메시지를 전송하게 된다. 등록 요청 메시지를 받은 송신자의 DR은 자신의 캐쉬 테이블에 R4의 주소를 삽입하게 된다. 송신자의 캐쉬 테이블에는 송신자의 자신의 주소가 기본적으로 삽입되어 있게 된다. 두 번째로 R2가 그룹에 참가하게 되면 위의 과정이 반복되게 된다. 하지만 R1이 등록 요청 메시지를 받게 되면 자신의 캐쉬 테이블을 검색하여 G에 대한 멤버를 알아오게 된다. 멤버의 DR주소를 검색하여 엔트리가 있으면 각 엔트리의 주소로 멤버 갱신 메시지를 전송하게 된다. 이 메시지는 새로이 추가된 멤버의 주소가 삽입되어 전송되게 된다. 이 멤버 갱신 메시지를 받게 된 각 DR라우터는 자신의 캐쉬 테이블에 이 정보를 삽입하게 된다. 따라서, 각 DR라우터에서는 멤버들의 정보를 자신의 캐쉬 테이블에 각각 유지하게 되며 이러한 캐쉬 테이블의



[그림 2] 그룹 참가 과정

정보를 일관성 있게 유지하는 것이 매우 중요한 문제이며 이것을 담당하는 것이 Xcast서버의 가장 중요한 역할이다.

2) 그룹 탈퇴

그룹 탈퇴의 과정은 그룹 참가의 과정과 비슷하다. 그룹 참가와 마찬가지로 그룹 탈퇴를 하기 위해서는 호스트는 IGMPv3의 source-specific leave (S,G) 메시지를 DR 라우터에 전송하게 된다. 이 메시지를 받게 된 DR 라우터는 source-specific report 메시지를 전송하게 됨으로써 자신의 서브넷에 다른 참가 호스트가 있는지에 대하여 검사하게 된다. 만약 호스트가 없게 되면 탈퇴 요청 메시지를 송신자에게 전송하게 된다. 송신자의 DR이 이 메시지를 받은 경우 자신의 엔트리에서 해당 주소의 주소를 삭제 한후 나머지 엔트리 주소에게 멤버 삭제 메시지를 전송하게 된다. 이 멤버 삭제 메시지에는 현재 그룹에서 탈퇴하고자 하는 DR의 주소를 포함한다. 각 DR에서는 멤버 삭제 메시지를 받게 되면 자신의 캐시 테이블에서 해당 엔트리를 제거하게 된다. 그리고 송신자 DR쪽으로 삭제가 완료되었음을 알리기 위하여 멤버 삭제 확인 메시지를 전송하게 된다. 만약 송신자의 DR에서 이 멤버 삭제 확인 메시지를 받지 못하는 경우에는 그 DR 라우터에 멤버 삭제 메시지를 재전송해야만 한다. 이 과정을 통하여 각 DR 라우터의 캐시 테이블의 정보는 일관성 있게 유지되게 된다.

3) 제어 메시지

본 메커니즘을 현재의 망에 적용시키기 위해서는 새로운 메시지 형식이 필요하게 된다. 이 메시지들은 그룹 참가, 그룹 탈퇴등을 수행하는 경우 각 DR 라우터의 엔트리의 일관성을 위하여 사용되게 된다. 각 메시지에 대한 형식과 각 필드에 내용은 향후 연구에 속하므로 이 논문에서는 언급하지 않는다.

3. 데이터 전송

멀티캐스트 데이터 전송은 계층적 구조를 가지고 있다. 즉, 송신자와 DR 라우터 사이에서는 IP 주소에 클래스

D 주소를 삽입한 원래의 멀티캐스트 패킷이 전송되게 되고 송신자의 DR 라우터에서 각 수신자의 DR 라우터까지는 새로운 Xcast 헤더가 추가된 Xcast에 의하여 데이터가 전송되게 된다. DR에서부터 각 수신자까지는 Xcast 헤더가 제거된 원래의 패킷이 전송되게 된다. 이러한 구조는 원래 멀티캐스트와 같은 구조를 가지게 된다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

Xcast는 기존의 ASM과는 달리 상태 정보 없이 작은 그룹의 멀티캐스트를 제공하기 위하여 제안된 메커니즘이다. 하지만, 현재 제안되어 있는 Xcast의 경우에는 일-대-다의 데이터 전송만이 가능하므로 적은 그룹의 멀티캐스트를 위해서는 소수-대-소수 모드로의 확장이 필요하다. 본 논문은 Xcast의 소수-대-소수 모드를 지원하기 위하여 송신자의 DR 라우터에서 Xcast 서버의 역할을 수행할 수 있도록 개선된 Xcast를 제안한다. 본 메커니즘의 경우, 새로운 제어 메시지만을 추가함으로써 소수-대-소수 멀티캐스트를 효율적으로 지원할 수 있는 메커니즘이다.

본 연구와 관련하여 보다 구체적인 서비스 제공 메커니즘과 기존 메커니즘과의 성능 평가가 이루어져야 할 것이다.

[참고 문헌]

[1] R. Boivie et al., "Explicit Multicast (Xcast) Basic Specification," Internet draft, draft-ooms-xcast-basic-spec-01.txt, 2001.  
 [2] M. Shin et al., "Explicit Multicast (Xcast+) Supporting Receiver Initiated Join," Internet draft, draft-shin-xcast-receiver-join-00.txt, 2001.  
 [3] A. Boudani et al., "Simple Explicit Multicast (SEM)," Internet draft, draft-boudani-simple-xcast-00.txt, June 2001.  
 [4] H. Hoolbrook et al., "Using IGMPv3 for Source Specific Multicast," Internet draft, draft-hoolbrook-idmr-igmpv3-oo.txt, 2000.  
 [5] D. Kosiur, IP Multicasting : The Complete Guide to Interactive Corporate Networks, Wiley Computer Publishing, 1998.