

중단 라우터에 기반한 멀티캐스트 제공 방안[†]

홍형섭^o, 김상하
충남대학교, 컴퓨터학과
{hshong, shkim}@cnu.ac.kr

Multicast Provisioning Mechanism Based on Designated Router

Hyung-Seop Hong and Sang-Ha Kim
Department of Computer Science, Chung-nam National University

요 약

기존에 멀티캐스트를 제공하기 위해서 제안된 Any Source Multicast(ASM)의 경우는 각각의 라우터에서 망의 상태정보를 유지해야 하는 문제점으로 인하여 아직까지 망에 구현되고 있지 않다. 이를 해결하기 위해 망의 상태정보를 가지지 않는 Xcast, Application Layer Multicast(ALM)과 같은 메커니즘들이 제안되었다. 하지만 Xcast의 경우는 경로상의 모든 라우터가 Xcast를 지원해야 하는 문제점이 있고, ALM에는 다양한 모델이 제시되었지만 구체적 메커니즘들은 아직 연구중인 상태이다. 본 논문에서는 멀티캐스트를 응용계층에서 수행하는 오버레이 멀티캐스트 모델에 기반한 Designated Router Multicast(DRM)을 제안한다. 제안된 메커니즘은 망에서 상태정보가 필요하지 않으며 이를 위해 중단 라우터 간의 Mesh 구조에 기반한 터널링 방법에 의해 멀티캐스트 서비스를 수행한다.

1. 서 론

오랜기간 동안 멀티캐스트 연구가 이루어졌지만 망에 구현 관점에서 초기단계에 있다. DVMRP, PIM, CBT 등과 같은 멀티캐스트 프로토콜 구현시 상태 정보유지 문제 그리고 망을 구성하고 있는 모든 라우터가 특정 프로토콜이 가능해야 한다는 문제점 등으로 인하여 서비스 되고 있지 않다. 따라서, 이를 해결하기 위해 최근에는 망에서 상태정보를 가지지 않는 멀티캐스트 프로토콜에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그 대표적 예로는 Xcast와 ALM이 있다. 하지만 Xcast 역시 망을 구성하고 있는 모든 라우터들이 Xcast가 탑재되어 있어야만 하는 제약을 여전히 가지고 있다. ALM의 경우는 망에서 상태정보를 가지지 않고 라우터에서 멀티캐스트를 지원하지 않아도 상관없지만 구체적인 메커니즘은 아직 연구중인 상태이다.

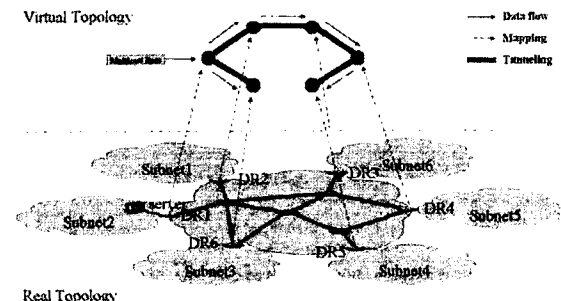
ALM은 오버레이 멀티캐스트라고도 불리며 로컬 그룹은 IP멀티캐스트 서비스가 지원된다고 가정하고, 백본망 혹은 로컬 그룹간의 망에서는 Mesh 구조의 유니캐스트 전송 토폴로지를 이용하여 데이터를 전송한다. 오버레이 멀티캐스트 모델에서 가장 문제시 되는 부분은 다음과 같다. 첫째는 Mesh 주체를 일반 호스트로 할 것인지 아니면 서버를 구성할 것인지를 결정하는 것이다. 두번째는 Mesh를 어떤 과정을 통하여 구성할 것인지이다. 현재 Your Own Internet Distribution(YOID)[2], End System Multicast(ESM)[3] 등이 제안되어 있다. 하지만 이러한 메커니즘들이 도메인간 망에 적용되었을 때에는 Mesh를 구성하는데 많은 어려움이 있다. 본 논문에 제안된 DRM에서는 하나의 도메인 내에서 기존의 IP 멀티캐스트에서 문제되었던 각각의 라우터에서 망의 상태정보를 유지해야 한다는 문제점을 오버레이 멀티캐스트 모델을 응용하여

해결했다. 그리고, 제안된 메커니즘의 핵심인 Mesh를 구성하는 단위를 중단 라우터로 하고, 별도의 중단 라우터 멀티캐스트 서버를 두어 그룹정보와 망 토폴로지를 관리하는 방식을 사용한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 서론에서는 이전 연구방향을 살펴보고, 2장에서는 망 구조에 관하여 설명한다. 3장에서는 DRM의 동작과정을 설명한다. 4장에서는 시뮬레이션 결과를 제시한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 제시한다.

2. 망 구조

본 장에서는 DRM의 망 구조에 대해 살펴본다. DRM은 각각의 중단 라우터들이 OSPF와 같은 라우팅 프로토콜을 통해 망의 토폴로지 정보를 알 수 있다는 가정하에 구성되었다. 망구성은 가입자의 가입, 탈퇴, 데이터 전송등을 담당하는 중단 라우터와 중단 라우터로 이루어진 가상 토폴로지를 관리하는 중단 라우터 멀티캐스트 서버로 이루어진다.



[그림 2-1] 중단 라우터로 구성된 가상 토폴로지를 통한 전송

DRM은 중단 라우터만으로 구성된 최단 거리 신장 트리 정보를

[†] 본 논문은 한국과학재단이 지정한 지역협력연구센터(RRC)인 충남대학교 소프트웨어연구센터의 지원으로 수행된 과제의 결과입니다.

유지한다. 트리정보의 변경은 트리 모양이 변할 때 마다 최단 거리 신장 트리를 재구성하는 방법을 사용한다. [그림 2-1]은 제안된 메커니즘으로 구성된 망의 예이다. 중단 라우터들 데이터 전송이 어떻게 이루어지는지를 나타내고 있다. DRM에서는 중단 라우터들 간을 ESM에 사용된 메커니즘을 이동해서 데이터를 보내고 중단 라우터에서 멀티캐스트 주소로 데이터를 보내게 된다.

3. 제안 메커니즘

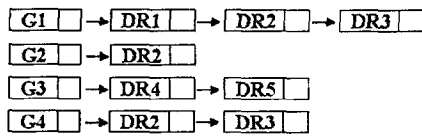
3.1 제어 측면

중단 라우터 멀티캐스트 서버는 각각의 중단 라우터로부터 그룹에 관한 정보를 받아서 Mesh를 구성한다. 서버는 그룹 멤버 정보가 변화함에 따라 이웃 중단 라우터 테이블이 변경되어야 할 라우터에 테이블 변경 메시지를 보낸다. 본 절에서는 그 메커니즘에 대해 설명한다.

3.1.1 그룹 가입

중단 라우터는 자신의 서브넷에 그룹 멤버십에 관한 정보를 서버에게 알려준다. 서버는 각각의 중단 라우터로부터 전달되어온 메시지를 바탕으로 Mesh를 구성해 나간다.

중단 라우터의 등록 메시지를 받은 서버는 자신의 테이블에 중단 라우터로부터 온 라우터 주소와 그룹에 관한 정보를 저장한다. 서버는 추가된 그룹정보에 기초한 가상 토폴로지를 구성하여 같은 그룹에 속한 가입자를 가지고 있는 중단 라우터들의 최단 거리 확장 트리를 구성한다. 서버는 기존에 있던 트리 구조에서 변경되어야 할 부분을 알아낸 다음 변경되어야 할 곳에 테이블 변경 메시지를 보낸다. 테이블 변경 메시지를 받은 중단 라우터들은 자신이 가진 테이블을 변경한다. [그림 3-1]은 각각의 중단 라우터에서 유지해야 할 이웃 라우터 테이블 자료구조를 나타낸다.



[그림 3-1] 이웃 라우터 테이블 자료구조

3.1.2 그룹 탈퇴

중단 라우터는 서브넷의 모든 가입자가 그룹으로부터 탈퇴하여 가입자가 없는 그룹에 대해 그룹 탈퇴 메시지를 서버로 보낸다. 서버는 그룹 가입 때와 마찬가지로 변경된 Mesh 구조에 따라 이웃 라우터 테이블이 변경되어야 할 중단 라우터에게 테이블 변경 메시지를 보낸다. 이 메시지를 받은 중단 라우터는 자신의 테이블을 변경한다.

3.1.3 서비스 단절

각각의 중단 라우터들은 이웃한 중단 라우터들과 주기적으로 Hello 메시지를 주고 받는다. 만약 일정 시간동안 응답이 없을 경우 중단 라우터는 서버에게 이웃 중단 라우터가 다운되었음을 알리는 메시지를 서버로 보낸다. 서버는 단절된 중단 라우터를 제외한 Mesh를 재구성하며, 트리 재구성으로 인하여 포워딩 테이블이 변경되어야 할 중단 라우터에게 테이블 변경 메시지를 보낸다.

3.1.1 메시지 형식

0	34	15	16	31
Typ:	Reserved	Checksum		
Source Address				
Multicast Group Address G				
Number of Neighbor DRs (Add)		Number of Neighbor DRs (Del)		
Address of In-DR Router 1 (Add)				
⋮				
Address of In-DR Router N (Add)				
Address of In-DR Router 1 (Del)				
⋮				
Address of In-DR Router N (Del)				

[그림 3-2] 중단 라우터 멀티캐스트 메시지 형식

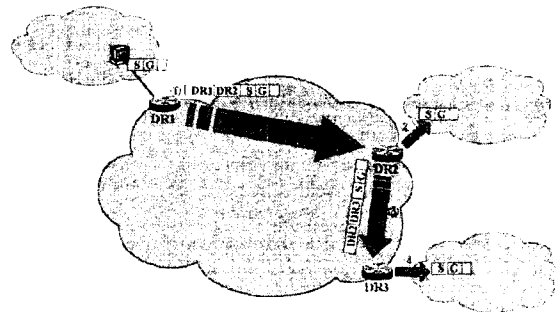
메시지 Type은 다음과 같다.

- Type :
- 0 : registration message
 - 1 : registration reply
 - 2 : table update message
 - www 3 : hello message
 - 4 : hello-reply message
 - 5 : leave message
 - 6 : neighbor-down message

Address of DR routers : 이웃 라우터 주소들

3.2 데이터 전송 측면

제안된 메커니즘에서 데이터 전송은 이웃 라우터 테이블 주소를 이용한 유니캐스트 터널링의 형태로 이루어진다. [그림 3-3]은 데이터 전송과정을 보여준다.



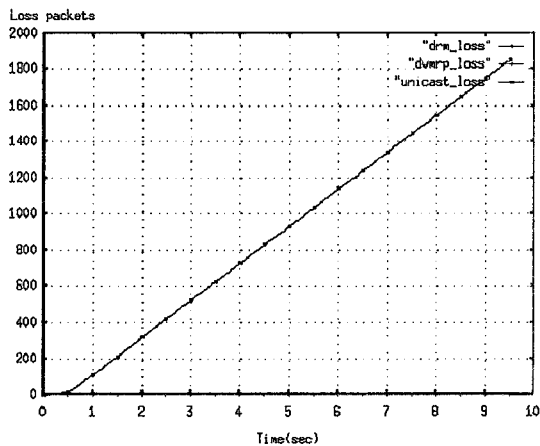
[그림 3-3] 데이터 전송 과정

- ① 멀티캐스트 데이터가 소스 쪽 중단 라우터에 도착하면 중단 라우터는 발신지는 자신의 주소, 목적지는 이웃 라우터 리스트에 있는 주소로 캡슐화해서 보낸다.
- ② 이웃 라우터는 전달된 데이터를 자신의 서브넷으로 디캡슐화하여 보낸다.
- ③ 캡슐화된 데이터의 발신지 주소가 아닌 중단 라우터 주소가 이웃 중단 라우터 리스트에 포함되어 있을 경우 발신자 주소에 현재 중단 라우터 주소, 목적지는 다음 중단 라우터 주소로 캡슐화해서 데이터를 보낸다.
- ④ 발신자 주소가 아닌 중단 라우터 주소가 리스트에 포함되어 있지 않으면 데이터 전달을 중단한다.

4. 시뮬레이션 결과

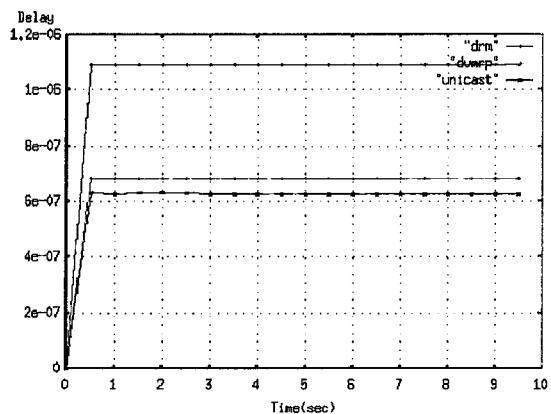
시뮬레이션은 Network Simulator 2를 이용하여 수행하였다. 유니캐스트, 멀티캐스트, 제안된 메커니즘의 데이터 전송 측면에서 시뮬레이션하였다. 전송의 신뢰성 측정을 위해 대역폭이 충분하지 못한 경우와 그렇지 않은 경우로 나누어 목적지 중단 라우터에서 패킷 손실량을 측정하였고 제안된 메커니즘으로 인하여 발생하는 전송 지연시간을 측정하였다. 시뮬레이션에 사용된 토폴로지는 Mbone망을 추상화 한 망을 사용하였다. 사용된 노드는 14개이며 그 중 DRM 가능 노드는 6개, 링크 수는 19개이다.

4.1 시뮬레이션 결과



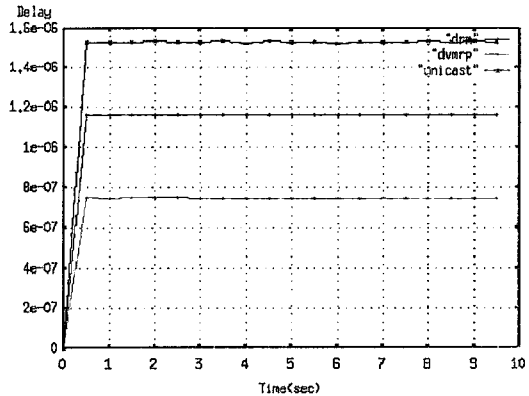
[그림 4-1] 전체 패킷 손실량

[그림 4-1]은 대역폭이 충분하지 못했을 경우 생기는 패킷 손실량의 누적결과를 보여준다. X축은 시간을 나타내고 Y축은 손실량을 나타낸다. 유니캐스트 전송의 경우 대역폭이 부족하여 패킷 손실이 계속해서 증가했다. 멀티캐스트 전송과 제안된 메커니즘에 의한 전송에서는 패킷 손실이 없었다. 이와 같은 결과는 유니캐스트 전송의 경우 동일한 데이터가 같은 링크를 지나는 경우에도 중복되어서 전송되기 때문에 대역폭이 부족해서 생기는 결과이다. 멀티캐스트 전송의 경우는 중복되는 데이터 전송이 없으며 제안된 메커니즘의 경우는 상대적으로 유니캐스트 보다 중복되는 데이터 전송이 적기 때문에 패킷 손실이 없었다.



[그림 4-2] 패킷 전송 지연 시간 I

[그림 4-2]는 대역폭이 유니캐스트 전송만을 하였을 때에도 충분한 경우 각각의 메커니즘들에서 최종 목적지까지 평균 데이터 전송 지연 시간을 보여준다. 전송 지연시간은 멀티캐스트와 유니캐스트가 비슷했다. 제안된 메커니즘은 두 메커니즘에 비해 약 1.8배의 시간이 걸리는 것으로 나타났다. 이는 제안된 메커니즘은 릴레이식 데이터 전송이 이루어지기 때문에 데이터를 마지막으로 받는 라우터까지 전송시간이 상대적으로 길어지기 때문이다.



[그림 4-3] 패킷 전송 지연 시간 II

[그림 4-3]은 대역폭이 충분하지 못했을 경우 생기는 전송 지연시간을 나타내고 있다. 유니캐스트의 경우 [그림 4-1]과 같이 패킷 손실이 일어나고, 전송 버퍼에 데이터가 저장되는 시간이 길어지기 때문에 손실되지 않는 패킷의 경우도 전송시간이 길어지는 결과를 나타내었다. 멀티캐스트 전송의 경우 가장 빠른 전송이 가능하였으며 제안된 메커니즘은 두 메커니즘의 중간정도 성능을 나타내었다.

5. 결론

멀티캐스트가 연구되기 시작한지 오랜 시간이 흘렀지만 아직까지도 망에 구현되고 있지 못하다. 가장 큰 원인 중에 하나는 망을 구성하고 있는 라우터에서 유지해야할 상태정보가 많다는 것이다. 본 논문에서는 제안된 DRM은 오버레이 멀티캐스트를 응용한 방법이다. Mesh 구성을 관리하는 서버가 필요하며 중단 라우터들은 이웃 라우터들의 정보를 유지하며 그 정보를 이용해서 멀티캐스트 데이터를 다음 중단 라우터로 캡슐화 하여 전송하는 방법을 사용한다.

본 연구와 관련하여 제안된 메커니즘의 문제점인 전송 지연 시간을 최소화하기 위한 구체적인 제어 메커니즘에 대한 연구와 더불어 이동 환경으로의 확장에 대한 연구가 계속 될 것이다.

[참고 문헌]

[1] R. Boivie et al., "Explicit Multicast (Xcast) Basic Specification," Internet draft, draft-ooms-xcast-basic-spec-01.txt, May 2001.
 [2] P. Francis, "Extending the Internet Multicast Architecture," <http://www.icir.org/yoid/docs/ycHTML/htmlRoot.html>, April 2000
 [3] Y. Chu et al., "A Case for End System Multicast," INFORCOM 2001, June 2001
 [4] B. Cain et al., "Internet Group Management Protocol, Version 3," draft-ietf-idmr-igmp-v3-07.txt, February 2001
 [5] S.J.Koh, "인터넷 멀티캐스트 신기술 동향," 전자통신동향분석 제 14 권 제 5호 1999년 10월.