

인터넷에서 멀티캐스트의 점진적 적용 방안

홍형섭* 한정락** 현은희** 김상하*

충남대학교, 컴퓨터과학과*

한국전자통신연구원, 무선 인터넷 엑세스팀**

{hshong, shkim}@cnu.ac.kr {jlha, ehhyun}@etri.re.kr

Incremental Deployment of IP Multicast in the Internet

Hyung-Seop Hong*, Jeoung-Lak Ha**, Eun-Hee Hyun** and Sang-Ha Kim*

Department of Computer Science, Chung-nam National University*

Wireless Internet Access Team, Electronic and Telecommunications Research Institute**

요 약

현재 제안되고 있는 멀티캐스트 메커니즘은 각 라우터에서 멀티캐스트 라우팅을 위한 상태 정보를 바탕으로 데이터를 전송하게 된다. 따라서, 각 라우터는 상태정보를 유지해야 하므로 확장성 문제가 발생하게 된다. 이 문제의 해결을 위하여 제안된 메커니즘으로 Explicit Multicast (Xcast)[1]가 있다. 하지만 Xcast의 경우 각 경로상의 라우터는 반드시 Xcast를 탑재해야 하는 제약을 가지고 있다. 이러한 제약은 현재의 망에 구현 관점에서는 큰 문제가 된다. 따라서 본 논문은 상태 정보가 없이 멀티캐스트를 점진적으로 적용할 수 있는 Multicast based on Virtual Topology (MVT)를 제안한다. MVT는 멀티캐스트 데이터가 분기되는 라우터를 분기라우터로 지정하고 분기라우터간의 가상 토폴로지 정보를 헤더에 삽입함으로써 멀티캐스트 서비스를 제공하는 메커니즘이다.

1. 서 론

인터넷에서 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위하여 제안된 Any Source Multicast(ASM)은 데이터 전송을 위하여 각 라우터에서 그룹에 대한 상태 정보를 유지해야만 한다. 이러한 상태 정보의 유지로 인해 서비스의 확장성 문제가 야기되고 있다.

이러한 확장성 문제를 해결하기 위하여 제안된 메커니즘이 Xcast이다. Xcast는 작은 그룹의 멀티캐스트 서비스를 위하여 제안된 메커니즘으로 이전의 ASM과는 달리 멀티캐스트 라우팅 트리를 생성하지 않는다. 즉, 각 라우터에서 멀티캐스트 라우팅을 위한 상태 정보가 필요하지 않게 되며 멀티캐스트 주소 할당 문제 또한 해결할 수 있다. 이를 위해, Xcast에서는 IP 헤더의 옵션 필드의 확장이나 새로운 Xcast 헤더를 추가해야만 한다. 이 헤더에 각 수신자의 IP 주소를 송신자에서 삽입한 뒤 각 Xcast탑재 라우터에서는 이 헤더의 정보에 대하여 유니캐스트 라우팅 테이블을 참조함으로써 분기를 해야 하는지 아니면 단순히 데이터 포워딩을 수행해야 하는지를 결정하게 된다.

이러한 Xcast를 현재의 망에 적용시키기 위한 대표적인 연구가 [2][3]이다. [2]에서는 수신자로부터 시작되는 제어 메시지를 정의하고 있으며 IGMPv3을 이용함으로써 수신자가 아닌 Designated Router (DR)을 송신자에게 알려주게 된다. 반면, [3]에서는 제안된 Simple Explicit Multicast(SEM)은 데이터 분기가 많은 라우터에서 이루어지고 있지 않음을 이용하여 분기 라우터를 새로 정의하고 이들간의 멀티캐스트 트리를 구성하는 방법을 제안하였다. 하지만, 이것은 각 분기 라우터에서 <송신자 주소, 그룹 주소, 다음 분기 라우터의 주소>의 상태 정보를

유지해야 하므로 그룹이 많아질 경우 유지해야 할 상태 정보가 급격히 증가하게 되는 ASM과 같은 확장성 문제를 가지게 된다. 더 심각한 구현상의 문제점은 위에서 제안된 방법들 모두는 현재의 망에 멀티캐스트 서비스를 하기 위해서 경로상의 모든 라우터가 해당 메커니즘을 탑재하고 있어야만 한다. 이는 현재의 망을 고려할 때 구현이 매우 힘든 요인이 된다.

위에서 살펴본 것 처럼 멀티캐스트 서비스를 현재의 망에 구현하기 위해서는 상태 정보로 인한 확장성 문제와 서비스 경로상의 모든 라우터가 해당 프로토콜을 탑재해야 한다는 문제점을 해결할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 서비스 경로상의 라우터에 제안된 메커니즘이 점진적으로 구현 될 수 있는 멀티캐스트 서비스 제공 기법을 제안한다. 본 메커니즘은 송신자에서 분기라우터들로 이루어지는 가상 토폴로지를 구성하고 그들간에는 유니캐스트 라우팅을 이용한 멀티캐스트 서비스를 제공한다. 경로상에 모든 라우터는 MVT를 탑재하지 않아도 서비스가 가능하게 되므로 망에 적용이 쉽게 된다.

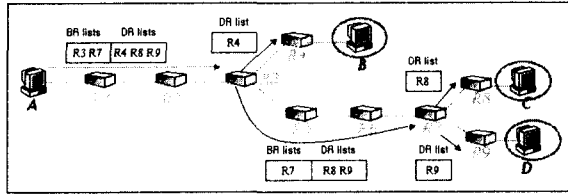
본 논문은 다음과 같이 구성된다. 서론과 이전 연구 방향을 1장에서 살펴보았다. 2장에서는 제안된 메커니즘의 개요와 , 제어 측면, 데이터 측면에 대하여 살펴본다. 3장에서 기존 메커니즘들과 특징을 비교한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 제시한다.

2. 가상 토폴로지를 이용한 멀티캐스트

MVT는 멀티캐스트 서비스를 위하여 상태 정보를 필요로 하지 않는다. 대신 Xcast처럼 새로운 헤더(MVT헤더)를 추가한다. MVT 헤더는 분기 라우터의 주소와 각 수신자의 DR 라우터의 주소를 포함한다. 분기 MVT 라우터에서는 이 헤더의 정보와 유니캐스트 라우팅 테이블 정보에 의하여 데이터를 포워딩 하게 된다. 분기가

* 본 연구는 한국전자통신연구원의 위탁과제로 수행되었습니다.

되지 않는 MVT 라우터는 패킷에 대하여 유니캐스트로써 데이터 포워딩을 수행하게 된다. 기존의 Xcast와 마찬가지로 MVT는 수신자 인코딩에 DR의 주소를 삽입한다. 이것은 Xcast가 수신자의 주소를 인코딩함으로써 적은 수의 수신자만을 지원할 수 있는 제약을 줄일 수 있다.



[그림 1] MVT 개요

2.1 제어 측면

이 장에서는 그룹참가, 탈퇴를 통한 그룹관리 측면에 대하여 살펴본다.

2.1.1 그룹 참가

그룹에 참가하기 위해서는 먼저 수신자는 웹 등을 통하여 참가하고자 하는 멀티캐스트 세션에 대한 정보를 알아야만 한다. 멀티캐스트 세션은 멀티캐스트 주소 할당 문제를 피하기 위하여 Source-Specific Multicast(SSM)[4]과 마찬가지로 (송신자 주소, 그룹 주소) 구분을 한다. 웹페이지 등의 정보를 통하여 멀티캐스트 세션에 대한 정보를 알게 된 수신자는 멀티캐스트 서비스를 받기 위해서는 다음과 같은 절차를 거치게 된다.

- 1) 수신자는 멀티캐스트 세션 (S,G)에 참가하기 위하여 IGMPv3[5][6]에 정의되어 있는 source-specific report (S,G) 메시지를 자신의 DR 라우터에게 전송하게 된다.
- 2) Source-specific report (S,G) 메시지를 받은 DR라우터는 SSM과는 달리 PIM-SSM join 메시지를 버리게 된다.
- 3) 대신에 등록요구 메시지를 전송하게 된다. 등록요구 메시지는 송신자 쪽으로 각 MVT 라우터의 주소와 DR라우터의 주소가 삽입되어 전송된다.
- 4) 각 MVT 라우터는 이 등록요구 메시지를 받은 후 자신의 주소를 MVT 필드에 추가한 뒤 이 메시지를 송신자에게 전송하게 된다.
- 5) 경로상의 일반 라우터는 이 메시지를 처리하지 않고 송신자에게 보내게 된다.
- 6) 전송된 등록요구 메시지를 수신한 송신자는 각 경로상의 MVT 라우터의 경로를 캐시 테이블에 저장하게 된다. 이 정보는 가상 토폴로지를 구성하는 정보로 사용되게 된다.

각 멀티캐스트 세션에 대하여 송신자는 수신된 등록요구 메시지에 의해 가상 토폴로지를 구성하게 되고 이 정보를 이용하여 MVT 헤더를 구성하게 된다. 만약 각 DR에서 일정 시간동안에 등록요구 메시지를 받지 못하는 경우에는 DR은 등록요구 메시지를 다시 전송해야만 한다.

가상 토폴로지는 멀티캐스트 서비스를 위하여 데이터 분기가 일어나게 되는 각 라우터의 집합으로 정의된다. 즉, MVT를 탑재하였어도 분기가 일어나지 않는다면 가상 토폴로지를 구성하지 않으며 이것은 데이터 전송에 참여하지 않고 그냥 패킷을 보내게 된다. 각 가상 토폴로지는 다음과 규칙에 의해 유지되게 된다.

- 1) 경로 정보 캐쉬 테이블을 이용하여 그래프를 작성한다.
- 2) 그래프를 보고 분기가 되는 라우터를 결정하게 된다. 새로운 MVT 탑재 라우터가 추가되는 경우 위의 과정을 반복하게 된다.
- 3) 각 송신자에서 각 그룹에 대한 가상 토폴로지는 경로 정보 테이블이 변경 되거나 또는 새로운 엔트리가 추가될 때마다 변경되어야 한다.
- 4) 가상 토폴로지는 주기적으로 전송되게 되는 갱신 메시지에 의해 변경되어야만 한다.

2.1.2 그룹 탈퇴

그룹에 탈퇴하기 위해서는 각 수신자는 source-specific leave (S,G)메시지를 DR에 전송한다. 이 메시지를 수신한 DR은 자신의 서브넷에 source-specific query (S,G)를 전송하게 된다. Source-specific query (S,G)메시지를 수신한 각 수신자는 만약 자신이 멀티캐스트 세션에 참가하고 있다면 source-specific report (S,G)메시지를 전송하게 된다. 이 메시지를 받은 DR은 자신의 서브넷에 (S,G)에 대한 다른 수신자가 없음을 알게 되고 송신자쪽으로 탈퇴요구 메시지를 전송하게 된다. 등록 메시지와 마찬가지로 경로상의 MVT 라우터는 이 메시지를 받고 자신의 주소를 삽입하여 송신자에게 전송하게 된다.

송신자는 탈퇴요구 메시지를 받은 후 DR에게 확인을 위하여 탈퇴응답 메시지를 전송하게 된다. 일정시간 또한 이 응답 메시지를 수신하지 못하는 경우 DR은 탈퇴요구 메시지를 다시 전송하게 된다.

송신자는 도착된 탈퇴요구 메시지를 받은 후 전송된 전송 경로 정보를 이용하여 가상 토폴로지서 경로상의 라우터와 함께 DR을 삭제하게 된다. 이를 통하여 새로운 가상 토폴로지가 구성되게 된다.

2.1.3 메시지 형식

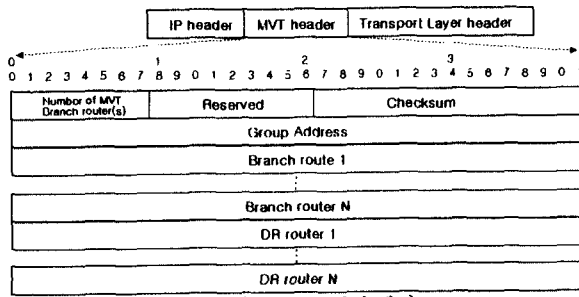
MVT를 망에 적용시키기 위한 컨트롤을 위해 새로운 메시지 형식이 요구된다. 각 등록요구, 등록응답, 탈퇴요구, 탈퇴응답 메시지에 대한 메시지 형식이 필요하게 된다. 공통적으로 각 메시지에는 그룹 주소, 송신자 주소와 요구의 경우에는 각 경로상에 있는 MVT라우터의 주소가 요구된다. [그림 4]은 MVT 메시지 형식을 나타낸다.

| | | | |
|---|-----------------------|----------|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 | | | |
| Type | Number of MVT routers | Checksum | |
| Group Address | | | |
| MVT Router Address 1 | | | |
| : | | | |
| MVT Router Address N | | | |

[그림 4] 메시지 형식

2.2 데이터 전송

송신자는 데이터를 전송하기 위하여 새로운 MVT 헤더를 사용하게 된다. MVT 헤더는 IP와 전송 계층 사이에 존재하게 된다. MVT 헤더에는 각 분기 라우터의 주소와 각 수신자가 속해 있는 DR 라우터의 주소를 모두 포함한 형태를 취하게 된다.



[그림 5] MVT 패킷 헤더

[그림 5]와 같이 MVT 헤더에는 분기 라우터와 DR 라우터를 구별할 수 있도록 분기 라우터의 수를 위한 필드가 필요하고 DR에 도착한 MVT 멀티캐스트 패킷을 원래의 패킷으로 복원하기 위하여 그룹 주소가 삽입되어야 한다. 즉, DR에서는 MVT 헤더가 삭제되게 되고 IP헤더의 목적지 주소가 그룹 주소인 원래의 멀티캐스트 패킷이 서브넷에 전송되게 된다.

2.3 MVT 라우팅

기본적으로 MVT는 분기라우터간의 unicast를 통하여 멀티캐스트 서비스가 이루어진다. 즉, 일반 라우터이거나 분기가 일어나지 않는 MVT 라우터의 경우에는 unicast 라우팅 테이블을 참조하여 데이터 전송이 일어나게 된다. 본 메커니즘의 데이터 전송에 있어서 분기 MVT 라우터에서는 MVT 헤더를 보고 다음 분기 라우터를 결정하게 되고 분기되어야 하는 DR 라우터들의 주소를 결정하게 된다. 이 결정은 전적으로 유니캐스트 라우팅 정보에 의존하게 된다. 따라서, 멀티캐스트 서비스를 위하여 다른 특별한 상태 정보가 필요하지 않게 된다.

2.4 MVT 라우팅 알고리즘

분기가 일어나는 MVT 라우터에서는 라우팅을 위하여 다음과 같은 알고리즘이 적용된다.

- 1) 일반라우터와 분기가 일어나지 않는 MVT 라우터는 유니캐스트 라우팅 테이블을 이용하여 라우팅을 수행한다.
- 2) IP헤더의 목적지 주소 필드가 자신으로 정해진 분기라우터에서는 MVT 헤더를 보고 분기라우터의 주소와 DR의 주소를 알게 된다.
- 3) 분기라우터의 주소를 보고 패킷이 어디로 분기되어야 하는지를 결정하게 된다.
- 4) 만약 분기가 일어나게 된다면 각 DR라우터의 주소를 라우팅 테이블에 의해 어느 인터페이스로 전송되는지를 결정하게 되고 그 주소를 새로운 MVT 헤더에 삽입하게 된다.
- 5) 만약 다음 분기 라우터와 같은 인터페이스로 라우팅 되는 패킷이 없다면 이것은 DR라우터라는 것을 결정할 수 있게 된다. 따라서, MVT 헤더의 number of MVT branch router 필드는 0으로 재설정되게 된다.
- 6) 분기되는 각 패킷의 IP헤더의 목적지 주소 필드는 다음 분기라우터의 주소를 재설정되게 된다.
- 7) DR 라우터까지 도착한 패킷은 MVT 헤더를 제거하게 되고 목적지 주소를 MVT 헤더의 그룹 주소로 재설정하게 된다.

2.5 점진적인 구현 방안

인터넷에서 멀티캐스트 서비스를 위하여 MVT의 점진적 구현 방안에 대하여 살펴 본다. MVT 메커니즘은 각 경로상의 일반 라우터가 MVT탐재 라우터로 업그레이드 되는 경우에 특별한 메커니즘이 필요하지 않으며 더 좋은 성능을 얻을 수 있다.

만약 새로운 라우터가 MVT를 탑재하게 되면 주기적인 갱신 메시지에 의해 송신자에게 새로운 경로가 전송되게 되고 이것은 송신자의 경로 전송 캐쉬 테이블을 갱신하게 된다. 결론적으로 새로운 MVT라우터의 추가로 인한 망의 부담은 없어지게 된다.

분기라우터의 위치에 따라 자원의 효율성은 극대화 될 수 있으며 이러한 정보는 네트워크 관리 측면의 데이터에 기초하는 것이 제일 좋을 것이다.

3. 이전 메커니즘과의 비교

Xcast는 각 수신자의 주소를 헤더에 삽입하게 되므로 많은 수신자는 지원할 수 없는 문제점이 있다. SEM의 경우도 그룹수가 증가하게 되면 늘어나는 테이블 정보로 인하여 확장성에 문제가 있다. 또한 두 알고리즘 모두 모든 라우터가 해당 알고리즘을 탑재하고 있어야 하는 문제점이 있다. DR라우터에서 IGMPv3를 사용하고 상태정보를 유지하지 않으므로 MVT는 두 가지 문제점을 모두 해결할 수 있는 대안이 될 수 있다. 구현관점에서도 모든 라우터가 MVT를 탑재할 필요가 없으므로 Xcast나 SEM보다 우수하다. 헤더에 분기할 라우터의 주소가 추가됨으로써 보다 헤더의 거치는 문제가 발생 할 수 있다. 하지만, Xcast가 원래 적은 그룹을 가정하였으므로 많은 문제를 야기하지는 않는다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

기존의 ASM들은 멀티캐스트 서비스를 위하여 상태 정보를 각 라우터에서 유지하고 관리해야 하는 제약이 있다. 이러한 상태 정보를 구성하지 않고 서비스를 제공할 수 있는 메커니즘들이 제안되고 있지만 각 경로상의 모든 라우터가 특정한 프로토콜을 탑재해야 한다는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점은 현재의 망에 적용하기에는 치명적인 제한이 될 수 있다. 본 논문은 현재의 망에 멀티캐스트를 적용시키기 위한 새로운 메커니즘(MVT)을 제안한다. 새로운 메커니즘을 위하여 제어측면과 데이터 전송 과정의 변경이 필수적이지만 이 오버헤드는 아주 작을 것으로 예상된다.

본 연구와 관련하여 구체적인 서비스 제공 메커니즘 연구가 계속 될 것이다. 또한, 이동 환경에서의 멀티캐스트 제공 방안으로의 확장성 또한 연구의 대상이다.

[참고 문헌]

- [1] R. Boivie et al., "Explicit Multicast (Xcast) Basic Specification," Internet draft, draft-ooms-xcast-basic-spec-01.txt, May 2001.
- [2] M. Shin et al., "Explicit Multicast (Xcast+) Supporting Initiated Join," Internet-draft, draft-shin-xcast-receiver-join-00.txt, August 2001.
- [3] A. Boudani et al., "Simple Explicit Multicast (SEM), Internet-draft," draft-boudani-simple-xcast-00.txt, June 2001
- [4] H. Holbrook et al., "Source-Specific Multicast for IP," Internet-draft, draft-ietf-holbrook-ssm-arch-02.txt, March 2001.
- [5] B. Cain et al., "Internet Group Management Protocol, Version 3," draft-ietf-idmr-igmp-v3-07.txt, February 2001
- [6] H. Holbrook et al., "Using IGMPv3 for Source Specific Multicast," Internet draft, draft-holbrook-idmr-igmpv3-ssm-00.txt, March 2000.