

# 멀티캐스트에서의 효율적인 신뢰보장 서비스를 위한 라우터 지원 방안

김은숙  
ETRI, 표준연구센터  
eunah@etri.re.kr

최인영<sup>0</sup>, 최종원  
숙명여자대학교 컴퓨터학과  
{inyoung, choejn}@cs.sookmyung.ac.kr

## A Simple Router Assist Mechanism for Reliable Multicast Service

Eunsook Kim  
ETRI, Protocol Engineering Center  
eunah@etri.re.kr

In-young Choi<sup>0</sup>, Jong-Won Choe  
Sookmyung Women's University  
{inyoung, choejn}@cs.sookmyung.ac.kr

### 요약

멀티캐스트를 이용하는 각종 서비스가 증가하고 그중 파일 전송 서비스, 인터넷 방송 등과 같은 응용서비스는 신뢰성 있는 멀티캐스트를 요구한다. 현재의 IP 멀티캐스트 서비스의 특성상 신뢰성 있는 멀티캐스트를 하기 위해서 신뢰전송 프로토콜이 필요하다. 이러한 방법 가운데 계층적 트리를 구축하여 신뢰성을 보장하려는 노력이 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 라우터 지원방식을 제공하여 멀티캐스트 서비스에서 효율적으로 신뢰성을 보장하는 방법을 제안한다. 기존의 라우팅 지원방식이 복잡한 라우터 기능을 요구하는 반면 제안하는 방법은 간단하게 메시지 타입만 검사하여 네트워크 토폴로지와 병합하는 제어한다. 이로써 링크간의 불필요한 중복데이터를 줄이고 효율적인 링크사용을 통하여 신뢰성 보장의 효율성을 높일 수 있다.

### 1. 서론

IP멀티캐스트는 다중 수신자에게 IP패킷을 전송하는데 있어서 효율적인 라우팅 알고리즘을 지원하기는 하지만 최선의(best effort) 전송을 하는 특성이 있다. 최선의 전송은 어느 정도의 패킷 손실을 무시하더라도 실시간 전송을 요구하는 데이터처리에는 효과적으로 사용될 수 있다. 그러나 이러한 실시간 데이터와는 달리 공동 문서 작업이나 그룹 간 문서 전송, 소프트웨어의 배포 등 신뢰성이 요구되는 작업에 있어서는 데이터 전송의 신뢰성을 보장할 수 있는 추가적인 기법을 필요로 한다. 그런 이유로 신뢰성을 보장할 수 있는 Reliable Multicast Protocol에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

이러한 연구 중에 데이터 채널과는 독립적인 계층적 제어트리를 통하여 신뢰성을 제공하는 연구는 높은 확장성을 보장하는 것으로 알려져 있다. 그러나 하위 네트워크 계층의 트리에서 토폴로지 형성에 관한 명시적 정보를 제공하지 않는 상태에서 형성된 전송계층의 논리적 제어트리는 네트워크 계층의 트리 토폴로지와 일치하지 않아서 링크를 비효율적으로 사용할 가능성이 있다[4].

이러한 문제를 해결할 수 있는 것은 근본적으로 네트워크 단계에서 라우터가 신뢰전송을 위한 서비스를 지원하는 것이다[1]. IETF RMT-WG에서도 이러한 서비스를 위하여 GRA-BB[1] 및 구조를 정리하고 있는데, 이 방법

은 멀티캐스트 트리상의 라우터에 상태 정보를 저장하여 NACK 억제와 링크별 손실 복구를 수행한다. 그러나, 라우터가 트랜스포트 계층의 일련번호를 확인하는 방법은 라우터에게 부담을 주게 되는데, 라우터 지원방식에서 복잡한 라우터 기능 변경을 요구할 경우 서비스 전개가 원활하지 않을 수 있다.

본 논문은 이러한 문제를 해결하고자 간단하게 메시지 타입과 스트림 방향 정보만으로 제어 트리를 구축하는 라우터 지원 방식을 제안하였다. 제안 기법은 전송계층의 제어 트리 구축방법에서처럼 송신자와 각 서브넷의 SN이 자식 노드에 대한 손실 요청 메시지와 복구를 담당한다. 이 방식은 처음 제어트리 구축을 알리는 BEACON 메시지를 통하여 스트림의 방향을 설정하는 간단한 방법으로 각 SN이 자식노드를 찾는 ADVERTISE 메시지를 다운 링크로만 전송함으로써 네트워크 토폴로지에 부합하는 제어트리를 형성한다.

본 논문은 2장에서 관련연구를, 3장에서 제안 기법인 라우터의 지원을 받아 제어트리를 구성하는 기법을 설명하고, 4장에서 결론 및 향후 과제를 제시한다.

### 2. 관련 연구

계층적인 트리기반의 신뢰전송 프로토콜을 위한 효과적인 논리적 제어트리를 구축하는 것은 매우 중요한 일

이다. 전송 계층의 제어 트리를 구축하는데 있어서 가장 큰 딜레마는 전송계층의 트리와 네트워크 계층의 트리가 부합되지 않을 경우 링크 사용의 효율성이 떨어져서 신뢰전송 서비스를 하기 위한 비용이 많이 든다는 것이다.

제어트리에서 수신자가 자신의 서비스 노드를 선정할 때 네트워크 트리 상에서는 자신보다 하위에 위치한 노드를 선택할 경우, 한 번의 재전송 서비스가 실제 네트워크 상에서는 여러 번의 중복 데이터의 전송을 야기할 수 있다. 이러한 현상을 방지하려면 주요한 멀티캐스트 라우팅 트리의 토폴로지에 관한 정보를 이용해야하는데[5], 전송계층에서 제어트리를 형성할 경우 정확한 멤버정보나 라우팅 토폴로지 정보를 알 수가 없다. 이 문제를 해결하기 위하여 네트워크 단의 라우터가 직접 서비스를 지원하는 방안이 연구되고 있다[1, 4].

이에 대한 연구는 PGM[3]으로부터 시작되었는데, 이 방법은 라우터가 NACK 패킷을 수신하면 손실된 패킷의 일련 번호와 해당 인터페이스를 라우터에 저장하고 송신자 또는 DLR(Designated Local Repairer)에게 손실 복구 요청 패킷을 전달하는 방식을 사용한다. 그러나, 이 방식은 라우터가 전송계층(transport layer)에서 패킷의 일련 번호를 확인하기 때문에 라우터의 부담을 증가시키는 단점이 있다.

이들 연구의 필요성이 증가하면서 IETF의 RMT-WG는 GRA[1]를 통하여 라우터 지원 방식에서 필요한 기능 및 구조를 정리하였다. 이것은 멀티캐스트 트리 상의 라우터에 상태 정보를 저장하여 NACK억제와 링크별 손실 복구를 수행하는 망 기반의 서비스를 정의하고 있다. 패킷을 수신한 수신자들은 패킷 손실을 확인하여 손실 복구 요청 패킷을 전송한다. 이 때, GRA 라우터는 이 패킷의 일련 번호와 수신 인터페이스를 상태 정보로 기록한다. 즉, 이 방법은 PGM과 같이 라우터에서 트랜스포트 계층의 일련번호를 확인해야한다는 라우터의 부담을 안고 있다.

LSM[4]은 라우터에 전달 기능을 추가하고 라우터를 이용한 트리를 구성하여 응답자가 손실 복구를 수행하도록 하여 라우터 지원방식의 효율성을 높이하고자 하였다. 그러나 여기서는 멀티캐스트 트리상의 모든 라우터에서 응답자를 유지하고 선발해야 하는 기능을 가져야 하므로 라우터에 대한 부담이 크게 된다.

### 3. 라우터 지원을 통한 제어 트리 구축 방안

라우터가 신뢰전송을 지원하는 방법은 라우터가 전체 네트워크에 보급되어야 가능하다. 그러므로 라우터에 복잡한 기능을 추가하여 라우터에 부담을 줄 경우 그 보급

이 원활하게 진행될 수 없다.

본 논문은 간단하고 빠르게 현 네트워크에 이러한 서비스를 적용할 수 있는 방법으로 메시지 타입을 검사하고 포워딩 방향을 제한하는 기법을 제안한다. 이 기법은 라우터가 신뢰적인 기능을 하기 위한 상태정보를 기억할 필요가 없으며[1][3], 에러복구를 라우터에게 요구하지도 않는다. 다만 라우터는 간단하게 수신자가 다른 수신자에게 도달할 수 있는 패스 정보만을 기억하면 된다.

#### 3.1 트리 구성

제안한 제어 트리의 기본적인 구성은 송신자가 제어 트리의 중심이 되고, 각 서브넷에는 신뢰전송을 담당하는 서비스노드인 SN노드들로 이루어진다. 제어트리의 구축은 멀티캐스트 세션 광고, SN 탐색, 최적의 SN으로의 바인딩의 순서로 진행된다. 세션 광고는 웹등을 통한 out-of-band 방식으로 수행된다. 이후 송신자가 제어트리 구축을 알리면 각 수신자는 자신과 가까운 SN 탐색을 통하여 최적의 SN을 선택하고 바인딩한다. 이런 과정의 제어트리 구축을 위하여 사용되는 메시지 타입은 다음과 같다.

- BEACON: 송신자가 트리 구성을 알리는 메시지
- ADVERTISE: 송신자 및 각 SN이 자신의 자식노드에게 자신의 존재를 공지하는 메시지
- BIND: 각 수신자가 후보로 선정된 부모노드에게 보내는 바인딩 요청 메시지
- ACCEPT/REJECT: 각 SN이 요청받은 BIND 메시지에 대하여 보내는 응답 메시지

이들을 이용한 제어트리 구축 절차는 다음과 같다.

**Step1.** 송신자가 BEACON 메시지를 멀티캐스트 전송하여 제어트리 구축을 알린다. 이때 각 라우터는 메시지 타입에서 BEACON 메시지를 수신하는 링크를 upstream 링크로 인식한다.

**Step2.** 송신자의 BEACON 메시지를 받은 각 SN은 수신자를 모으기 위해서 ADVERTISE 메시지를 멀티캐스트 주소로 전송한다. 이 때 각 라우터는 ADVERTISE 메시지를 downstream 링크를 향하여 전달한다. 즉, 모든 ADVERTISE 메시지는 라우팅 토폴로지 상의 하위 링크 쪽으로만 전달된다.

**Step3.** 이 메시지를 수신한 그룹참여자들은 TTL 정보를 통하여 자신과 가까운 SN을 알게된다. 같은 범위내의 두 개 이상의 SN이 동시에 존재할 경우 IP주소를 검색한다.

**Step4.** 하나의 부모 SN을 선택한 각 수신자들은 BIND 메시지를 유니캐스트 한다.

**Step5.** 각 SN은 BIND 메시지에 대하여 설정된 파라미

터) 검색을 통하여 ACCEPT 또는 REJECT 메시지를 전송한다.

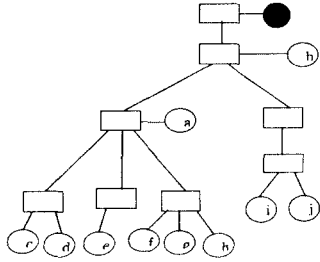


그림 1.멀티캐스트 라우팅 트리

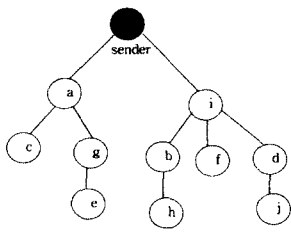


그림 2. 전송계층의 제어트리

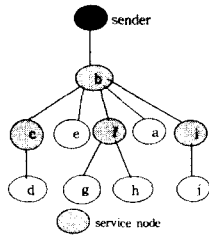


그림 3. 제안된 기법으로 구성된 제어트리

그림1은 멀티캐스트 라우팅 트리의 한 예를 보이고 있다. 이 기반에서 구축될 수 있는 전송계층의 제어트리는 그림 2와 같이 실제 라우팅 트리상의 하위 링크 노드가 상위 링크 노드의 부모 노드가 될 수 있고, 이것은 링크의 효율을 저하시킨다[2]. 그림 3은 제안된 방법으로 생성한 제어트리인데, 그림에서 보듯이 모든 부모 노드는 실제 라우팅 트리에서도 상위 링크에 존재하고 있어서 라우팅 트리 토폴로지에 부합하고 있는 것을 보인다.

### 3.2 오류 회복

일단 제어트리가 구축되면 수신자는 SN에게 데이터 수신상태를 보고하는데, 데이터 손실이 발생하였을 경우 SN은 손실된 데이터 패킷에 관련된 복구데이터(RDATA)를 전송한다. 다만 라우터의 지원을 받는 기법에서 기존의 기법과의 한가지 차이점은 RDATA를 단지 downstream 링크로만 보낸다는 것에 있다.

이것은 실제 네트워크의 토폴로지에서 매우 근접한 곳에 위치한 SN이 손실요청과 복구를 처리하기 때문에 그 처리가 매우 효과적으로 수행될 수 있다.

이 방법의 장점은 기존의 SN노드를 구할 때 이용했던, 송신자간의 거리나, 각 노드의 이웃간의 거리나 트리 레벨같은 정보를 계산하지 않아도 된다는 것이다. 또한 downstream SN이 수신자의 부모노드가 되는 것을 방지

해서 중복데이터가 발생하거나 비효율적인 링크사용을 줄일 수 있다. 즉 모든 부모노드가 그 자식노드의 upstream노드가 되게 함으로써, 제어 메시지 교환을 위한 링크오버헤드를 최소화 시킬 수 있다.

### 4. 결론 및 향후계획

본 논문에서 제안한 라우터의 지원을 받아 제어트리를 구성하는 기법은 중복되는 데이터를 없애고 링크의 효율성을 향상시키는 것을 목표로 했다. 즉, 제어트리의 구성을 멀티캐스트 트리과 부합하게 구축함으로써 다운스트림의 노드가 역으로 부모노드 역할을 하게되는 현상을 제거하여 링크의 효율성을 높일수 있었다. 이 방법은 라우터가 제어트리에 사용되는 메시지 타입을 검사하는 기능 확장만을 요구한다. 이로써 멀티캐스트 트리과 부합하는 트리를 형성하여 멀티캐스트 그룹을 위한 강한 제어트리를 구성하게 해준다. 그러나, 이 방법은 그룹 수신자들이 넓게 분포된 네트워크 환경에서는 우수할 수 있지만, 밀집된 분포에서는 중복된 ADVERTISE 메시지가 발생하는 단점이 있다. 현재 도출된 문제에 대한 해결 방안을 모색하고, 제안된 기법에 대한 성능평가가 수행 중이다.

### 참고문헌

- [1] B.Cain, T.Speakman and D.Towsley, "Generic Router Assit(GRA) Building Block-Motivation and Architecture," IETF Internet Draft, March 2000.
- [2] Eunsook Kim, "Design and Analysis of A Hierarchical Reliable Multicast", Ph.D Dissertation, June 2001
- [3] T.Speakman, et al. "Pragmatic General Multicast TransportProtocolSpecification", draft-speakman-pgm-pgm-spec-00.txt
- [4] C.Papadopoulos and G. Parulkar, "An Error Control Scheme for Large-Scale Multicast Application", Proc. INFOCOM'98
- [5] B. N. Levine, S. Paul and J. J. Garica-Luna-Aceves, "Oraganizing Multicast Receivers Deterministically According to Packet-Loss Correlation", In Proceeding of 6th ACM International Multimedia Conference (ACM Multimedia 98), September 1998.
- [6] E. Kim, S. J. Koh, S. G. Kang and J. Choe, "An ACK-Tree Creation Mechanism using Top-down scheme for Tree-based Reliable Multicast Transport Protocols," In Proceeding of International Conferencing on Internet Computing (IC2001), June 2001.

1) 최대 지역 그룹 수신자 수, 최소 확보할 자식 SN 수 등 검사, 상세 내용은 HIRM[2] 참조