

# QoS 라우팅을 위한 오버레이 멀티캐스트 경로 설정 기법

박종일<sup>o</sup> 윤미연 성수련 신용태  
송실대학교 컴퓨터학과  
redrabbit@cherry.ssu.ac.kr

## Overlay Multicast Path Establishment Scheme for QoS-aware Routing

Jongil Park<sup>o</sup> Miyouon Yoon Sulyun Sung Yongtae Shin  
Dept. of Computing, Soongsil University

### 요 약

오버레이 멀티캐스트는 응용 계층에서의 멀티캐스트를 구현함으로써, IP 멀티캐스트 도입에 따른 문제점을 극복하기 위한 새로운 멀티캐스트 방식이다. IP 멀티캐스트와 같이 오버레이 멀티캐스트도 데이터의 전송을 위한 트리 구성이 필요하며, 좀 더 효율적이고 QoS를 지원할 수 있는 트리 구성에 대해 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문은 오버레이 멀티캐스트 상에서 경로 설정에 소요되는 시간을 최소화하고, QoS를 보장받기 위한 경로 설정 기법을 제시하고자 한다.

### 1. 서 론

멀티캐스트는 기존의 1-대-1 통신을 벗어나 1-대-다 또는 다-대-다 통신을 지원하기 위한 통신 방식이다. 멀티캐스트 패킷은 하나의 패킷을 중계 노드에서 복제하여 종단 노드까지 전송함으로써 네트워크 자원의 낭비를 막을 수 있는 효율적인 전송 방식이다. 하지만 멀티캐스트 통신을 위해서 기존의 장비를 교체해야 하는 등 여러 가지 문제로 인해 도입이 지연되고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해 연구되고 있는 것이 바로 오버레이 멀티캐스트 또는 응용 계층 멀티캐스트이다.

오버레이 멀티캐스트는 패킷을 복사하고 중계하는 라우터의 역할을 응용 계층에서 수행함으로써, 기존 장비의 교체 없이 멀티캐스트를 지원할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만, 오버레이 멀티캐스트는 멤버의 가입과 탈퇴가 빈번하게 이루어지기 때문에, 멀티캐스트 트리를 유지하는데 어려움이 따른다. 현재 이러한 문제를 해결하고 좀 더 효율적인 오버레이 환경을 구축하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

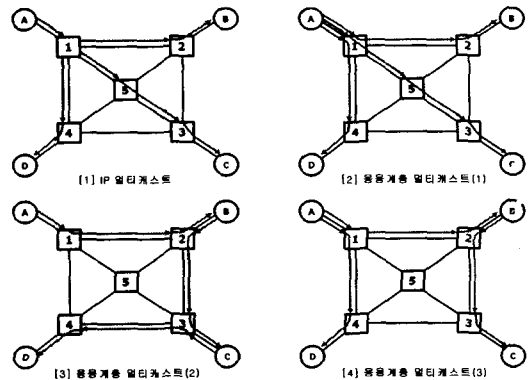
본 논문의 2장에서는 관련연구로서 오버레이 멀티캐스트 및 기존의 트리 구성 기법에 대해 알아보고, 3장에서는 QoS 라우팅을 위한 오버레이 멀티캐스트 경로 설정 기법을 제안하며, 4장에서는 제안한 기법에 따른 결론을 제시한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 오버레이 멀티캐스트

오버레이 멀티캐스트는 IP 멀티캐스트 상에서 라우터가 수행하는 기능을 각 종단 호스트에서 수행하도록 하여 어떠한 하드웨어의 변경 없이 멀티캐스트 전송을 가능하도록 하는 기법이다.

기본적인 오버레이 멀티캐스트의 동작방식은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 오버레이 멀티캐스트 기본 토폴로지

[그림 1]에서 볼 수 있듯이, 오버레이 멀티캐스트는 IP 멀티캐스트와는 달리 각 종단 호스트에서 데이터의 복제 및 전송을 수행한다[1].

오버레이 멀티캐스트 프로토콜들은 그룹멤버를 제어하는 토폴로지와 데이터를 전송하는 토폴로지로 구성된다 [3]. 제어 토폴로지는 비정상적인 탈퇴멤버 식별 및 트리 복구를 위해 정기적으로 교환하는 제어 메시지의 전송에 사용한다. 데이터 토폴로지는 오버레이 상의 멀티캐스트 패킷 전송을 위해 사용한다. 일반적으로 제어 토폴로지는 멤버들 간의 연결이 다양하게 이루어 질 수 있는 메시 구조로 구성하여 그룹관리를 담당하며, 데이터 토폴로지는 트리 구조로 전송을 관리하게 된다.

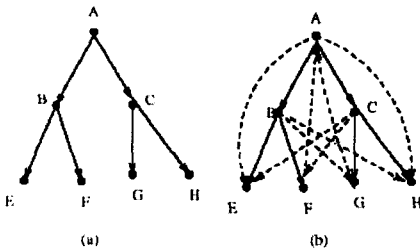
### 2.2 종단 호스트 간 트리 구성 기법

최근까지 연구되고 있는 QoS 라우팅을 위한 오버레이 트리 생성 기법 중에서 종단 호스트 간의 트리 구성을 통해 멀티캐스트 서비스를 제공하는 것으로 HostCast [3]가 있다.

HostCast에서 멀티캐스트 그룹은 모든 그룹 멤버를 포함할 수 있는 오버레이 데이터 전송 트리와 그에 맞는 제어 메시지를 구성 한다.

데이터 전송 트리는 멀티캐스트 패킷을 전달하기 위해 사용한다. 각 그룹 멤버는 응용 계층에 라우팅 테이블을 갖는다. 종단 호스트는 패킷을 복제하여 데이터 전송 트리의 자식 멤버에게 전달한다. 제어 메시는 제어 메시지와 오버레이 경로 측정 패킷을 전송하기 위해 사용한다. 메시는 데이터 전송 트리를 좀더 향상시키고 트리의 단편화를 회피하기 위해 사용한다.

[그림 2]는 데이터 전송 트리(a)와 해당 제어 메시(b)의 예를 보여준다.



[그림 2] 멀티캐스트 그룹의 전송 트리와 제어 메시

새 멤버가 멀티캐스트 그룹에 조인할 때, 데이터 트리 안의 부모 호스트를 찾으면 곧바로 제어 메시로써 오버레이 링크가 추가된다. 메시지를 기반으로 멤버는 성능을 향상시키기 위해 데이터 전송 트리 안에서 자신의 위치를 조절할 수 있다. 데이터 전송 트리에 대한 조절이 끝나면, 해당 제어 메시에 대해서도 조절이 이루어진다.

HostCast는 단편화가 일어났을 때 복구 지연을 단축하기 위해, 두 가지 방법을 사용한다. 한 노드에서 주 부

모 노드의 손실이 일어나면, 노드는 제어 메시에서 주 부모가 될 수 있는 2차 부모에게 JREQ(Join Request)를 보내며, 동시에 주 루트 경로에서 후보 부모 노드 중 어떤 노드들을 임의로 pick up하여 JREQ를 보낸다.

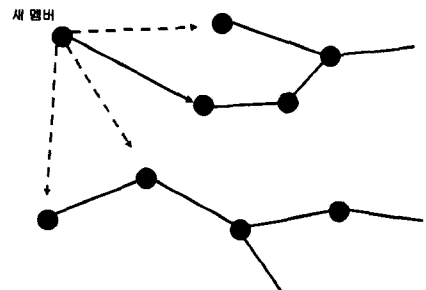
HostCast는 종단 호스트 간의 트리 구성을 통해 QoS를 지원하는 멀티캐스트 서비스를 제공하지만 메시가 우선적으로 구성되기 때문에, 최초 연결에 지연이 발생하고 불필요한 이중 테이블을 구성과 경로 복구 시 약간의 지연과 데이터 손실이 있게 된다. 이런 문제에 대해 논문에서는 접속이 되는 것과 동시에 데이터를 전송하고, 후에 조건이 더 좋은 경로로 전환함으로써 해결함으로써 멀티캐스트 트리의 QoS를 지원하는 오버레이 멀티캐스트 경로 설정 기법을 제안한다.

### 3. QoS 라우팅을 위한 오버레이 멀티캐스트 경로 설정 기법

#### 3.1 멀티캐스트 경로 설정

앞에서 살펴본 바와 같이, HostCast는 멀티캐스트 그룹에 조인을 원하는 호스트와 그룹 멤버 간에 메시지를 우선적으로 설정한 후, 설정된 여러 오버레이 링크를 바탕으로 트리를 구성한다. 하지만 실시간으로 진행되는 인터넷 방송과 같은 스트리밍 서비스는 연결 즉시 데이터의 전송이 이루어질 수 있어야 한다.

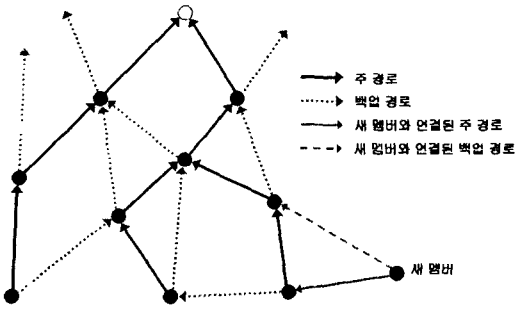
제안하는 기법은 새 호스트와 그룹 멤버 간의 접속을 우선으로 경로를 설정함으로써 최초 연결 시 지연을 단축할 수 있도록 한다. 새 호스트는 조인을 위해 그룹 멤버를 검색하고, 가장 먼저 검색된 멤버와 접속을 시도한다. 접속이 허용되면, 데이터를 수신 받는 것과 동시에 더 좋은 QoS를 보장받을 수 있는 경로를 찾기 위해 검색을 계속한다. [그림 3]은 그룹에 접속하는 호스트에서의 경로 설정을 보여준다.



[그림 3] 새 멤버의 경로 설정

종단 호스트는 여러 그룹 멤버와 접속하고, QoS를 만족하는 멤버들의 목록을 작성한다. 우선순위를 바탕으로 목록이 작성되면 가장 높은 순위의 멤버와 백업 경로의

수립을 위해 접속을 시도한다. 새로 연결된 백업 경로가 현재의 경로보다 QoS가 좋다면, 경로를 교체하고 이전 접속은 백업 경로로써 유지한다. 목록에 기록되어 있는 다른 멤버와의 경로가 백업으로 유지하고 있는 것보다 QoS가 좋다면, 그 멤버와의 경로를 백업 경로로 설정한다. 즉, 하나의 종단 호스트는 그룹에 참여하여 두 개의 경로를 유지하게 된다. 주 경로는 멀티캐스트 패킷 전송을 담당하며, 백업 경로는 주 경로를 보조함으로써, QoS를 보장하고 문제 발생 시 빠르게 경로를 복구할 수 있도록 한다. [그림 4]는 주 경로와 백업 경로로 이루어진 오버레이 멀티캐스트 트리 구성의 예를 보여준다.



[그림 4] 오버레이 멀티캐스트 트리 구성

주 경로와 백업 경로를 구별하기 위해 Path ID를 사용한다. Path ID는 자식 노드가 부모 노드에게 전달하며, Path ID에 따라 부모 노드는 데이터를 전송하거나, 단순히 경로를 유지하기 위한 동작을 수행한다.

### 3.2 경로 선택을 위한 QoS 제약사항

경로의 선택은 측정된 QoS를 바탕으로 이루어진다. 오버레이 멀티캐스트에서는 QoS 제약사항으로 호스트와 호스트 사이의 대역폭과 지연을 사용한다[2].

본 논문에서는 제안하는 기법은 3가지 제약사항을 기반으로 QoS를 지원한다. 경로 상에서의 QoS를 지원하기 위해, 새 멤버는 초기 연결에 성공한 후 검색 패킷을 통해 주 경로의 대역폭과 지연을 측정한다[5]. 또 백업 경로를 설정하기 위해 같은 작업을 반복한다. 검색 패킷을 받은 호스트는 그에 대한 응답 패킷을 보내고 이 응답 패킷을 통해 얻어진 경로에 대한 대역폭과 지연 정보를 처리하여 멤버의 우선순위를 정하게 된다.

QoS를 지원하기 위해 사용하는 또 하나의 제약사항은 호스트 시스템에 대한 것이다. 호스트는 시작과 동시에 시스템 자원을 조사하고, 허용할 수 있는 자식 호스트의 수를 결정한다. 결정된 허용 수치를 바탕으로 접속에 대한 승인과 거부를 결정함으로써, 한 호스트에 많은 부하가 걸리지 않도록 예방하여 트리 전체에 대한 효율을 높인다.

### 3.3 단편화에 따른 경로 복구

오버레이 멀티캐스트는 IP 멀티캐스트와는 달리 중계만을 위한 호스트가 존재하지 않는다. 모든 호스트는 수신자이면서 동시에 송신자 역할을 수행한다. 따라서 중계 역할을 하는 호스트의 갑작스런 멤버 탈퇴는 멀티캐스트 트리의 단편화를 초래하며, 탈퇴한 호스트를 루트로 하던 하위 호스트들은 멀티캐스트 데이터를 전송받지 못하게 된다.

중계하던 부모 호스트가 네트워크의 장애나 시스템 불안정으로 인해 멤버에서 탈퇴하여 더 이상 데이터를 받지 못하면, 호스트는 유지하고 있던 백업 경로를 주 경로로 전환한다. 경로를 전환하는 것과 동시에 호스트는 작성한 목록을 바탕으로 다시 백업 경로를 설정하고 새로운 목록 작성을 위한 검색을 시도한다. 이 방식은 주 경로에 대한 데이터 수신 실패에 민감하게 반응할 수 있도록 함으로써 경로 및 트리 단편화에 대한 빠른 복구를 가능하도록 한다.

## 4. 결론

오버레이 멀티캐스트는 종단 호스트 간의 경로 설정을 통해 멀티캐스트 트리를 구성하여 다-대-다 통신을 가능하게 한다. 인터넷 환경에서 스트리밍 서비스를 지원하기 위해서는 데이터 전송의 끊김, 지연, 손실을 최대한으로 줄여 QoS를 보장할 수 있는 빠른 연결과 경로 복구 매커니즘이 요구된다. 본 논문에서는 그룹 멤버와의 연결을 우선으로 한 최초 경로 설정과 백업 경로를 사용하여 더 나은 QoS를 보장하고 트리 단편화를 빠르게 복구하기 위한 기법을 제안하였다.

### 참고문헌

- [1] Suman Banerjee, Bobby Bhattacharjee and Christopher Kommareddy, "Scalable Application Layer Multicast", 2002.
- [2] Seok Joo Koh, Juyoung Park and Shin Gak Kang, "Relayed Multicast Control Protocol for Overlay Multicast", 2003.
- [3] Zhi Li and Prasant Mohapatra, "HostCast: A New Overlay Multicasting Protocol", 2003.
- [4] Jinqun Dai, Hung Keng Pung, Touchai Angchuan, "ROUTE: An Integrated Framework for QoS-Guaranteed Multicast," In Proceedings of the 27th Annual IEEE Conference on LCN'02, 2002
- [5] Zhi Li and Prasant Mohapatra, "QRON: QoS-aware Routing in Overlay Networks", 2003.