

# 동적 트리 구성을 위한 계층적 오버레이 멀티캐스트

김흥준\*, 김현주\*, 구명모\*\*

## 요약

본 논문에서는 오버레이 멀티캐스트 상에서 그룹에 참가와 탈퇴로 인한 전송트리 구성의 지연시간을 줄이기 위하여 지역 멀티캐스트를 이용한 계층적 오버레이 멀티캐스트를 제안한다. 제안방법에서는 같은 지역에 있는 모든 수신자들은 지역 멀티캐스트 그룹에 참가하여 서로 정보를 교환한다. 교환된 정보를 통하여 그룹에서 오버레이 송신자를 결정하고 동적 트리 재 구성을 위하여 계층적 지역 멀티캐스트 그룹으로 구성한다. 이 오버레이 송신자는 다른 계층에 존재하는 오버레이 송신자와 오버레이 멀티캐스트로 전송하도록 한다. 시뮬레이션 결과, 동적 트리 구성 시 오버레이 송신자들을 이용하여 기존 오버레이 멀티캐스트 보다 지연시간을 줄이고 빠르게 할 수 있다.

## A Layered Local Overlay Multicast for Dynamic Tree Construction

Heung-Jun Kim\*, Hyun-Ju Kim\*, Myeong-Mo Gu\*\*

## ABSTRACT

In this paper, we propose a layered overlay multicast using local multicast for reduce delay time of transmission tree that is reconstructed by join or drop on overlay multicast group. In proposed method, after all receivers join the local multicast group and exchange their information of local network with one another. All receivers decide the overlay sender in each local though exchanged information. The layered multicast group is constructed for reconstruct dynamic tree. The overlay sender transmits the packet to the overlay sender in the other layered multicast group through overlay multicast. In simulation results, while the proposed method construct dynamic tree, the proposed method uses the overlay sender to reduce delay time and quickly construct dynamic tree than known overlay multicast.

Key Words : Local Multicast, Overlay Multicast, Overlay Sender, Dynamic Tree

---

\* 경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과(✉thinkthe@gntech.ac.kr)

\*\* 거제대학교 조선정보기술계열

· 제1저자(First Author) : 김흥준 · 교신저자(Correspondent Author) : 구명모

· 접수일(2012년 11월 1일), 수정일(1차 : 2012년 12월 3일), 게재확정일(2012년 12월 18일)

## 1. 서론

실시간 멀티캐스트 전송을 요구하는 응용에서는 현재 네트워크 장비의 교체 없이 사용할 수 있고 IP 멀티캐스트[1-3]와 유사한 일대다 데이터 전달 환경을 용이하게 구축하여 망 사용량과 서버의 부하를 효과적으로 줄일 수 있는 기술인 오버레이 멀티캐스트를 이용하여 데이터를 전송한다[4-10]. 이런 점에서 오버레이 멀티캐스트는 응용계층에서 라우터 역할을 할 수 있으며, 최적의 경로를 통하여 유니캐스트로 한 번의 패킷을 전송하여 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다. 그러나 송신자와 수신자간의 최적의 전송경로를 지속적으로 확인해서 전송트리를 구성해야 하는 오버헤드 부분과 노드가 많을 경우에는 중복 패킷 등 동일한 패킷이 전송되어 공유 대역폭을 많이 이용하게 된다. 또한 잦은 가입과 탈퇴로 인하여 전송경로를 구성해야 하는 어려움이 있다. 결국 트래픽이 증가하면 혼잡이 발생하여 패킷지연과 손실률이 증가하는 원인이 된다 [5].

본 논문에서는 기존 오버레이 멀티캐스트[8,9]에서 네트워크 규모가 커짐에 따라 전송 경로 구성 시 증가하는 오버헤드를 IP멀티캐스트를 이용한 지역 멀티캐스트를 구성하여 줄이고 효율적인 전송을 통하여 지역 멀티캐스트 그룹 간의 오버레이 멀티캐스트로 패킷을 전송하도록 하는 동적 트리 구성을 위한 오버레이 멀티캐스트를 제안한다. 네트워크의 상태에 따라 동적으로 전송 트리 구성을 위하여 멀티캐스트 그룹 간 지역 송신자들로 전송 경로를 구성하도록 한다. 또한 이 지역 멀티캐스트 그룹의 송신자는 다른 지역 멀티캐스트 그룹에 존재하는 그룹 송신자에게 패킷을 전송하도록 한다. 이렇게 함으로써 IP멀티캐스트의 장점인 네트워크 규모에 큰 영향을 받지 않음으로써 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다는 점과 각 모든 수신자들의 전송경로를 구성해야하는 오버레이 멀티캐스트에서의 전송경로 구성에 걸리는 지연시간과 오버

헤드를 줄일 수 있다. 본 논문의 구성은 2장에서는 오버레이 멀티캐스트와 기존 기법에 대하여 살펴보고 3장에서는 지역 멀티캐스트 그룹 간 동적 트리 구성을 통한 계층적 오버레이 멀티캐스트에 대하여 기술한다. 4장에서는 기존기법과 제안방법을 비교를 통하여 분석해보고 5장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

## II. 관련연구

오버레이 멀티캐스트는 호스트 중 하나가 송신자로부터 전송된 패킷을 복제하여 다른 호스트로 전송하도록 하는 기법이다. 기존 IP 멀티캐스트에서는 라우터가 패킷을 복제하여 터널링하는 기법인데 비하여 오버레이 멀티캐스트에서는 호스트가 라우터 역할을 담당한다. 또한 오버캐스트 전송을 위하여 선정된 호스트는 최적의 경로를 통하여 다른 호스트에게 유니캐스트로 직접 패킷을 전달할 수 있다. Zhi Li, Prasant Mohapatra는 새로운 오버레이 멀티캐스팅 프로토콜인 HostCast를 제안하였다[10]. 이 프로토콜에서는 중단 호스트가 응용계층에서 유니캐스트로 패킷을 전송하는 것에 기반을 두고 있다. HostCast에서 기존 노드 구성에서 전송을 담당한 상위 노드의 탈퇴로 인하여 전송 경로가 단절된다. 이 후 새로운 부모 노드를 중심으로 전송 경로를 구성해야 한다. 이 시점에서 전송 경로 재구성을 위한 지연이 발생한다. 또한 구 송신자와 중단 노드의 오버레이 링크가 단절되면 중단 노드를 빠르게 인식하지 못하는 문제가 있다. Zhi Li, Prasant Mohapatra는 구성된 전송 경로 중 상위노드가 단절되면 그룹 멤버가 새로운 상위 노드를 빠르게 찾을 수 있도록 한다. 오버레이 멀티캐스트 전송 경로를 구성할 때 제어 메시와 멀티캐스트 데이터 전송 트리를 동시에 구성하여 기존의 오버레이 멀티캐스트보다 빠른 구성과, 안정된 전송이 이루어지도록 구성한다.

HostCast는 그룹 멤버들이 데이터 트리와 메시 구조로 형성된다. 이 구조는 데이터 전송을 위한 전송 경로 구성을 개선할 수 있다.

HostCast는 두 가지 방법으로 전송경로를 구성할 수 있다. 첫째, 데이터 전송 경로 구성을 송신자를 기준으로 하여 전송 경로를 구성하는 방법이며, 둘째, 송신자와 종단 호스트로 구성된 경로에서 중간 경로를 변경하여 최적의 경로를 설정하는 방법이다. 그림 1은 주 부모 노드의 전환을 통하여 전송경로를 재구성하는 것을 나타낸다.

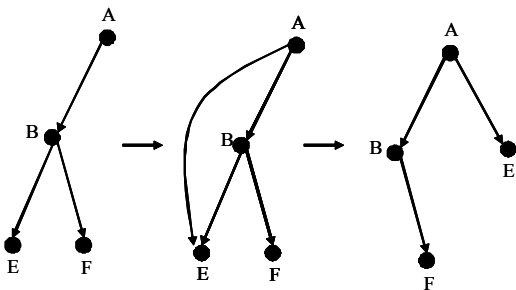


그림 1. 주 부모노드의 전환  
Fig. 1. Switch primary parent node.

그림 2는 전송을 위한 멀티캐스트 트리 구조와 메쉬 제어를 나타낸다.

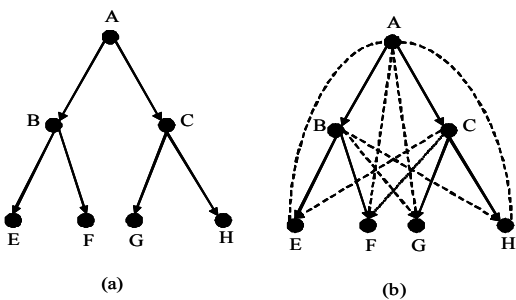


그림 2. 멀티캐스트 트리(a), 메쉬제어(b)  
Fig. 2. A multicast tree(a), control mesh(b).

### III. 계층적 오버레이 멀티캐스트

논문에서 제안하는 계층적 오버레이 멀티캐스트에서는 먼저 지역 멀티캐스트 그룹을 형성하여야 한다. 따라서 수신자들은 지역 멀티캐스트 그룹에 참가하여 수신자들의 정보를 받는다. 가장 먼저 멀티캐스트 그룹에 가입한 수신자를 오버레이 송신자로 지정한다. 이후 순차적으로 가입 리스트를 적용하여 다음 오버레이 송신자를 결정한다. 그리고 선정된 오버레이 송신자와 다른 지역 멀티캐스트 그룹에 위치하는 오버레이 송신자들과의 정보를 교환하여 전송 트리를 구성한다. 이렇게 구성된 전송 트리는 각 지연시간 확인 및 트래픽 증가로 인한 손실률에 따라 동적으로 트리를 재구성하도록 한다.

#### 3.1 계층적 그룹 형성

그림 3은 제안한 동적 트리 구성을 위한 계층적 그룹 형성을 나타낸다. 초기에 형성된 전송 트리에서 지연시간과 손실률을 파악하여 변경이 필요한 경우에는 새로운 전송 트리를 구성하여 보낼 필요가 있다. 그림에서 S는 송신자, 각 지역 멀티캐스트 그룹은 각각 G1, G2, G3로 나타낸다. 그리고 각 지역 멀티캐스트 그룹에서 오버레이 송신자는  $C_o$ , 수신자는 C로 표시한다. 모든 지역의 수신자들은 첫 번째로 각 지역 멀티캐스트 그룹으로 가입하고 첫 번째 가입자는 지역 오버레이 송신자의 역할을 수행한다. 그리고 각 지역 오버레이 송신자들은 송신자와 서로간의 네트워크 정보를 교환하여 전송경로를 결정한다. 이후 지역 수신자들이 지역 멀티캐스트 그룹에 계속 참가하면서 발송한 메시지를 통하여 지역 라우터와의 지연시간을 서로서로 분석하고 각 지역에서 가장 적은 지연시간 값을 나타는 수신자가 그 지역의 오버레이 송신자가 되어 동적으로 전송경로를 변경한다.

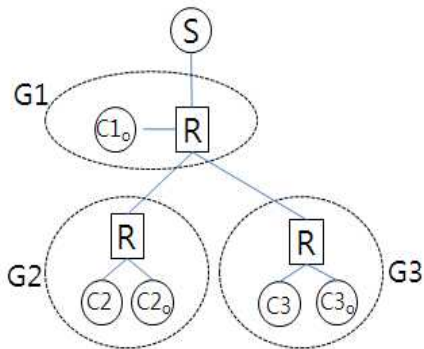


그림 3. 계층적 그룹 형성  
Fig. 3. Construction of layered group

그림 4는 그림3을 바탕으로 한 전형적인 오버레이 멀티캐스트 전송 경로 구성을 보여준다. 그림에서 송신자 S와 가장 최소 지연 값을 나타내는 수신자가 C1<sub>o</sub>, 그리고 같은 값을 가지는 C3<sub>o</sub>, 다음 순서적으로 C1<sub>o</sub>와 적은 지연 값을 갖는 C2, C2<sub>o</sub>, C3<sub>o</sub>와 C3 등이 서로 간 가장 낮은 지연 값을 가진다고 가정할 경우 S→{C1<sub>o</sub>→{C2, C2<sub>o</sub>}, C3<sub>o</sub>→{C3}}로 전송 경로를 가질 수 있으며 그림 4와 같이 전송 트리를 형성할 수 있다.

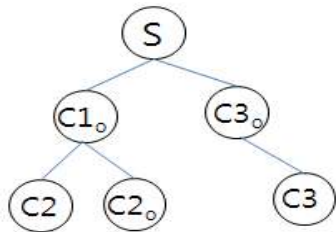


그림 4. 오버레이 멀티캐스트 전송 트리  
Fig. 4. Transmission tree for overlay multicast

그러나 그림 5와 같이 논리적인 전송 경로는 다른 수신자들 간의 지연 값에 의하여 또 다른 형태의 전송 경로로 변경 될 수 있다. 이러한 경우에는 결국 모든 수신자들 간에 오버레이 멀티캐스트 전송으로 인하여 송신자에서 종단 수신자 간의 지연시간이 증가한다. 만약 상위 노드에 존재하는 수신자가 탈퇴할 경우 새롭게 경로를 구성해야 하는 어려움이 있다.

그림 5는 그림 4에서 C1<sub>o</sub>가 전송 경로에서 탈퇴되었을 경우에 대한 새로운 전송경로 구성의 모든 경우에 대하여 나타내었다. 그림에서 가장 최소의 거리 또는 지연 값을 나타내는 수신자들을 바탕으로 하여 재구성하여야 함으로 수신자들이 많을 경우에는 많은 오버헤드가 발생함을 알 수 있다.

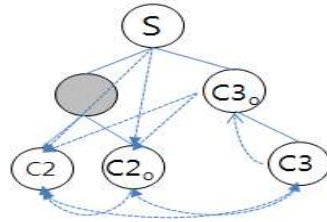


그림 5. 오버레이 경로 재구성  
Fig. 5. Reconstruction of overlay transmission path

그림 6은 그림 5에서 가정한 내용을 바탕으로 한 제안 전송 트리 구성을 나타낸다. 송신자 S와 가장 적은 지연 값을 나타내는 수신자를 C1<sub>o</sub>, C3<sub>o</sub> 라고 하였을 경우에는 오버레이를 위한 전송 트리 구성은 그림 7과 같다. 현재 그림상에 표시된 오버레이 송신자 C1<sub>o</sub>, C2<sub>o</sub>, C3<sub>o</sub>는 각 지역에서 각 지역 라우터와 가장 최소의 지연 값을 나타내는 수신자들이라고 가정한다. 송신자 S는 패킷을 C1<sub>o</sub>과 C3<sub>o</sub>에게 오버레이로 패킷을 전송하고 C1<sub>o</sub>는 다음 수신자인 C2<sub>o</sub>에게 수신된 패킷을 전송한다.

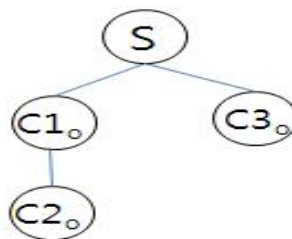


그림 6. 제안방식의 전송 트리  
Fig. 6. Transmission tree of proposed method

이와 같이 제안방법에서는 각 지역 멀티캐스트 그룹에 존재하는 오버레이 송신자에게만 패킷을 전달함으로써 전체적인 오버레이 전송 트리를 기존의 오버레이 멀티캐스트에 비하여 쉽게 구성할 수 있다.

그림 7에서 각 지역의 오버레이 송신자가 받은 패킷을 자신이 포함된 지역의 수신자들을 위하여 지역 멀티캐스트로 패킷을 전송한다. G2그룹에 속한 오버레이 송신자(C2<sub>o</sub>)는 지역 수신자 C2에게 지역 멀티캐스트로 전송하고 G3그룹의 오버레이 송신자(C3<sub>o</sub>)는 자기 지역의 수신자 C3에게 멀티캐스트로 패킷을 전송한다. 이렇게 함으로써 지역에 수신자들이 많이 증가하여도 모든 수신자들을 위하여 오버레이 멀티캐스트로 전송할 필요가 없어 기존 오버레이 멀티캐스트에 비하여 전체적인 패킷의 전달 시간을 단축시킬 수 있다.

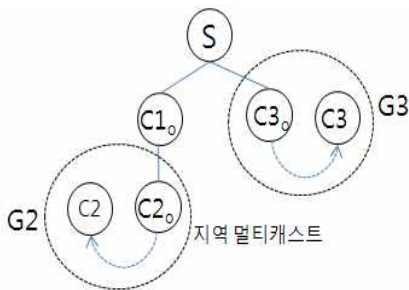


그림 7. 지역 멀티캐스트  
Fig. 7. Local multicast

### 3.2 동적 트리 구성

본 절은 제안방법에서 상위 노드에서 중간 송신자가 탈퇴하였을 경우와 오버레이 송신자들 간의 지연 시간 값에 따른 동적 트리를 구성하는 방법에 대하여 기술한다. 그림 8은 그룹 G1에 위치한 상위 송신자인 C1<sub>o</sub>이 오버레이 멀티캐스트 노드에서 탈퇴하였을 경우에 대하여 나타낸다. 이럴 경우에는 그림 9와 같이 지연 값에 따라 동적으로 전송 트리를 결정할 수 있다.

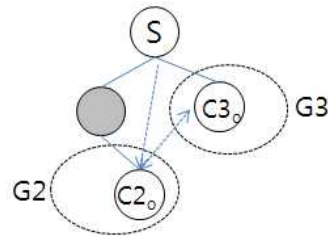


그림 8. 전송 경로 재구성  
Fig. 8. Reconstruction of transmission path

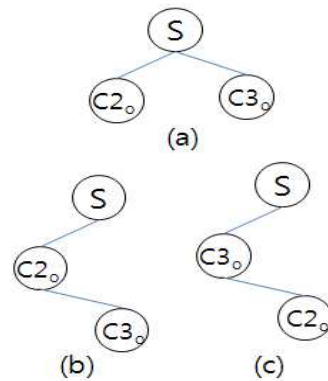


그림 9. 동적 트리 구성  
Fig. 9. Construction of dynamic tree

그림 9에서 송신자 S와 수신자 C2<sub>o</sub>, S와 C3<sub>o</sub>사이에서 측정된 지연 값이 C2<sub>o</sub>와 C3<sub>o</sub>사이에서 측정된 지연 값보다 더 적은 값을 나타낸다면 (a)와 같이 경로 트리를 구성할 수 있다. 송신자 S와 수신자 C2<sub>o</sub>간의 지연 값이 S와 C3<sub>o</sub>, C2<sub>o</sub>와 C3<sub>o</sub>사이에서 측정된 지연 값보다 적다면 (b)와 같이 경로를 나타낼 수 있다. (c)의 경우에는 송신자 S와 수신자 C3<sub>o</sub>간의 지연 값이 S와 C2<sub>o</sub>, C2<sub>o</sub>와 C3<sub>o</sub>사이에서 측정된 지연 값보다 적은 경우에 대하여 나타낸다. 그림을 통하여 알 수 있듯이 모든 수신자들의 네트워크 상황을 고려할 필요가 없으며 전송 트리가 변경이 발생하였을 경우나, 오버레이 송신자들 간의 지연시간에 변경이 발생하였을 경우에만 동적으로 전송 트리를 구성하도록 한다.

그림 10은 지역 멀티캐스트 그룹 내부에서 기존의 오버레이 송신자의 탈퇴나 지역 라우터간의 지연 값이 임계 값 이상일 경우에 그 역할을 다른 수신자가 수행하도록 한다. 그림에서 기존이 오버레이 송신자인 C2<sub>o</sub>이 탈퇴 또는 지연 값의 임계 값 이상으로 인하여 보다 적은 지연 값을 나타내는 C2에게 오버레이 송신자 역할을 수행하도록 하고 새로운 지역 오버레이 송신자는 전송 트리에서 상위 존재하는 송신자 또는 오버레이 송신자에게 통보하고 패킷을 수신한다. 이렇게 지역 자체적으로 오버레이 송신자를 결정함으로써 모든 수신자들을 대상으로 오버레이 전송 트리를 재구성할 필요가 없다.

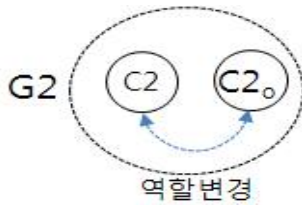


그림 10. 오버레이 송신자 변경  
Fig. 10. Switch overlay sender

#### IV. 시뮬레이션

##### 4.1 시뮬레이션 환경

시뮬레이션은 두 가지 형태로 진행한다. 첫 번째는 그림 11과 같이 3지역 간 네트워크와 각 로컬 네트워크마다 존재하는 수신자(2대)로 구성하여 2대 중 한 대는 오버레이 송신자 역할을 수행하는 기본 구성으로 진행하여 지연시간과 전송률을 비교하며, 두 번째는 각 지역 네트워크에서 멀티캐스트 프로그램을 통하여 최대 100대까지 수신자들을 적용하여 기존 오버레이 멀티캐스트와 제안방법의 전송을 통한 지연시간의 변화에 대하여 비교한다.

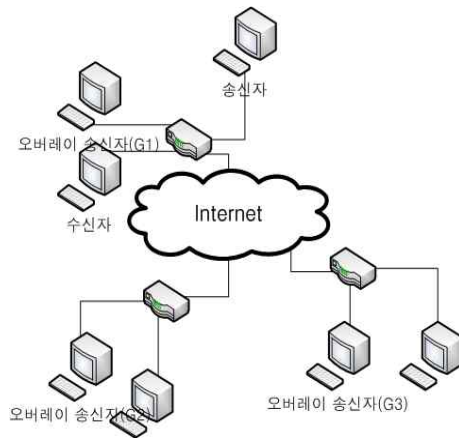


그림 11. 시뮬레이션을 위한 네트워크 구성  
Fig. 11. Network construction for simulation

그림11의 네트워크 구성에서 각 지역에 위치한 수신자들은 최초 지역 멀티캐스트 그룹으로 조인하도록 한 후 모든 수신자들의 네트워크 정보를 교환하여 오버레이 멀티캐스트 트리 구성하도록 한다. 또한 제안방법을 적용하여 전송 트리 구성 후 패킷을 전송하도록 한다. 기존 오버레이 멀티캐스트에서는 송신자에서부터 모든 수신자들 간 전송 트리를 통하여 유니캐스트로 전송하도록 하였고, 제안방법에서는 오버레이 송신자들 간 유니캐스트로 전송하도록 하였다. 멀티캐스트 프로그램에서 무작위로 트래픽을 발생하여 전송 트리 재구성이 이루어지도록 하였다. 동적으로 오버레이 송신자를 변경하도록 하였으며, 오버레이 송신자 역할 변경에 사용된 값 중 각 지역 네트워크별 응답시간에 대한 임계값은 발생하는 트래픽을 고려하여 2ms ~ 5ms로 임의로 적용하도록 하였다. 각 네트워크 간 홉 수는 15개 이하로 조절하였으며, 홉 간의 최대 응답시간은 20ms 이하로 설정한다. 노드 사이에는 일정 범위에서 임의적인 트래픽 양을 부여한다.

##### 4.2 시뮬레이션 결과

그림 12에서 수신자 수의 증가에 따른 전송 트리 재

구성에 필요한 평균 지연시간을 비교하였다. 기존 오버레이 멀티캐스트에서는 수신자들의 수의 증가에 따라 트리 재구성에 걸리는 소요 시간이 다소 증가함을 알 수 있다. 수신자 수가 80이상 이 되면서부터는 200ms이상 걸리게 된다.

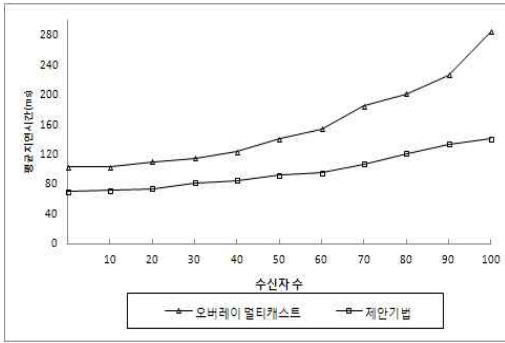


그림 12. 트리 재구성 평균 지연시간  
Fig. 12. Average delay time of tree reconstruction

그러나 제안방법에서는 다소 약간의 시간 증가가 발생하였지만 비교적 빠른 시간에 동적 트리가 재구성 이 되었음을 알 수 있다. 이는 지역 수신자들의 수에 는 큰 영향을 받지 않음을 알 수 있으며 지역 오버레이 송신자들 간 발생한 평균 지연시간이라는 것을 알 수 있다.

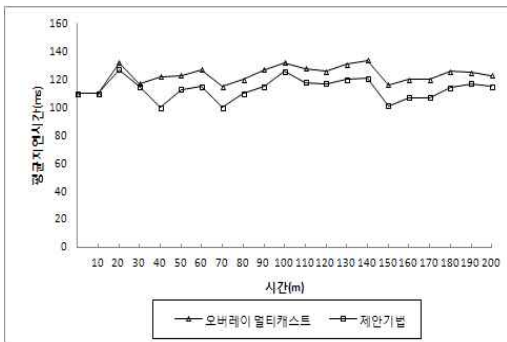


그림 13. 패킷 전송 지연시간  
Fig. 13. Delay time of packet transmission

그림 13은 그룹 내 수신자들과 그룹 간 패킷 전달에 소요되는 평균 지연시간을 나타낸다. 동일한 트래픽 발생을 적용하였을 경우 그룹 간 패킷 전달에 발생하는 지연은 비슷한 결과를 나타내었지만 결국 그룹 내 수신자들에게 패킷을 전달하는 시간적인 차이로 인하여 지연시간 차이의 결과가 나타났다.

그림 14는 수신자들의 증가에 따른 수신자들의 평균지연시간을 보여준다. 이 때 적용한 트래픽은 이전 결과에서 적용한 것과 같다. 오버레이 멀티캐스트에서는 수신자들이 증가함에 따라 모든 수신자들에게 패킷을 전송하는 시간이 점점 증가하는 것으로 나타났다. 반면 제안방법에서는 수신자들의 동일한 그룹 수에서 지역의 수신자들의 증가는 거의 영향을 주지 않은 것으로 나타났다.

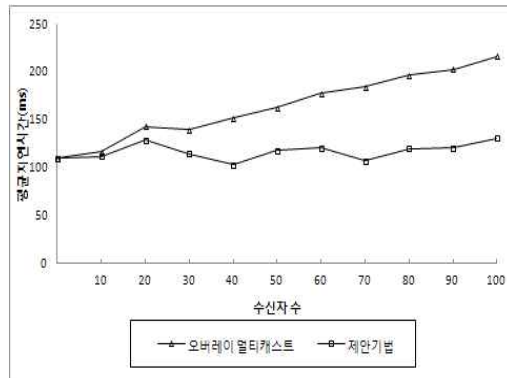


그림 14. 모든 수신자의 지연시간  
Fig. 14. Average delay time of all receivers

그림 15는 시간에 따른 평균 전송률을 나타내었다. 오버레이 멀티캐스트에서는 전송 트리 재구성 시 발생하는 지연시간과 전송 지연시간에 영향을 받아 제안방법보다 낮은 전송률을 나타내었지만 제안방법에서는 네트워크 간 발생하는 지연시간에만 영향을 받아 비교적 안정적인 전송률로 나타남을 알 수 있다.

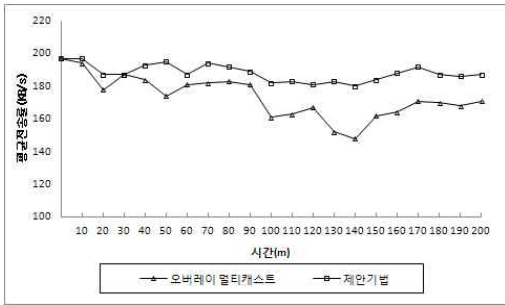


그림 15. 평균 전송률  
Fig. 15. Average transmission rate

### V. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서 제안하는 계층적 오버레이 멀티캐스트를 구성하여 전송 트리 구성 시 증가하는 오버헤드나 지연시간을 줄이고자 하였다. 시뮬레이션 결과에 나타나듯이 제안 기법에서는 지역 간의 오버레이 송신자들 사이에서는 오버레이 멀티캐스트로 전송하지만 지역에 존재하는 수신자들에게는 지역 멀티캐스트로 패킷을 전송하여 전송률에 큰 영향을 주지 않도록 하였다. 또한 동적 트리 구성을 통하여 전체적인 오버레이 멀티캐스트 전송경로를 구성하는 부분에서도 수신자들의 수에 큰 영향을 받지 않고 기존 오버레이 멀티캐스트보다 빠른 시간에 이루어 질 수 있음을 알 수 있었다.

향후에는 계층적 그룹간의 전송 트리구성에 안정적이고 최소의 지연시간을 고려한 멀티캐스트에 관한 연구를 진행할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

[1] Steven McCanne, "Scalable Multimedia Communication Using IP Multicast and Lightweight Sessions", IEEE Internet Computing, Vol. 3, No. 2, pp.

33-45, 1999.  
 [2] Arjan Duresi and Raj Jain, "Source Adaptive Network Driven Layered Multicast", Invited submission to Computer Communications, pp. 15, June 2003.  
 [3] LIU Bao-jun, LI Yan, LU Hu, WANG, "Hierarchy mix multicast architecture based on node heterogeneity", Yin-he (Science Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China, Computer Engineering and Design, 10, 2010.  
 [4] B. Zhang, S. Jamin, and L. Zhang, "Host multicast: a framework for delivering multicast to end users", in Proceeding of IEEE INFOCOM, 2002.  
 [5] S. Birrer et al., "Resilient Multicasting using Overlays", In Proceedings of ACM SIGMETRICS, San Diego, CA, pp. 102, Jun. 2003.  
 [6] S. Wu, "An area-based multicast approach in ip and overlay networks", Dissertation Proposal, 2002, <http://www2.sis.pitt.edu/swu>.  
 [7] Yi Cui, Yuan Xue, and Klara Nahrstedt, "M-ax-Min Overlay Multicast: Rate Allocation and Tree Construction", Twelfth IEEE International Workshop on 7-9 June, pp. 221 - 231, June 2004.  
 [8] J. Jannotti, D. K. Gifford, K. L. Johnson, M. F. Kaashoek, and J. W. O'Toole Jr, "Overcast: Reliable Multicasting with an Overlay Network," In Proceedings of the Fourth Symposium on Operating System Design and Implementation(OSDI), pp. 197-212, October 2000.  
 [9] De-Nian-Yang, and Wanjiun-Liao, "On Bandwidth Efficient Overlay Multicast", IEEE Trans on PDS, Vol.18 No. 11, 2007.  
 [10] Z. Li and P. Mohapatra, "Hostcast: A new overlay multicasting protocol", in Proceeding of IEEE International Conference on Communications, 2003.

### 감사의 글

이 논문은 2011년도 경남과학기술대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

저자소개



김흥준(Heung-jun Kim)

1989년 단국대학교 전자계산학과  
(공학사)

1995년 단국대학교 대학원 전산통계학과  
(공학석사)

1999년 단국대학교 대학원 전산통계학과  
(공학박사)

1999년~현재 경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과 교수  
※ 관심분야: 모바일PL, 정보보안, 컴퓨터구조 및 성능분석



김현주(Hyun-Joo Kim)

1988년 경상대학교 컴퓨터과학과(이학사)

1990년 숭실대학교 대학원 전자계산학과  
(공학석사)

2000년 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과  
(이학박사)

2002년~현재 경남과학기술대학교 컴퓨터융합공학과 부교수  
※ 관심분야: 정보검색, XML, 데이터마이닝



구명모(Myeong-Mo Gu)

1998년 경남과학기술대학교(공학사)

2002년 경상대학교 컴퓨터과학과  
(공학석사)

2006년 경상대학교 컴퓨터과학과  
(공학박사)

2011년~현재 거제대학교 조선정보기술계열 초빙교수  
※ 관심분야: 컴퓨터네트워크, 시스템설계, Tribon