

가용 대역폭의 효율적 이용을 위한 동적 멀티캐스트 기법

구명모⁺, 김상복^{**}

요 약

IP 멀티캐스트를 이용한 응용에서는 혼잡지역의 전송률 감소로 인하여 혼잡이 발생하지 않은 지역의 전송률도 낮아져 가용 대역폭 낭비가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 IP 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트를 이용한 동적 멀티캐스트 기법을 제안한다. 제안 기법에서는 오버레이 멀티캐스팅을 위한 지역 대표자를 선택하고, 그룹 전송률이 전송률 임계치 이하일 경우 대표자가 복제한 패킷을 전송할 수 있도록 하였다. 실험 결과 제안 기법이 대역폭을 더 효율적으로 이용함을 알 수 있었다.

A Dynamic Multicast Method for Efficient Utilization of Available Bandwidth

Myung-Mo Koo⁺, Sang-Bok Kim^{**}

ABSTRACT

In the application using IP multicast, the waste of available bandwidth occurs of reducing of transmission rate in non-congestion local caused by reducing of transmission rate in congestion local. In this paper, to solve such a problem, we propose a dynamic multicast method using IP multicast and overlay multicast. In proposed method, we elected a local representative for overlay multicasting. When the transmission rate of a group is less than transmission rate threshold, the representative can transmits duplicative packets. In simulation results, it was known that proposed method uses bandwidth more efficiently.

Key words: Representative(대표자), IP Multicast(IP 멀티캐스트), Overlay Multicast(오버레이 멀티캐스트)

1. 서 론

인터넷의 급격한 발달로 인하여 멀티캐스트 전송을 이용하는 인터넷 방송, 화상회의 등의 응용들이 많이 등장하고 있다. 멀티캐스트(multicast) 전송은 고정된 네트워크 대역폭을 이용하는 응용들에게 있어서 효율적인 전송 메커니즘으로 볼 수 있다. 멀티캐스트 전송은 송신자가 한번의 패킷 전송으로 같은 그룹에 있는 종단간 수신자에게 전달 할 수 있다. 고정된 네트워크에서는 멀티캐스트 응용과 더불어 다른 응용들이 전송하는 패킷들로 인하여 트래픽이 많

이 발생하게 되는데, 트래픽이 증가하면 혼잡이 발생하여 패킷 지연율과 손실률이 점점 증가하는 원인이 된다[1-3].

실시간 멀티미디어 데이터 전송을 요구하는 화상회의 시스템에서는 이러한 혼잡상태에 동적으로 적응하기 위하여 수신자들은 송신자에게 네트워크 상태를 알리기 위하여 피드백을 전달하고 송신자는 피드백 정보를 분석하여 적절한 전송률로 조절하여 전송한다[3]. 이러한 네트워크 혼잡상태에 동적 적응과 이질적인 수신자들의 네트워크 상태에 맞는 전송률로 전송하기 위한 기법으로는 SARLM(Sender- Adaptive &

※ 교신저자(Corresponding Author) : 김상복, 주소 : 경남 진주시 가좌동 900(660-701) 전화 : 055)751-5994, FAX : 055)762-1944, E-mail : ksb5994@hanmail.net, sbkim@nongae.gsnu.ac.kr

접수일 : 2005년 7월 11일, 완료일 : 2005년 11월 29일

⁺ 정회원, 경상대학교 컴퓨터과학과

(E-mail : kmm6378@hanmail.net)

^{**} 정회원, 경상대학교 컴퓨터과학과

Receiver-driven Layered Multicast) 기법이 있다 [4-7]. 이 기법에서는 모든 수신자들에게 동일한 품질의 데이터를 전송하는 송신자기반 기법[3]에서 탈피하여 여러 계층을 두고 계층별로 다른 품질의 데이터를 전송하는 계층적 코딩방법을 이용한 수신자기반 기법[8]을 이용하고 있으며, 또한 수신자기반 보다 효율적인 대역폭 이용을 위하여 송신자가 다양한 전송률로 전송할 수 있게 하였다. 그러나 이 기법에서도 종단간 수신자의 이질적인 네트워크 상태로 인하여 혼잡노드를 경유하는 수신자들로 인하여 혼잡이 없는 수신자들의 전송률이 감소하여 품질의 저하를 유발하고 가용대역폭의 낭비가 발생한다.

본 논문에서는 혼잡상태에 있는 수신자로 인하여 발생하는 전송률 저하를 최소한으로 줄이고 가용대역폭의 효율적 이용을 위하여 동적 멀티캐스트 기법을 제안한다. 제안 기법에서는 각 지역마다 대표자[9]를 두어 지역 수신자들의 피드백을 수렴하여 송신자로 전송하고, 또한 전송된 멀티캐스트 패킷을 중계를 위하여 복제, 전송하는 역할을 담당하게 하였으며, 전송 방법에서도 IP 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트(overlay multicast)[10,11]를 동적으로 선택하여 전송하도록 하였다. 제안 기법에서 송신자는 종단간 수신자에게 최초 IP 멀티캐스트로 패킷을 전송하였으며, 한 지역에서 혼잡이 발생하면 혼잡이 발생하지 않은 지역의 대표자는 혼잡지역의 대표자에게 멀티캐스트로 전송된 패킷을 오버레이 멀티캐스트로 전송한다. 각 지역 대표자들은 일정시간마다 제어정보를 교환하도록 하였으며, 대표자들은 이 제어정보를 이용하여 오버레이 멀티캐스트 전송을 위한 최적의 경로를 설정한다. IP 멀티캐스트로 전송하면서 혼잡이 발생하면 패킷 손실률이 증가하여 전송률 감소를 요구하는 수신자가 발생한다. 이를 위하여 대표자들이 설정한 최적의 경로를 통하여 혼잡상태의 대표자에게 오버레이 멀티캐스팅하여 혼잡지역 가용 대역폭을 더 효율적으로 이용하고자 하였다.

본 논문의 구성은 2장에서는 기존 기법과 관련된 연구에 대하여 살펴보고 3장에서는 가용 대역폭의 이용률 향상을 위한 제안 기법에 대하여 기술한다. 4장에서는 기존 기법과 제안기법을 실험을 통하여 알아보고 5장에서는 결론과 향후 연구 과제를 제시한다.

2. 관련연구

2.1 오버레이 멀티캐스트(Overlay Multicast)

오버레이 멀티캐스트는 호스트 중 하나가 송신자로 전송된 패킷을 복제하여 다른 호스트로 전송하도록 하는 기법이다[10,11]. 또한 오버레이 멀티캐스팅을 위하여 선정된 호스트는 최적의 경로를 통하여 다른 호스트에게 유니캐스트(unicast)로 직접 패킷을 전달할 수 있다. 오버레이 멀티캐스트는 오버레이 멀티캐스트를 담당하는 호스트는 라우터에 비하여 고장에 취약하기 때문에 오버레이 멀티캐스트를 담당하는 호스트가 고장 나면 하위 경로에 있는 호스트로 패킷을 전달하지 못하는 문제가 발생하며, 호스트 수가 증가할수록 패킷 전송 지연이 증가하고 IP 멀티캐스트 보다 네트워크 자원을 더 효율적으로 사용하지 못하는 문제가 있다. 그러나 기존의 네트워크 장비 교체나 별도의 멀티캐스트 라우터를 설정하지 않아도 오버레이 멀티캐스트를 사용할 수 있는 장점이 있다.

그림 1은 오버레이 멀티캐스트 전송을 나타내고 있다. 그림에서 송신자(S)는 가장 지연시간이 적고 충분한 가용 대역폭을 가지는 호스트로 패킷을 전송하고, 송신자로부터 패킷을 전송 받은 호스트(O)는 다음 호스트에게 유니캐스트로 전송하는 것을 나타내고 있다. 그림에서 송신자(S)는 패킷을 IP 멀티캐스트로 두 호스트(O)에게 전송하면 자원을 효율적으로 사용할 수 있다. 그러나 송신자(S)가 모든 수신자(O)들에게 IP 멀티캐스트로 전송할 경우 혼잡이 발생한 노드에서는 전송률감소를 요구하게 되어 전체적인 전송률 저하를 가져올 수 있다.

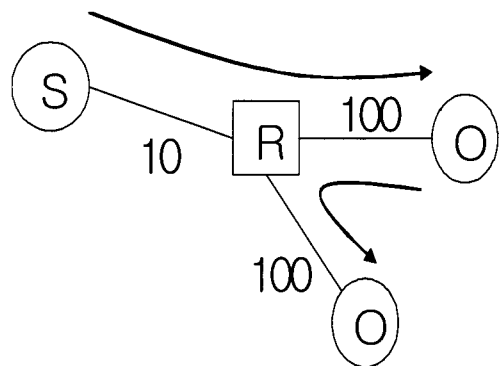


그림 1. 오버레이 멀티캐스트 전송

2.2 SARLM(Sender-Adaptive & Receiver-driven Layered Multicast)

송신자적용 수신자기법에서는 수신자들의 대역폭에 알맞게 전송률을 계산하여 효율적으로 패킷을 수신할 수 있도록 멀티미디어 데이터를 계층적으로 인코딩(encoding)하여 멀티캐스팅한다[4-7]. 송신자는 각 수신자들의 대역폭에 맞는 전송률로 조절하기 위해서 모든 수신자들로부터 피드백을 수렴하고, 분석하여 전송률을 결정한다. 그림 1은 SARLM 전송에 대하여 나타내고 있다. 그림에서 송신자는 각 수신자들의 대역폭에 맞는 전송률을 계산하고 계층적 코딩기법에 의해 인코딩 되어진 데이터를 레이어 별로 전송한다. 모든 수신자는 자신의 대역폭에 맞는 그룹에 가입함으로써 자신의 가용대역폭에 맞는 패킷을 수신하면서 송신자에게 자신의 네트워크 상태를 피드백을 함으로써 전송률을 제어하는 모습을 보여주고 있다. 이러한 기법은 모든 수신자들의 피드백을 한 곳으로 수렴하여 송신자로 전송하거나 대표자 [9]를 통하여 송신자에게 피드백하는 방법을 이용한다. 그러나 혼잡이 발생하면 혼잡지역 수신자의 피드백 정보로 인하여 모든 수신자의 전송률에 영향을 준다.

3. 동적 멀티캐스트 기법

본 논문에서 제안하는 동적 멀티캐스트 기법은 수신자들의 네트워크 상태에 따라 IP 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트를 적절하게 혼용하여 사용하도록 하였다. 이 기법은 혼잡이 발생하지 않거나 지역별로 전송률이 큰 차이를 보이지 않으면 IP 멀티캐스트

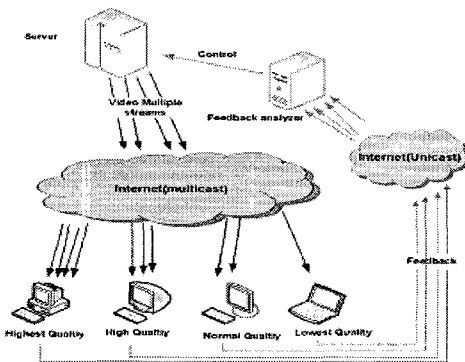


그림 2. SARLM 전송

트 전송만으로 유지를 하지만, 혼잡이 발생하여 전송률이 임계치 이하로 낮아지는 경우에는 대표자간 오버레이 멀티캐스트 전송으로 혼잡 지역에 패킷을 전송하고 혼잡이 발생하지 않은 지역의 전송률이 같이 낮아지는 현상을 해결하고자 하였다. 제안 기법에서는 오버레이 멀티캐스트 전송을 위한 대표자를 선정하여 송신자로부터 전송된 패킷을 복제하도록 하였으며, 대표자로 하여금 지역 수신자들의 피드백을 수렴하여 전송률을 산출하는 역할도 담당하도록 한다. 대표자선정은 멀티캐스트 그룹에 최초의 가입자로 선정하였다. 각 지역 수신자들은 지역 멀티캐스트 그룹에 참가한 수신자들의 순서 리스트를 보유하고 있기 때문에 대표자가 그룹을 탈퇴하거나 문제가 발생하여 더 이상 대표자 역할을 수행할 수 없을 경우에는 다음 순서의 가입자가 대표자 역할을 수행하도록 한다. 각 선출된 대표자는 대표자들간의 정보를 교환하여 오버레이 멀티캐스트 전송을 위한 최적의 노드 구성을 하도록 하여 혼잡상태일 경우 멀티캐스트 그룹을 탈퇴하고 오버레이 멀티캐스트 전송을 할 수 있도록 하였다. 혼잡지역의 대표자는 혼잡이 없는 지역의 대표자로부터 지속적으로 패킷을 수신하다가 손실률이 그룹가입 임계치 이하일 경우 오버레이 멀티캐스트 전송을 중지하고 다시 IP 멀티캐스트 그룹으로 복귀하여 패킷을 수신할 수 있도록 하였다.

3.1 전송 메커니즘

송신자는 혼잡이 발생하지 않거나 각 그룹별로 전송률의 변화가 큰 차이를 보이지 않을 경우에는 패킷을 IP 멀티캐스트로 전송한다. 그러나 특정 지역에 혼잡이 발생하였을 경우에는 혼잡으로 인하여 패킷이 손실되어 손실률이 증가한다. 이 경우에 멀티캐스트 라우팅 테이블을 새롭게 형성하더라도 손실률이 높아진 수신자들은 낮은 품질의 데이터를 요구하게 되어 전송률이 낮아지는 현상이 발생한다. 이때 혼잡이 없는 지역과 혼잡지역 사이에는 가용대역폭의 이질적인 환경이 만들어진다. 송신자가 혼잡상태에 동적으로 대응하기 위하여 전송률을 감소시키면 같은 그룹에 존재하는 혼잡이 없는 지역의 가용 대역폭 낭비를 초래한다.

본 논문에서는 이러한 가용 대역폭의 낭비 문제를 해결하고자 대표자를 통한 오버레이 멀티캐스트 전송을 할 수 있도록 하였다. 제안한 전송 메커니즘은

크게 세 가지 측면에서 동작이 이루어진다. 첫째, 송신자는 대표자로부터 피드백을 수렴하여 전송률을 결정하여 전송하도록 하였으며, 둘째, 대표자는 일정 시간마다 송신자와 다른 대표들간의 정보 교환을 통하여 최적의 경로를 설정하는 것이다. 이렇게 설정된 경로는 오버레이 멀티캐스트 전송을 위한 중요한 정보가 된다. 셋째, 혼잡이 발생하면 송신자로부터 멀티캐스팅된 패킷의 수신을 중지하고 혼잡이 없는 지역의 대표자로부터 직접 패킷을 수신한다.

그림 3은 동적 멀티캐스트 동작을 나타내었다. 송신자는 S, 라우터는 R, C는 중단간 수신자들을 나타내며 O는 수신자들 중 오버레이 멀티캐스트 전송을 위한 대표자를 나타낸다. 송신자는 R2, R5지역으로 IP 멀티캐스트 전송하고 R6지역 대표자는 R3지역 대표자로, R7지역 대표자는 R4지역 대표자로 오버레이 멀티캐스트 전송한다. 세션이 시작되면서 모든 지역의 수신자는 IP 멀티캐스트로 전송된 패킷을 수신한다. 그림에서 R2지역에 혼잡이 발생하여 멀티캐스트 라우팅 경로에 있는 R3, R4지역에 있는 수신자들은 패킷의 수신이 원활하지 않으며 혼잡으로 인하여 순간적 또는 지속적으로 패킷 손실률이 높아져 전송률의 감소를 요구하게 된다. R3, R4지역의 전송률이 임계치 이하일 경우, 새로운 멀티캐스트 라우팅 경로 재구성으로 위한 오버헤드의 발생을 고려하여 R3, R4지역 대표자는 송신자로 피드백 정보를 전송하지 않고, 현재 멀티캐스트 그룹에서 수신을 중지한다. 대표자는 멀티캐스트 그룹 탈퇴메시지를 지역 수신자들에게 전송하고 R6, R7지역 대표자 중 가장 최적의 위치에 있으면서 다른 대표자에게 전송하지 않는 대

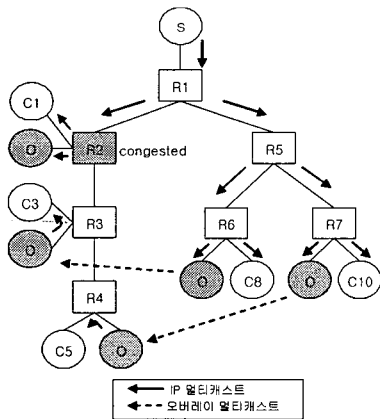


그림 3. 동적 멀티캐스트

표자에게 오버레이 멀티캐스트 전송을 요청하도록 한다. 지연 값에 따른 전송 경로는 (R6, R7)→(R3, R4), O(R6, R7)→R3→R4, O(R6, R7)→R3→R4로 구성할 수 있는데, 그림에서는 (R6, R7)→(R3, R4)로 전송하는 예를 들었다. R6지역 대표자는 R3지역 대표자로, R7지역 대표자는 R4지역 대표자에게 송신자로부터 수신한 복제 패킷을 전송하고, R3, R4지역 대표자는 수신한 패킷을 지역 수신자들에게 IP 멀티캐스팅한다. 이렇게 함으로써 송신자와 혼잡구간을 경유하여 패킷을 수신할 필요 없이 최적의 경로를 통하여 패킷을 수신할 수 있으며, 멀티캐스트 그룹 전송률이 전체적으로 낮아지는 현상을 방지할 수 있다. 마지막으로 R3지역과 R4지역 수신자들은 손실률이 그룹가입 임계치 이하일 경우 다시 IP 멀티캐스트 최상위 그룹에 참가하여 패킷을 수신하도록 한다.

3.2 대표자의 전송경로 구성

각 대표자는 일정한 시간마다 송신자와 타 지역 대표자와 정보를 교환을 위하여 제어 패킷을 멀티캐스팅한다. 제어패킷에는 경로 설정 시 가장 중요한 비중을 차지하는 지연시간, 패킷 손실률, 대표자 주소, 예측 전송률의 항목이 포함되어 있다. 그림 4는 대표자간의 지연시간을 측정하여 나타낸 그림이며, 그림 5는 대표자 3이 오버레이 멀티캐스트 전송을 할 수 있는 대표자들의 전송 경로를 나타내었다.

그림 4에서 각 구간사이의 수치는 지연을 나타낸다. 그림 3에서 R2과 R3지역 사이에 혼잡 발생으로 대표자 3은 멀티캐스트 수신을 중지하고 최적의 경로에 있는 오버레이 멀티캐스트 전송을 위한 대표자를 선정해야 한다. 대표자 3이 선택할 수 있는 경로설정은 그림 5로 나타낼 수 있다. 그림 5에서 3→4→6, 7의 경우, 중간에 위치한 대표자 4는 가장 낮은 지연 값을 보이고 있지만 그림 3에서 대표자 3의 하위노드에 위치하고 있어 멀티캐스트 패킷을 수신하지 못한

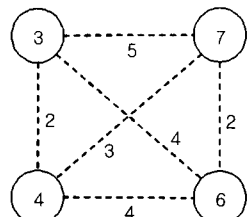


그림 4. 대표자간 지연

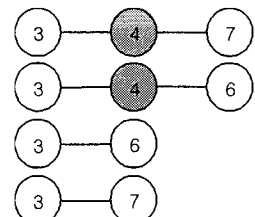


그림 5. 오버레이 전송 경로

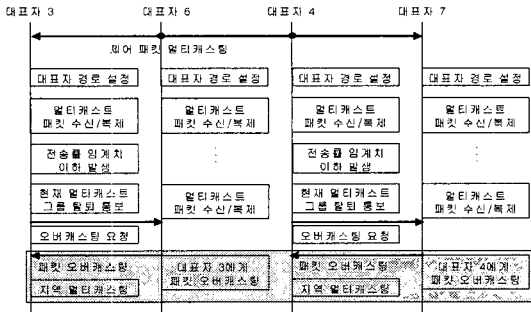


그림 6. 대표자간 동작

대표자로 판단할 수 있다. 따라서 대표자 3은 대표자 4를 제외한 대표자 6과 가장 최소의 지연을 가지게 되므로 대표자 6에게 오버레이 멀티캐스트 전송을 요청하여 패킷을 수신한다. 그림 6은 그림 5에서의 경로 설정 후 오버레이 멀티캐스트 전송을 위한 대표자간 동작을 나타내었다.

그림에서 대표자들간에 제어패킷교환을 통하여 최적의 경로를 설정하고, 멀티캐스트 패킷을 수신/복제한다. 대표자 3은 지역 혼잡으로 인하여 예측 전송률이 임계치 이하로 측정되어 현재 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴를 통보하고 대표자 6에게 오버레이 멀티캐스트 전송을 요청한다. 이때 R4지역의 대표자 4도 멀티캐스트 그룹에서 수신을 중지하고 대표자 7로부터의 전송을 대기한다. 오버레이 멀티캐스트 패킷을 수신한 대표자 3, 4는 지역 수신자들을 위하여 지역 멀티캐스팅한다. 그림 7은 그림 6에서의 대표자의 오버레이 멀티캐스팅 요청 알고리즘을 나타내었다.

```

if(Local_loss_rate >= Rate_Down)
    nRate = oRate -  $\alpha$ ;
else
    nRate = oRate +  $\alpha$ ;
if(nRate < Avg_group_rate){
    if(nRate <= THRESHOLD){
        Send_Adver_Drop_Message(MULTICAST);
        FHead_Req = OVERCAST;
        FHead_Address_oder = Node_list;
        FHead_Loss = Local_Loss_rate;
        ...
        Send_over_req_to(Node_list[Current]);
        Wait_over_proc();
    }
    else Send_feedback();
}
else Send_feedback();
* $\alpha$ : 패킷 손실률에 따른 적응 값
    
```

그림 7. 대표자의 오버레이 멀티캐스팅 요청 알고리즘

4. 실험

4.1 실험 환경

실험은 로컬 네트워크 환경에서 Visual C++ 6.0으로 알고리즘을 구현하여 수행하였다. 그림 8은 로컬 네트워크상에서 메시(mesh) 구조를 통한 IP 멀티캐스트 트리를 나타낸다. 실험에 이용된 시스템은 팬티엄4를 이용하여 라우터 및 종단 호스트 역할을 수행하도록 하였다. 그림에서 노드 R2, R3, R4, R6, R7에 있는 수신자(C)들 중 지역별로 한 수신자를 최초 멀티캐스트 그룹에 참가하게 하여 오버레이 멀티캐스팅을 위한 대표자로 선정하였다.

실험은 3개의 멀티캐스트 그룹을 구성하였으며, 본 논문에서의 전송률 변화 측정은 최대 전송률을 나타내는 최상위 그룹에서 측정하였다. 실험 중 300~600초에 R2에 혼잡을 부여하도록 설정하였다. 각 지역의 최대 전송률을 500kb/s로 제한하였다. 멀티캐스트 그룹 탈퇴 손실률은 10%, 그룹가입 임계치 손실률은 2%, 오버레이 멀티캐스트 전송을 위한 임계치는 그룹 전송률의 10%로 설정하였다.

4.2 실험 결과

그림 9, 10은 기존기법(SARLM)으로 실험한 측정 결과를 나타내었다. 300초~600초까지 혼잡을 부여하고 혼잡구간을 경유하는 R4지역과, 혼잡이 없는 R6지역에서의 전송률 변화를 측정하였다. 그림 9는 R3지역의 혼잡 발생으로 인하여 낮아진 R4지역의 전송률의 결과이다. 300초부터 혼잡으로 인한 전송률이 감소하여 혼잡 상태에 대응하고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 이 지역은 상위 노드에 위치한 R3의

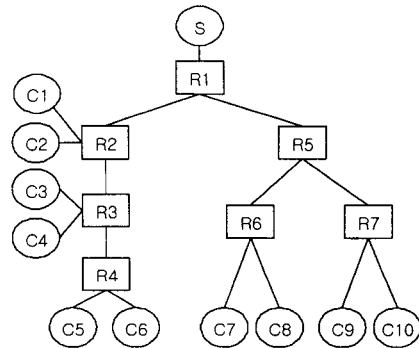


그림 8. 멀티캐스트 트리 구성

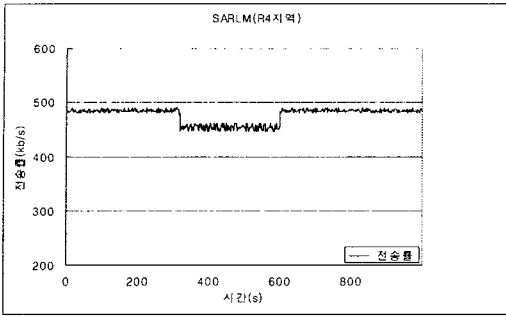


그림 9. SARLM기법으로 측정된 R4지역의 전송률

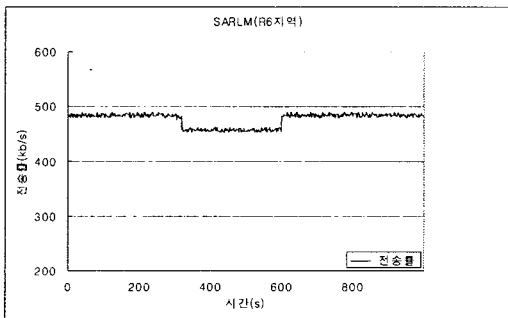


그림 10. SARLM기법으로 측정된 R6지역의 전송률

영향으로 인하여 가용 대역폭 낭비가 발생하는 것을 알 수 있다.

그림 10은 혼잡이 발생하지 않은 R6지역의 전송률을 나타내었다. 혼잡은 발생하지 않았지만 혼잡지역의 수신자들과 같은 그룹에 존재하기 때문에 같은 전송률의 데이터를 수신한다. 따라서 R6지역의 수신자도 혼잡지역의 수신자와 같은 전송률로 수신하고 있어 가용대역폭의 낭비가 발생하고 있다. 두 그림의 결과를 볼 때 혼잡상태에 있는 R3지역 수신자들은 패킷 손실률이 높아 전송률의 감소를 요구하고 있는 반면 R3지역의 하위 노드인 R4지역과 혼잡이 발생하지 않은 R6지역의 수신자들은 더 높은 전송률을 수신할 수 있는 가용 대역폭의 여유가 있다고 볼 수 있다.

그림 11, 12는 제안기법으로 측정된 결과를 나타내었다. 제안기법의 측정도 기존 기법의 설정과 동일하게 하였다. 그림 11는 제안기법에서의 R4지역의 전송률을 보여주고 있는데, 그림 9의 결과와 비교해보면 혼잡을 부여한 시간대의 전송률이 R3지역의 전송률의 영향을 받지 않고 비교적 안정적으로 수신하고 있음을 알 수 있다. 이는 혼잡을 부여한 300초부터

혼잡상태에 있는 R4지역의 수신자들은 송신자로부터 수신을 중지하고 혼잡이 없는 R6지역의 대표자로부터 전송된 패킷을 수신하도록 하였기 때문이다. 이렇게 함으로써 혼잡 지역을 우회하고 혼잡이 없는 R6지역 대표자로부터 직접 데이터를 수신할 수 있었기 때문이다.

그림 12는 혼잡이 발생하지 않는 R6지역의 전송률을 나타내었는데, 마찬가지로 그림 10과 비교해보면 혼잡지역의 수신자들과 상관없이 계속 안정적으로 패킷을 수신할 수 있었다. 따라서 R4지역의 수신자들은 혼잡 발생 시 R6지역 대표자로부터 전송된 패킷을 안정적으로 수신할 수 있었고, R6지역 수신자들도 송신자로부터 멀티캐스팅된 패킷을 안정적으로 수신할 수 있었다. 실험 결과, 그림 9, 10에서 발생하는 R4, R6지역 수신자들의 가용 대역폭의 낭비를 감소시켜 대역폭을 더 효율적으로 이용하였음을 알 수 있었다.

그림 13은 그림9~12에서 나타난 결과를 바탕으로 제안기법과 SARLM의 R4지역과 R6지역에서의 전송률 비교그림을 나타내었다.

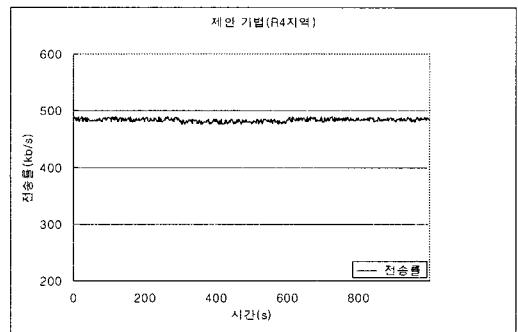


그림 11. 제안기법으로 측정된 R4지역의 전송률

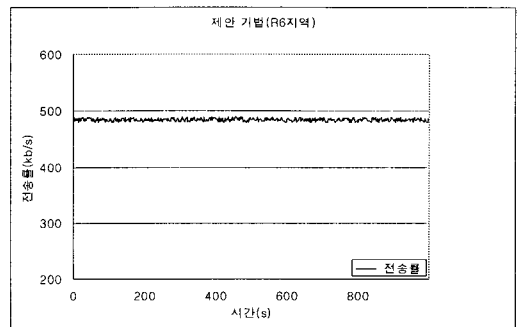


그림 12. 제안기법으로 측정된 R6지역의 전송률

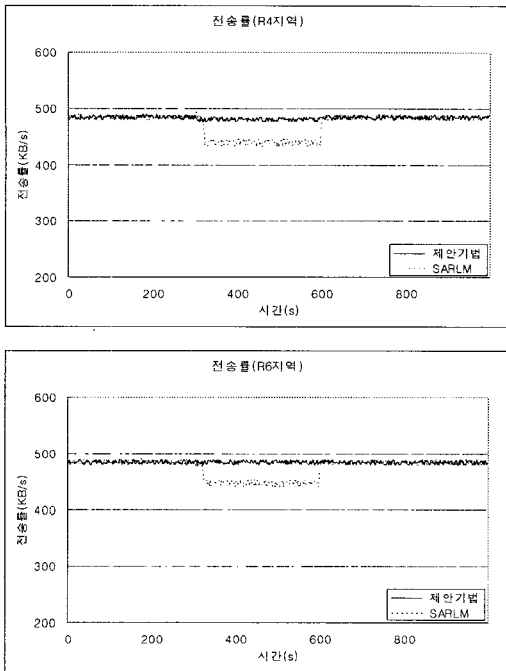


그림 13. 제안기법과 SARLM의 전송률 비교

5. 결 론

네트워크 혼잡상태에 동적적응과 종단간 수신자들에게 다양한 품질의 데이터를 전송할 수 있는 SARLM기법이 제안되었다. 이 기법에서는 하위 노드에 있는 수신자들로부터 피드백을 수렴하여 송신자에게 전송되는 피드백 수를 감소시키고, 혼잡상태 빠르게 적응하고자 하였다. 그러나 혼잡지역의 수신자들로 인하여 전송률이 전체 수신자에게 영향을 주어 해당 그룹의 전송률이 낮아져 혼잡이 없는 수신자들의 가용대역폭의 낭비가 발생하는 문제가 있다.

본 논문에서 제안하는 동적 멀티캐스트 기법에서는 각 지역별로 대표자를 선정하였다. 전송 방법에서도 IP 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트 전송 방법을 이용하였으며, 선정된 대표자는 지역 패킷 손실률과 다른 대표자간의 통신, 송신자로부터 전송된 멀티캐스트 패킷을 복제하는 역할을 수행하였고, 또한 복제된 패킷을 혼잡지역의 대표자에게 전송하기 위해 이용하였다. 혼잡이 발생하여 지역 전송률이 그룹 전송률 임계치 이하일 경우에는 전체 그룹의 전송률이 낮아지는 현상을 방지하기 위하여 최적의 경로에 있는 대표자에게 오버레이 멀티캐스팅을 요청하여 데

이터를 수신할 수 있도록 하였다. 실험으로 통한 결과를 볼 때 제안 기법이 기존 기법보다 혼잡발생시 가용 대역폭을 더 효율적으로 이용함을 알 수 있었다.

향후에는 오버레이 멀티캐스트에서 노드간 지연 시간을 줄이고 신뢰성 있는 멀티캐스트 방법에 대하여 연구할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] C. Lefelhocz, B. Lyles, and S. Schenker, "Congestion Control for Best-Effort Service: Why We Need a New Paradigm," *IEEE Network*, Vol. 10, No. 1, pp. 65-69, Feb. 1996.
- [2] Alaa Youseff, Hussien Abdel-Wahab, and Kurt Maly, "A Scalable and Robust Feedback Mechanism for Adaptive Multimedia Multicast Systems," *Proceedings of IFIP Conference on High Performance Networking(HPN'98)*, Vienna, Austria, pp. 127-133, Sep. 1998.
- [3] Ingo Busse, Bernd Deffner, and Henning Schulzrinne, "Dynamic QoS Control of Multimedia Application based on RTP," *Computer Communications*, pp. 71-76, Jan. 1996.
- [4] Qian Zhang, Q. Guo, Qiang Ni, Wenwu Zhu, and Ya-Qin Zhang, "Sender-Adaptive and Receiver-Driven Layered Multicast for Scalable Video Over the Internet," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Techn.*, Vol. 15, No. 4, pp. 482-495, 2005.
- [5] Arjan Duresi, Raj Jain, Vamsi Paruchuri, and Shantanu Bhardwaj, "Source Adaptive Network Driven Layered Multicast," *Invited submission to Computer Communications*, pp. 15, June 2003.
- [6] Q. Ni, Q. Zhang, and W. Zhu, "SARLM : Sender-adaptive & Receiver-driven Layered Multicasting for Scalable video," *IEEE International Conference on Multimedia and Expo(ICME'01)*, pp. 193, Aug. 2001.
- [7] Quji Guo, Qian Zhang, Wenwu Zhu, and Ya-Qin Zhang, "A Sender-Adaptive & Receiver-Driven Layered Multicast Scheme for

Video over Internet," *IEEE Trans. Circuits Syst.* pp. 141-144, 2001.

- [8] McCanne, S., Jacobson, V., and Vetterli, M., "Receiver-driven Layered Multicast," *ACM SIGCOM'96*, pp. 117-130, Aug. 1996.
- [9] Dante De Lucia and Katia Obraczka, "A Multicast Congestion Control Mechanism Using Representatives," *Computer Science Department, University of Southern California, Technical Report*, pp. 97-651, May 1997.
- [10] 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, Oct. 2000.
- [11] S. Birrer et al., "Resilient Multicasting using Overlays," *In Proceedings of ACM SIGMETRICS, San Diego, CA*, pp. 102, Jun 2003.



구 명 모

1998년 진주산업대학교(학사)
2001년 경상대학교 컴퓨터과학과
(석사)
2006년 경상대학교 컴퓨터과학과
(박사)
관심분야 : 멀티미디어 통신, 컴퓨터 네트워크



김 상 복

1989년 중앙대학교 전자공학과
(박사)
현재 경상대학교 컴퓨터과학과
교수, 경상대학교 컴퓨터
정보통신연구소 연구원
관심분야 : 유무선 통신, 한국어 정보
처리, 컴퓨터프로그래밍