

멀티캐스트 환경에서의 안정적 전송률 유지를 위한 지역대표자 기법

장종우[†], 구명모^{**}, 김상복^{***}

요 약

멀티캐스트를 이용한 멀티미디어 응용에서는 다수의 수신자들로부터 피드백을 수신할 경우 폭주로 인한 혼잡이 발생하여 전송률이 낮아지는 문제가 발생한다. 이를 위해 계층적 대표자 기법이 제안되었다. 그러나 수신자 전체를 고려한 전송률 조절로 인하여 혼잡이 없는 지역의 전송률도 같이 낮아지는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 지역대표자를 두었다. 지역대표자는 해당 그룹의 전송률이 최소 유지임계치 미만일 경우, 혼잡 수신자를 전송률 계산에서 제외시켜 다시 계산한다. 이렇게 함으로써 혼잡이 발생하지 않는 지역의 전송률이 같이 낮아지는 문제를 개선하였다. 실험을 통한 결과를 볼 때 기존의 기법보다 더 안정적인 전송률로 조절됨을 보였다.

A Local Representative Method for Maintaining a Stable Transmission Rate in Multicasting

Jong-Woo Jang[†], Myung-Mo Koo^{**}, Sang-Bok Kim^{***}

ABSTRACT

In the case of receiving feedbacks from many receivers in the multimedia application using multicasting, the traffic congestion caused by heavy traffic results in the problem of transmission rate decrease. In solving of this, the local representative method is adopted. However, the control of transmission rate in consideration of all receivers caused uncongested local transmission rate to get slower. In this paper, there is a local representative in solving of this problem. When the transmission rate of a group is less than minimum support threshold, the local representative recounts the transmission rate without congested receivers. Therefore, The local representative method has improved the problem that the transmission rate of uncongested local decreases. The result of this paper shows that this method provides stable transmission rate rather than those of existing methods.

Key words: Multicast(멀티캐스트), Representative(대표자), Congestion Control(혼잡제어)

1. 서 론

네트워크 대역폭 증가와 서비스의 발달로 특정 다수를 대상으로 하는 그룹통신 기법인 멀티캐스트의 필요성이 증가되고 있다. 멀티캐스트(multicast) 전

송은 UDP(User Datagram Protocol)를 기반으로 Best-Effort 서비스에 의해 수행되기 때문에 다수의 수신자에 대해 전송은 효율적이나, 혼잡제어 또는 오류, 신뢰성 보장 등에 대해서는 문제점을 가지고 있다[1,2].

※ 교신저자(Corresponding Author) : 김상복, 주소: 경남 진주시 가좌동 900(660-701), 전화: 055)751-5994, E-mail : ksb5994@hanmail.net

접수일 : 2005년 1월 5일, 완료일 : 2005년 5월 11일

[†] 정회원, 경상대학교 컴퓨터과학과 석사수료

(E-mail : x2xnx2x@naver.com)

^{**} 정회원, 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사과정

(E-mail : kmm6378@hanmail.net)

^{***} 정회원, 경상대학교 컴퓨터과학과 교수, 경상대학교 컴퓨터정보통신연구소 연구원

멀티미디어 멀티캐스트의 경우 상대적으로 높은 대역폭과 긴 지속 시간을 요구하기 때문에 링크의 대역폭에 초과하는 패킷이 네트워크에 대량으로 유입되어 데이터가 전송되지 못하고 패킷이 손실되는 현상이 발생한다. 이런 상태를 혼잡상태라고 하는데 송신자는 혼잡을 제어하기 위해서는 네트워크 상태에 따라 전송률을 조절해야 한다. 송신자가 전송률을 조절하기 위해서는 모든 수신자로부터 피드백을 받아 분석하여 전송률을 조절해야 한다[3,6]. 수신자의 가용대역폭과 네트워크 상태에 맞는 전송률로 전송하기 위해서 모든 수신자로부터 피드백을 수신 받게 되는데, 이때 수신자로부터 전송되어지는 패킷의 집중화로 폭주현상이 발생하여 그룹 네트워크 전송률이 급격하게 낮아지게 된다.

멀티캐스트는 피드백을 수신하여 혼잡제어를 수행하는 방법을 많이 이용한다. 그러나 멀티캐스트 전송은 일대일의 전송형태가 아니라 일대다 또는 다대다의 전송형태를 이용하기 때문에 모든 수신자가 송신자에게 피드백을 전송할 경우 앞서 언급한 바와 같은 피드백 폭주 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 기법들에는 송신자적응 기법과 대표자 기법이 있다[4,7,8].

그러나 피드백 폭주로 인한 혼잡을 방지하고 혼잡 상태에 대한 전송률을 조절하기 위해 피드백을 받아 혼잡제어를 수행하였지만 대표자의 피드백 수렴 또는 직접전달로 인하여 전체 수신자들의 전송률이 낮아지는 문제점이 있다. 즉, 혼잡지역의 수신자로 인하여 혼잡이 발생하지 않은 지역 수신자들의 전송률도 같이 낮아져 대역폭의 낭비가 발생하거나 지속적으로 안정적인 전송률로 전송하지 못하는 문제가 발생한다.

본 논문에서는 이러한 문제를 개선하기 위하여 지역대표자 기법을 제안한다. 이 기법에서는 피드백의 폭주로 인한 혼잡을 방지하기 위하여 지역 수신자들 중 한 수신자를 선택하여 대표자로 선정한다. 선정된 대표자는 각 지역에 맞는 전송률을 계산하고 송신자로 피드백 한다. 여기서 혼잡지역의 대표자가 어떠한 처리도 없이 피드백 할 경우, 어떤 지역에서 혼잡이 발생했을 때 이 지역 수신자들의 전송률이 전체 수신자에게 영향을 줄 수 있다. 그래서 대표자는 전송률이 임계치 미만일 경우 손실률이 혼잡구간에 포함된 수신자를 제외하여 다시 전송률을 계산함으로써 혼잡이 발생하지 않은 지역의 수신자들에게 직접적으

로 영향을 주지 않음으로써 전송률이 급격하게 낮아지는 현상을 개선하고자 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구에 대하여 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 지역 대표자 기법에 대하여 기술한다. 4장에서는 실험결과를 분석하고, 5장에서는 결론으로 맺는다.

2. 관련연구

2.1 Sender-Adaptive & Receiver-driven Layered Multicast

송신자적응 기법에서는 수신자들의 대역폭에 알맞게 전송률을 계산하여 효율적으로 패킷을 수신할 수 있도록 멀티미디어 데이터를 계층적으로 인코딩하여 멀티캐스팅 한다[4,9,10]. 송신자는 각 수신자들의 대역폭에 맞는 전송률로 조절하기 위해서 모든 수신자들로부터 피드백을 수렴하고, 분석하여 전송률을 결정한다.

그림 1은 SARLM(Sender-Adaptive & Receiver-driven Layered Multicast) 전송에 대하여 나타내고 있다. 그림에서 송신자는 각 수신자들의 대역폭에 맞는 전송률을 계산하고 계층적 코딩기법에 의해 인코딩되어진 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.

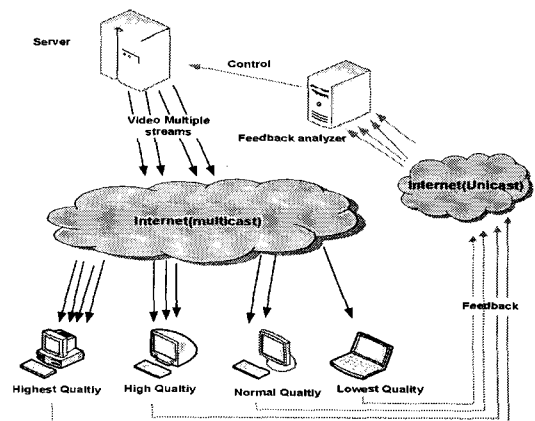


그림 1. Sender-Adaptive & Receiver-driven Layered Multicast 구조

이러한 기법은 수신자들이 유니캐스트(unicast) 프로토콜을 이용하기 때문에 피드백이 집중되는 트리의 루트에는 피드백 폭주로 인하여 혼잡이 발생하고 그로 인해 올바르게 피드백 할 수 없으며 피드백 정보가 손실되어 혼잡제어를 어렵게 함으로써 혼잡을 가중시킨다. 그리고 혼잡상태의 수신자 정보가 그대로 피드백 되어 모든 수신자의 전송률에 영향을 준다.

2.2 대표자(Representative)기반 기법

대표자기반 기법은 피드백 폭주로 인한 혼잡을 해결하기 위하여 각 서브트리에 있는 수신자들 중 한 수신자를 선택하여 대표자로 선정한다[5]. 이때 선정된 대표자는 하위 노드에 있는 수신자들로부터 피드백을 수렴하여 송신자에게 전송되는 피드백 수를 감소시켜 전송하는 역할을 수행한다. 또한 각 서브트리에서 혼잡이 발생할 때 수신자들 중 하나의 수신자를 대표자로 선정하여 지역의 전송률과 손실률을 피드백 한다. 이때 대표자는 혼잡상태에 있는 각 서브트리의 수신자들의 상태를 병합하기 때문에 각 지역의 네트워크 상태를 정확하게 반영하지 못하게 된다. 이 기법에서도 혼잡구간에 있는 수신자들의 전송률 제어로 인하여 혼잡이 발생하지 않는 지역 수신자들의 계층에도 같이 전송률이 낮아지는 문제가 발생한다. 그림 2는 대표자기반 전송기법을 보여주고 있다.

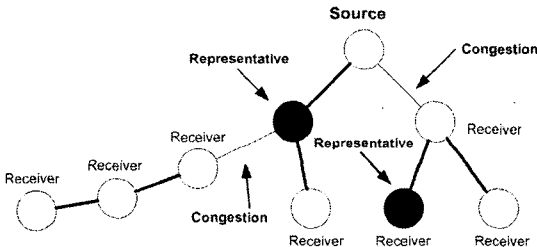


그림 2. 대표자기반 구조

3. 지역대표자 전송률 제어

본 논문에서 제안하는 지역대표자기법에서는 피드백 폭주를 방지하고 각 지역의 네트워크 상태에 맞는 전송률을 보다 효율적으로 계산하기 위하여 지역별로 대표자를 선정한다. 선정된 대표자는 피드백 수렴과 지역 네트워크 상태를 파악하여 적절한 전송

률을 요청하도록 하였다. 그림 3은 지역대표자 구조를 나타내고 있다. 수신자들이 지역에서 대표자에게 피드백을 전송하고 대표자는 피드백을 수렴하여 송신자에게 피드백 하는 모습을 보여주고 있다. 그림과 같이 본 논문에서는 계층적으로 피드백을 수렴하여 전송하는 방식이 아니라 정확한 지역의 정보를 피드백하기 위해서 대표자가 직접 송신자로 전송하도록 하였다.

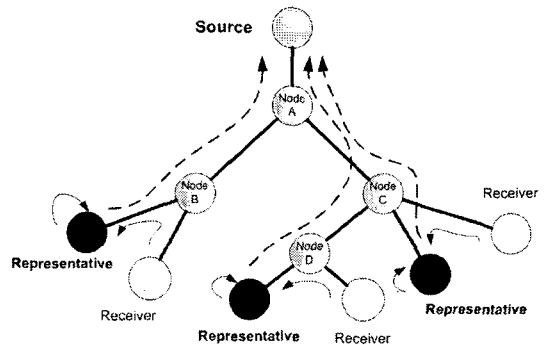


그림 3. 지역대표자 구조

3.1 대표자 선정 및 유지

본 논문에서는 대표자 선정을 수신자들의 피드백 정보를 이용하여 수신자 목록을 작성하고 대표자를 관리하도록 하였다. 그림 4는 최초 수신자가 멀티캐스트 그룹에 참가하여 대표자 혹은 일반 수신자가 되는 것을 나타내고 있다. 대표자 선정은 같은 네트워크상에 존재하는 지역 수신자들 중 제일 먼저 그룹에 참가하는 수신자가 대표자가 된다. 이후 계속 참가하는 수신자는 대표자 확인 메시지를 통하여 대표자를 확인할 수 있다.

그림 5는 대표자가 처리하는 기능을 간략히 나타

```

bMessage=RequestMessage()
If(bMessage=RECEIVED) {
    bRepresentative=FALSE
} else {
    bRepresentative=TRUE
}
    
```

그림 4. 대표자/일반수신자 결정

```

FeedbackAnalysis&Send()
ReceiverListAddRemove()
AdjustReceiverOrder()
If(bChangeRepresentative()) {
    RepresentativeMessage()
} else {
    NotifyChangeRepresentativeMessage()
}
    
```

그림 5. 대표자의 처리

내고 있다. 대표자는 피드백을 분석하고 수신자들의 성능에 따라서 새로운 대표자를 변경한다. 그러나 잘못된 대표자 변경은 오히려 네트워크 혼잡을 가중시킴으로써 대표자를 변경해야만 하는 요소가 발생할 경우를 제외하고 변경되지 않는다. 그리고 수신자 목록은 수신자의 피드백을 수신함으로써 수신자를 파악하기 때문에 추가 및 삭제를 수행하여 별도의 메시지를 필요하지 않는다.

대표자의 변경은 대표자의 멀티캐스트 그룹탈퇴, 성능저하로 인한 변경, 일시소멸 등의 해당 사유가 될 때 발생한다. 멀티캐스트 그룹탈퇴나 성능저하로 인해 대표자의 변경은 기존의 대표자가 수신자 목록에서 우선순위가 높은 수신자에게 대표자 위임 메시지를 통보하고 확인 메시지를 수신하면 변경된 대표자 정보를 멀티캐스팅하고 종료한다. 그러나 일시 소멸과 같은 상황에서는 대표자가 그러한 역할을 수행하지 못하기 때문에 대표자가 주기적으로 멀티캐스팅하는 정보가 없을 경우 리스트 우선순위에 따라 자동적으로 대표자를 선정한다. 대표자의 소멸은 지역네트워크에서 더 이상의 수신자가 존재하지 않을 경우 발생한다.

3.2 전송률 제어

본 논문에서는 수신자들의 손실률에 따라 UNLOAD, LOADED, CONGESTED 상태로 구분한다. UNLOAD는 손실률이 거의 없는 상태를 나타내며 가용 대역폭의 여분이 있는 상태이기 때문에 전송률 증가를 요청할 수 있는 상태를 나타내고, LOADED는 손실률이 선형적으로 증가 상태에 있는 경우로써 현재의 전송률이 가용 대역폭과 거의 같은 상태이고, CONGESTED는 현재 혼잡상태이거나 혼잡상태로

적면할 수 있는 상태로 볼 수 있으며, 전송률의 감소를 요청해야 하는 상태를 나타낸다. 대표자는 각 상태에 맞는 전송률을 계산하고, 지역 상태에 맞는 알고리즘을 적용하여 가장 알맞은 전송률을 찾아낸다.

그림 6은 대표자가 전송률 제어를 수행하는 흐름도를 나타내고 있다. 그림에서 대표자는 수신자들로부터 피드백 수신을 받아 손실률에 따라 처리하는 모습을 보여주고 있다. UNLOADED상태는 무부하 상태를 나타내며 전송률의 선형적인 증가를 요청하고, 부하상태인 LOADED 상태일 때는 현재의 전송률을 유지할 수 있도록 하는 전송률을 요청한다. 그러나 혼잡을 나타내는 CONGESTED 상태의 경우에는 가용 대역폭이 부족하기 때문에 손실률이 증가하고 따라서 전송률 감소를 요구한다. 이로 인하여 전체 전송률이 저하되어 혼잡이 발생하지 않는 다른 지역의 수신자들에게 영향을 줄 수 있다.

따라서 대표자는 전체 전송률과 비교하여 혼잡상태에 있는 수신자들을 제외하고 다시 전송률을 계산한다. 이때 전송률을 임계치(Threshold_Rate)와 비교하게 되는데 임계치는 해당 레이어 전송률의 최소 유지값을 가진다. 이렇게 함으로써 혼잡한 지역의 수신자 손실률로 인하여 그룹의 전송률이 저하됨을 막고 더욱 안정적인 전송률을 유지할 수 있다.

수신자는 대표자들로부터 전송되어진 피드백을 수령하여 최종 전송률을 계산하고 각 레이어별로 전송률을 조정하여 멀티캐스팅 하게 된다. 그림 7은 혼잡도에 따른 처리 과정을 나타낸 것이다.

제안된 기법은 기존의 기법과 비교하여 피드백을

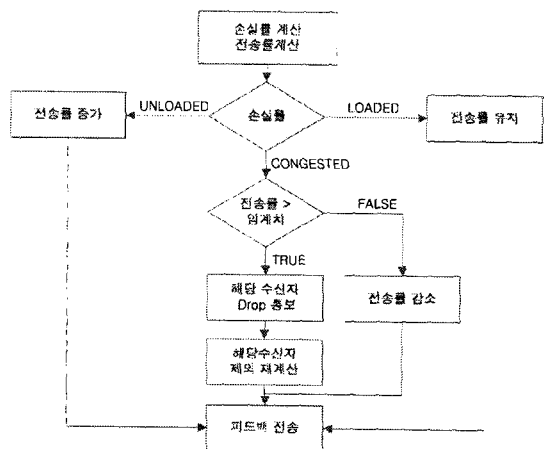


그림 6. 전송률 제어 흐름도

<pre> LoseRateVal=LocalLoseRateGet(Sum(RcvL)) TransRateVal=LocalTransRateGet(Sum(RcvR)) if(LoseRateVal = UNLOADED) { RequestRate = LocalAverageTransRate + α RequestConst = INCREMENT } else if(LoseRateVal = LOADED) { RequestRate = LocalAverageTransRate RequestConst = KEEP } else if(LoseRateVal = CONGESTED) { CongestionLoseRateFilter() } FeedBack(RequestRate , RequestConst) </pre>	<pre> CongestionLoseRateFilter() { if(TransRateVal < Threshold_Rate) { CongestionRcvDrop(TotalRcv) RequestRate=LocalAverageTransRate } else { RequestRate = LocalAverageTransRate - α } RequestConst = DECREMENT } </pre>
---	--

그림 7. 전송률 제어

수렴하는 부분은 비슷하다고 할 수 있으나 기존 기법과는 차이가 있다. 기존 기법에서는 하위로부터 수렴되어진 피드백과 대표자와 같은 위치에 있는 피드백을 수렴하는 다른 알고리즘에 의한 처리를 수행하는데 반해, 제안된 기법에서는 지역수신자의 피드백만을 수렴하며 그룹의 손실률 허용 임계치를 기준으로 처리한다. 알고리즘의 복잡도 측면에서 보면 거의 비슷하다고 볼 수 있다.

4. 실험

4.1 실험환경

로컬네트워크 환경에서 Visual C++ 6.0으로 알고리즘을 작성하여 실험을 수행하였다.

그림 8은 실험 환경을 나타내고 있다. 실험에 이용

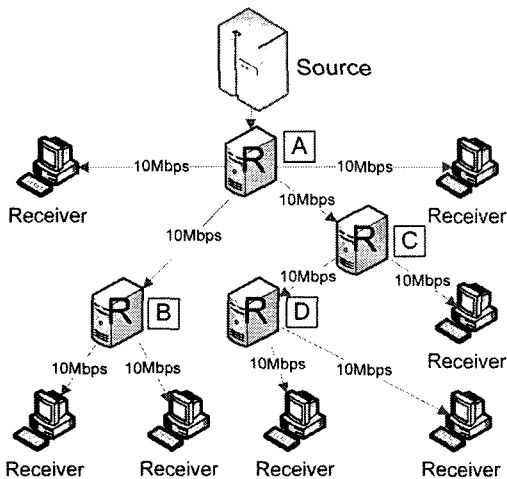


그림 8. 실험환경 구성

된 시스템은 송신자 역할을 수행하는 XEON3.06 1대, 수신자용 PC 7대, 라우터 기능을 수행하는 PC 4대를 이용하여 실험 환경을 구성하였다. 전체 레이아웃 수는 3개, 전송 증감률은 3%, 최상위 레이어의 전송률은 200KB/s, 레이어의 처리에 있어서 임계치는 손실률 10%로 설정하였다. 실험을 위하여 A-B구간과 C-D구간의 전송률을 측정하여 기존 대표자 기법과 제안기법의 성능을 비교하였다. C-D구간에 혼잡을 유발하기 위해 실험에 참여하지 않는 일반 수신자를 참여시켜 일정시간 동안 혼잡이 유발될 수 있도록 트래픽을 증가시키는 방법을 이용하였다. 측정은 최상위 레이어의 전송률을 비교로 이루어졌다.

4.2 실험 결과

그림 9와 그림 10은 기존의 대표자 기법에서 전송률과 손실률을 나타내고 있다. 먼저 그림 9의 경우 B지역에는 손실률이 거의 발생하지 않음에도 최상위 레이어의 전송률이 떨어졌다. 이것은 가용대역폭이 여유가 있음에도 불구하고 D지역의 손실률이 높

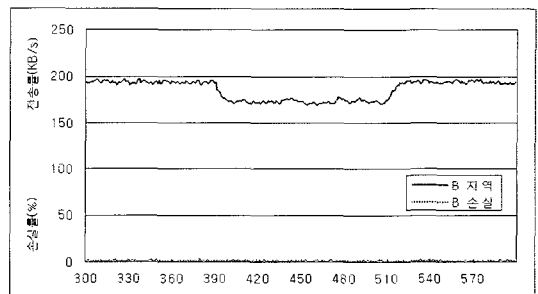


그림 9. 기존 대표자기법의 B지역 전송률과 손실률

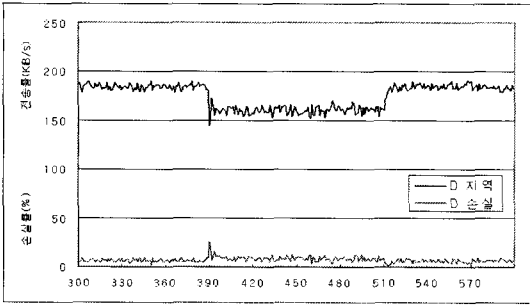


그림 10. 기존 대표자기법의 D지역 전송률과 손실률

은 수신자로 인하여 전체 전송률이 감소하였기 때문에 B지역의 전송률 저하가 일어나는 문제이다. 그림 10은 혼잡지역(D)에서 측정된 결과이다. 그림에서와 같이 390초 때에 손실률이 급격히 증가하여 최상위 레이어의 전송률이 저하됨을 볼 수 있다. 이러한 현상은 다른 안정지역 수신자들의 전송률을 저하시킨다.

그림 11과 그림 12의 경우 제안된 기법의 전송률

과 손실률을 나타내고 있다. 그림 11의 경우 B지역의 전송률과 손실률을 보여준다. 390초 때에는 전송률이 그림 9와 비교해 볼때 손실률이 급격히 증가된 수신자를 제외하고 전송률을 재계산함으로써 다른 안정상태의 수신자들이 전송률을 유지할 수 있었다. 그림 12는 D지역, 즉 혼잡상태의 지역을 나타낸 것이다. 그래프에서 나타난 것과 같이 전송률이 전체 최상위 레이어의 전송률과 비교해볼 때 혼잡구간의 손실률이 임계치를 초과하였기 때문에 전송률이 레이어 최소유지임계치 미만으로 낮아지는 현상이 발생한다. 그래서 해당 수신자를 드롭(drop) 함으로써 최상위 레이어를 수신 받지 못하지만 최상위 그룹의 전체적인 전송률 저하를 막을 수 있었다. 여기서 유의할 점은 해당 수신자의 최상위 그룹을 드롭하는 것으로 다른 안정상태에 있는 수신자들의 전체적인 전송률을 안정적으로 유지할 수 있도록 하는 것이다.

그림 13은 혼잡이 발생하지 않은 지역에 있는 수신자가 최상위 레이어의 전송률을 측정된 결과로써 391초부터 519초 구간의 결과를 볼때, 기존의 대표자기법 기법에서는 혼잡 수신자들의 전송률이 반영되어 전체적인 전송률이 감소하는 결과를 나타내었다. 반면 제안 기법에서는 혼잡 수신자들이 전송률이 낮아질 경우 혼잡 구간에 있는 수신자들의 전송률을 선택적으로 반영함으로써 전송률 감소가 많이 발생하지 않고 비교적 안정적인 전송률로 전송되고 있는 것을 알 수 있다.

5. 결 론

네트워크 혼잡을 제어하기 위해서 송신자적응 기법과 대표자 기법이 제안되었다. 송신자적응 기법은 모든 피드백을 수신하기 때문에 폭주가 발생하기 쉽고, 대표자 기법은 피드백 폭주문제 해결하였지만, 혼잡 구간의 전송률이 전체 수신자에게 영향을 주어 해당 레이어의 전송률이 낮아지는 문제가 있다.

본 논문에서 제안하는 지역대표자기법은 각 지역 별로 대표자를 선정하고, 지역대표자는 지역 네트워크 상태에 맞는 최적의 전송률을 계산하여 피드백을 전송한다. 전송률 계산시 전송률이 임계치 이하일 경우에는 해당 수신자를 제외시켜 재계산함으로써 혼잡하지 않는 수신자들의 전송률이 낮아지는 현상을 개선할 수 있었다. 향후에는 확장된 네트워크상에서

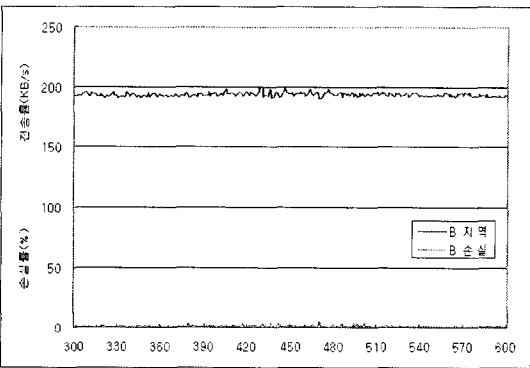


그림 11. 제안기법 B지역의 전송률과 손실률

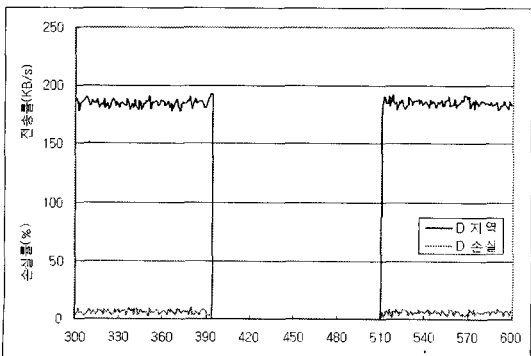


그림 12. 제안기법 D지역의 전송률과 손실률

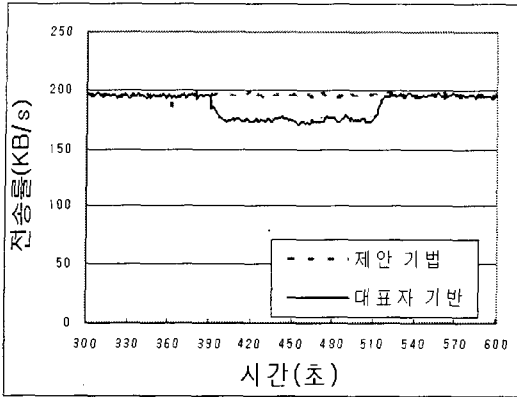


그림 13. 송신자의 최상위 레이어 전송률 및 손실률 비교

도 안정적인 전송률을 보장할 수 있도록 개선하고자 한다.

참고 문헌

[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] Jitendra Padhye, Jim Kurose, Don Towsley, and Rajeev Koodli, "A TCP-Friendly Rate Adjustment Protocol for Continuous Media Flows over Best Effort Networks," *Measurement and Modeling of Computer Systems*, 1999.

[3] 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.

[4] Q. Ni, Q. Zhang, and W.Zhu, "SARLM : Sender-adaptive & Receiver-driven Layered Multicasting for Scalable video," *IEEE International Conference on Multimedia and*

시간(sec)	대표자기반 기법		제안 기법	
	전송(KB/s)	손실률(%)	전송(KB/s)	손실률(%)
300	194	5	195	5
330	195	3	193	4
360	196	4	196	3
390	191	6	196	4
420	173	7	194	3
450	174	4	196	3
480	177	5	197	5
510	175	3	197	4
540	193	5	195	3
570	196	4	196	6
600	195	5	196	5

Expo (ICME'01), Aug. 2001.

[5] Quji Guo, Qian Zhang, Wenwu Zhu, and Ya-Qin Zhang "A Sender-Adaptive & Receiver-Driven Layered Multicast Scheme for Video over Internet," *IEEE*, 2001.

[6] Ingo Busse, Bernd Deffner and Henning Schulzrinne, "Dynamic QoS Control of Multimedia Application based on RTP," *Computer Communications*, pp. 71-76, Jan. 1996.

[7] Dante De Lucia and Katia Obraczka, "A Multicast Congestion Control Mechanism Using Representatives," *Computer Science Department, University of Southern California*, Technical Report 97-651, May 1997.

[8] Q. Zhang, Q. Guo, Q. Ni, and W.Zhu. "Sender-adaptive and Receiver-driven Layered Multicasting for Scalable Video over the Internet," *submitted to IEEE trans. on Multimedia special issue on streaming media*, 2002.

[9] McCanne, S., Jacobson, V., and Vetterli, M., "Receiver-driven Layered Multicast," *ACM SIGCOM'96*, pp. 117-130, August 1996.

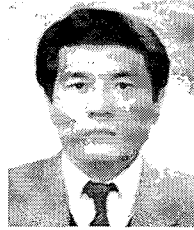
[10] Shantanu Bharrdwaj and Raj Jain, "Source Adaptive Receiver Driven Layered Multicast Video," *M.S. thesis, The Ohio State University*, 2002.



장 종 우

2003년 진주산업대학교 컴퓨터
공학파(학사)
2005년 경상대학교 컴퓨터과학
과 석사수료

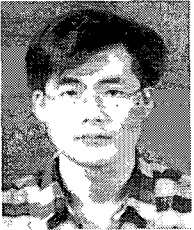
관심분야 : 무선네트워크, 유비쿼터스, 멀티미디어통신



김 상 복

1989년 중앙대학교 전자공학박사
현재 경상대학교 컴퓨터학과
교수, 경상대학교 컴퓨터정
보통신연구소 연구원

관심분야 : 멀티미디어통신, 한국어정보처리, 컴퓨터프
로그래밍



구 명 모

1998년 진주산업대학교 전자계
산학과 졸업
2001년 경상대학교 컴퓨터과학
과 대학원(석사)
2002년~현재 경상대학교 컴퓨터
과학과 박사수료

관심분야 : 멀티미디어통신, 컴퓨터 네트워크, 정보보안