

공정성 기반의 세션간 공유 대역폭의 효율적 분배 기법

황길홍[†], 구명모^{**}, 김상복^{***}

요 약

세션간 공유 대역폭의 공정성을 위한 연구로 LVMPD(Layered Video Multicast with Priority Dropping)가 있다. 이 기법은 어느 한 세션에서 혼잡 발생 시 공정성에 의해 혼잡이 없는 다른 세션의 최상위 레이어도 같이 드롭된다. 따라서, 혼잡이 없는 세션은 여분의 대역폭이 있음에도 불구하고 대역폭을 효율적으로 사용하지 못한다. 본 논문에서는 공정성에 의해 발생하는 여분의 대역폭을 효율적으로 사용하기 위한 분배 기법을 제안한다. 제안 기법에서는 현재 수신자가 수신하는 최상위 레이어와 요구하는 상위 레이어를 고려하였다. 송신자는 수신자가 혼잡상태 일 때 패킷 제거 우선순위를 부여하고, 혼잡이 없는 세션의 수신자가 상위 레이어를 요구 시 레이어 추가/드롭 플래그에 값을 부여한다. 스위치는 패킷 제거 우선순위가 부여된 패킷을 제거하고, 혼잡이 없는 세션을 위해 레이어 추가/드롭 플래그가 부여된 패킷을 전송한다. 따라서, 혼잡이 없는 세션의 수신자들이 상위 레이어를 추가할 수 있도록 하였다. 실험결과, 제안 기법이 기존 기법보다 세션간 공유 대역폭을 효율적으로 사용함을 알 수 있었다.

An Efficient Distribution Method of Inter-Session Shared Bandwidth Based on Fairness

Kil-Hong Hwang[†], Myung-Mo Ku^{**}, Sang-Bok Kim^{***}

ABSTRACT

It is a study LVMPD to solve the fairness problem of inter-session shared bandwidth. Whenever congestion occurs in one session, the highest layer is dropped. Also the highest layer of other sessions in non-congestion is dropped by inter-session fairness. While there is spare bandwidth, receivers of session in non-congestion can't use bandwidth efficiently. In this paper, we proposed a distribution method to use efficiently spare bandwidth that occurred by inter-session fairness. In our method, we considered the highest layer those receivers receiving and the higher layer those receivers requesting. The sender assigns the packet-deleting priority to packets when congestion occurs in receivers, and sets layer add/drop flag when receivers of session in non-congestion request the higher layer. The switch deletes packets with packet-deleting priority and transfers packets with layer add/drop flag for session in non-congestion. Therefore receivers of session in non-congestion can add the higher layer. In experimental results, it was known that proposed algorithm use the inter-session shared bandwidth more effectively compared with already known method.

Key words: Multicast(멀티캐스트), Inter-Session(세션간), Session(세션), Fairness(공정성), Shared Bandwidth(공유 대역폭), Distribution(분배), Layer(레이어), Priority(우선순위)

* 교신저자(Corresponding Author): 김상복, 주소:경남 진주시 가좌동 900번지(660-701), 전화:055)751-5994, E-mail: sbkim@nongae.gsnu.ac.kr

접수일: 2003년 9월 9일, 완료일: 2003년 9월 11일

[†] 정회원, 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과 석사과정

(E-mail: hwangkh666@hanmail.net)

^{**} 정회원, 경상대학교 컴퓨터과학과

(E-mail: krm6378@hanmail.net)

^{***} 정회원, 경상대학교 컴퓨터과학과 교수

1. 서 론

대규모 네트워크의 급속한 발달과 보급으로 인하여 대용량의 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 요구하는 응용 프로그램들이 많이 등장하고 있다. 그러나 실시간 멀티미디어 데이터 전송은 사용자들의 컴퓨터 성능과 네트워크 상태에 따라 많은 차이가 있고 제한된 대역폭으로 인해 다양한 사용자들의 요구를 만족시켜주지 못하고 있다[1-3]. 이런 문제를 해결하기 위해 실시간 멀티미디어 전송에서 세션간 공유 대역폭을 공정하게 사용하기 위해 많은 연구들이 진행되고 있다.

Layer-based Congestion Sensitivity 기법은 기존의 레이어 기반의 기법의 join-timer를 수정하여 각 레이어 마다 서로 다른 혼잡도를 부여하였다. 이 기법은 혼잡에 민감한 최상위 레이어를 빨리 드롭하여 베이스 레이어가 쉽게 레이어를 추가할 수 있도록 함으로써 세션간 공유 대역폭을 공정하게 사용하도록 하였다. 그러나, 세션간 공유대역폭을 공정하게 사용하는데 까지 걸리는 수렴 시간이 길고 잦은 레이어 추가로 인한 전송률의 불안정한 상태가 발생한다.[8]

LVMPD에서는 공정성 수렴시간을 줄이고 전송률의 불안정한 문제를 개선하기 위해 송신자는 수신자들이 수신하는 레이어마다 우선순위(priority)를 부여하여 전송한다[4]. 그리고, 스위치에 큐(queue)를 두어 새로운 패킷(packet)이 도착할 때마다 각 레이어별 패킷의 개수를 확인하여 도착한 패킷의 개수가 스위치 내에 있는 큐의 크기를 초과할 때 우선순위가 가장 낮은 레이어의 패킷을 제거한다. 즉, 최상위 레이어를 수신하는 수신자들의 레이어를 드롭하여 베이스 레이어를 수신하는 수신자들이 쉽게 레이어 추가를 할 수 있게 함으로써 세션간 공유 대역폭의 공정성을 유지하도록 연구하였다. 그러나 이 알고리즘에서는 각 세션의 레이어가 동일한 우선순위를 가지기 때문에 혼잡이 발생할 경우 혼잡이 발생하지 않은 세션의 최상위 레이어도 같이 드롭된다. 따라서, 혼잡이 없는 세션의 측면에서 볼 때 여분의 대역폭이 있음에도 불구하고 혼잡이 발생한 세션의 최상위 레이어와 같이 드롭되어 공유 대역폭을 효율적으로 사용하지 못한다.

본 논문에서는 변화하는 각 세션내 수신자 상태를

고려하여 공정성을 기반으로 한 세션간 공유 대역폭의 효율적 분배 기법을 제안한다. 제안 기법에서 송신자는 각 세션에 있는 수신자들의 피드백 정보를 통해 수신자들이 현재 수신하고 있는 최상위 레이어와 수신자들이 요구하는 상위 레이어를 고려한다. 송신자는 세션내 수신자들이 혼잡상태 일 때 패킷 제거 우선순위를 부여하여 전송하고, 혼잡이 없는 세션의 수신자들이 최상위 레이어를 요구 시 레이어 추가/드롭 플래그에 값을 부여하여 전송한다. 스위치는 송신자가 전송한 패킷이 도착할 때 마다 패킷 제거 우선순위가 부여된 패킷을 바로 제거한다. 스위치에서는 패킷 제거 우선순위가 부여된 패킷의 제거와 더불어 상위 레이어로 전송되는 패킷을 같이 제거한다. 두 세션이 공유대역폭을 공정하게 사용하다가 혼잡 발생으로 인하여 하위 레이어로 드롭 된다. 이 때, 하위 레이어로 드롭 하였기 때문에 스위치에서는 더 이상 공정한 상태로 유지할 필요가 없고, 송신자는 혼잡이 발생하지 않은 레이어의 패킷에 레이어 추가/드롭 플래그 값을 설정하여 전송한다. 스위치에 도착된 패킷 중 레이어 추가/드롭 플래그 값이 설정된 패킷은 바로 전송을 하여 혼잡이 없는 세션내 수신자들이 현재 수신하고 있는 레이어 보다 상위 레이어의 패킷을 전송함으로써 상위 레이어를 추가할 수 있도록 하였다. 그리고, 두 세션 모두 혼잡상태 이거나 혼잡이 아닌 상태일 경우에는 공유 대역폭을 공정하게 사용하도록 하여 세션의 상태에 따라 공유 대역폭을 공정하면서 효율적으로 사용할 수 있다.

본 논문의 구성은 2장에서는 세션간 공유대역폭에 관련된 연구에 대해서 알아보고, 3장에서는 효율적인 분배를 위한 알고리즘에 대하여 살펴본다. 4장에서는 제안한 알고리즘의 실험에 대해 기술하고, 마지막으로 5장은 결론 및 향후 연구과제이다.

2. 관련연구

2.1 Layer-based Congestion Sensitivity

이 기법에서는 세션간 공유 대역폭의 공정성을 향상시키기 위해 수신자들이 수신하는 레이어 마다 서로 다른 혼잡도를 부여하였다[8]. 이 기법은 최상위 레이어를 수신하는 수신자들이 많을 때 베이스 레이어를 수신하는 수신자 보다 최상위 레이어를 수신하는 수신자들의 혼잡도가 더 높다. 이 혼잡도를 같은

수준이 될 때까지 베이스 레이어를 수신하는 수신자들이 레이어를 쉽게 추가 할 수 있게 최상위 레이어를 수신하는 수신자들의 레이어를 드롭한다. 최상위 레이어가 베이스 레이어 보다 드롭하기 쉽고 베이스 레이어가 최상위 레이어 보다 레이어를 추가하기 쉽다. 수신자들이 수신하는 레이어 마다 서로 다른 혼잡도를 가지기 위해 이 기법은 다음과 같이 두 개의 파라미터를 정의한다[4,10].

- r : loss rate threshold for congestion
- t : congestion resilience time

r 은 혼잡을 위한 손실률의 임계치로서 패킷의 손실률이 이 임계치 이상이면 수신자는 혼잡상태로 판단한다. t 는 혼잡 회복시간을 나타내는 파라미터이다. r 과 t 를 조절하여 최상위 레이어를 쉽게 드롭한다.

그림 1과 그림 2는 최상위 레이어를 드롭하는 레이어 기반 혼잡 알고리즘과 혼잡도 함수이다.

2.2 LVMPD(Layered Video Multicast with Priority Dropping)

LVMPD는 다양한 수신자들이 보다 나은 품질을 수신하고 세션간 공유 대역폭의 공정성을 더 향상시키기 위해서 레이어기반(Layer based) 기법[8,9]과 우선순위 기법을 결합하였다[4]. 우선순위 기법은 세션내 수신자들이 수신하는 레이어의 패킷 중 가장 낮은 우선순위를 가지는 레이어의 패킷만 제거한다[7].

이 기법에서 송신자는 수신자로부터 피드백 정보를 수신하여, 전송할 패킷에 일련번호와 우선순위를 부여하여 전송한다. 세션에 있는 수신자들이 수신하

는 레이어 중 낮은 레이어에 높은 우선순위를, 높은 레이어에는 낮은 우선순위를 부여한다. 최상위 레이어에는 가장 낮은 우선순위를 부여한다. 스위치에서는 우선 순위가 부여된 레이어를 위한 우선순위 큐(priority queue)를 두었다. 스위치에 송신자가 전송한 패킷이 도착할 때마다 각 레이어별 패킷들의 개수를 확인하여 이들 패킷의 총 개수가 스위치내의 큐의 크기를 초과했을 경우 우선순위가 가장 낮은 레이어의 패킷을 제거한다. 베이스 레이어를 수신하는 수신자들이 상위 레이어를 쉽게 추가 할 수 있도록 최상위 레이어로 전송되는 패킷을 수신하는 수신자들의 레이어를 드롭하여 세션간 링크 공유 대역폭을 공정하게 사용한다. 수신자가 수신하는 최상위 레이어는 베이스 레이어 보다 드롭하기 쉽고 베이스 레이어는 최상위 레이어 보다 레이어 추가가 쉽다. 이 기법에서 수신자가 현재 수신하는 최상위 레이어의 손실률이 혼잡 임계치(congestion threshold)보다 높아 혼잡이 발생하고, 이 혼잡상태가 일정 시간동안 지속된다면 현재 수신하고 있는 레이어를 드롭한다.

3. 세션간 공유 대역폭의 효율적 분배

본 논문에서는 세션 모두 손실률이 임계치 이상이거나 임계치 보다 작을 경우 현재 수신하고 있는 수신자의 레이어의 패킷 중 최상위 레이어로 전송하고 있는 패킷을 제거하여 공정성을 유지한다. 그러나 어느 한 세션내 수신자들의 손실률이 임계치 이상일 경우 패킷 제거 우선순위를 부여하여 전송을 하고, 혼잡이 발생하지 않은 세션내 수신자들은 레이어 추가/드롭 플래그를 설정하여 전송한다. 스위치는 이 우선순위와 플래그에 따라 혼잡이 발생한 세션의 레이어는 드롭하여 이때 발생하는 가용 대역폭의 여분을 혼잡이 없는 세션내 수신자들이 사용할 수 있게 함으로써 세션의 상태에 따라 공유 대역폭을 효율적으로 사용하도록 하였다.

3.1 전체 시스템 구조

그림 3은 본 논문에서 제안하는 전체 시스템의 구조도를 나타내었다. 송신자는 각 레이어를 수신하는 수신자들로부터 전송된 피드백 정보를 분석한 후 손실률을 측정하여 각 레이어별로 적절한 전송률을 계산한다. 그리고, 수신자들이 현재 수신하고 있는 최

Drop the top layer (layer i) if :

1. the packet loss rate $> r$ (loss rate threshold), that, is the receiver is in **CONGESTED** state, and
2. the duration in **CONGESTED** State $> t_i$ (congestion resilience time)

그림 1. 레이어 기반 혼잡 알고리즘

$r_i = f(i), 0 < f(i) < 1, t_i = g(i), 1 \leq g(i)$
 i 는 레이어 번호이다.
 $f(i) = R / i, g(i) = T / i$
 R, T 는 상수. $0 < R < 1, T \geq 1$

그림 2. 혼잡도 함수

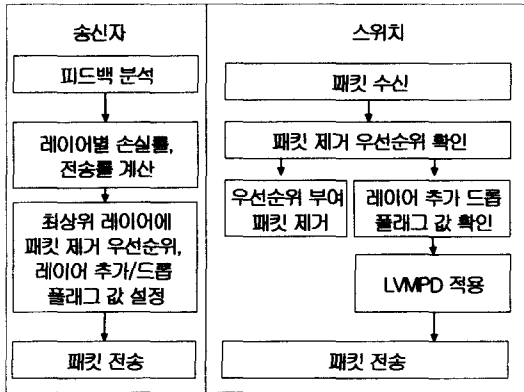


그림 3. 시스템 구조도

상위 레이어와 수신자들이 요구하는 상위 레이어를 고려한다. 손실률이 임계치 이상이면 패킷 제거 우선순위를 부여하고 그렇지 않으면 레이어 추가/드롭 플래그 값을 설정하여 전송 한다. 스위치는 패킷 제거 우선순위가 부여된 패킷을 바로 제거 하고 레이어 추가/드롭 플래그 값에 따라 현재 수신하고 있는 레이어 보다 상위 레이어의 패킷을 전송하거나 공정성 알고리즘을 적용하여 전송한다.

3.2 패킷 제거 우선순위 부여 알고리즘

본 논문에서 제안하는 알고리즘에서 송신자는 피드백 정보를 통해 수신자들이 현재 수신하고 있는 최상위 레이어와 수신자들이 요구하는 상위 레이어를 고려하여, 각 레이어별 손실률과 전송률을 계산하고 손실률을 임계치와 비교한다. 어느 한 세션내 수신자들의 손실률이 임계치 이상으로 혼잡이 발생할 경우 패킷 제거 우선순위를 부여하여 전송하고, 혼잡이 없는 세션의 수신자들이 상위 레이어를 요구할 시 레이어 추가/드롭 플래그를 설정하여 전송한다. 패킷 제거 우선순위가 부여된 패킷은 세션내 수신자가 혼잡이 발생하여 더 이상 수신할 수 없기 때문에 손실률을 줄여 상태를 회복하기 위해 레이어 드롭을 위한 우선순위이다. 레이어 추가/드롭 우선순위는 혼잡이 발생하지 않는 세션에서 현재 수신하고 있는 레이어 보다 더 나은 레이어를 요구하는 수신자들을 위한 플래그로 혼잡이 발생한 세션의 레이어 드롭으로 인한 여분의 대역폭을 사용하기 위한 값이다.

그림 4는 패킷 제거 우선순위 부여 알고리즘을

```

for ( i = Max_Layer; i >0; i-- ) {
    if (Layer[i].member != 0) {
        packet.priority_Layer = i;
        break;
    }
}

if(Layer[packet.priority_Layer].loss_rate >= threshold) {
    packet.drop_priority = 1;
    packet.add_drop = 0;
}
else {
    packet.drop_priority = 0;
    if(Layer[packet.priorty_Layer].req >= i+1)
        packet.add_drop = 1;
    else packet.add_drop = 0;
}

packet.number = packet.layer;
    
```

그림 4. 패킷 제거 우선순위 부여 알고리즘

나타낸다. 그림에서 Max_Layer는 세션내에서의 최상위 레이어를 나타내고 Layer[i].member는 i번째 레이어를 수신하는 수신자들의 수를 나타낸다. packet.priority_Layer는 현재 수신자들이 수신하고 있는 최상위 레이어를 나타낸다. Layer[packet.priority_Layer].loss_rate는 우선순위가 부여된 최상위 레이어의 손실률을 나타내고 Layer[packet.priorty_Layer].req는 현재 수신하고 있는 레이어 보다 더 나은 레이어를 수신하기 원하는 수신자들을 나타내는 값이다. threshold는 해당 레이어의 손실률 임계치를 나타내고, packet.drop_priority은 제거 우선순위를 나타낸다. packet.add_drop은 레이어 추가(add)와 드롭의 결정 여부를 나타내는 레이어 추가/드롭 플래그이다.

3.3 공유대역폭의 효율적 분배 알고리즘

스위치에서는 송신자가 전송한 패킷이 도착하면 먼저 패킷 제거 우선순위를 확인하여 이 우선순위가 부여된 패킷은 즉시 제거한다. 이 우선순위가 부여된 패킷을 제거함으로써 혼잡상태에 있는 세션의 수신자들이 레이어를 드롭한다. 패킷 제거 우선순위가 부

여되지 않고 레이어 추가/드롭 플래그 값이 설정된 패킷은 혼잡이 없는 세션내 수신자들이 현재 수신하고 있는 레이어 보다 더 나은 레이어를 요구 시 부여된 플래그 값이다. 이 값에 따라 혼잡이 발생한 세션내 수신자들의 레이어 드롭으로 인한 여분의 대역폭을 사용하기 위해 현재 수신하고 있는 레이어 보다 더 나은 레이어를 수신하기 위해 레이어를 추가할 수 있게 한다. 패킷 제거 우선순위와 레이어 추가/드롭 플래그 모두 부여되지 않은 패킷은 큐에 저장한 후 공정성 알고리즘을 적용하여 전송한다. 그림 5는 스위치에서 송신자가 전송한 패킷을 분석한 후 패킷 제거 우선순위와 레이어 추가/드롭 플래그에 따라 공유 대역폭을 효율적으로 분배 하는 과정을 나타낸다.

어느 한 세션의 상태가 좋고 다른 세션은 손실률이 높아 혼잡이 발생하였다면 혼잡이 발생한 세션내 수신자들의 패킷은 패킷 제거 우선순위에 의해 바로 제거가 되어 현재 수신하고 있는 레이어를 더 이상 수신하지 못하고 레이어를 드롭한다. 이때 발생하는 여분의 대역폭을 상대적으로 손실률이 낮아 혼잡이 발생하지 않은 세션내 수신자들의 레이어 추가/드롭 플래그에 따라 현재 수신하고 있는 레이어보다 더 나은 상위 레이어를 수신할 수 있다. 따라서, 혼잡이 발생할 경우 세션의 상태에 따라 공유 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다. 그림 6은 효율적 분배 알고리즘이다. 그림에서 packet.cur은 스위치에 들어온 현재 패킷을 나타내고 packetcount(i)는 i번째 레이어를 수신하는 수신자들의 총 수를 나타낸다.

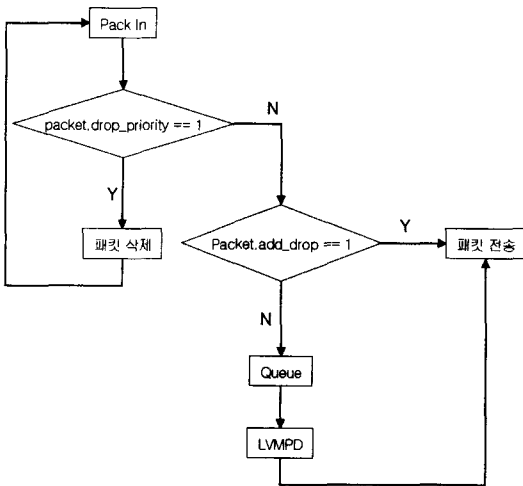


그림 5. 공유 대역폭의 효율적 분배 과정

```

if(packet.drop_priority == 1 )
    Packet_Delete(packet.cur)
else {
    if(packet.add_drop == 1)
        Trans_Packet(packet.cur)
    else {
        i = packet.number;
        packetcount(i)++;
        sum = 0;
        for (i = 1; i <= Max_Layer; i++)
            sum+=packetcount(i)
        if (sum > Queue_Size) {
            for (j = Max_Layer; j >= 1, j--) {
                if(packetcount(j) !=0) break;
            }
            packetcount(j)--;
            Delete_fromQueue(j);
        }
    }
}
    
```

그림 6. 효율적 분배 알고리즘

Queue_Size는 스위치에 있는 큐의 최대크기를 나타낸다. Delete_fromQueue(j)는 j번째 우선순위를 가지는 레이어의 패킷을 제거한다.

4. 실험

4.1 실험환경

본 논문의 실험은 윈도우즈 운영체제를 사용하는 PC 4대와 스위치 기능을 위한 PC 2대를 사용한다. 스위치 기능을 담당하는 PC는 네트워크 상태를 모니터링(monitoring) 하고 세션간 효율적 분배를 하기 위해 사용한다. 그리고 10Mbps의 LAN으로 연결된 두 지점간 네트워크상에서 실험하였다.

세션간 공유 대역폭의 효율적 분배 기법을 실험하기 위해 본 논문에서는 그림 7과 같이 두 개의 송신자 S1, S2와 두 개의 수신자 C1, C2 그리고 하나의 공유 링크(shared link)로 구성한다. S1과 C1을 세션1이라고 하고 S2와 C2를 세션2라고 한다. R1과 R2는 스위치를 나타내고 각 수신자는 최대 4개 레이어까지 수신할 수 있다. 최대 공유 대역폭은 800KB로 제한하였고 각 레이어당 전송률을 200KB로 제한하였다.

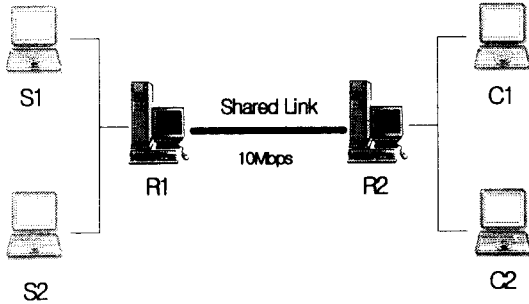


그림 7. 실험 환경

4.2 실험 결과

그림 8은 세션간 공유 대역폭을 공정하게 사용하기 위해 LVMPD를 이용하여 실험한 결과이다. 세션 1이 먼저 시작하고 수신자는 모든 레이어 4개를 충분히 수신할 때까지 레이어를 계속 추가한다. 세션 2는 50초 후에 시작한다. 세션2가 시작되어 레이어를 추가하려고 할 때 최대 공유 대역폭을 초과하였기 때문에 혼잡이 발생하여 세션1에 있는 수신자들의 손실률이 증가한다. 따라서 세션1의 수신자들은 현재 수신하고 있는 레이어를 드롭한다. 상대적으로 세션2에 있는 수신자들의 손실률이 낮아 혼잡이 발생하지 않았다면 더 나은 품질의 레이어를 요구한다. 그러나, 세션1이 먼저 시작하여 높은 전송률로 수신하고 있어서 혼잡이 발생하지 않으면 레이어를 드롭하지 않는다. 반면 세션2에서는 세션1의 레이어를 드롭하지 않으면 가용대역폭이 부족하여 상위 레이어를 추가하기가 어려워진다. 그러므로 세션 1과 세션 2의 대역폭을 공정하게 유지할 필요가 있다. 세션1의 레이어를 드롭하고 난 뒤 세션 2의 레이어를 추가하여 공정하게 레이어 2를 수신한다. 60초 후에 세션 1과

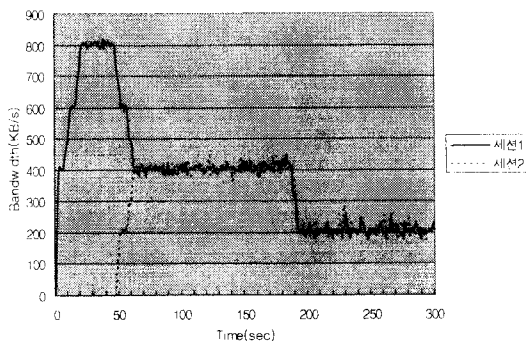


그림 8. LVMPD

세션 2는 공정하게 대역폭을 사용하고 있음을 알 수 있다. 190초 후 그림 9에서 세션 1의 손실률이 최대 14%까지 높아 세션 1의 수신자들은 혼잡이 발생하여 현재 수신하고 있는 레이어를 지속적으로 수신할 수 없어 레이어를 드롭하였다. 그러나, 이때 세션 2의 수신자들은 상대적으로 손실률이 낮아 이전의 전송률로 수신하거나 더 나은 전송률을 수신할 수 있음에도 불구하고 공정성 알고리즘에 의해 같은 레이어로 드롭된 것을 알 수 있다.

그림 10은 본 논문에서 제안한 공정성 기반의 세션간 공유대역폭의 효율적 분배 기법을 실험한 결과를 나타내었다. 실험환경은 그림 8의 환경과 동일하게 적용하였다. 160초 후 그림 10에서 세션1의 수신자는 그림 11에서 알 수 있듯이 현재 수신하고 있는 레이어의 손실률이 임계치를 넘어 혼잡상태에 있다. 세션1의 수신자는 손실률이 급격히 증가하게 되어 현재 수신하고 있는 레이어를 지속적으로 수신하지 못하고 드롭한다. 이때 세션2는 상대적으로 손실률이 낮아 혼잡이 없는 상태이기 때문에 이전의 전송률로 계속해서 수신하면서 상위 레이어 추가를 시도한

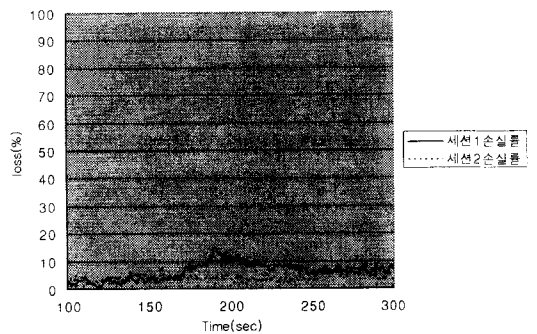


그림 9. LVMPD에서 100초 이후 손실률 측정 결과

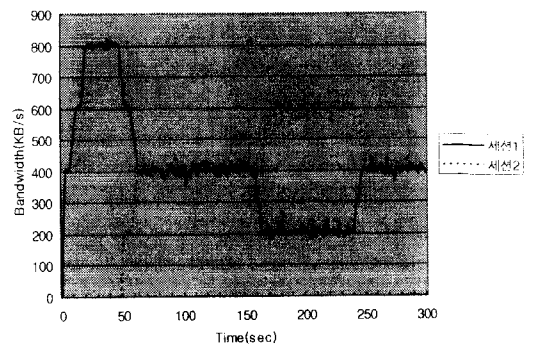


그림 10. 제안기법

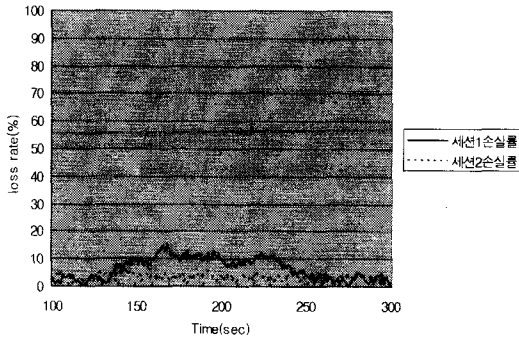


그림 11. 제안 기법에서 100초 이후 손실률 측정결과

다. 레이어 추가 후 세션2는 손실률이 없는 안정적인 상태를 유지하기 때문에 세션1의 레이어 드롭으로 인한 여분의 대역폭을 사용하여 세션1의 레이어 드롭과는 상관없이 더 나은 전송률로 수신할 수 있었다. 따라서 그림 7에서 문제되었던 공유 대역폭에서의 가용대역폭 낭비 문제를 개선하여 효율적으로 사용하는 것을 알 수 있다. 그림 11에서 240초 후 세션1과 세션2의 손실률이 낮아 안정적인 상태가 되어 두 세션간 공유 대역폭을 공정하게 사용하는 것을 알 수 있다.

5. 결 론

현재 고정된 네트워크 환경에서 각 세션간 공유 대역폭을 공정하게 사용하기 위한 연구 기법인 LVMPD는 레이어 기반 기법과 우선순위 기법을 결합하였다. 이 기법에서는 세션간 공정성을 유지하기 위해 최상위 레이어를 수신하는 수신자들의 레이어를 드롭하여 베이스 레이어를 수신하는 수신자들이 쉽게 레이어를 추가 할 수 있도록 하였다. 그러나, 세션간의 공정성은 유지하였지만 어느 한 세션에 수신자들이 혼잡이 발생하였을 경우 혼잡이 없는 세션내 수신자들의 레이어를 같이 드롭하는 문제가 있다. 혼잡이 발생하지 않은 세션에서는 이전의 전송률을 수신하거나 더 나은 전송률을 수신할 수 있음에도 불구하고 대역폭 부족현상이 발생한다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 패킷 제거 우선순위와 레이어 추가/드롭 플래그를 두어 세션내 수신자들이 세션간 공정성을 유지하면서 혼잡이 발생할 경우 레이어 드롭으로 인한 여분의 대역폭을 혼잡이 없는 세션에서 사용할 수 있게 함으로써

대역폭을 효율적으로 사용하는 것을 실험의 결과를 통해 알 수 있었다.

실험은 소규모로 진행하여 세션간 링크 공유대역폭을 보다 효율적으로 사용할 수 있었지만 공유 대역폭을 사용하는 세션이 많을 경우에는 각 세션간 대역폭의 효율성이 떨어지는 경향이 있었다. 향후에는 이 부분을 해결해 주기 위해 계속 연구할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] X. Li, S. Paul, and M. H. Ammar, "Video multicast over the Internet", IEEE Network Magazine, 1999, vol. 14, no. 2.
- [2] Steven McCanne, Van Jacobson, and Martin Vetterli, "Receiver-driven Layered Multicast". ACM SIGCOMM, August 1996, Stanford, CA, pp.117-130.
- [3] X. Li, S. Paul, and M. H. Ammar, "Layered Video multicast with re-transmission(LVMR): Evaluation of hierarchical rate control" in Proc. IEEE INFOCOM MAR. 1998 98, San Francisco, CA.
- [4] Wei Kuang Lai and Chieh Ying Pan, "Achieving Inter-Session Fairness for Layered Video Multicast" IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING, SEPTEMBER 2002 VOL. 48, NO. 3.
- [5] W. K. Lai and J. Y. Tasi, "A flow control scheme with max-min fairness" Computer Communications, Apr. 1999, vol. 22, no. 6, pp.543-555.
- [6] I. Stoica, S. Shenker, and H.Zhang, "Core-Stateless Fair Queueing : Achieving Approximately Fair Bandwidth Allocations in High-Speed Networks" in Proc. ACM SIG-COMM 1998, ACM Press, pp118-130.
- [7] S. Bajaj, L.Breslau, and S. Shenker, "Uniform versus priority dropping for layered video" in Proc. ACM SIG-COMM 98, September 1998, Vancouver, CA.
- [8] X. Li, S. Paul, and M. H. Ammar, "Multi-session rate control for Layered video

multicast” in Proc. Symp. Multimedia Computing and Networking, 1999, San Jose, CA, Kan.

- [9] H. Smith, M. Mutka and E.Torng, “Bandwidth Allocation for Layered Multicasted Video” International Conference on Multimedia and Computer Systems, 1999, Florence, Italy.



황길홍

2002년 경상대학교 컴퓨터과학
과 졸업(학사)
2002년~현재 경상대학교 대학원
컴퓨터과학과(석사과정)

관심분야 : 멀티미디어통신, 컴퓨터 네트워크, 이동통신



구명모

1998년 진주산업대학교 전자계산
학과 졸업 (학사)
2001년 8월 경상대학교 컴퓨터과
학과 대학원(석사)
2002년~현재 경상대학교 컴퓨터
과학과 박사과정

관심분야 : 멀티미디어 통신, 컴퓨터 네트워크, 정보보안



김상복

1989년 중앙대학교 전자공학 박사
현재 경상대학교 컴퓨터과학과
교수

관심분야 : 유무선통신, 한국어정보처리, 컴퓨터프로그래밍