

효율적 대역폭 이용을 위한 멀티캐스트 재그룹 기법

노주이*, 구명모**, 김상복***

요 약

SARLM(Source Adaptive Receiver-Driven Multi-Layered Multicast)은 레이어 병합과 분할을 통해 수신자의 이질적인 대역폭 문제를 개선하고자 하였다. 그러나 이 기법은 레이어 병합 시에 상위 레이어의 수신자가 하위 레이어로 드롭되어 가용 대역폭의 이용률이 저하되는 문제가 있다. 본 논문에서는 수신자의 손실률 정도를 고려한 멀티캐스트 재그룹 기법을 제안한다. 제안 기법은 손실률에 따라 가중치를 부여하여, 상위 레이어와 하위 레이어 중 여유 대역폭이 많은 수신자를 그룹화하고, 하위 레이어와 상위 레이어 중 손실률이 높은 수신자를 그룹화한다. 실험 결과, 상위 레이어 수신자가 높은 전송률을 유지함으로써 수신자의 가용 대역폭 이용률이 향상됨을 알 수 있다.

A Multicast Regrouping Method for Efficient Utilization of Bandwidth

Ju-Yi Noh*, Myung-Mo Ku**, Sang-Bok Kim***

ABSTRACT

The SARLM(Source Adaptive Receiver-Driven Multi-Layered Multicast) has been proposed to address heterogeneous bandwidth constraints through layer merging and splitting. However, this method causes that receivers subscribing to the higher layer drop down to the lower layer and hence may decrease utilization of available bandwidth after layer merging. In this paper, we proposed a multicast regrouping method considering distributive status of receivers according to loss rates. The proposed method weights receivers according to loss rates. And then it groups higher layer with receivers subscribing to lower layer have extra bandwidth and lower layer with receivers subscribing to higher layer have high loss rate. Experimental results show that receivers subscribing to higher layer can receive in high transmission rate and consequently the proposed method effectively improves utilization of available bandwidth.

Key words: Video Conference(화상회의), Multicast Group(멀티캐스트 그룹), Bandwidth(대역폭), Loss Rate(손실률)

1. 서 론

화상회의 시스템은 단일의 송신자와 다수의 수신

※ 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 12월 30일

* 정회원, 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과 석사 (E-mail : juyi98@hanmail.net)

** 정회원, 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사과정 (E-mail : kmm6378@hanmail.net)

*** 정회원, 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과 교수

자로 구성되며, 송신자는 시간적(temporal), 공간적 이질성(spatial heterogeneity)을 갖는 다수의 수신자로 멀티미디어 데이터를 전송한다. 따라서 송신자가 전송하는 비디오의 전송률이 너무 높으면 대역폭이 낮은 수신자 측에서 혼잡이 발생하고, 전송률이 너무 낮으면 대역폭이 높은 수신자 측에서 가용 대역폭의 낭비가 발생한다. 이러한 대역폭의 이질성으로 인한 문제를 해결하기 위해 활발한 연구가 진행되고 있다 [1-8].

RLM(Receiver-driven Layered Multicast) 기법

에서 송신자는 다수의 멀티캐스트 그룹을 생성하여 비디오 신호를 계층적으로 분리하여 멀티캐스팅 하고, 수신자는 멀티캐스트 그룹에 가입하거나 탈퇴함으로써 가용 대역폭에 적절한 품질의 비디오를 수신한다[1]. 그러나 네트워크의 상태는 시간에 따라 지속적으로 변하기 때문에 이 기법만으로 이상적인 가용 대역폭의 이용과 비디오 품질을 제공하기에 충분하지 않다. 그러므로 네트워크의 대역폭 이용을 개선하고, 각 수신자의 비디오 품질을 최적화하기 위해 송신자는 변화하는 네트워크 상태에 동적으로 적응해야 한다.

SARLM의 수신자는 비디오 패킷을 수신한 후 혼잡 피드백을 생성하여 송신자 측으로 전송하고, 라우터는 피드백 병합 알고리즘을 수행하여 피드백 폭주(feedback implosion)를 방지한다[8]. 또 송신자는 병합된 피드백 패킷을 분석하여, 새로 생성할 레이어의 수와 각 레이어의 전송률을 조절한다. 또한 레이어의 수를 결정할 때, 레이어의 병합과 분할을 통해 네트워크 대역폭의 사용 효율을 높이고자 하였다. 그러나 병합이 되는 상위 레이어의 수신자는 더 높은 레이어를 수신할 수 있음에도 불구하고 하위 레이어로 그룹됨으로써, 가용 대역폭보다 낮은 품질의 비디오를 수신하므로 가용 대역폭의 이용률 저하 문제가 있다.

본 논문은 SARLM 기법을 기반으로 하여 송신자가 새로 생성할 레이어의 수와 각 레이어의 전송률을 조절함에 있어서, 수신자의 가용 대역폭 이용률을 향상시키기 위한 멀티캐스트 재그룹 기법을 제안하고자 한다. 이 기법에서 수신자는 수신하는 비디오 패킷의 손실률을 계산한 후, 수신한 최상위 레이어 번호와 손실률 정도에 따른 등급을 피드백에 기입하여 송신자 측에 전송한다. 송신자는 수신한 피드백 패킷을 분석하여 레이어별로 정렬하고, 각 레이어에 대한 손실률 등급에 따른 수신자의 요청을 분석한다. 그리고 손실률 등급에 따라 가중치를 부여하여 레이어의 재그룹과 분할 과정을 수행함으로써 전송할 레이어의 수를 조절한다. 레이어의 재그룹은 손실률 정도에 따른 수신자의 분포 상태를 고려하여 기존의 SARLM 기법에서 병합으로 인해 발생하는 상위 레이어 수신자의 가용 대역폭의 이용률 저하 문제를 개선하고, 하위 레이어 수신자의 손실률을 줄이고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서 기존의 SARLM 기법을 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 효율

적 대역폭 이용을 위한 멀티캐스트 재그룹 기법을 고찰한다. 4장에서는 실험을 통해서 제안하는 기법의 성능을 평가하며, 마지막으로 5장에서는 결론을 기술하였다.

2. 관련연구

2.1 SARLM(Source Adaptive Receiver Driven Layered Multicast)

SARLM 기법은 세 가지 구성요소를 포함한다[8]. 첫째, MECN(Multilevel Explicit Congestion Notification)은 네트워크 내의 라우터들이 네트워크 내의 혼잡 상태를 나타내기 위한 메커니즘으로 ECN(Explicit Congestion Notification)을 확장한 것이다. 둘째, 수신자 기반 알고리즘은 수신자가 비디오 패킷으로부터 혼잡 정보를 수집하여 피드백을 생성한다. 라우터는 피드백 폭주 문제를 방지하기 위해서 피드백 병합 알고리즘을 실행한다. 이때, 라우터는 전송하는 각 레이어에 대해 똑같은 종류의 서비스를 요구하는 수신자의 수를 가산하고, 테이블에 저장한다. 그림 1은 라우터가 보유하는 피드백 정보를 나타낸다. 셋째, 전송률 피드백 메커니즘은 수신한 혼잡 피드백을 이용하여 송신자가 생성하는 비디오 레이어의 수와 각 레이어의 전송률을 조절한다.

- n : 레이어의 번호
- R_n : 레이어 'n'의 전송률에 만족하며 변화를 요구하지 않는 수신자의 수
- D'_n : 레이어 'n'의 전송률의 작은 감소를 요구하는 수신자의 수
- D''_n : 레이어 'n'의 전송률의 많은 감소를 요구하는 수신자의 수
- I'_n : 레이어 'n'의 전송률의 작은 증가를 요구하는 수신자의 수
- I''_n : 레이어 'n'의 전송률의 많은 증가를 요구하는 수신자의 수

n	R_n	D'_n	D''_n	I'_n	I''_n
-----	-------	--------	---------	--------	---------

그림 1. 피드백 패킷의 정보

2.1.1 레이어 병합/분할

비디오를 전송하는 동안 대역폭의 제약으로 인해

최상위 레이어를 수신하는 수신자가 없을 경우가 발생하는데, 이런 경우 그 레이어의 전송을 중단하는 것이 적절하다. 또 어떤 레이어가 최상위 레이어가 아니면서 그 레이어를 수신하는 수신자의 수가 임계 값 이하로 떨어진다면 인접 레이어와 병합하여 대역폭의 사용 효율을 높인다. 특정 레이어에 대한 전송률의 증가와 감소를 요구하는 수신자의 수가 거의 똑같은 경우, 전송률의 변화가 발생하지 않기 때문에 수신자의 서비스 요청을 만족시킬 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 하나의 레이어를 두 개로 분할하여 전송한다.

2.1.2 레이어의 전송률 조절

식 (1)은 특정 레이어 'n'의 전송률에 대한 변화량 계수(Δn)이다. 송신자는 이를 이용하여 수신자들의 다양한 요구를 만족시킬 수 있는 적절한 대역폭을 계산한다. 식 (1)에서 j_k 는 레이어의 대역폭을 변화시키고자 하는 수신자의 서비스 요청 비율이다. 예를 들어, $j_j = 0.1$ 이라면 특정 레이어에 대한 전송률의 약간의 변화(감소/증가)가 10%라는 의미이다. 레이어의 현재 전송률에 만족하는 수신자의 수가 많을수록 Δn 은 1에 가까운 값을 출력한다.

$$\Delta n = \frac{R_n + \sum_{k=1}^2 [D_n^k(1-j_k) + I_n^k(1+j_k)]}{[R_n + \sum_{k=1}^2 (D_n^k + I_n^k)]} \quad (1)$$

식 (2)는 각 레이어 'n'의 새로운 전송률(B'_n)을 계산하는데 사용한다. 식 (2)에서 (B_n)는 현재의 전송률을 나타내며, 오른쪽의 두 번째 항은 더 낮은 레이어의 변화를 고려하기 위함이다.

$$B'_n = \Delta n B_n - (\sum_{m=1}^{n-1} B'_m - \sum_{m=1}^{n-1} B_m) \quad (2)$$

3. 효율적 대역폭 이용을 위한 멀티캐스트 재그룹

본 논문에서 제안하는 화상회의 시스템의 송신자는 다수의 레이어로 비디오를 전송하고, 수신자는 개별적인 가용 대역폭에 알맞은 레이어의 비디오를 선택적으로 수신한다. 수신자는 네트워크 대역폭의 변화에 따라 빈번하게 멀티캐스트 그룹에 가입하거나 탈퇴한다. 송신자는 수신자의 가용 대역폭의 상태 변

화를 반영하는 혼잡 피드백을 이용하여 레이어를 재그룹하거나 분할함으로써 가용 대역폭의 이용률을 높인다. 따라서 송신자는 수신자가 요청하는 서비스에 적절하게 대응하기 위해 피드백을 분석한 후, 적절한 레이어 수와 각 레이어의 전송률을 결정해야 한다.

그림 2는 본 논문에서 제안하는 효율적 대역폭 이용을 위한 화상회의 시스템의 구조도이다. 수신자는 도착하는 비디오 패킷의 손실률을 계산하여 혼잡의 정도에 따라 레이어의 추가/드롭(layer add/drop)을 통해 가용 대역폭에 적합한 멀티캐스트 그룹을 결정한다. 그리고 수신한 레이어에 대한 전송률의 변화 요청 정도를 구분하기 위해 손실률 등급을 부여한 후, 피드백에 수신한 레이어 번호와 손실률 등급을 포함시켜 송신자 측으로 전송한다.

송신자는 네트워크를 통해 수신한 피드백 패킷들을 병합하여 레이어 번호순으로 정렬하고 분석한다. 그런 다음, 각 레이어는 수신자의 서비스 요청에 따라 레이어를 재그룹하거나 분할 또는 그대로 유지하는 과정을 거쳐 전송할 레이어의 수를 결정한다. 그리고 각 레이어의 전송률을 다시 산출한 후, 송신자 코덱(codec)은 비디오 소스를 다중의 레이어로 코딩하여 멀티캐스팅 한다.

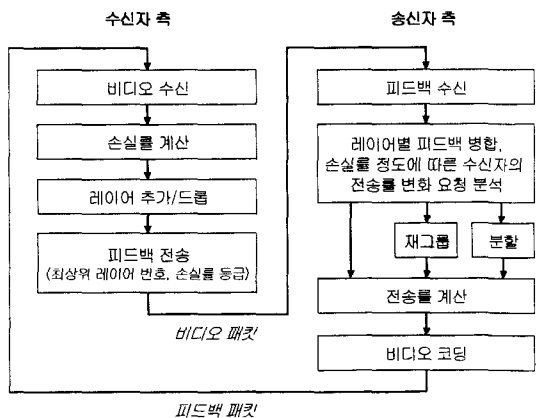


그림 2. 화상회의 시스템의 구조도

3.1 멀티캐스트 재그룹

SARLM 기법은 특정 레이어를 수신하는 수신자의 수가 매우 적은 경우 그 레이어를 인접 레이어와 병합하여, 전송하는 레이어를 줄임으로서 대역폭의 사용 효율을 높이고자 하였다. 그러나 레이어의 병합

은 수신자의 가용 대역폭의 이용률을 저하시키는 문제가 있다.

특정 레이어 'n'을 수신하는 수신자의 수가 임계값보다 작아서 하위 레이어 'n-1'과 병합하고자 할 때, 레이어 'n'의 수신자가 레이어 'n-1'의 수신자와 병합이 되므로 레이어 'n'의 전송은 중단된다. 이때 상위 레이어와의 병합은 하위 레이어 'n-1'의 전송률 증가를 가져온다. 따라서 레이어 'n'의 수신자는 하위 레이어로 드롭하게 되고, 하위 레이어 수신자 중 손실률 정도가 높은 수신자 역시 하위 레이어 'n-2'로 드롭하게 된다. 결과적으로 레이어의 병합은 대역폭 사용의 효율성은 높일 수 있지만, 수신자 측면에서 가용 대역폭의 이용률이 저하되는 문제점이 있다.

레이어의 재그룹은 상위 레이어 수신자와 하위 레이어 중 전송률의 많은 증가를 요청하는 수신자를 그룹화 하고, 하위 레이어 수신자와 상위 레이어 수신자 중 전송률의 많은 감소를 요청하는 수신자를 그룹화 하였다. 따라서 레이어 재그룹은 상위 레이어 수신자의 비디오 수신을 유지하면서, 하위 레이어의 수신자 중 손실이 없는 수신자가 상위 레이어로 추가하도록 하여 가용 대역폭의 이용률을 향상시키고자 하였다. 또 하위 레이어 수신자 중 손실이 있는 수신자들의 손실률을 감소시켜 안정적으로 비디오를 수신하도록 하였다.

본 논문에서 제안하는 멀티캐스트 재그룹의 순서도는 그림 3과 같다. 먼저 수신자의 수가 임계값보다

작을 경우, 수신자의 손실률 등급에 따라 각각의 가중치를 부여하여 수신자의 분포 상태를 분석한다. 이 분포 값이 임계값보다 크거나 같을 경우 재그룹을 통해 수신자의 가용 대역폭의 이용률을 향상시키고, 임계값보다 작을 경우 대역폭 사용의 효율성 측면을 고려해 병합하도록 하였다.

3.2 알고리즘

3.2.1 수신자의 피드백 알고리즘

그림 4는 수신자가 수신한 비디오의 손실률을 계산한 후, 손실률 등급을 부여하는 알고리즘이다. 수신자가 수신한 전체 패킷은 tot_packet이고, 누적된 패킷 손실은 loss_packet이며 손실률은 loss_rate이다. LOSS_THRESHOLD는 각 손실률 등급을 구분하기 위한 손실률 값이다. 손실률 정도에 따라 손실률 등급 loss_grade을 부여하였다.

```

loss_rate = (loss_packet / tot_packet) * 100;
if(loss_rate < LOSS_THRESHOLD[0]) loss_grade[0]++;
else if(loss_rate < LOSS_THRESHOLD[1]) loss_grade[1]++;
else if(loss_rate < LOSS_THRESHOLD[2]) loss_grade[2]++;
else if(loss_rate < LOSS_THRESHOLD[3]) loss_grade[3]++;
else loss_grade[4]++;
    
```

그림 4. 수신자의 피드백 알고리즘

3.2.2 송신자의 레이어 조절 알고리즘

그림 5는 송신자의 레이어 조절 알고리즘을 나타내고 있다. 다음 과정을 레이어 순으로 정렬된 상태에서 최상위 레이어(highest_layer)에서 기본 레이어(base_layer)에 이르기까지 레이어별로 반복 수행한다. 레이어의 재그룹 조건은 현재 레이어가 기본 레이어가 아니고 수신자의 수(all_receivers)가 임계값(RECEIVER_THRESHOLD)보다 작을 경우이다. 이 조건에 부합하면 수신자의 손실률 등급에 따라 손실률 가중치(loss_weight)를 부여한다. 이 가중치를 곱하여 합산한 값은 각 레이어의 수신자에 대한 손실률 정도에 따른 분포상태를 반영한다. 그리고 이 분포 값(loss_distribution)이 임계값(DISTRIBUTION_THRESHOLD)보다 크거나 같으면 레이어의 재그룹을 수행하고, 임계값보다 작으면 레이어의 병합을 수행한다.

레이어의 재그룹은 상위 레이어(layer[n])의 수신자와 하위 레이어의 수신자 중 손실률 등급이 0인

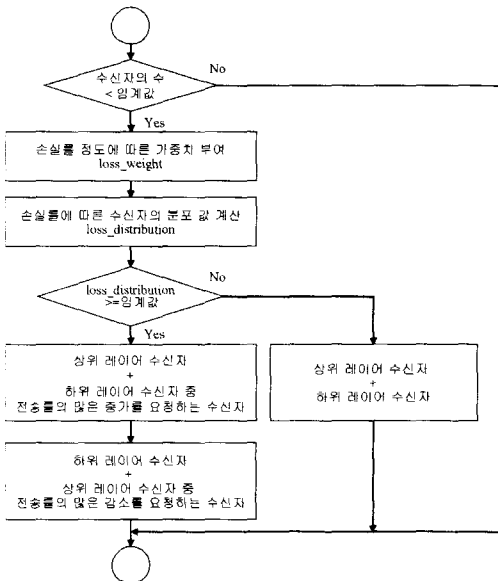


그림 3. 멀티캐스트 재그룹 순서도

```

for(n=highest_layer; n>=base_layer; n--) {
  if((n > 1) && (layer[n].all_receivers < RECEIVER_THRESHOLD)) {
    for(i=0; i<5; i++)
      loss_distribution += layer[n].loss_grade[i] * loss_weight[i];
    if(loss_distribution >= DISTRIBUTION_THRESHOLD) {
      layer[n].loss_grade[3] += layer[n-1].loss_grade[0];
      layer[n-1].loss_grade[0] = 0;
      layer[n-1].loss_grade[1] += layer[n].loss_grade[4];
      layer[n].loss_grade[4] = 0;
    }
  }
  else {
    for(i=0; i<5; i++) {
      layer[n-1].loss_grade[0] += layer[n].loss_grade[i];
      layer[n].loss_gradef[i] = 0;
    }
  }
  splitting_layer();
  adaptation_rate();
}

```

그림 5. 송신자의 레이어 수 조절 알고리즘

수신자들(layer[n-1].loss_grade[0])을 그룹화하고, 하위 레이어(layer[n-1])의 수신자와 상위 수신자 중 손실률 등급이 4인 수신자들(layer[n].loss_grade[4])을 그룹화 한다. 레이어의 병합은 상위 레이어의 모든 수신자와 하위 레이어의 모든 수신자를 병합하여, 상위 레이어의 전송을 중단한다. 레이어의 재그룹 과정을 수행한 후, 레이어 분할과 전송률 계산 과정을 수행한다. 레이어 분할과 전송률 계산 방식은 기존의 SARLM의 방법을 적용하였다.

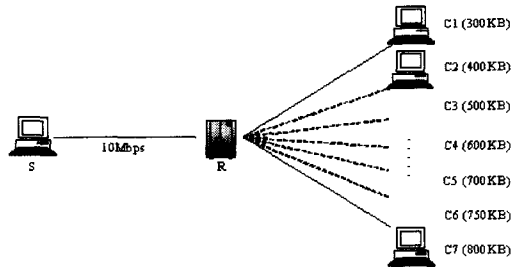


그림 6. 네트워크 구성

4. 실험

4.1 실험 환경

본 논문의 화상회의 시스템은 Windows XP 운영 체제를 사용하는 IBM 기반의 시스템에서 Visual C++ 6.0 언어를 이용하여 구현하였다. 비디오의 전송 프로토콜은 멀티캐스트를 지원하는 UDP를 이용하였다. 네트워크의 구성은 그림 6과 같다. 네트워크는 같은 서브넷 상의 10Mbps LAN 상에 송신자 S와 라우터 R, 수신자 C1~C7로 구성하였으며, 각 수신자의 대역폭은 300~800KB로 제한하여 레이어의 재그룹과 병합, 분할이 발생하도록 하였다.

4.2 실험 분석

실험을 위한 레이어의 초기 설정은 표 1과 같다.

표 1. 레이어의 초기 전송률

레이어 번호	레이어의 전송률(KB)
1	200
2	400
3	700

초기에 설정한 레이어의 수는 3개이며 최대 허용 레이어 수의 범위 내에서 동적으로 변화한다. 전송할 수 있는 최대 허용 레이어 수는 작은 수신자의 규모를 고려하여 5로 제한하였고, 최소 허용 레이어 수는 2로 제한하였다.

표 1은 레이어별 초기 전송률을 나타낸다. 송신자는 수신자의 요청에 따라 전송률을 가변적으로 조절하여 전송하게 된다. 기본 레이어는 비디오를 표현하는 가장 중요한 데이터만을 포함하여 전송하므로 최

소한의 품질을 고려해서 대역폭이 300KB를 초과할 수 없도록 제한하였다.

손실률 정도에 따른 수신자의 전송률 변화 요청을 구분하기 위해서 표 2와 같이 손실률을 5등급으로 구분하였다. 만약 손실률이 10%를 초과하면 수신하던 멀티캐스트 그룹에서 드롭하여 하위 레이어의 멀티캐스트 그룹으로 동적으로 가입하게 된다. 수신자는 수신한 비디오의 손실률을 계산하여 표 2에 따라 손실률 등급을 결정한 후, 수신한 최상위 레이어 번호와 손실률 등급을 피드백 한다.

표 2. 손실률 정도에 따른 손실률 등급

손실률 등급	손실률
0	0~1%
1	2~3%
2	4~5%
3	6~7%
4	8~9%

4.3 실험 결과

4.3.1 송신자측 전송 대역폭 비교

그림 7은 기존의 SARLM 기법과 제안하는 기법의 레이어별 전송률을 비교한 것이다. 송신자 측에서 전송한 레이어의 전송률을 200초 동안 측정한 결과이다. 송신자는 피드백 RTT를 고려해 10초마다 레이어 수와 각 레이어의 전송률을 조절하였다.

그림 7에서 기존의 SARLM 기법은 40초경과 후, 최상위 레이어인 레이어 3을 수신하는 수신자의 수가 임계값 이하로 떨어져서 레이어 2와 레이어 3의 병합이 발생하였다. 병합된 레이어의 전송률은 병합 대상이 되는 상위 레이어 수신자와 하위 레이어 수신자의 전송률에 대한 서비스 요청이 모두 반영된다. 따라서 레이어의 병합이 발생한 후, 레이어 2의 전송률이 증가한 것을 확인할 수 있다. 그리고 90초경과 후에 레이어 2가 분할되어 다시 3개의 레이어가 전송되는 것을 확인할 수 있다.

제안하는 기법은 50초경과 후, 레이어 3을 수신하는 수신자의 수가 임계값 이하로 떨어지고 수신자들이 낮은 손실률 분포를 나타냈기 때문에 레이어의 재그룹이 발생하였다. 따라서 전송하는 레이어의 수는 변함이 없고, 레이어 3의 전송률이 약간 감소하였으며 계속해서 비교적 비슷한 수준의 전송률을 나타

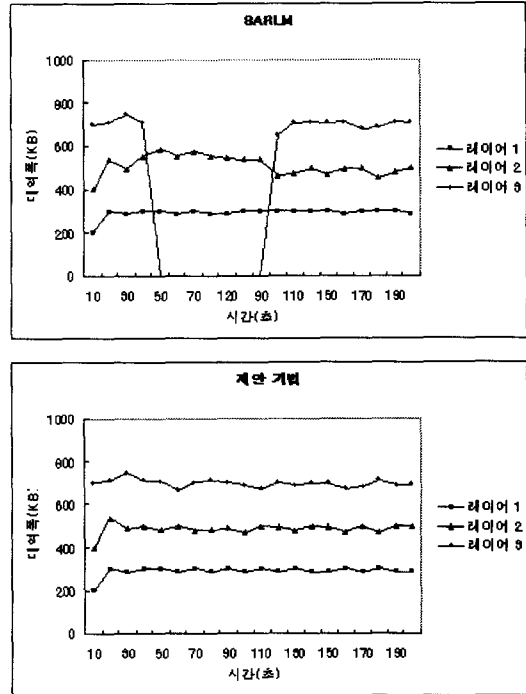


그림 7. 레이어별 전송률

내고 있다.

4.3.2 수신자측 수신 대역폭 비교

그림 8과 그림 9은 수신자의 수신 대역폭을 비교한 그래프이다. 이 실험 결과는 레이어의 재그룹과 병합이 발생한 시점에서 각각 상위 레이어와 하위 레이어에 포함된 수신자를 비교한 것이다.

그림 8은 레이어의 재그룹과 병합이 발생하는 시점에서 상위 레이어에 포함되는 수신자로서 대역폭이 750KB인 C6을 비교한 것이다. 실험 초기에는 레

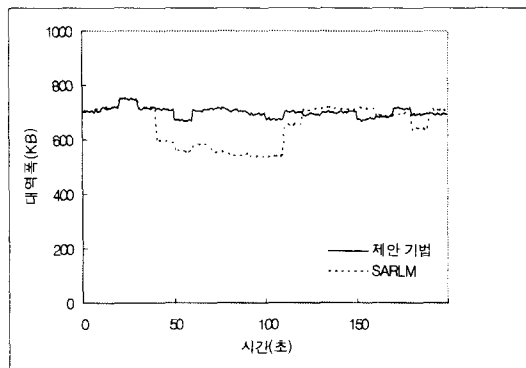


그림 8. 상위 레이어 수신자의 수신 대역폭 비교

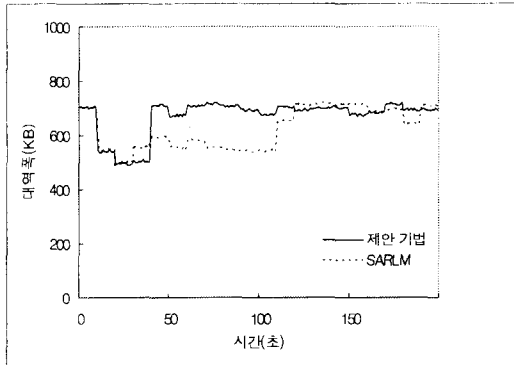


그림 9. 하위 레이어 수신자의 수신 대역폭 비교

이어 3을 수신하기 시작하여 두 기법이 비슷한 수신률을 나타낸다. 그러나 SARLM 기법의 수신자는 레이어의 병합이 발생한 후, 레이어 2로 드롭하게 되고 전송률은 급격히 하락하였다. 그 후, 레이어의 분할이 발생하여 다시 레이어 3으로 추가하기까지 낮은 전송률을 나타냈다. 반면에 제안하는 기법의 수신자는 레이어의 재그룹이 발생한 후에도 계속해서 레이어 3을 수신하므로 SARLM 기법에 비해 더 높은 전송률을 나타냈다. 결과적으로 레이어의 재그룹은 가용 대역폭의 여유가 있는 수신자가 병합으로 인해 하위 레이어로 드롭되어 발생하는 수신자의 대역폭 낭비 문제를 개선할 수 있었다.

그림 9는 레이어의 재그룹과 병합이 발생하는 시점에서 하위 레이어에 포함되는 수신자로서 대역폭이 700KB인 C5를 비교한 것이다. 실험 초기에는 두 기법의 모든 수신자가 레이어 3을 수신하다가 레이어 3의 전송률 증가로 인해 레이어 2로 드롭하였다. 그 후, SARLM 기법의 수신자는 레이어의 병합 이후에도 계속해서 레이어 2를 수신하다가 레이어의 분할이 발생한 110초 지점에서 레이어 3으로 추가되었다. 반면에 제안하는 기법에서는 레이어의 재그룹이 발생한 후, 하위 레이어를 수신하던 수신자가 상위 레이어로 추가하게 되어 더 높은 수신률을 나타냈다.

위 실험 결과 제안하는 기법에서 상위 레이어 수신자는 기존의 SARLM 기법에서 레이어 병합으로 인해 발생하는 수신자의 대역폭 낭비를 개선하는 효과를 가져왔다. 또 하위 레이어의 수신자 중 손실률이 낮은 수신자는 상위 레이어로 추가하게 되어 가용 대역폭의 이용을 향상시킬 수 있었다.

5. 결 론

본 논문은 멀티미디어 데이터를 전송하는 화상회의 시스템에서 수신자의 가용 대역폭 이용을 향상시키기 위한 멀티캐스트 재그룹 기법을 제안한다. 제안하는 기법에서 송신자는 네트워크를 통해 수신한 피드백 패킷을 분석하고, 각 레이어에 대한 손실률 등급에 따른 수신자의 서비스 요청을 분석한다. 그리고 손실률 등급에 따라 수신자에 가중치를 부여한 후, 레이어를 재그룹하거나 분할하는 과정을 통해 새로 전송할 레이어의 수를 결정한다. 만약 특정 레이어를 수신하는 수신자의 수가 매우 작다면, 인접 레이어와 재그룹을 하였다.

레이어 재그룹의 방법은 상위 레이어와 하위 레이어의 수신자 중 손실률의 많은 증가를 요청하는 수신자를 그룹화 하고, 하위 레이어와 상위 레이어의 수신자 중 손실률의 많은 감소를 요청하는 수신자를 그룹화 하였다. 레이어를 재그룹 함으로써 상위 레이어의 수신자가 고품질의 비디오를 계속적으로 수신할 수 있도록 하면서, 하위 레이어 수신자 중 손실 없는 수신자를 상위 레이어로 추가하도록 하여 가용 대역폭의 이용률을 향상시켰다. 또한 하위 레이어 수신자 중 손실률이 높은 수신자의 손실률을 감소시키는 효과를 나타냈다.

실험 결과, 멀티캐스트 재그룹 기법은 SARLM의 레이어 병합과 비교하여 각 수신자의 수신률과 전체 대역폭의 이용률 측면에서 우수한 성능을 나타냈다.

참 고 논 문

- [1] S. McCanne, V. Jacobson and M. Vetterli, "Receiver-driven layered multicast," *Computer Communication Review*, Vol.26, No.4, pp. 117-130, 1996.
- [2] 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.
- [3] 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 2001), pp. 757-760, 2001.

[4] S. Y. Cheung, M. H. Ammar and X. ali, "On the Use of Destination Set Grouping to - Improve Fairness in Multicast Video Distribution," Proc. of IEEE INFOCOM, Vol.2, pp.553-560, 1996.

[5] B. J. Vickers, C. Albuquerque and T. Suda, "Adaptive Multicast of Multi-Layered Video: - Rate-Based and Credit-Based Approaches," Proc. of IEEE INFOCOM, Vol.3, pp. 1073-1083, 1998.

[6] Célio Albuquerque, Brett Vickers and Tatsuya Suda, "An End-to-End Source-Adaptive - Multi-Layered Multicast (SAMM) Algorithm," Proc. of 9th International Packet Video Workshop, 1999.

[7] 구명모, 정상운, 김상복, "화상회의 시스템을 위한 대역폭 관리 알고리즘 설계 및 구현," 한국멀티미디어학회 논문지, 제3권 제4호, pp. 399-406, 2000.

[8] S. Bhardwaj and R. Jain, "Source Adaptive Receiver Driven Layered Multicast - Video," M.S. thesis, The Ohio State University, 2002.

[9] A Sender-Adaptive & Receiver-Driven Layered Multicast Scheme for Video Over Internet / Guo, Q. ; Zhang, Q. ; Zhu, W. ; Zhang, Y.-Q. (Proceedings - IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2001 v.5, 2001, pp.141-144)

[10] A sender-adaptive and receiver-driven layered multicast scheme for video over Internet / Guo, Quji ; Zhang, Qian ; Zhu, Wenwu ; Zhang, Ya-Qin (Circuits and Systems, 2001.

ISCAS 2001. The 2001 IEEE International Symposium on, , 2001 v.5, 2001, pp.141-144)

[11] On the Use of Destination Set Grouping to Improve Fairness in Multicast Video Distribution / Cheung, Shun Yan ; Ammar, M. H. ; Li, X. (Proceedings : IEEE INFOCOM, 1996 v.2, 1996, pp.553-560)



노 주 이

2000년 진주산업대학교 컴퓨터 공학과(학사)
2004년 경상대학교 컴퓨터과학과(석사)

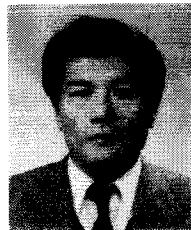
관심분야: 컴퓨터 네트워크, 멀티미디어 통신



구 명 모

1998년 진주산업대학교 전자계산학과 졸업 (학사)
2001년 8월 경상대학교 컴퓨터학과 대학원(석사)
2002년~현재 경상대학교 컴퓨터과학과 박사과정

관심분야: 멀티미디어 통신, 컴퓨터 네트워크, 정보보안



김 상 복

1989년 중앙대학교 전자공학 박사
현재 경상대학교 컴퓨터과학과 교수

관심분야: 유무선통신, 한국어정보처리, 컴퓨터프로그래밍