

# 명시적 멀티캐스트 망에서의 단대단 측정기반 품질 보장 서비스

정희원 김 영 한\*, 오 승 훈\*, 윤 상 균\*\*

## QoS in Explicit Multicast Networks using End-to-End Measurement

Young-Han Kim\*, Seung-Hun Oh\*, Sang-Kyun Yun\*\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문은 연성 실시간 응용들에 품질 보장 서비스를 제공할 수 있는 그룹통신방안을 제안한다. 제안된 방식에서는 명시적 멀티캐스트와 측정기반 수락제어 기법, diffserv를 같이 적용하여 망 내부에서 별도의 상태관리가 필요없이 실제 망에 쉽게 적용가능하다. 이들 기반 기술과 더불어 측정기반 수락제어에서의 망상태 측정을 위한 설정방안과 그룹통신 환경에서 측정기반 수락제어를 운영하기 위한 방안들을 제안하였고, 시뮬레이션을 통하여 제안된 그룹통신 환경에서의 서비스 품질 보장 여부 등을 검증하였다.

Key Words : Multicasting, Xcast, QoS, Differentiated Service, Measurement based Admission Control

### ABSTRACT

In this paper, we propose a group communication approach which can provide quality of service for soft real-time applications. This proposed scheme combining the explicit multicast, end-point measure-based admission control scheme(EMBAC), and diffserv, removes the need of maintaining state information in the network, so that it would be easily deployable in real networks. We propose the scheme of node configuration to measure the quality of the diffserv network, and that of managing EMBAC over group communication environment. By simulation, we validate the QoS of the proposed multicast service network.

### I. 서 론

IP 멀티캐스트 서비스가 실현되기 위해서는 그룹 통신을 위한 제어과정이 되도록 단순해야 하며, 큰 규모의 그룹과 많은 그룹들이 존재한 환경에서도 적용 가능해야 한다. 또한 그룹통신서비스의 품질을 보장할 수 있도록 QoS(quality of service) 기법이 함께 제공되어야 한다. 이런 그룹통신의 실현을 위해 기존 IP 멀티캐스트방식의 확장성문제를 개선

한 방안으로 명시적 멀티캐스트(explicit multicast, Xcast)가 제안되었다[1]-[4].

Xcast방식에서는 세션별 호처리 규약을 운영할 필요가 없고 중간 라우터에서 관리 유지해야할 상태정보도 필요 없다. 그 결과 다수 그룹들의 소규모 멀티캐스트 서비스를 동시에 지원하는데 효과적이다. 한편 지금까지의 Xcast기반 방식에서는 인터넷 최선형 서비스만을 고려하여 화상회의와 같은 멀티 미디어 응용 서비스에서 요구되는 QoS 서비스를

\* 송실대학교 정보통신전자공학부(yhkim@dcn.ssu.ac.kr, jake93@dcn.ssu.ac.kr),

\*\* 연세대학교 정보기술학부(skyun@dragon.yonsei.ac.kr)

\* School of Electronics Engineering, Soongsil University, \*\* Department of Information Technology, Yonsei University

논문번호 : 030198-0513, 접수일자 :

위한 방법이 제시되지 못하였다. 본 논문에서는 Xcast 기반의 멀티미디어 통신 서비스에서 필수적으로 고려 되어야 할 QoS 제공방안을 제안하여 궁극적인 멀티미디어 멀티캐스트 기반을 제안한다.

인터넷 QoS기반으로서는 diffserv 기반을 가정하였다[5]. Diffserv는 한 노드에서의 클래스 간 차별화된 처리만을 제공하므로 종단 간 QoS 서비스는 보장되지 못한다. 이를 해결하기 위해서는 망으로 유입되는 트래픽량을 적절히 제어하는 수락제어가 함께 적용되어야 한다. 본 논문에서는 망 내부의 상태관리가 필요 없는 측정기반의 수락제어기법(end-point measurement-based admission control, EMBAC)을 diffserv와 함께 적용하여 이를 해결하였다[6]-[8].

EMBAC기법에서는 측정트래픽을 이용하여 망의 품질을 검침하므로 이들 측정트래픽과 일반 데이터 트래픽의 적절한 구분이 요구된다. 최근 제안된 방법으로는 중심 망의 노드들에 속도제한(rate-limited) 우선순위 큐(priority queue: PQ) 기법이 측정 트래픽이 수락된 데이터 트래픽에 피해를 주지 않고 망의 혼잡 상태의 정확한 측정이 가능함을 보여 주었다[6]-[7]. 한편 EMBAC기법을 멀티캐스트망에서 운영하기 위해서는 유니캐스트와 달리 서로 다른 경로를 거치게 되는 측정 방법을 고려해야 한다. 이를 위해 제안된 데이터통신 그룹 외에 측정 트래픽의 전달을 위한 별도의 측정 그룹을 설정하는 방식[9]은 그룹통신 세션 당 두개의 멀티캐스트 그룹을 형성하게 되어 확장성 문제가 발생하게 된다. 또한 멀티캐스트의 수신 측끼리의 서로 다른 경로들의 측정결과를 처리할 수 있는 방식이 결정되어야 한다.

본 논문에서는 Xcast와 diffserv기반의 망환경에 적합한 EMBAC기법을 설계하여 diffserv에서 정의된 특정 클래스에 유입되는 트래픽량 즉 세션 수를 제한하여 요구되는 QoS를 제공하도록 하였다. Diffserv와 EMBAC기법 모두 저장, 관리해야 될 상태정보가 없는 방식으로서 Xcast와 함께 망 내부에서 상태관리가 필요 없는 구조를 갖게 한다.

서론에 이어서 2장에서는 그룹통신을 고려한 측정 기반 수락제어 기법들을 고찰한다. 그리고 3장에서는 그룹통신환경에 EMBAC기법의 적용 방안과 문제점들[10]을 고찰하고 이에 대한 효율적인 대책을 제안한다. 4장에서는 모의실험을 통해서 제안된 그룹통신환경이 품질보장 서비스를 제공할 수 있음을 확인한다. 그리고 마지막 장에서 결론을 맺는다.

## II. 단대단 측정기반 수락제어(EMBAC) 기법

EMBAC기법의 핵심 사항은 정확한 망상태의 측정이다. 또한 측정방법의 정확성과 함께 동시에 측정 트래픽에 의한 일반 데이터 트래픽의 피해를 최소화 하여야 한다. 즉, 측정하고자 하는 망에는 측정 트래픽과 일반 데이터 트래픽이 공존하므로, 이들 두 트래픽들을 차별화할 수 있는 기술이 필요하게 된다. 최근 연구 논문의 결과에서 속도제한 우선순위 큐(Priority Queue, PQ) 구조를 통해 데이터 트래픽을 보호하고 망상태를 정확하게 측정할 수 있음을 보여 주었다[6]-[7]. 본 장에서는 diffserv망 환경에 적합한 EMBAC 방안을 고찰한다.

### 1. 망상태 측정항목들

망에 트래픽이 과다해지면 패킷 큐잉 지연시간이 증가되고, 결국 버퍼가 넘치게 되어 손실이 발생하게 된다. 곧 망의 혼잡은 패킷 지연과 패킷 손실로 표현될 수 있고, 망의 혼잡했을 때 발생하는 현상들은 노드들의 스케줄링 알고리즘에 따라 의존적이다. 그러므로 망상태를 측정하기 위해서는 지원되는 스케줄링 알고리즘에 맞는 방법을 선택해야 한다. 본 논문에서는 diffserv망을 기반으로 하기 때문에 이에 맞는 적절한 측정항목을 고려한다.

#### 1.1 패킷 손실률

속도제한-PQ기법과 같이 혼잡상황에서 측정 패킷들을 우선적으로 폐기할 수 있는 노드들로 구성된 망에는 패킷손실률이 측정항목으로 적합하다. 그러나 diffserv망의 노드에서는 다음과 같이 이를 단순히 적용하는 데에는 문제가 있다. 첫째 EF-PHB (expedited forwarding per-hop behavior) 트래픽은 다른 PHB 트래픽들과 격리되어 서비스될 수 있으나, 같은 EF-PHB에 해당하는 트래픽들을 분류할 수 있는 방안은 규정되어 있지 않다. 따라서 EF-PHB 트래픽 내부적으로 일반 데이터와 측정용 패킷을 구분할 PQ기법을 적용할 수 없다. 두 번째 AF-PHB(assured forwarding per-hop behavior)의 경우, 같은 AF-PHB 클래스에 속한 패킷들의 전송순서는 지켜져야 하기 때문에 속도제한-PQ의 우선순위 서비스를 바로 적용할 수 없다[11].

그런데 AF-PHB는 폐기우선순위를 통해 같은

클래스에 속한 패킷들의 구별이 가능하므로 이를 이용하여 망상황의 정확한 측정과 일반데이터의 보호가 가능하다.

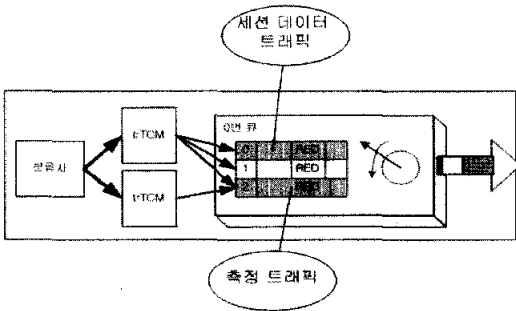


그림 1. RED를 이용한 AF-PHB 구현  
Fig. 1. AF-PHB implementation using RED.

즉, 그림 1과 같이 수락된 세션 데이터에는 낮은 폐기우선순위(녹색표시)를 부여하고 측정 데이터는 높은 폐기우선순위(적색표시)를 부여한다. 이와 함께 버퍼관리 알고리즘으로 trTCM(two rate tree color mater)기반 RED(random early detection) 방식을 적용한다[12]. 이 기법은 알고리즘의 측정 트래픽용 가상 큐의 매개변수를 적절히 설정하여 혼잡상황에서 측정트래픽이 더 많이 폐기되도록하여 일반 망에서의 속도제한-PQ 적용과 같은 효과를 얻을 수 있다.

1.2 패킷 전송 지연

패킷 전송지연을 통한 망상태 측정 방안으로서는 단대단 지연과 지연 지터측정을 생각해 볼 수 있다.

단대단 패킷 지연에서 단방향 단대단 지연은 노드들 간 시간 동기 문제 때문에 정확한 측정이 어렵고, 양방향 지연은 양방향의 경로가 서로 다를 수 있으며 기본적으로 EMBAC은 단방향성 측정 기반이므로 적용하기 어렵다.

이에 반해 지연 지터는 노드의 지역시간을 이용해서도 단방향으로의 지연지터를 측정할 수 있기 때문에 현실적으로 이용 가능하다. 그러나 망 혼잡시 측정트래픽 지터의 변화를 일으키기 위해서는 PQ를 적용해야 하나 앞서 설명했듯이 PQ는 diffserv망에 바로 적용될 수 없고 AF-PHB 클래스의 패킷들은 순서를 지켜서 서비스되어야 하기 때문에 지터를 발생하기에는 적절하지 못하므로 결국 diffserv망에 EMBAC의 측정 항목으로 부적합하다.

2. QoS 요구 위치와 수락 결정 위치

그룹 통신환경에서는 다수의 통신주체가 존재하여 서비스 요구하는 곳과 수락제어를 결정하는 곳에 따라서 서로 다른 모델이 된다. 송신자가 QoS 요구하는 경우를 '송신자품질요구'(send-specific QoS, SS) 그리고 수신자가 요구한 경우 '수신자품질요구'(receiver-specific QoS, RS), 송신자가 수락을 결정하는 경우 '송신자수락결정'(sender decision, SD), 수신자가 결정하는 경우 '수신자수락결정'(receiver decision, RD)이라고 그룹통신에서 측정되는 각 경로의 품질이 서로 다를 수 있음을 고려한 모델은 그림 2와 같이 송신자품질요구-송신자수락결정(SQSD) 모델과 송신자품질요구-수신자수락결정(SQRD) 모델, 수신자품질요구-송신

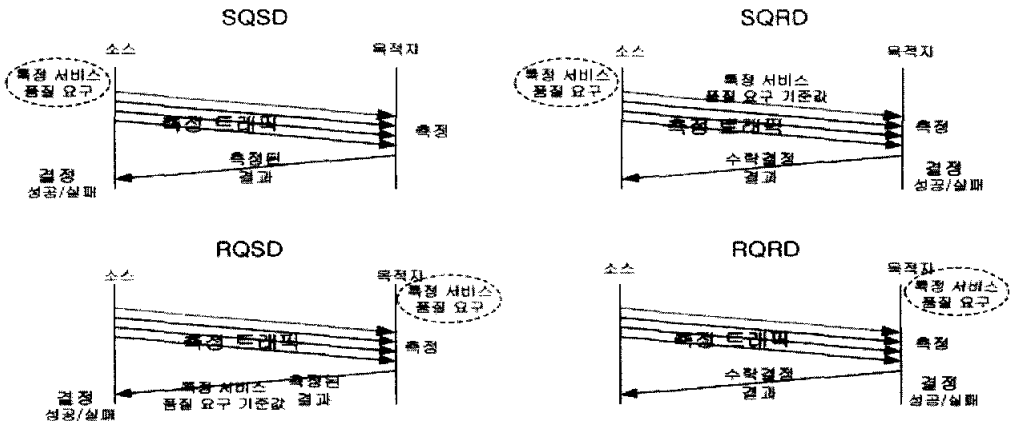


그림 2. QoS 요구 위치와 수락여부 결정 위치에 따른 EMBAC 기법들의 종류  
Fig. 2. Types of EMBAC schemes according to where to demand QoS and decide admission.

Xcast망에 앞서 검토한 수락제어기법을 적용하기 위한 세부 절차를 설계한다.

1. EMBAC 절차

Xcast망에서 EMBAC 절차는 측정데이터가 Xcast방식으로 전송되는 점을 제외하고 유니캐스트의 EMBAC과 유사하다[4][5]. 먼저 송신자는 측정을 시작할 때 수신자들의 응답을 기다리는 시간을 제한하기 위해 타이머를 설정하고, 동시에 서비스를 요청한 응용의 트래픽 생성 최대 속도로 일정하게 측정 트래픽을 xcast한다. 일정 시간 후 모든 수신자들의 응답을 확인한다.

측정 절차의 효율성을 높이기 위해서 측정 트래픽 패킷에는 측정 트래픽의 속도, 측정 시간, 일련번호, 송신자의 품질 요구안 정보를 포함한다. 예를 들어 측정 트래픽을 수신한 수신자들은 위 정보 중 측정 시간 정보로 타이머를 설정하여 측정 트래픽을 수신할 시간을 제한할 수 있다. 그리고 측정 시간과 측정 트래픽의 속도, 측정 패킷의 크기를 이용하여 수신해야할 측정 패킷의 개수를 미리 계산하여 패킷 손실률을 수시로 계산할 수 있고 그 결과로부터 수락 거절 여부를 측정 중간에 신속히 결정할 수 있다. 마지막 측정 패킷을 수신하지 못 할 경우에도 측정 결과 수락 결과를 바로 송신자에게 바로 보고하여 시스템의 안전적 동작을 보장한다.

2. 다품질 경로 측정 문제

그룹통신환경에서는 각 멤버의 위치에 따라서 측정 결과가 다양하다. 즉, 멤버들 중 몇몇은 품질이

양방향 품질 요구



그림 3. 송신자 수신자 모두 QoS를 요구할 때  
Fig. 3. When sender and receiver both demand their QoS

자수락결정(RQSD) 모델, 수신자품질요구-수신자수락결정(RQRD)모델이 가능하게 된다.

각 모델들은 응용 종류에 따라 선택될 수 있다. 예를 들어, 네트워크 게임처럼 양방에서 동시에 QoS를 요구한 경우는 그림 3과 같이 수락결정은 쌍방의 요구안을 고려해야 한다. 먼저 송신자가 보낸 측정 트래픽들을 수신자가 측정해서 자신의 기준에 비교해서 수락된 경우 측정 결과를 송신자에게 알려줘서 송신자로 하여금 수락 여부를 결정하게 한다. 만약 한쪽이라도 품질 기준을 통과하지 않은 경우는 수락제어가 실패하게 된다.

III. Xcast망에서의 QoS 제공기법

Xcast망에서 EMBAC은 데이터 전달 방법과 동일하게 측정용 트래픽을 위해 송신자 측에서 단지 수신자들의 주소들만 관리하면 되기 때문에 별도의 부하 없이 바로 적용할 수 있다. 본 장에서는

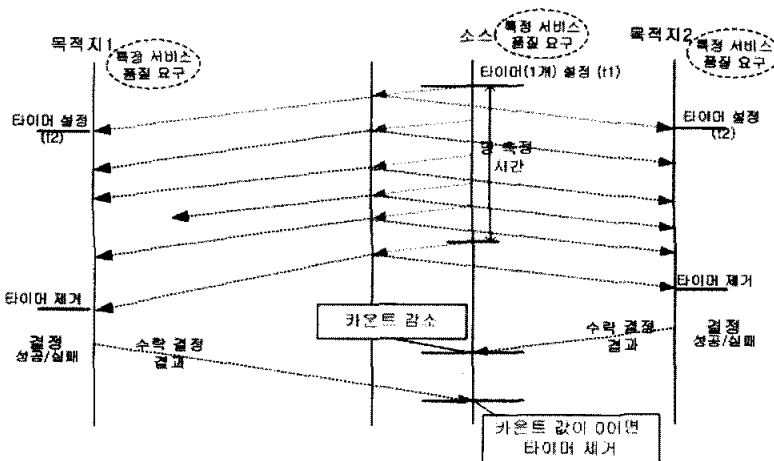


그림 4. Xcast망에서 EMBAC 절차  
Fig. 4. The EMBAC procedure in Xcast network.

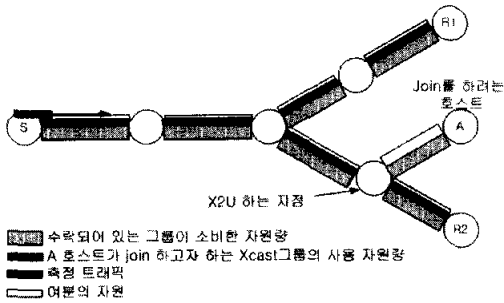


그림 5. 트래픽 수신기만 멤버 가입 시 발생하는 문제  
Fig. 5. The problem when member joins as a listener.

기준이해가 될 수 있다. 이런 경우 수락 방법은 그룹통신을 완전히 거절하거나, 이를 무시한 채 모두 수용하여 그룹 통신을 수락하거나, 또는 기준을 통과한 멤버들만 수용하여 그룹통신을 수락할 수 있다. 이를 완전히 거절하는 방식은 다양한 망 환경을 수용하지 못한 방식으로 비효율적이고 두 번째는 무조건 수용한 노드들 중 품질이 안 좋은 지역에 연결된 노드의 주변 망 환경을 더 혼잡하게 해 전체 트래픽의 품질에 피해가 커진다. 그러므로 부분 수락 방식이 다양한 경우를 융통성 있게 수용할 뿐만 아니라 트래픽의 품질도 보장할 수 있어 가장 적합한 방안이 된다.

기존 멀티캐스트망에서 부분 수락 기법을 적용하기 위해서는 수락이 거절된 노드들의 탈퇴 및 이에 따른 새로운 멀티캐스팅 트리구성을 위한 라우팅 등이 동작 되어 하므로 적용이 매우 어렵다. 그러나 xcast망에서는 수락한 멤버들의 주소들만 송신 측에서 관리하면 되기 때문에 구현이 용이하다. 그래서 xcast망에서 RQRD이나 RQSD모형을 적용할 수 있고, 측정 후 다양한 결과들을 각 수신자들의 품질 기준에 따라 수신자들 또는 송신자가 수락 여부를 각각 결정한다. 이 때 송신자는 수락에 실패한 수신자들만 목적지 목록에서 누락시키고 수락에 성공한 수신자들에게만 Xcast함으로써 QoS를 만족하는 멀티캐스팅이 가능하게 된다.

### 3. 신규 멤버 가입 절차

Xcast 그룹에서 멤버가 탈퇴하는 과정은 단순히 송신자의 목적지 주소 목록에서탈퇴 멤버를 삭제시키는 것으로 차지했던 자원을 풀어주어 다른 세션에 여유 자원을 증가시켜주는 것이 된다. 그러나 새 멤버의 가입은 망 상황에 따라 수락여부를 결정해야 하므로 별도의 측정과정이 요구된다. 그룹에 가입할 멤버는 응용 서비스의 종류에 따라 트래픽을

주로 수신할 수도 있고 주로 송신만 할 수도 있다. 멤버의 이런 행동은 EMBAC의 절차에서 고려하여 효율을 높일 수 있다.

그룹 통신에 가입할 새 가입자가 트래픽을 발생시키는 경우는 네트워크상황이 생성될 트래픽을 수용할 수 있을지 여부를 EMBAC절차에 따라 수락 여부를 결정하면 된다. 그러나 인터넷방송 수신과 같이 새 가입자가 Xcast로 전송되는 트래픽을 주로 수신할 경우는 기존 xcast되는 경로를 공유할 수 있어 효율을 높일 수 있다. 예를 들어 그림 5와 같이 xcast망에서 이미 전송되고 있는 트래픽을 수신만 할 경우 불필요하게 송신자가 다시 측정 트래픽을 전송할 필요가 없다. 대신 새 가입자에 이르는 추가된 경로(예를 들면, 그림 5에서 X2U<sup>1)</sup> 지점에서 A까지 경로)의 상황만 측정하면 된다. 이것은 송신 측의 주소목록에 새 가입자의 주소만 추가함으로써 가능하게 할 수 있다. 즉, 송신자는 측정 데이터가 아니라 우선 일반 데이터 트래픽을 바로 새 가입자에서 Xcasting한다. 이후 데이터 트래픽을 수신한 신규 가입자는 RQRD 모델에 따라 일정 시간동안 품질을 측정후 자신의 기준과 비교하여 최종적인 수락 여부를 직접 결정한다. 품질 기준에 안맞아 수락을 포기할 경우에만 응답 메시지를 송신자에 전송하여 절차의 불필요한 부하를 줄일 수 있다.

## IV. 모의실험

제안된 Xcast망에서의 QoS 제공방안들은 모의 실험을 통하여 검증하였다.

모의실험에는 on-off 트래픽을 입력으로 사용하였고, 이에 따른 트래픽의 부하(ρ)는 다음 식과같이 된다[8].

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \cdot \frac{B_p B_u}{C}$$

여기서 λ는 세션 생성속도,  $\frac{1}{\mu}$ 는 평균 세션유지시간, C는 채널 용량,  $B_p$ 는 입력 트래픽의 최대 속도,  $B_u$ 는 on시간 비율을 나타낸다. 입력 트래픽 세부특성, 링크 용량, diffserv 망의 라우터내의 버퍼관리 알고리즘에 사용되는 RED알고리즘의 변수값 등을 표1, 2에 나타내었다.

1) Xcast기법에서 xcast 트래픽을 유니캐스트 트래픽으로 변환시켜 전송하는 것을 말할

표 1. 모의실험의 입력 트래픽 특성 및 링크 용량  
Table 1. Traffic characteristic and link capacity in the simulation.

평균 on 시간	평균 off 시간	패킷 크기	최대 속도	평균 속도	링크 용량
20 msec	36 msec	400 bytes	5.1 Mbps	1.8 Mbps	1.8 Mbps

표 2. RED 알고리즘의 적용 변수값  
Table 2. Parameters of the RED algorithm.

녹색 가상 큐	최대 임계값	7
	최소 임계값	6
	패킷 폐기 확률	0.01
빨간 가상 큐	최대 임계값	1
	최소 임계값	0
	패킷 폐기 확률	1

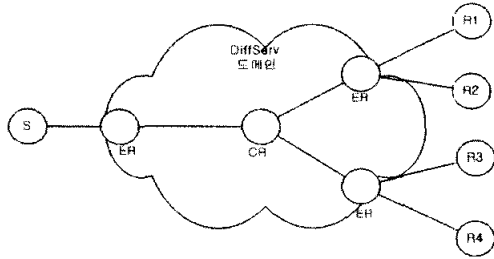


그림 6. 단순 Xcast망 모의실험 모델  
Fig. 6. Simple Xcast simulation network model

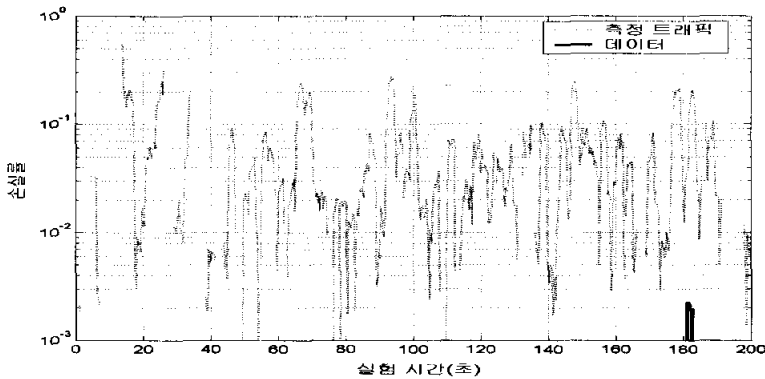


그림 7. 목표 손실률이 0.001일 때, 데이터 트래픽과 측정 트래픽의 손실률  
Fig. 7. Loss rate of both data and probe traffic when target loss rate = 0.001.

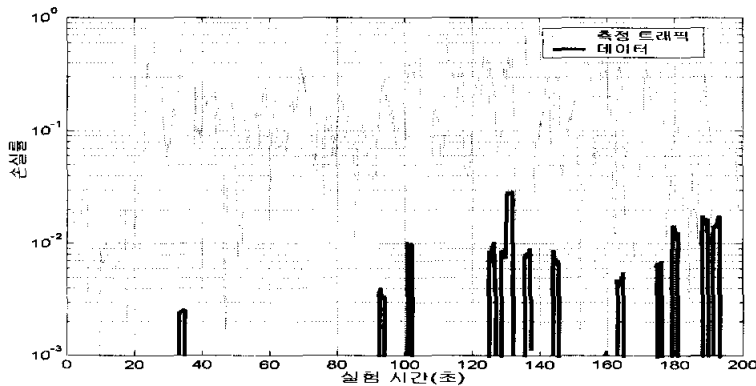


그림 8. 목표 손실률이 0.01일 때, 데이터 트래픽과 측정 트래픽의 손실률  
Fig. 8. Loss rate of both data and probe traffic when the target loss rate = 0.01.

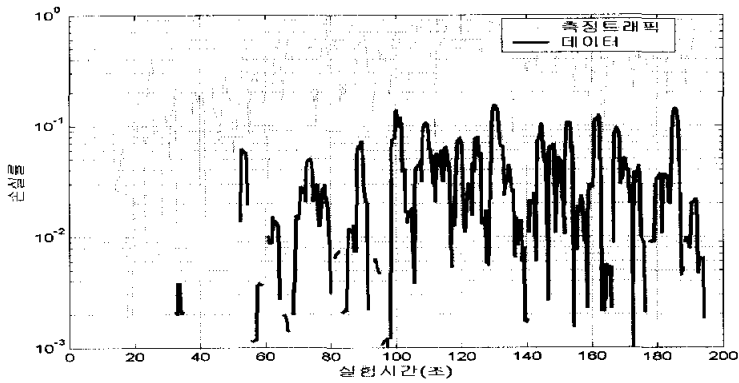


그림 9. 목표 손실률이 0.1일 때, 데이터 트래픽과 측정 트래픽의 손실률  
 Fig. 9. Loss rate of both data and probe traffic when the target loss rate = 0.1.

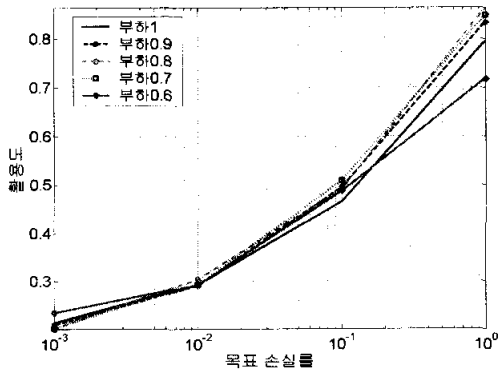


그림 10. 목표 손실률의 증가에 따른 활용도 곡선  
 Fig. 10. Utilization v.s. target loss rate

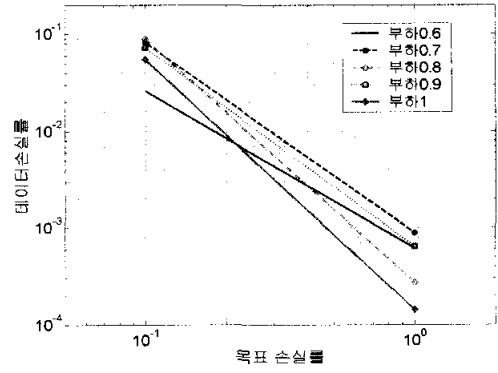


그림 11. 목표 손실률의 증가에 따른 데이터트래픽 손실률  
 Fig. 11. data loss rate v.s. target loss rate.

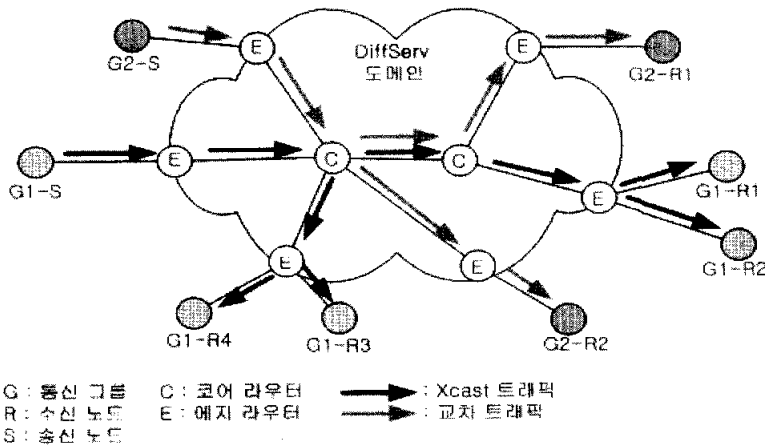


그림 12. 교차 트래픽들에 존재하는 Xcast 실험 망 구조  
 Fig. 12. Xcast Simulation Network structure with the cross traffic

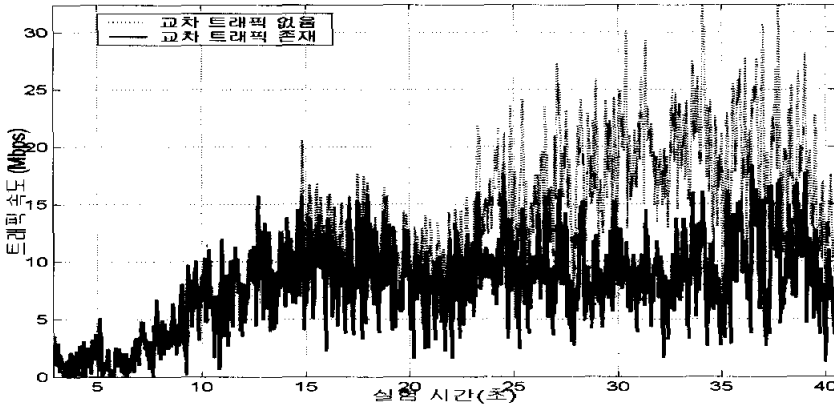


그림 13. 부분 수락기법에 의한 서비스 영향  
Fig. 13. The effect of 'partial acceptance' on the service

모의실험의 첫 번째는 모델은 [1]에서 고려한 기본 Xcast 망을 기반으로, 그림 6과 같이 구성하였다. Diffserv 망의 에지라우터 ER과 코어 라우터 CR은 모두 Xcast를 지원하고 송신 측 S로부터 Xcast에 의해 수신 측 R1, R2, R3, R4로 멀티캐스팅 데이터가 전달되는 환경을 가정하였다.

그림 7에서 9까지는 목표 손실률을 0.001, 0.01, 0.1로 각각 변경하면서 데이터 트래픽의 손실률을 시간에 따라서 측정한 결과이다. 그림에서 확인 할 수 있듯이 RED을 이용한 diffserv망에 EMBAC 적용하여 Xcast기법을 이용한 그룹통신에서 요구하는 품질을 만족할 수 있을 확인할 수 있다.

그림 10과 11에서는 목표 손실률에 따른 망 자원 활용도와 데이터 트래픽의 손실률을 보았다. 그림에서 목표 손실률이 낮을수록 망 자원 활용도가 낮아지는 반면 데이터 트래픽의 품질이 더 좋아 짐을 알 수 있다.

그룹통신의 망의 실제 구조는 여러 세션들이 존재하고 교차 트래픽들이 존재하기 때문에 더욱 복잡해진다. 이를 반영한 모델 시험망 구조를 그림 12에 나타냈다.

그림 12의 모델 망에서는 두개의 세션이 서로 교차함으로써 서로의 품질 측정에 영향을 주게 된다. 즉 그룹 1(G1)에 속한 수신자들이 측정하는 품질이 서로 다르게 측정되어 G1-R1의 측정 품질이 G1-R3의 것 보다 낮게 된다. 이런 환경에서 부분수용 기법의 효과를 확인하기 위하여 G1-R1 (G1-R2)이 받는 서비스 량과 G1-R3(G1-R4)이 받는 서비스 량을 시간에 따라서 측정한 것을 그림 13에 나타내었다. 그림에서 G1-R3이 교차 트래픽에 영향을 안 받으므로 더 많은 서비스를 받았음을 확인할 수 있다.

### V. 결론

본 논문은 다수 그룹들의 소규모 그룹통신에서 잘 동작할 수 있고 실제 망에 적용이 용이하면서 연성 실시간 응용들의 품질을 보장해 줄 수 있는 그룹통신방안을 제안하였다. 제안된 방식은 상태의 관리 없어 실제 망에 적용이 용이하며 확장성이 좋은 명시적 멀티캐스트와 측정기반 수락제어 기법, diffserv를 융합하여 적용하였다. 그리고 diffserv망에 측정기반 수락제어를 적용할 때 망상태 측정을 위한 설정방안과 그룹통신 환경에서 측정기반 수락제어를 운영하기 위한 방안들을 제안하였다.

EMBAC기법을 diffserv망에 적용할 때 diffserv의 AF-PHB의 폐기우선순위 개념을 이용하여 일반 데이터 트래픽과 측정트래픽을 구분하였다. 그리고 그룹통신 환경에서 EMBAC를 적용했을 때 발생하는 경로에 따른 품질의 이질성 문제는 xcast의 부분 수락기법을 적용하여 수용할 수 있었다. 또한 그룹통신 세션에 단순 수신자로써 가입하는 새 가입자는 xcast의 동작 특징을 응용하여 새로 추가된 경로만 품질 측정을 하도록 하여 효율성을 증대시켰다. 제안된 방식은 모의실험을 통해서 품질을 보장할 수 있음을 보였다.

### 참고 문헌

[1] R. Boivie, N. Feldman, Y. Imai, W. Livens, D. Ooms, O. Paridaens, "Explicit Multicast (Xcast) Basci Specification," IETF Internet



Draft draft-ooms-xcast-basic-spec-02.txt, Dec. 2002.

- [2] Torsten Braun and Linqing Liu, "Multicast for small Conferences," in Proc. ISCC2001, Jul. 2001.
- [3] L. Blazevic and J. L. Boudec, "Distributed Core Multicast (DCM): a multicast routing protocol for many groups with fre receivers," in ACM Sigcomm Computer Communication Review, Vol. 29, No. 5, pp. 6-21, Oct. 1999.
- [4] The IBM Xcast, <http://www-124.ibm.com/developerworks/oss/xcast/index.html>
- [5] S. Blake et al., "An architecture for differentiated services," IETF Internet RFC 2475. 1998.
- [6] Lee Breslau, Edward W. Knightly, Scott Shenker, Ion Stoica, and Hui Zhang, "Endpoint Admission Control: Architectural Issues and Performance," in Proc. of Sigcomm 2000, Aug. 2000
- [7] Viktoria Elek, Gunnar Karlsson and Robert Ronngren, "Admission Control Based on End-to-End Measurements," In Proc. of IEEE INFOCOM 2000, Mar. 2000.
- [8] G. Bianchi, F. Borgonovo, A. Capone, L. Fratta, and C. Petrioli, "PCP-DV: an End-to-End Admission Control Mechanism for IP Telephony," in Proc. of ACM-IWDC2001. 2001.
- [9] Ignacio Mas, Viktoria Fodor and Gunner Karlsson, "Probe-Based Admission Control for Multicast," In Proc. of IWQoS 02, pp. 97-109, May 2002.
- [10] Roland Bless and Klaus Wehrle, "IP Multicast in Differentiated Services Networks," IETF Internet Draft, draft-bless-diffserv-multicast-05.txt, Nov. 2002.
- [11] J. Heinanen, F. Baker, et al., "Assured Forwarding PHB," IETF Internet RFC 2597. Jun. 1997.
- [12] Sally Floyd and Van Jacobson, "Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance," IEEE/ACM Trans. on Networking, vol. 1, no. 4, aug. 1993.

김영한(Young-Han Kim)

정회원



1984년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1986년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)

1990년 8월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사)

1987년 1월 ~ 1994년 8월 디지콤정보통신연구소 데이터통신연구부장

1994년 9월 ~ 현재 숭실대학교 정보통신전자공학부 부교수, 통신학회 인터넷연구회 위원장, VoIP포럼 차세대기술분과위원장

<주관심분야> 컴퓨터네트워크, 인터넷 네트워킹, 이동 데이터 통신망 등임.

오승훈(Seung-Hun Oh)

정회원



2000년 2월 숭실대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

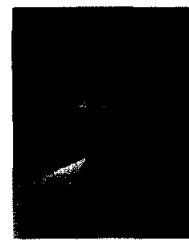
2002년 2월 숭실대학교 정보통신공학과 졸업 (공학석사)

2002년 3월~현재 숭실대학교 정보통신공학과 박사과정

<주관심분야> 인터넷 네트워킹, 인터넷 QoS, 멀티캐스팅, Xcast, IP-이동성, 무선 네트워크, 망 보호복구, 광버스트스위칭(OBS)

윤상균(Sangkyun Yun)

정회원



1984년 2월: 서울대학교 전자공학과 공학사

1986년 2월: 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학석사

1995년 8월: 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학박사

1984년 1월 ~ 1990년 2월: 현대전자(주)

1992년 3월 ~ 2001년 8월: 서원대학교 전자계산학과

1998년 2월 ~ 1999년 1월: University of Michigan 객원교수

2001년 9월 ~ 현재: 연세대학교 문리대학 정보기술학부