

# ATM 망에서 멀티미디어 동기화를 위한 DLB 기법

正會員 구 경 옥\*, 이 병 수\*\*, 조 용 환\*\*\*

## The DLB Method for Multimedia Synchronization in the ATM Networks

Kyung Ok Ku\*, Byung Soo Lee\*\*, Yong Hwan Cho\*\*\* *Regular Members*

### 요 약

본 연구에서는 멀티미디어 데이터의 동기 셀 손실율을 줄이기 위해 개선된 Dual Leaky-Bucket 알고리즘을 제안하였다. 기존의 DLB 알고리즘은 동기셀에 대하여 어떠한 지원도 하지 않았으나 제안 알고리즘은 동기셀에 높은 우선순위를 부여한다.

본 연구에서는 동기셀의 손실율을 줄이기 위해 동기셀 검출기를 사용하였다. 동기셀 검출기는 수신셀을 검사하여 동기셀이면 1단계 Leaky-Bucket을 거치지 않고 바로 2단계 Leaky-Bucket으로 전달하게 된다. 이것은 동기셀에 우선순위를 주는 것과 유사한 효과를 보인다.

On/Off와 Two-state MMPP로 모델링한 Audio와 Video 트래픽을 SLAM II 시뮬레이션 패키지를 통해 시뮬레이션 한 결과 제안 알고리즘이 기존 알고리즘에 비하여 낮은 동기셀 손실율을 얻을 수 있음을 보였다.

멀티미디어 동기화를 위하여 개선된 DLB 알고리즘은 높은 우선순위를 요구하는 다른 임의의 셀에 대해서도 확장되어 적용할 수 있다.

### ABSTRACT

In this paper, the improved Dual Leaky-Bucket(DLB) algorithm is proposed to reduce the synchronous cell loss rate. The conventional DLB algorithm does not support synchronous cells, but the proposed algorithm gives higher priority to synchronous cells.

To reduce synchronous cell loss rate, the synchronous cell detector is used in the proposed algorithm. Synchronous cell detector detects synchronous cells, and passes them cells to the 2nd Leaky-Bucket. So it is similar to give higher priority to synchronous cells.

\*영동전문대학 사무자동화과 조교수

\*\*중외메디칼(주) 이사

\*\*\*충북대학교 컴퓨터공학과 교수

論文番號:97128-0407

接受日字:1997年 4月 7日

In this paper, the proposed algorithm used audio/video traffic modeled by On/Off and Two-state MMPP, and simulated by SLAM II package. As simulation results, the proposed algorithm gets lower synchronous cell loss rate than the conventional DLB algorithms.

The improved DLB algorithm for multimedia synchronization can be extended to any other cells which require higher priority.

## I. 서 론

현대사회는 인간의 정보 서비스에 대한 무한한 요구와 컴퓨터, 통신망의 급속한 발전으로 인해 기존의 문자중심 서비스뿐만 아니라 음성, 영상, 그래픽, 애니메이션과 같은 여러 가지 복합된 미디어를 동시에 서비스할 수 있는 멀티미디어 서비스를 요구하고 있다.

이러한 서비스를 제공할 통신망을 구축하기 위한 통신기술로서 ATM(Asynchronous Transfer Mode)에 대한 교환, 신호 프로토콜, 표준화 등 많은 연구개발이 세계적으로 추진되어 왔다.

ATM은 여러 가지 서비스의 효과적인 수용과 망 자원의 효율적인 사용을 위하여 모든 정보를 고정길이의 전송 단위인 셀로 나누어 전송·교환하며, 전송 대역폭은 사용자의 요청에 따라 호 설정시에 자동적으로 할당한다.

ATM 망에서는 멀티미디어 서비스가 주요 응용 분야가 될 것이기 때문에 미디어간의 동기화가 매우 중요한 역할을 하게 된다. 멀티미디어 트래픽 분석은 미디어의 특성과 압축기법에 크게 좌우되므로 입력원에 대한 모델링이 선행되어야 한다. 트래픽원 모델링은 단일 매체일 때 사용하는 것으로 On/Off 모델이 있고, 저속과 고속 트래픽이 혼재할 때 사용하는 것으로 MMPP(Markov Modulated Poisson Process) 모델이 있다[1].

통신망의 상태는 지연지체에 의해 좌우되며, 이에 따라 동기 정보의 손실로 인한 동기 이상이 발생한다. 동기 이상이 발생한 미디어 열을 원래의 시간적 동기 관계로 복원하는 과정에서 스킵 현상 등이 발생하게 되므로 동기 정보를 제대로 전달하는 것은 멀티미디어 통신에서 매우 중요한 문제라 할 수 있다.

기존의 UPC(Usage Parameter Control) 알고리즘들은 동기셀과 미디어 셀에 대한 구분 없이 모두 같은 비율로 협약 파라미터를 위반하는 셀들을 폐기한다.

미디어 셀의 손실은 약간의 음질이나 화질의 저하를 유발하지만 수신측에서 이해가 어려운 정도는 아니다. 그러나 동기셀의 손실은 여러 가지 동기 이상을 유발하므로 더 좋은 품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 동기셀의 손실을 줄여 미디어간의 동기를 잘 조정할 수 있도록 하여야 한다.

본 논문에서는 UPC 기법중 DLB(Dual Leaky-Bucket) 알고리즘을 변형하여 멀티미디어 동기셀에 우선 순위를 주어 동기셀의 손실을 줄인 개선된 알고리즘을 제안하였다. 이를 위해 동기제어 전송 기법으로는 특별한 프로토콜의 수정 없이 간단하게 사용할 수 있는 SM(Synchronous Marker)기법을 가정하였으며 트래픽의 특성에 따라 적합한 모델링 기법을 이용하여 시뮬레이션 하였다.

본 논문의 II장에서는 멀티미디어 트래픽의 특성과 동기화에 대하여 살펴보고 여러 가지 UPC 기법들을 조사하였으며, III장에서는 현재까지 제안된 UPC 기법중 가장 성능이 좋은 Leaky-Bucket 방법의 변형인 DLB 방법을 기반으로 멀티미디어 동기정보를 손실 없이 전달할 수 있는 개선된 알고리즘을 제안하였다. IV장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안 알고리즘의 타당성을 검증하고 결과를 분석하였으며 V장에서는 연구내용의 결과와 문제점 및 향후 연구과제를 기술하였다.

## II. 멀티미디어 트래픽

컴퓨터에 기반을 두고 있는 멀티미디어 기술은 문자, 그래픽, 음성, 영상 등과 같은 여러 가지 미디어를 하나의 객체로 병합하여 표현, 저장, 처리 및 전송하는데 사용된다[2].

멀티미디어 관련기술은 매우 광범위한 응용 분야를 가진다. 이미 사용되고 있는 중요한 응용으로는 멀티미디어 전자우편, 공동설계, 멀티미디어 회의 등

을 들 수 있다. 이 외에도 멀티미디어 데이터베이스, 사용자 인터페이스, 컴퓨터 통신 등 컴퓨터를 사용하는 전 분야에 적용되고 있으며 그 응용 분야는 무수히 많다.

2.1 멀티미디어 트래픽 특성

멀티미디어 통신에서는 기존의 데이터 통신과 다르게 각 미디어의 특성에 관계없이 다른 미디어들을 동일한 통신망에 수용해야 하므로 각 미디어들의 특성을 분석하고 요구사항을 검토하여야 한다.

우선 트래픽 특성을 살펴보면 각 미디어의 정보 발생량은 상당한 차이가 있으며 발생변이가 심하게 나타난다. 정보발생량은 동적 미디어인 동화상의 경우 초당 수백 MB의 정보가 발생하는 반면 정적 미디어인 문자의 경우는 초당 불과 수 KB밖에 발생되지 않는다. 발생변이는 발생구간과 휴지구간이 있어 정보가 불균일하게 발생한다.

멀티미디어 컴퓨터 통신에 있어서 전송되는 미디어로서는 이미지, 오디오, 키보드 입력, 데이터, 문자, 비디오 등이 있으며 이들은 연속적 미디어와 이산적 미디어로 분류 할 수 있다.

오디오나 비디오는 시간에 종속적인 실시간 미디어로서 텍스트나 이미지와는 다른 특성을 가진다. 텍스트와 이미지의 경우 한번의 데이터 전송으로 그 서비스가 끝나는 반면 비디오나 오디오의 경우에는 통신망을 통한 지속적인 전송이 보장되어야 한다. 오디오와 비디오 등의 실시간 미디어는 지터(jitter)에 민

감하나 텍스트와 이미지는 응답 요구시간에 크게 제약을 받지 않으므로 종단간 지연은 큰 의미가 없으며 최대 허용지터 역시 별 의미가 없다. 또한 텍스트의 경우 전송에러는 전혀 허용되지 않으나 이미지나 오디오, 비디오 등의 전송에 있어서는 약간의 전송에러는 음질이나 화질에 사소한 영향을 미칠뿐이다.

각 미디어 데이터들은 서로 다른 전송 요구사항을 가진다. 서비스 품질(QoS:Quality of Service)은 바로 전송 요구사항을 의미한다. 다음의 표 1은 각 미디어들의 QoS를 나타낸다.

2.2 멀티미디어 동기화

멀티미디어 시스템은 공간적이거나 시간적으로 다양한 미디어의 복합체인 멀티미디어 정보를 생성하는 다수의 소스를 가진다[3]. 공간적인 구성은 다양한 멀티미디어 객체를 객체 크기, 순서, 객체 내에서의 위치 등을 고려하여 그림 1a와 같이 하나의 객체로 연결한다. 시간적 구성은 멀티미디어 객체를 시간적 관계에 따라 정렬하여 그림 1b와 같이 멀티미디어 표현을 생성한다.

멀티미디어 정보를 표현함에 있어 고려하여야 할 사항은 여러 종류의 미디어가 함께 어우러짐으로써 발생하는 상호관계를 어떻게 다루어야 하는가이다. 흔히 시간적인 관계를 멀티미디어 동기화 부르지만 멀티미디어 통신에서는 이를 좀더 자세히 취급해야 한다.

멀티미디어 통신에서는 연속적인 미디어와 이산적

표 1. 미디어들의 QoS  
Table 1. QoS of each Media

구분	음성	동화상	압축 비디오	문자화일	키보드 데이터	정지화상
전송대역폭(bps)	64K	약 200M	4~10M	1~10K	20~80	24M
허용 지연시간	10~40msec/ packet	1/30sec /frame	1/30 sec /frame	0.5~10sec	50~100ms	1sec
허용 지터시간	10ms	10ms	1ms	0.5~5sec	50ms	0.1~0.5sec
허용 비트 에러율	$1 \times 10E-1$	$1 \times 10E-2$	$1 \times 10E-6$	0	0	$1 \times 10E-4$
허용 패킷 에러율	$1 \times 10E-1$	$1 \times 10E-3$	$1 \times 10E-9$	0	0	$1 \times 10E-9$

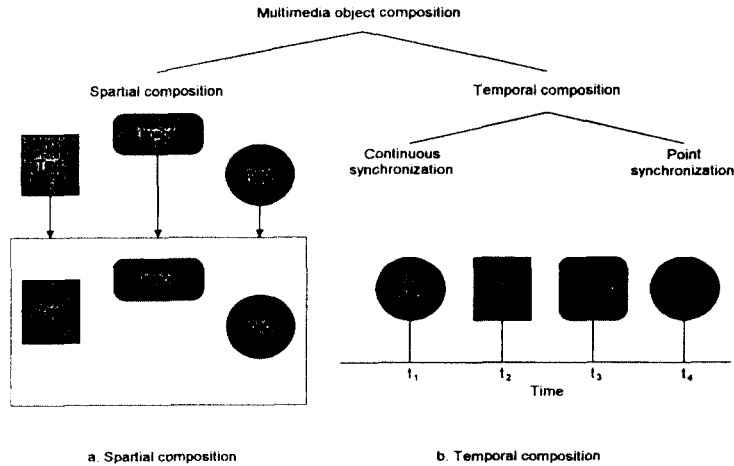


그림 1. 멀티미디어 객체 구성  
Fig. 1. Composition of Multimedia Object

인 미디어 등 여러가지 정보를 이용하며 이들 미디어 정보들간에 시간 및 공간적 관계가 존재한다. 이러한 여러 미디어간의 상호관계성을 유지하는 것을 멀티미디어 동기화라 한다.

멀티미디어 동기화는 그림 2와 같이 미디어내 동기화(Intra-Media Synchronization)과 미디어간 동기화(Inter-Media Synchronization)으로 구분된다[4]. 미디어내 동기화는 하나의 미디어를 구성하는 패킷들간의 시간관계를 복원하는 것이고, 미디어간 동기화는 서로 다른 미디어 패킷들간의 시간관계를 복원하는 것이다.

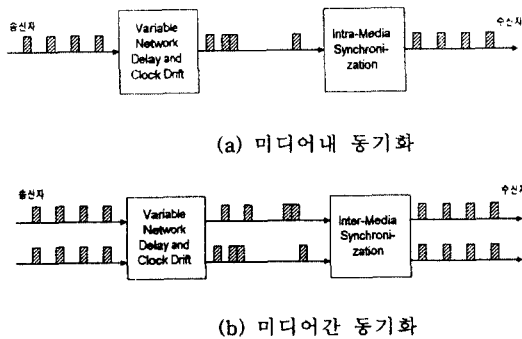


그림 2. 멀티미디어 동기화의 개념  
Fig. 2. Concept of Multimedia Synchronization

미디어간 동기화의 대표적인 예는 Lip-sync이다. Lip-sync의 경우 영상과 음성의 차이가 없어야 하나 실험적인 값으로 80ms 이내일 때 인간의 감지능력으로 이 차이를 구분하지 못한다. 영상과 문자가 중첩되어 표현될 경우 240ms, 중첩되지 않고 표현될 경우에는 500ms 까지는 인간의 감지능력으로 차이를 구분하지 못한다.

2.2.1 동기제어 정보전송 기법

1) 동기마크(Synchronization Marker)

동기마크를 이용하는 방식은 그림 3과 같이 송신단에서는 데이터베이스 또는 비디오 카메라 등의 실시간 멀티미디어 장비로부터의 데이터 스트림에 동기

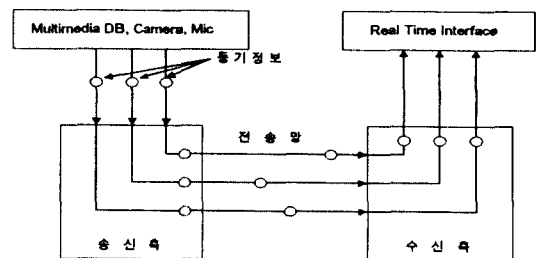


그림 3. 동기마크 기법  
Fig. 3. Synchronization Marker

마크를 삽입하고 수신단에서 이들 동기 마크를 이용하여 동기를 조정하는 방식이다.

각 데이터 스트림은 서로 독립된 채널을 통하여 전송되므로 전송도중 서로 다른 지연을 가지게 되어 동기 마크들이 수신단에 도달하는 시간이 서로 달라진다. 따라서 수신단에서는 동기 마크가 도착한 스트림들로 부터의 데이터를 저장하고 있다가 모든 동기 마크가 도달하였을 때 동기 마크를 정렬하여 사용자 인터페이스를 통해 내보냄으로서 동기를 맞춘다.

이 방식은 단지 동기 마크라는 요소만을 도입하면 되므로 기존의 프로토콜상에 약간의 수정만으로도 적용할 수 있다. 또한 별도의 제어채널이 필요 없으므로 전송 데이터에 대해 약간의 추가정보만으로 동기화를 제공할 수 있으므로 오버헤드가 적다.

단점으로는 에러, 지터, 전송속도 등에 따라 많은 버퍼링이 필요하게 될 수 있다는 점과 사용자 데이터 스트림이 전송 시스템에 의해서 수정되기 때문에 인터페이스 장비와의 간섭이 있을 수 있다는 점을 들 수 있다.

### 2) 별도의 동기채널 사용

별도의 동기채널을 이용하는 방식은 동기 마크를 이용하는 방식보다 더 복잡한 제어를 제공할 수 있다. 송신측에서는 전송할 데이터 스트림들로부터 동기점을 포착하여 별도의 동기채널을 통해 동기정보를 받아서 표현정보(독립동기, 순차동기, 병렬동기) 및 각 스트림상의 동기 참조점을 전송한다. 수신단에서는 동기채널로부터 동기정보를 받아서 표현정보에 따라 전송되어 오는 데이터 스트림상의 동기점들을 정렬함으로써 동기를 맞춘다.

이 방식의 장점으로는 요구되는 어떠한 복잡한 동기 서비스도 제공할 수 있다는 점과 데이터 스트림이 수정되지 않으므로 멀티미디어 장비의 부착이 용이하다는 점을 들 수 있다. 그러나 복잡성 때문에 오버헤드가 크고 전송 시스템에서 더 많은 처리가 요구된다는 단점이 있다[5].

### 3) 세그멘테이션(Segmentation) 기법

세그멘테이션을 이용하는 방식은 동기화 단위 즉, 세그먼트를 잘 정의함으로써 별도의 동기화 정보를 전송할 필요 없이 동기화를 제공할 수 있는 방식이

다. 세그멘테이션 기법은 동기 마크 기법에서 인터페이스 장비와의 간섭문제나 동기 채널을 이용하는 방법에서의 오버헤드 문제를 동시에 해결할 수 있다는 장점을 가진다.

## III. DLB 기법을 이용한 멀티미디어 동기화

### 3.1 LB와 DLB 알고리즘

사용 파라미터 제어는 UNI(User Network Interface)에서 수행되는 UPC (Usage Parameter Control)와 NNI(Network Network Interface)에서 수행되는 NPC (Network Parameter Control)가 있다. UPC/NPC는 각각 서로 다른 인터페이스에서 트래픽의 양 등에 따라 트래픽을 감시, 제어하기 위하여 망에서 행하여지는 모든 기능의 집합으로 정의된다.

연결수락제어에서 사용자가 신고한 트래픽 파라미터에 근거하여 망이 폭주하지 않으리라는 판단 하에 새로운 연결을 받아들였다. 하지만, 실제로는 신고한 트래픽 이상을 보내면 망이 폭주상태에 빠질 위험이 있으므로, 호가 진행되는 동안에도 사용자가 신고한 트래픽 파라미터들을 준수하고있는지를 감시해야 한다. 만일 협상된 트래픽을 위반하는 경우 위반셀을 폐기하거나 CLP(Cell Loss Priority) 비트를 세트하여 내보내게 된다.

그러므로 사용 파라미터 제어 기법은 트래픽 표시자의 위반 트래픽 발견 능력, 감시 파라미터의 범위 설정, 위반 트래픽에 대한 신속한 조치, 구형의 용이성 등을 고려하여 선택되어야 한다. 많이 사용되고 있는 알고리즘은 Leaky-Bucket(LB)과 Window 형태, 또는 LB와 Window 형태를 결합한 것들로서 각각 장단점을 가지고 있다[6].

#### 1) Leaky-Bucket

가장 널리 알려져 있는 사용 파라미터 제어 기법으로 소스에서 셀이 생성될 때마다 1씩 증가하고, 일정 시간 간격(leaky rate: R)마다 계수기 값을 1씩 감소시켜 계수기의 최대값 B(bucket size)와 R을 가지고 트래픽을 감시, 제어하는 방법이다. 셀이 발생하였을 때 계수기의 값이 B보다 크면 이때 발생된 셀을 폐기시키고 B보다 작으면 셀을 통과시킨다. 계수기의 최대치 B와 R은 호의 연결시 사용자가 신고한 트래픽에

따라 결정되어진다. 이 메카니즘은 시스템 상태와 감소기간에 대한 각각 1개씩의 계수기를 가지므로 구현하기에 아주 용이하다. 그림 4에 Leaky-Bucket 알고리즘의 개념이 잘 표현되어 있다.

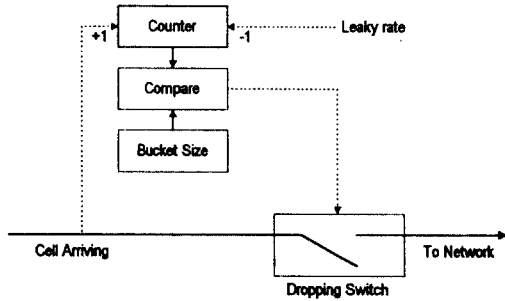


그림 4. Leaky-Bucket 알고리즘  
Fig. 4. Leaky-Bucket Algorithm

## 2) DLB(Dual Leaky-Bucket)

DLB는 최대 비트율과 평균 비트율을 모두 감시하기 위한 UPC 기법으로 제안되었다. 파라미터  $T_0$ 를 정의하는 최대비트율을 감시하기 위하여 1단계 Leaky-Bucket은 다음과 같은 파라미터를 사용한다.

1단계 Leaky-Bucket leaky rate  $R_0 = 1/T_0$

1단계 Leaky-Bucket 크기  $B_0 = 1$

즉, 1단계 버킷의 leaky rate는 셀의 최대발생율로 하고, 버킷은 하나만 주어 최대비트율을 위반하는 셀은 여기서 폐기되도록 한다.

2단계 Leaky-Bucket은 평균 비트율과 버스트니스를 감시한다. 다음의 그림 5는 DLB 기법을 나타낸 것이다.

DLB 알고리즘은 Window를 기반으로한 알고리즘이나 LB를 하나만 사용한 알고리즘에 비하여 감시능력이 우수하다. 그러나 위반트래픽 발견 확률에 관한 성능분석에서는 버스트니스가 큰 트래픽에서 사용상황 감시능력에 한계가 있다는 사실이 알려져 있다[7].

DLB 외에도 최대비트율과 평균비트율을 모두 감시할 수 있는 알고리즘으로는 JW와 LB, 또는 SW와 LB 등을 결합한 것들이 있으며 각각 JW와 SW가 최

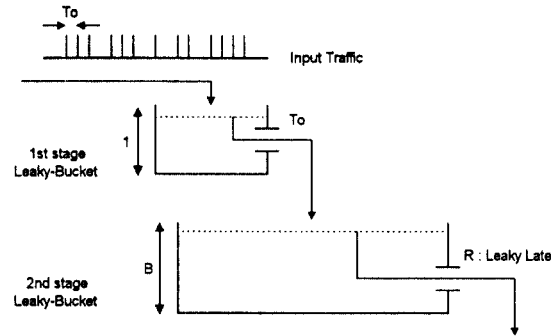


그림 5. Dual Leaky-Bucket 알고리즘  
Fig. 5. Dual Leaky-Bucket Algorithm

대비트율 제어를, LB가 평균 비트율 제어를 수행한다. 또는 최대비트율, 평균비트율, 버스트니스의 제어를 위하여 3중 LB 알고리즘이 사용되기도 한다.

## 3.2 멀티미디어 동기화를 위한 DLB 알고리즘

멀티미디어 시스템은 동기화를 수행하기 위하여 전송 데이터에 각 미디어간의 동기정보를 추가하여 전송하게 된다. 동기정보는 미디어의 속성, 미디어간의 관계, 통신망에서 발생할 수 있는 지연과 손실을 보상하기 위한 타임 스탬프(time stamp), 일련번호와 같은 정보와 사용자가 정의한 동기화 기법에 대한 정보까지 포함하는 것으로서 동기화 정도에 따라 일정한 간격으로 미디어 열에 삽입된다. 따라서 미디어 열은 미디어 정보와 동기정보로 구성된다.

미디어 정보는 미디어마다 특성이 다르고 QoS가 서로 다르기 때문에 모든 미디어를 다중화하여 하나의 채널로 전송하는 것은 통신망의 효율적인 관리가 어렵고 각 미디어의 QoS를 만족시키기 어렵다. 따라서 각 미디어는 각각의 채널을 할당받아 데이터를 전송하게 되는데 미디어간의 동기관계가 목적지에서도 유지되어야 한다. 이를 구현하기 위한 방법으로 ATM 망에서는 셀에 동기 정보를 실어보내는 방법을 사용하여 동기를 조정할 수 있다. 즉, 일정 셀간격 또는 일정 시간간격에 셀에 동기에 관한 정보를 포함시켜서 셀을 내보낼 수 있다.

ATM 망에서 다수의 분리된 채널을 이용하는 멀티미디어 시스템은 동기를 조정하기 위하여 동기 정보를 포함한 동기셀을 일정시간 간격 또는 일정 셀 간

격으로 발생한다. 이때 동기 셀 뿐만아니라 음성이나 화상 정보를 포함한 데이터 셀도 트래픽 제어 알고리즘을 통하여 나갈 때 셀의 버스트 정도가 크면 클수록 셀의 손실율도 커지게 된다. 여기서 데이터 셀이 손실될 경우에는 화질이 떨어진다거나 음질이 다소 떨어질뿐 복원시 내용을 이해하는데는 별 무리가 없다. 그러나 동기셀이 손실되면 도착한 셀들을 표현할 때 어색하거나 이해가 어려울 수 있다.

비디오와 음성의 두 미디어 만을 사용하는 멀티미디어 컴퓨터 통신이나 슬라이드, 원격 회의, 전자독서 등의 예를 들자면 비디오 또는 정지화상과 음성이 동기화되어야 한다. 만일 동기화가 이루어지지 않는다면 Lip-sync 문제가 발생하거나 슬라이드 등의 경우 다른 이미지에 대한 설명이 나가게 될 수도 있다.

본 논문에서는 ATM망에서 멀티미디어 동기화 방법으로 SM (Synchronous Marker)기법, 즉 각각의 미디어는 하나의 채널을 점유하고 일정 미디어열 간격마다 동기정보를 삽입하는 방법을 사용한다고 가정하여 기존의 트래픽 제어 알고리즘 중 가장 널리 사용되는 Leaky-Bucket 알고리즘의 변형인 DLB(Dual Leaky-Bucket) 알고리즘에 적용하여 멀티미디어 데이터의 동기를 조정할 수 있도록 개선하고 시뮬레이션을 통해 동작을 확인하고 분석한다.

DLB 알고리즘은 두 개의 Leaky-Bucket으로 이루어지며 일반적인 LB와 달리 최대 비트율과 평균 비트율을 동시에 감시할 수 있다. 1단계 LB에서는 트래픽의 최대 비트율을 감시하는 역할을 하며, 2단계 LB에서는 트래픽의 평균 비트율과 버스트니스를 감시하는 역할을 하므로 감시 성능을 높이게 된다. 그림 6에서는 멀티미디어 동기화를 위해 개선한 알고리즘의 시뮬레이션 모형을 나타낸다.

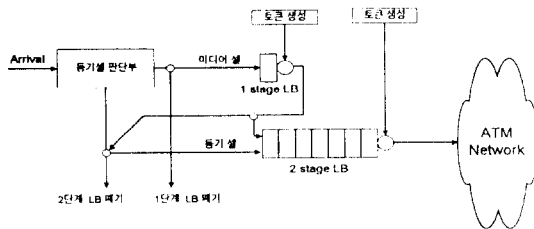


그림 6 개선한 Dual Leaky-Bucket 모형  
Fig. 6. Improved Leaky-Buck Model

발생하는 셀이 동기 정보를 포함한 동기 셀인지 아닌지의 결정 여부는 ATM셀 헤더중 PT(Payload Type) 필드에서 예약된 코드를 이용할 수 있다. ITU-T는 권고안을 통해 특수 동지를 위해 UNI/NNI에서의 셀 헤더 내의 PT 필드를 3비트로 확장하는 것을 제안하였다. 여기서 3비트로 되어있는 PT 필드의 코드 111에 대해서는 유보되어 있으므로 이 코드를 이용하여 동기셀임을 확인하도록 할 수 있다. 또 다른 방법으로는 제어 알고리즘에 ATM셀의 데이터 부분의 일정한 부분을 검색할수 있는 루틴을 추가하여 동기 셀을 구분하는 방법을 사용할 수도 있다[8].

멀티미디어 동기화를 위해 개선한 DLB 알고리즘의 순서도는 그림 7과 같다.

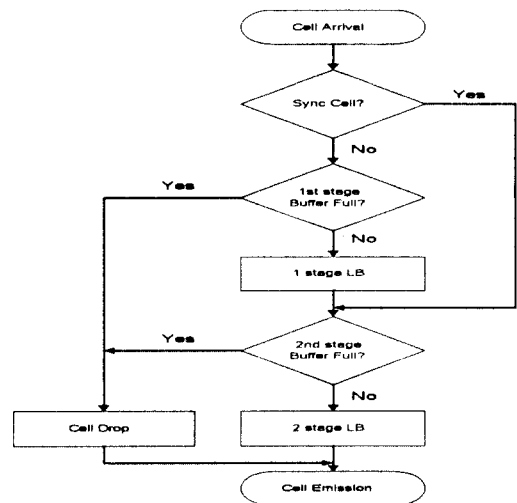


그림 7 제안 DLB 알고리즘의 순서도  
Fig. 7. Flow Chart of Proposed DLB Algorithm

이 알고리즘의 동작은 다음과 같다.

제안 알고리즘은 DLB 알고리즘을 기반으로 하여 동기셀 판단부와 동기셀이면 2단계 버퍼로 바로 전달될수 있도록 하는 기능이 추가되었다. 먼저 셀이 도착하게 되면 동기셀 판단부에서 이 셀이 동기셀인가 아닌가의 여부를 먼저 판명한다. 동기셀인 경우 이 셀은 1단계 LB를 bypass 하고 바로 2단계 LB로 넘어가게 된다. 동기셀이 아닌 경우는 기존의 DLB와 같이 두 개의 LB를 순차적으로 통과하게 된다. 따라서

동기셀의 경우, 평균 비트율만 위반하지 않으면 셀 손실 없이 버킷을 통과할 수 있다. 만일 동기셀이 2단계 LB에 도착하였을 때 버퍼가 가득 차있는 경우, 평균 비트율을 위반하는 경우이므로 셀은 손실된다.

제안 알고리즘은 동기셀이 2단계 LB만 통과하게 되므로 동기셀에 우선순위를 주는 것과 같은 효과를 볼 수 있으며 동기셀을 위한 부가적인 버퍼 등을 사용하지 않으므로 하드웨어 구현 비용이 증가하지 않는다.

#### IV. 실험 및 결과고찰

본 장에서는 트래픽 제어 알고리즘인 Dual Leaky-Bucket을 기반으로 개선한 DLB 알고리즘에서 1단계 leaky rate와 2단계 leaky rate, 버퍼 크기가 셀 손실율과 셀 대기 지연시간에 미치는 영향과 앞장에서 제안한 알고리즘이 타당한지의 여부, 즉 동기셀의 손실감소를 시뮬레이션을 통해 확인한다.

이를 위하여 오디오와 비디오의 두 가지가 트래픽을 적합한 모델링 기법을 이용하여 DLB 기법과 제안 DLB 기법을 비교하였으며, 위의 세가지 트래픽을 혼합 입력하여 두 알고리즘에 대한 트래픽의 손실율과 큐잉지연시간을 비교하였다.

##### 4.1 실험환경

입력 트래픽은 오디오의 경우 평균 비트율 22.4Kbps, 최대 비트율 64Kbps로 발생하며 On/Off 모델을 사용하였다.

그림 8은 시뮬레이션에 사용된 On/Off 모델을 나타낸 것이다.

이러한 On/Off 구간 프로세스를 모델링 하기 위해서는 On 구간동안에 패킷 생성 프로세스뿐만 아니라

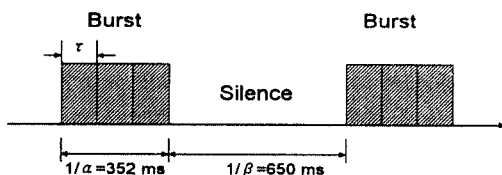


그림 8. On/Off 모델  
Fig. 8. On/Off Model

On/Off 구간 모두의 특성을 실험해야 한다. 가장 간단한 접근방법은 각 시간 구간을  $1/\alpha$ 과  $1/\beta$ 인 기하분포로 추정하는 것이다.

On/Off 모델에서 On 상태에서 보통  $r$ 는 패킷의 크기와 음성 코딩율에 따라 5ms에서 15ms 사이에 있고 burst구간의 지속시간은 352ms, Silence 구간의 지속시간은 650ms를 평균으로 하는 지수분포로 모델링하며,  $\lambda$ 를 16ms라 가정하면 버스트 구간에서 발생하는 셀의 수는 22이다.

비디오의 속성은 어플리케이션의 종류, 압축 및 코딩 기법에 따라 달라지므로 모델링하기가 용이하지 않다. 본 논문에서는 VBR(Variable Bit Rate) 비디오 코딩에 기반한 동화상 비디오 트래픽만을 가정한다. VBR 코딩 기법에서 고속매체와 저속매체가 혼재한 경우로 생각할 수 있으므로, 고속 트래픽의 셀 도착 과정과 저속 트래픽의 셀 도착 과정을 그림 9와 같은 MMPP(Markov Modulated Poisson Process)로 근사하여 사용하였으며, 시스템의 내부 파라미터, 즉 셀 버퍼와 leaky rate 를 변화시키면서 DLB 알고리즘과 제안 알고리즘을 비교분석하였다. 비디오는 저속일 때 2Mbps, 고속일 때 8Mbps의 발생율을 가지며 각 구간은 750ms와 250ms의 지수분포를 가지는 것으로 가정하였다. 시뮬레이션은 IBM PC상에서 SLAM II 시뮬레이션 패키지를 이용하였다[9].

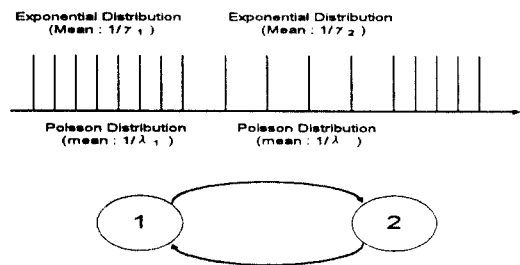


그림 9. Two-State MMPP  
Fig. 9. Two-State MMPP

또한 여러 채널이 다중화된 경우를 가정하여 오디오와 비디오를 10개 다중화하였을 경우의 큐잉지연 시간, 셀손실과 동기셀 손실 감소를 시뮬레이션 하였다.



4.2 결과고찰

그림 10은 2단계 버킷 크기가 100일 때 오디오를 입력으로 하여 leaky rate와 셀 손실율과의 관계를 분석한 것이다. 1단계 leaky rate와 2단계 leaky rate를 같은 비율로 높여 주었으며, 결과는 그림에서 보는 바와 같이 leaky rate가 높을수록 셀 손실율은 낮아지게 된다. 기존 알고리즘과 제안 알고리즘을 비교하여 보면 제안 알고리즘의 셀 손실율이 낮게 나오는데 이는 발생한 셀중 동기셀은 1단계 버킷을 통과하지 않고 바로 2단계 버킷으로 전달되기 때문이다.

그러나 leaky rate를 높여주면 협약된 파라미터를 위반하는 셀들을 정확하게 검출할 수 없으므로 적절한 값을 주어야 한다.

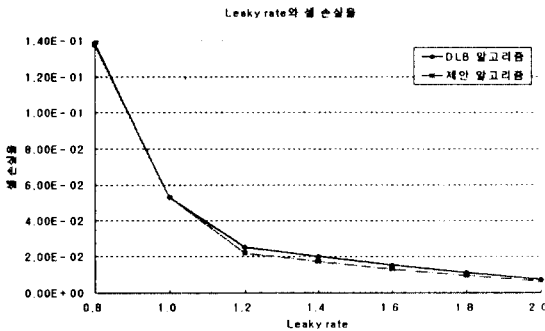


그림 10. Leaky rate와 셀 손실율  
Fig. 10. Leaky rate & Cell Loss Rate

오디오와 비디오에 대한 DLB 알고리즘과 개선된 DLB 알고리즘의 버킷 크기와 셀 손실율과의 관계는 그림 11, 그림 12와 같이 2단계 버킷의 크기가 클수록 셀 손실율은 낮아진다. 이것은 평균 비트율을 위반하더라도 버킷에서 적절히 저장하여 맞추어 줄 수 있기 때문이다. 이상적인 경우 버킷의 크기가 무한대가 되면 셀 손실은 0이 되지만 실제로는 큐잉지연시간, 하드웨어 구현 등이 문제가 되므로 적절한 크기의 2단계 버킷 크기를 선택하는 것은 중요하다 하겠다.

여기서 오디오에 비하여 비디오는 셀 손실율에 차이가 거의 없는데 이는 비디오 신호의 동기셀 비율이 미디어 셀에 비하여 작기 때문이다. 즉, 음성은 전체 셀 중 동기셀이 차지하는 비율이 높지만 비디오는 동기셀의 비율이 낮기 때문에 DLB 알고리즘과 셀 손실

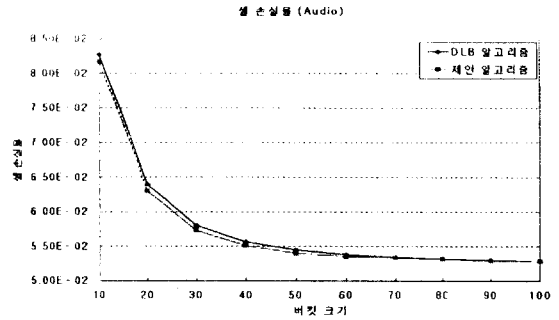


그림 11. 버킷 크기와 셀 손실율 (오디오)  
Fig. 11. Bucket Size & Cell Loss Rate (Audio)

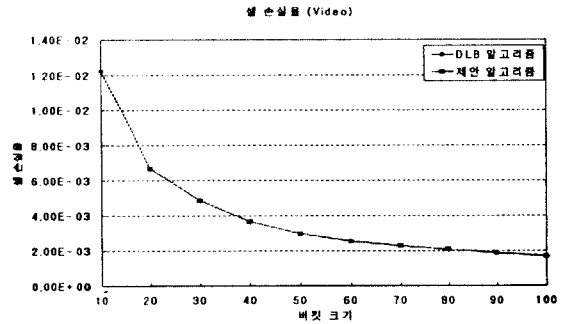


그림 12. 버킷 크기와 셀 손실율 (비디오)  
Fig. 12. Bucket Size & Cell Loss Rate (Video)

차이가 적다.

그림 13과 그림 14는 오디오와 비디오 입력에 대한 평균적인 큐잉지연시간을 나타낸 것이다. 기존 알고리즘과 제안 알고리즘 모두 비슷한 지연을 보였으나 제안 알고리즘에서의 큐잉지연이 약간이지만 더 큰 값을 나타내었다.

그림 14에서 보는 바와 같이 비디오 입력에 대해서는 큐잉지연시간의 차이가 거의 없다. 이는 앞에서 설명한 바와 같이 비디오 트래픽에서 동기셀의 비율이 작고, 전반적인 셀 손실율도 낮기 때문이다. 즉, 전체 데이터에서 동기셀의 비율이 높으면 높을수록 1단계 버킷을 통과하지 않고 2단계 버킷으로 바로 도착하는 동기셀에 의하여 큐잉지연시간이 길어지게 된다.

그림 15과 그림 16은 버킷 크기와 동기셀의 손실율을 나타낸 것이다. 그림에서 보는바와 같이 기존의 DLB 알고리즘에 비해 제안한 DLB 알고리즘이 동기

셀 손실이 적은 것을 알 수 있다. 이는 동기셀이 1단계 버퍼를 통과하지 않고 바로 2단계 버퍼로 전달되도록 하여 우선순위를 주었기 때문이다. 따라서 제안 알고리즘이 동기정보를 더욱 정확히 전달할 수 있으며 더 우수한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다.

음성의 경우 동기셀 비율이 크고 전반적인 셀 손실율이 높음으로 인해 기존 알고리즘과 제안 알고리즘의 동기셀 손실이 많은 차이가 나지만 비디오의 경우는 제안 알고리즘에서 약간 낮은 셀 손실을 보이는 것을 알 수 있다.

그림 17에서 그림 19까지는 여러개의 오디오 채널과 비디오 채널이 다중화된 경우의 큐잉지연시간, 셀 손실율, 동기셀 손실율을 시뮬레이션한 결과이다.

다중화의 경우에도 역시 전체 셀손실율은 제안 알고리즘이 약간 낮은 값을 보였고 동기셀 손실율에서도 제안 알고리즘이 우수한 성능을 보였다. 큐잉지연

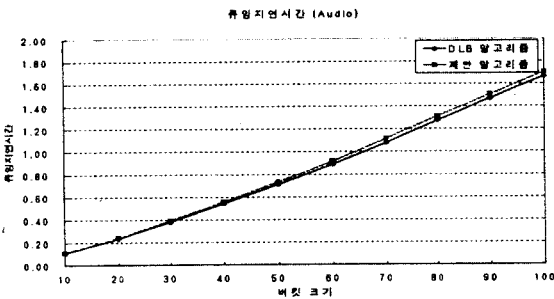


그림 13. 큐잉지연시간 (오디오)  
Fig. 13. Queuing Delay (Audio)

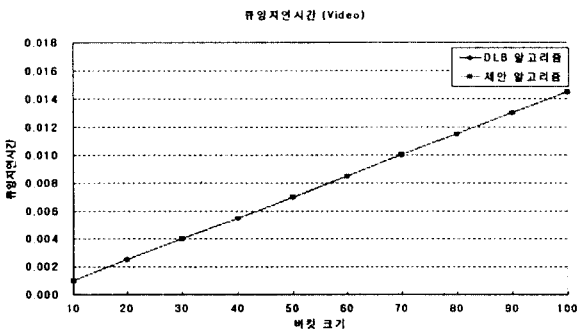


그림 14. 큐잉지연시간 (비디오)  
Fig. 14. Queuing Delay (Video)

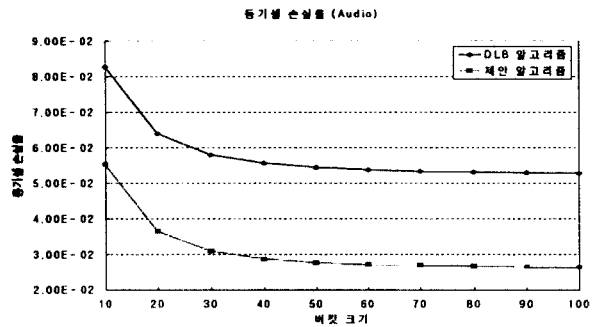


그림 15. 동기셀 손실율 (오디오)  
Fig. 15. Synchronous Cell Loss Rate (Audio)

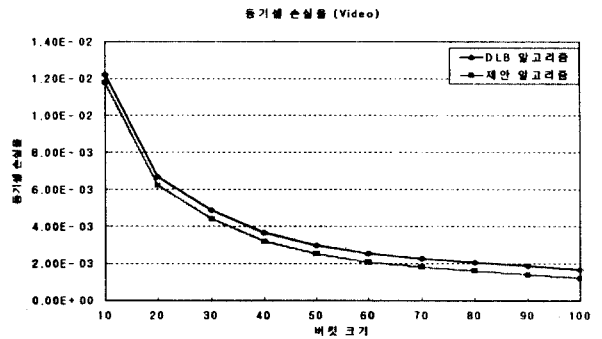


그림 16. 동기셀 손실율 (비디오)  
Fig. 16. Synchronous Cell Loss Rate (Video)

시간은 DLB 알고리즘과 제안 알고리즘에 차이가 없었으며, 오디오와 비디오 채널을 다중화한 경우는 각각을 별도로 시뮬레이션 하였을 때의 중간 정도 값을 보였다.

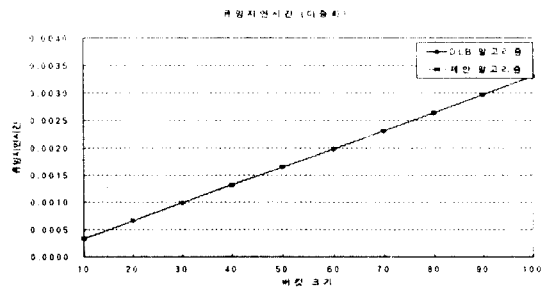


그림 17. 큐잉지연시간(오디오와 비디오가 다중화된 경우)  
Fig. 17. Queuing Delay (Multiplexed Audio & Video)

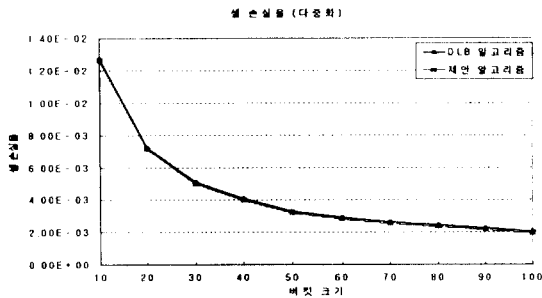


그림 18. 셀 손실율 (오디오와 비디오가 다중화된 경우)  
Fig. 18. Cell Loss Rate (Multiplexed Audio & Video)

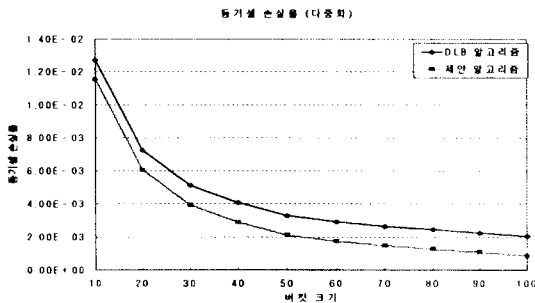


그림 19. 동기셀 손실율 (오디오와 비디오가 다중화된 경우)  
Fig. 19. Synchronous Cell Loss Rate (Multiplexed Audio & Video)

실험결과를 종합하여 볼 때 2단계 셀 버퍼의 크기가 클수록, leaky rate가 클수록 전반적인 셀 손실율이 낮아지는 것으로 나타났다. 또한 동기셀의 경우는 동기셀에 우선 순위를 부여한 제안 DLB 알고리즘에서 낮은 셀 손실율을 나타냈다. 셀의 큐잉 지연시간은 큰 차이가 없었으나 제안 DLB 알고리즘이 약간 더 큰 값을 보였다. 그러나 동기셀의 비율이 미디어셀에 비하면 매우 작으므로 그리 큰 차이는 없다.

앞의 실험결과에서 보듯이 제안 알고리즘에서 동기셀의 손실율은 낮아지지만 큐잉지연이나 동기셀 판단부에서의 지연 등으로 전반적인 셀들의 지연시간이 길어진다. 그러나 동기셀 판단부는 하드웨어적으로 구현이 가능하므로 그리 큰 지연이 발생하지 않을 것이라 예측할 수 있으며 큐잉지연도 거의 차이가 없기 때문에 사용자들이 원하는 멀티미디어 서비스의 QoS를 만족시킬 수 있다.

또한 본 논문에서 가정된 SM 기법은 미디어 셀들을 수신부에서 받아 동기셀이 도착할 때까지 버퍼링되므로 동기셀에 약간의 지연이 발생하였다 하더라도 동기화 성능이 우수한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다.

기존의 DLB 알고리즘과 제안한 DLB 알고리즘을 비교한 내용은 표 2에서 보는 바와 같다.

표 2. 기존 DLB 알고리즘과 제안 알고리즘의 비교  
Table 2. Comparison of Conventional DLB Algorithm and Proposed Algorithm

비교	알고리즘	Dual Leaky Bucket	제안 알고리즘
동기셀 전달 방법		데이터 셀과 같이 1단계 버킷과 2단계 버킷을 순차적으로 통과	동기셀 판단부에서 동기셀을 추출하여 1단계 버킷을 by-pass하고 2단계 버킷으로 셀 전달
감시성능		최대비트율, 평균 비트율 감시	최대비트율, 평균 비트율 감시
실험 셀의 수		1,000,000 셀	1,000,000 셀
셀 손실율 (음성, 버킷:100)		0.05281	0.05279
동기셀 손실율 (음성, 버킷:100)		0.05281	0.02635
큐잉지연시간 (음성, 버킷:100)		1.664	1.701
동기화 성능		미디어 셀과 같은 비율로 동기셀을 폐기하므로 동기화성능 보통	동기셀의 폐기가 적으므로 동기화 성능 우수

### V. 결 론

폭발적으로 증가하는 트래픽에 부합하기 위한 대안으로 ATM은 미래의 멀티미디어 통신에 가장 적합한 해결방안이라고 할 수 있다.

미래 통신의 주요한 데이터가 될 멀티미디어 정보들은 각 미디어간의 동기화가 중요한 문제인데, ATM 망에서는 UPC에서 동기셀에 우선순위를 주는 방법을 사용하여 동기화를 처리할 수 있다.

본 논문에서는 최대 비트율과 평균 비트율을 모두 제어할 수 있는 Dual Leaky-Bucket을 변형하여 멀티

미디어 통신의 관건이라 할 수 있는 동기화문제를 해결한 개선된 DLB 알고리즘을 제안하였다. 이 제안 알고리즘은 IBM PC 상에서 SLAM II 시뮬레이션 패키지를 이용하여 검증하였으며 트래픽 모델링은 여러개의 호가 통합된 경우를 가상하여 MMPP로 모델링 하였다.

본 논문에서 제안한 DLB 알고리즘은 시뮬레이션 결과, 기존의 DLB 알고리즘에 비하여 전반적인 셀 손실율에는 영향이 없으나 동기셀에 대하여서는 낮은 셀 손실율을 보장한다. 동기셀의 낮은 셀 손실율은 동기 정보를 정확하게 전달할 수 있게 되며 미디어간의 동기를 잘 조정할 수 있게 하여 멀티미디어 서비스의 품질을 향상시킬 수 있다.

본 논문에서 제안한 알고리즘은 동기화 정보는 정확히 전달할 수 있지만 큐잉지연시간은 약간 증가한다. 그러나 이러한 지연은 매우 작으며 동기제어 전송 기법중 SM 기법은 수신된 정보를 버퍼링하였다가 제공하므로 전체적으로 볼 때 더 나은 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다.

또한 제안 DLB 알고리즘은 동기셀뿐만 아니라 우선순위를 요구하는 어떠한 다른 셀에 대하여서도 UPC에서 낮은 셀 손실율을 보장할 수 있기 때문에 우선순위를 주어야하는 셀의 범위를 확장하여 사용할 수도 있을것으로 기대된다. 그러나 너무 많은 셀에 우선순위를 주게되면 DLB의 특징인 최대 비트율과 평균 비트율 제어 성능이 떨어지므로 적절한 선에서 우선순위를 주어야 할 것이다.

향후 과제로는 ATM 망에서 UPC 외에도 동기정보를 손실없이 전달할 수 있는 방법, 감시성능에 영향을 미치지 않고 동기정보를 전달할수 있는 동기셀의 우선순위 메카니즘 등에 대한 연구가 더욱 요구된다.

### 참 고 문 헌

1. I. W. Habib, T. N. Saadawi, "Multimedia Traffic Characteristics in Broadband Networks", IEEE Communication Magazine, pp. 48-54, July 1992.
2. R. Steinmetz, "Synchronization Properties in Multimedia Systems", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 8, No. 3, pp. 401-412, April 1990.

3. B. Furht, "Multimedia Systems: An Overview", IEEE Multimedia, pp. 47-59, Spring 1994.
4. 박승철, 최양희, "QoS를 고려한 멀티미디어 동기화 기법", 정보과학회논문지(A), Vol. 22, No. 8, pp. 1307-1318, September 1995.
5. M. Salmony, D. Dhepherd, "Extending OSI to Support Synchronization Required by Multimedia Applications", IBM ENC Tech, Rep., No. 43, April 1989.
6. K. Shimikoshi, "Evaluation of Policing Mechanism for ATM Networks", IEICE Trans. Commun., Vol. E76-B, No. 10, pp. 1341-1351, November 1993.
7. N. Yamanaka, Y. Sato, K. Sato, "Performance Limitation of Leaky Bucket Algorithm for Usage Parameter Control and Bandwidth Allocation Methods", ICICE Trans. Commun., Vol. E75-B, No. 2, pp. 82-86, February 1992.
8. 이광희, "멀티미디어 동기를 위해 개선한 Leaky-Bucket 알고리즘", 충남대학교, February 1994.
9. A. A. B. Pritsker, "Introduction to Simulation and SLAM II", Systems Publishing Corporation, 1986.



구 경 옥(Kyung Ok Gu) 정회원  
 1957년 2월 21일생  
 1986년: 서울산업대학교 전자계산학과(공학사)  
 1988년: 한양대학교 대학원(공학석사)  
 1986년~1993년: 정부전산정보관리소 전산주사  
 1993년~현재: 영동전문대학 사무자동화과 조교수  
 ※주관심 분야: 초고속정보통신 서비스, 멀티미디어 통신 서비스



이 병 수(Byung Soo Lee)정회원

1955년 2월 28일생

1979년 2월: 동국대학교 공업경영  
학과(공학사)

1991년 8월: 동국대학교 대학원  
(공학석사)

1990년~1994년: 금성통신(주) 생  
산관리부장, 최적시  
스템 팀장

1994년~1996년: LG전자 통신기기 SBU 생산기술실  
장, 정보화추진실장

1996년~현재: 중외메디칼(주) 이사

※주관심 분야: ATM망 트래픽 제어, 멀티미디어 통  
신 서비스



조 용 환(Yong Hwan Cho)정회원

1950년 12월 19일생

1989년 9월: 고려대학교 대학원  
통계학과(이학박사)

1978년 3월~1981년 10월: 한국전  
자통신연구소 통신망  
계획실 선임연구원

1982년 3월~현재: 충북대학교 컴  
퓨터공학과 교수

1991년 6월~1992년 8월: 미국 Nevada 주립대학교  
(UNLV), 전기 및 컴퓨터공  
학과 교환교수

1993년 11월~현재: 한국통신학회 이사, 충북지부장

1996년 3월~1996년 6월: APII Test-bed Forum 운영  
위원회 홍보/출판분과 위원장

1997년 1월~현재: 정보통신부 정보통신 번호체계 개  
선 전담반 위원

※주관심 분야: 트래픽 엔지니어링, ATM망 트래픽  
제어, 번호계획