

## ATM 망에서의 가변비트율 영상부호화와 트래픽 제어

이 광 기 · 김 인 검 · 박 규 태  
(연세대학교 전자공학과)

■ 차

■ 례 ■

I. 서 론

II. ATM 망에서의 영상부호화

III. ATM 망에서 트래픽 제어의 필요성

IV. VBR 영상트래픽의 제어

V. 결 론

### I. 서 론

광대역 통신망(B-ISDN)의 도래로 인해 비디오 및 영상서비스는 점차 중요한 통신 형태로 부각되고 있으며, 이에 대한 사용자의 욕구는 더 다양하고 높은 품질의 서비스에 대한 수요를 증대시킬 것으로 기대된다. B-ISDN이 수용해야 할 영상서비스는 영상전화, 영상회의, 영상검색 그리고 HDTV, TV 방송 등으로써, 이들 서비스는 협대역에서 광대역까지의 다양한 대역폭을 필요로할 뿐만 아니라, 정보의 흐름이 양방향(교신성 서비스), 편방향(검색형 서비스), 방송형(분배성 서비스)이며 서비스의 종류에 따라 고정전송속도(CBR) 혹은 가변전송속도(VBR)를 요구한다. 또한 각서비스는 서로 다른 전송지연과 정보손실을 허용하며 이에 따라 상이한 품질(QOS: Quality of Service)을 요구하게 된다. 결국, 서비스의 종류에 따라 다양하게 요구되는 전송특징을 적절히 수용할 수 있는 효율적인 방법이 필요하게 되었으며, 전송속도 및 정보원의 특성에 망 구조가 의존하지 않는 전달 기술로써 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 방식이 제안되었다.

ATM은 서로 다른 특성을 지닌 통신서비스를 통합적으로 지원하기 위한 최대의 유연성을 제공하며, 각서비스는 자신의 전송특징 및 요구품질을 기초로 하

여 망자원을 사용하게 되므로 망자원 활용의 극대화를 이룰 수 있다. ATM망에서의 정보전송은 고정 길이 패킷인 셀(cell)을 통하여 이루어지며, 서로 다른 가상연결(virtual connection)에 속하는 셀들에 대한 통계적다중화(statistical multiplexing)로 인해 각 전송원은 기설정된 연결 내에서 필요에 의해 자원을 동적으로 재할당 받을 수 있게 된다.

일반적으로, ATM 망에서 가변비트율(VBR: Variable Bit Rate) 영상부호화의 장점은 화질을 일정하게 유지할 수 있다는 점과 다수개의 연결이 효율적으로 망자원을 공유함으로써 발생하는 통계적다중화이득(SMG: statistical multiplexing gain) 등을 들 수 있다. 그러나 ATM 망에서 VBR 영상부호화는 셀손실(cell loss)과 셀지연지터(cell delay jitter)등의 문제를 필연적으로 내포하게 되므로, 이에 대한 효과적인 대처가 없이는 CBR 부호화에 비해서 장점을 기대할 수 없으며 SMG 또한 무의미하게 될 것이다. 결국 다양한 전송특징을 가진 각 연결에 대하여 서로 다른 QOS를 만족시킴과 동시에 망자원의 효율적인 이용을 가능케 하기 위해, 전송의 전과정에 걸친 트래픽 제어(Traffic Control)가 필요하게 되었으며 이를 위하여 각 전송원의 트래픽 특징을 정확하게 표현할 수 있는 소스모델링과 영상정보의 통계적 특성에 대한 분석이 중요한 문제로 대두되고 있다. 이러한 현상은 기존

의 망과 단말이 서로 독립적으로 동작하던 것과는 달리, ATM 망에서는 망이 단말을 혹은 단말이 망의 상태를 고려해야 한다는 것을 의미한다.

## II. ATM 망에서의 영상부호화

ATM 환경에서는 영상 신호를 VBR로 부호화함으로써 화질을 일정하게 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 각 소스의 필요에 의해 전송대역을 할당받는 가상연결에 의해 망내의 자원(resource)을 효율적으로 이용할 수 있다. 기존의 영상 부호화가 고정전송율(CBR: Constant Bit Rate) 채널을 위한 비트율제어(rate control) 중심의 부호화였다면, ATM 환경에서는 사용자의 요구에 충실한 품질 위주의 제어(quality control)를 위한 새로운 영상부호화 방법이 필요하게 된 것이다. 그러므로 ATM 환경에서 영상서비스를 실현하기 위한 주요 연구 방향은 ATM 망이 제공하는 전송의 유연성과 제한조건들을 고려한 효율적인 영상 부호화가 될 것이다.

### 1. VBR 영상부호화와 통계적다중화

동영상 부호화에서의 정보발생량은 영상신호의 시공간적 활동도에 따라 변화한다. CBR 부호화에서는 버퍼에서 부호화에 대한 피드백제어를 통하여 정보발생량을 제어할 수 있지만 활동도가 큰 영상의 경우에는 화질의 저하를 가져오게 되고, 역으로 활동도가 작은 영상에는 채널에 할당된 대역을 낭비하게 되는 단점이 있다. 또한 복원된 화질은 큰 변화를 겪게 되고, 특히 CBR 부호화에서의 버퍼에 의한 지연은 교신성 서비스의 경우 큰 단점이 된다. 한편 ATM망에서는 전송대역폭을 필요에 의해 할당받을 수 있으므로, VBR 부호화를 통하여 품질을 일정하게 유지할 수 있으며 CBR에서 보다 낮은 평균 비트율로 더 높은 화질을 얻을 수 있다(그림.1). 또한 버퍼의 크기를 줄임으로써 부호화지연의 단축효과를 기대할 수 있다.

ATM 망에서는 서로 독립적인 다수의 화상정보원을 통계적 다중화를 통해 전송로를 공유시킴으로써 전송로의 유효이용이 도모된다. 즉, 서로 다른 소스로부터의 비트스트림이 통계적 다중화를 통하여 하나의 채널로 다중화될 경우, 각 개별 비트스트림의 피크의 합보다 더 작은 용량의 채널을 사용할 수 있으므로 대역폭이득을 얻을 수 있다. 통계적다중화에 대한 제어는 호집속(call setup) 요구시 이루어져야 하는데,

이때 단말은 영상소스의 통계적 성질을 나타내는 파라미터 값들과 셀손실, 지연 등의 요구품질을 망에 전달해 주어야 한다. 망은 현재 망자원의 사용상태를 고려하여 위의 요구조건을 만족시킬 수 있는가를 판단하여 새로운 호의 수락여부를 결정하게 된다. 통계적 다중화로 얻는 이득은 트래픽 특성에 의해 결정되며 평균 및 피크 비트율, 군집성, 군집성정보 발생기간 등의 파라미터를 통해 표현된다. 일반적으로 군집성정보 발생기간이 길수록, 다중화 할 수 있는 호의 수가 작을수록 다중화 잇점이 줄어든다. 트래픽의 특성을 정확히 반영하는 파라미터의 선택은 효과적인 트래픽 제어를 위해 가장 중요한 사항이다.

### 2. 소스모델링(Source Modelling)

큰 화면전환(scene cuts or change)이 없는 화상회의 영상을 VBR 부호화할 경우, 한 프레임당 발생하는 셀의 수는 Normal<sup>[1]</sup> 혹은 Gamma distribution<sup>[11]</sup>을 갖게 된다. 그러나 VBR 영상 부호화에 의해 발생하는 비트량은 영상의 시공간적 활동도, 부호화 알고리즘, 그리고 요구되는 화질 등의 여러 요소에 의해 달라지며, 특히 영상에 포함된 움직임에 크게 영향을 받게 된다. 또한 VBR 부호화의 경우에도 영상신호의 단기변화를 완충시키기 위한 작은 전단버퍼가 필요하며 이는 출력소스의 모양을 변형시키게 된다.

통계적 다중화이득은 서로 상관관계가 없는 무한개 소스의 평균 비트율로부터 얻을 수 있다. 그러나 실제로는 소스의 수가 무한대가 아니고 또한 완전히

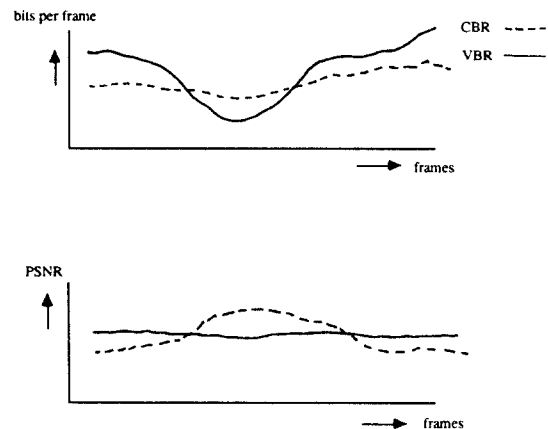


그림 1. 동일한 평균 비트율에서 VBR과 CBR의 프레임 당 비트발생량 및 PSNR

상관관계가 없는 것도 아니며 평균 비트율조차도 정확하게 정의되지 않는 경우가 많다. 결과적으로 통계적 소스 모델과 확률이론이 필요하게 되었으며, 지금까지의 연구에서는 각 소스로부터 발생된 정보량의 평균, 분산, 최고치 대 평균비, 자기상관 분산함수 등을 사용하여 소스모델링이 이루어졌다. Maglaris는 실제 발생된 영상정보량으로부터 AR 마코프 모델에서의 계수 결정과 모델링 결과를 통해서 셀 손실 확률에 대한 분석을 행하였으며<sup>1)</sup>, Nomura는 AR 마코프 모델링과 함께 오류 편차로부터 비트 할당에 대한 모델링을 연구하였다<sup>2)</sup>.

Heyman<sup>3)</sup> 등은 트래픽의 주기적인 성질로 인해, 동일한 특징을 갖는 영상정보원들을 다중화시킬 경우에도, 각 연결이 서로 다른 셀손실율을 경험할 수 있음을 통하여 증명하였다. 이는 셀손실이 호 설정 순서와 호 설정 간격에 의해서 커다란 영향을 받게 된다는 것을 의미하는 것으로, 다중화 비피를 최적으로 스케줄링하여 여러 소스에 대하여 동일한 셀 손실을 유지하는 것이 필요하다고 주장하였다. 기존 연구에 대한 분석으로, 2차 AR 모델은 셀 손실율을 underestimate하는데, 이것은 많은 수의 셀을 발생시키는 프레임이 셀 손실에 가장 큰 영향을 주는데 기인한다. 즉 2차 AR 모델은 많은 수의 셀을 발생하는 프레임을 제대로 반영하지 못하므로 셀레 데이터보다 적은 수의 셀이 발생하는 것으로 모델링되며, 결국 실제보다 낮은 셀 손실율을 나타내게 된다. 프레임 당 최소의 셀을 발생시키는 상태와 최고의 셀을 발생시키는 상태로 모델링된 두가지 상태를 갖는 마코프모델(two-state Markov model)은 셀 손실율을 overestimate하는데 이것은 최고의 셀을 발생시키는 상태가 지속됨으로써 실제보다 훨씬 큰 셀 손실율을 나타내는데 기인한다. 그러므로 프레임 당 셀 수의 간격을 세밀하게 나누어 모델링하는 multistate 마코프 모델을 트래픽 연구를 위해 가장 적합한 것으로 제안하였다.

그러나, 이러한 소스모델링에 대한 연구는 계속적인 연구가 요구되는 분야로 남아 있다. 부호화된 영상정보의 통계적 특징은 화면 변화(scene change)에 의해 가장 큰 영향을 받는데, 화면 변화는 매우 높은 비트율이 발생하는 기간의 길이, 즉 군집성 정보발생 길이를 변화시킨다.

### III. ATM 망에서 트래픽 제어의 필요성

ATM 망에서의 트래픽제어는, 최고의 망 성능을 위

하여, 즉 직접히 작은 셀 손실 확률과 커다란 자원 활용을 위하여 필요하다. ATM은 시변적인 영상 트래픽의 전송에 적절한 방법으로, 망자원은 가상연결된 각 소스의 필요에 의해 할당된다. 특히 군집성 트래픽 소스는 매우 짧은 기간동안 거의 최고 비트율로 셀을 생성한 후 곧 셀을 조금 발생시키거나 거의 발생시키지 않게 될 것이므로 최고 비트율만큼의 대역폭을 계속 할당받을 필요가 없다. 그러나, 여러 소스가 동시에 최고 비트율로 정보를 발생시키는 경우가 생길 수 있으며, 이때 셀의 수가 망의 수용한계를 넘어서는 폭주(congestion) 상태가 발생한다. 이러한 현상은 망의 폭주로부터 망과 사용자를 보호해야 하는 문제를 제기하게 되며, 한개의 망 자원을 여러 연결이 효율적으로 공유하기 위한 협상 및 제어가 필요하게 된다. ATM 망에서의 트래픽제어는 크게 반응적 제어(reactive control)와 예방적제어(preventive control)로 분류할 수 있다<sup>4)</sup>.

반응적제어는 망폭주가 일어난 후에 폭주상태를 나타내는 화귀(feed back) 신호를 근거로 트래픽 흐름을 조절하는 방식이다. 그러나 이 방법은 고속인 ATM망에 있어서는 심각한 문제를 갖고 있다. 즉 전송 지연(transmission delay)이 전파 지연(propagation delay)보다 더 짧으므로 폭주상태 정보가 회귀되는 동안 전송단에서는 망이 고속일수록 더 많은 정보를 이미 전송하게 되고, 이는 망의 체증을 증가시키게 될 뿐이다. 그러므로 ATM 망에서의 트래픽 제어는 예방적제어를 중심으로 연구되고 있다. 이는 가장 높은 망 부하를 필요로 할 때를 대비한 대역폭 할당과 각 트래픽 흐름을 지정된 한계 내에서 유지시키는 방식으로, 망이 폭주 상태에 들지 않도록 미리 트래픽을 제어하는 방식이다.

#### 1. 호 수용 제어(CAC : call admission control)

통계적 다중화는 효율적인 망자원활용을 가능케 하지만, 망의 폭주로부터 망과 사용자를 보호해야 하므로, 호설정 단계에서 가입자의 연결요구를 수락할 것인지 또는 기절할 것인지를 결정할 필요가 있다. 연결요구시 사용자는 요구되는 QOS 등급, 트래픽 특성을 나타내는 파라미터(TD : Traffic Descriptor)를 망에 전달하고 망은 전달받은 파라미터와 현재 사용 가능한 자원 등을 고려하여 새로운 호의 수락여부를 결정한다. 이러한 과정은 통계적다중화이득이라는 측면에서 뿐만 아니라 현재 연결되어 있는 모든 연결의

QOS를 보장하기 위해서 필수적이다. 특히 셀손실율(CLR : Cell Loss Ratio)을 특정한 값 이하로 제한시키기 위해서는 VBR 소스의 통계적 특징에 대한 정확한 정보가 전달되어야만 한다. CBR 서비스의 경우는 하나의 파라미터로 충분하지만, VBR 서비스의 경우 평균/피크 비트율(mean/peak rate), 군집성 측정치(measure of burstiness) 등 여러개의 파라미터가 트래픽 특성치로 표현될 필요가 있다. 군집성의 정의는 최고속도와 군집적 정보발생 기간동안의 길이를 종합적으로 나타내는 것이어야한다.

## 2. 사용파라미터제어(UPC : usage parameter control)

UPC는 Policing mechanism 혹은 대역강제(bandwidth enforcement)라고도 부르며 호가 연결될 때 사용자가 제시한 트래픽 매개변수가 준수되는 지를 감시하고 약속을 위반한 호에 대해 적절한 조치(cell discarding, cell tagging 등)를 취하는 것이다. UPC의 위치는 망의 진입점 즉 사용자-망 접면(UNI : User-Network Interface)이 될 것이며, 부호화기 내에서도 망에서 적용되는 UPC를 고려한 비트발생을 제어(preventive UPC)가 필요하다. 이는 망과의 협상을 위반하지 않기 위해 미리 입력소스의 형태를 조정해주는 과정으로, CBR 모드에서의 제어 목적은 비트율을 고정시켜 주는 것이지만, VBR 모드에서는 전혀 다른 방식의 비트율제어가 필요하며 이는 부호화된 영상의 품질에 영향을 끼치게 된다. 멀티미디어 서비스의 경우 각 미디어는 서로 다른 전송특징을 요구하게 되므로, 개별적인 VC 혹은 VP를 통하여 다중화되는 것이 트래픽 제어에 유리하다.

## 3. 우선순위 제어(Priority Control)

ATM 망은 다양한 종류의 서비스와 품질을 제공하여야 한다. 즉, 음성 및 화상 서비스와 같이 지연에 민감한(delay-sensitive) 트래픽의 경우 엄격한 지연 요구를 만족시켜 주어야 하는 반면에 데이터 전송과 같은 서비스는 실시간 전송이 필수적이지는 않다. 한편 데이터 전송은 손실에 민감(loss-sensitive)하므로 전송에러를 극소화시켜주어야 하는 반면, 영상의 경우 적절한 부호화 방법과 에러감춤(error concealment) 등을 통하여 어느 정도의 정보손실을 허용할 수 있다. 그러므로 각 트래픽이 요구하는 다양한 QOS를 제공하기 위하여 트래픽의 등급에 따른 우선순위 배정과

처리가 필요하다. 우선순위 제어는 두가지 목적에 사용될 수 있다. 첫째, 전송지연(cell delay : time priority)에 대한 대처로써, 지연에 민감하거나 긴급성의 트래픽에 우선적으로 서비스를 제공함으로써 다양한 지연 요구를 만족시킬 수 있다. 둘째, 정보손실(cell loss : spatial priority)에 대한 대처로써, 망 체증시 낮은 우선도의 셀을 우선적으로 포기함으로써 우선순위가 높은 중요한 셀을 보호할 수 있다.

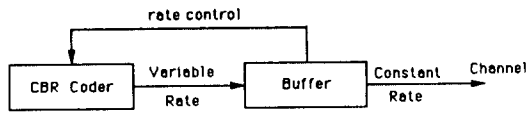
셀손실우선권(CLIP)의 이용은 계층적 부호화(layered coding)를 통한 셀손실대처를 가능케 한다. 높은 우선도를 갖는 셀은 완벽한 전송을 보장받고 망의 폭주시에는 낮은 우선도를 갖는 셀을 우선적으로 포기한다고 가정하면, 영상정보의 계층적부호화를 통하여 최소의 품질을 유지할 수 있다. 일반적으로 계층적 부호화는 복잡한 처리과정이 필요하지만, 최소의 품질을 보장함과 동시에 더 많은 호를 수용하여 전송효율을 높일 수 있다는 장점이 있다.

이 밖에 망파라미터제어(NPC : network parameter control), 폭주제어(congestion control) 등이 있으며 ATM 망에서의 트래픽 제어는 이러한 제어방식들의 유기적인 연관을 통해 이루어지게 된다. 그러므로 궁극적으로 각 연결에 대한 QOS의 보장과 망자원 활용의 극대화라는 상반된 요구를 충족시켜주기 위해서는 각 제어 방식들이 총체적 연관 속에서 수행되어야 한다.

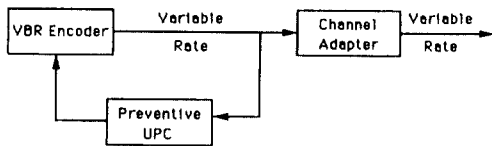
## IV. VBR 영상트래픽의 제어

VBR 영상트래픽의 제어는 적절한 파라미터의 선택과 효율적인 제어 메카니즘의 구현을 필요로 한다. 단순한 형태의 CAC, UPC를 사용할 경우 소스의 특징을 적절하게 반영하지 못하게 됨으로써 부호화 결과뿐만 아니라 망자원 활용의 측면에서도 비효율적일 것이다. 특히 평균 및 피크 비트율과 같은 소스파라미터들의 위반여부를 감시하는 제어시간간격(policing time interval)의 결정도 중요한 문제로 남아있다. 즉 UPC는 망의 보호를 위하여 충분히 짧은 시간간격으로 감시를 해야 하지만 VBR 부호화의 효율을 높이기 위해서는 오랜기간 동안의 변화를 수용할 수 있어야 하므로 시간간격이 길수록 유리하다. 또한 파라미터의 위반 여부를 정확하면서도 동시에 빠르게 결정하는 것도 어려운 문제이다.

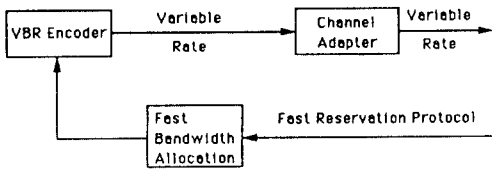
CAC는 UPC와 서로 밀접하게 연관이 되어 있으며,



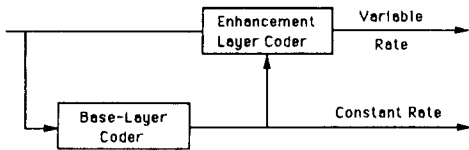
(a) CBR 부호화



(b) 예방식 파라미터 제어



(c) Fast Reservation Protocol



(d) 2 계층 부호화

그림 2. VBR 영상 트래픽 제어 방법

유기적인 상호연관 속에서 트래픽 제이가 이루어지야 한다. 즉 CAC는 UPC가 용인할 수 있는 최악의 상황을 가정하여 협상에 임해야 하며, UPC는 CAC 의해 계약된 파라미터의 준수여부를 감시하게 된다. 한편 방내의 UPC에 의한 위반벌에 대한 조치는 사용자 입장에서 심각한 품질의 저하를 초래할 수 있으므로, 영상단말기는 비트발생량을 스스로 조절하여 계약을 위반하지 않도록 하여야 한다. 그러므로 UPC는 단말기 내에서 UPC Reference Model(preventive UPC)의 형태로 존재하게 되고, 어떠한 경우에서도 방내의 UPC에 의한 위반조치보다 UPC Reference Model에 의한 단말기 스스로의 조절이 품질의 저하를 최소화(graceful degradation)할 수 있을 것이다. 결국 방자원의 보호 및 활용이라는 측면 뿐만 아니라 효율적인 영상부호화를 위해서, 위에서 살펴본 상충관계(tra-

de-off)를 고려한 정교한 UPC, CAC에 대한 연구가 필요하다. 본상에서는 지금까지 제안된 몇가지 방법에 대한 상단심에 대한 비교와 실현 가능성에 대하여 살펴보기로 한다.

1. CBR 부호화

부호화의 관점에서 볼때, CBR은 원하는 비트율을 자유롭게 선택할 수 있다는 점을 제외하면 어떤 새로운 장점을 얻을 수 없다. 방의 측면에서는 최소의 비용과 단순한 방 구조를 필요로 한다.(그림2(a))

2. 피크 비트율(Peak Rate) 제어

이 방법은 피크비트율만을 제한하므로 VBR 부호화의 장점을 거의 제한없이 살릴 수 있고 단순한 CAC 및 UPC의 구현이 가능하다. 그러나 CAC는 QOS를 보장하기 위하여 모든 VBR 서비스에 대하여 피크비트율을 할당해야 하므로 통계적 다중화 이득을 기대할 수 없다. 이에대한 보완책으로, 예약받은 피크비트율과 실제 VBR 소스가 발생시킨 발생비트율 간의 차인 나머지 대역폭을 데이터 전송과 같은 비실시간 전송 서비스에 사용하는 것을 고려할 수 있다. 이때 비실시간 서비스의 셀들은 충분한 잔여대역폭이 확보될 때까지 기다려야 하므로 비어의 크기가 과도하게 될 수 있으며, 이들은 전송하기 위한 특별한 프로토콜이 필요하다. 또한 비실시간 데이터 서비스의 수요가 없을 경우의 과금 문제 혹은 역으로 잔여대역폭이 충분하지 않을 경우 QOS를 보장할 수 있을 것인지의 문제가 해결되어야 한다.

3. 평균/ 피크(Mean/ Peak) 비트율 제어

현재 연구되고 있는 대부분의 CAC, UPC알고리즘들은 피크비트율 이외에 평균비트율을 제어대상으로 하고 있다. 이들 알고리즘의 단점은 상대적으로 긴 피크지나 평균 비트율의 변화(fluctuation) 등에 대한 능동적인 대처가 불가능하다는 점이다. 평균비트율의 제어는 피크비트율보다 훨씬 작은 유효데이터율(effective datarate)을 제어하는 방법으로, 이의 유용성은 전적으로 영상의 평균 활동도에 달려있다. 그러므로 시간 제약이 조금 완화되었다는 점을 제외하면, CBR 부호화와 마찬가지로 복원화질은 항상 유효데이터율에 의해 결정된다. 즉, CBR 부호화에서는 비어의 크기에 의존하는 시간간격 내에서 평균비트율이 결정되어야 하지만 VBR 부호화에서는 이 시간 간격이 더

욱 길어진 것으로 간주할 수 있다. 평균비트율을 UPC 파라미터로 사용할 경우 VBR 부호화의 장점을 상실할 수 있으며 다중화 이득도 많이 감소하게 될 것이다.(그림.2(b))

**3.1 평균비트율에 기초한 망부하(Network Loading) 모델**

통계적 다중화기의 확률밀도 함수는 각 소스의 확률밀도함수의 컨벌루션으로부터 얻을 수 있으나, 컨벌루션은 수학적 모델링으로 근사화시키는 것이 어려우며, 호가 끝나거나 새롭게 시작되는 경우 각 호의 확률밀도 함수로부터 새로운 컨벌루션 결과가 구해져야하는데, 호가 일정 수를 넘는 경우 계산량이 방대해짐으로 인해 고속전송을 목적으로 하는 ATM 망에서는 실시간 제어가 어려워지는 문제점을 갖는다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 Verbiest<sup>11)</sup>는 충분히 많은 수의 소스가 다중화된 경우 그 결과는, 개별 소스의 평균의 합을 평균(Average)으로 하고 개별소스의 분산의 합을 분산(Variance)으로 하는, 정규분포(Normal distribution)에 근사한다는 가정하에 누적정규분포(Cumulative normalized normal distribution)를 참조하여 주어진 셀손실율 하에서의 최대허용부하 (Maximum allowable load)를 계산하는 방법을 제안하였다. 한편 Griffiths는 체르노프 이론으로부터 구한 큰 편차 접근법(large deviation approxi-

mation)에 근거하여 망자원 활용에 따른 ATM 망에서의 셀 손실 확률을 수학적으로 모델링 하였다<sup>16)</sup>. 이 방법은 각각의 피크와 평균비트율을 갖는 다수의 on/off소스가 발생시키는 총비트율의 합이 망의 용량을 넘어설 확률을 기초로, 허용가능한 셀 손실 확률 하에서의 수용가능한 호의 수를 근사시킨다. 그림.3으로부터 셀 손실 확률이 낮을 수록, 그리고 동일한 셀 손실하에서는 최고치 대 평균비가 클수록, 망자원 이용 효율이 낮아짐을 알 수 있다. 더욱 정확한 CAC를 위해서는 도착프레임 사이의 상관성 및 우선 순위 제어에 대한 고려와 개별 셀손실율에 대한 평가가 이루어져야 할 것이다.

**3.2 LB(Leaky Bucket) 메카니즘**

UPC의 대표적인 방법으로 Window 방식과 LB (Leaky Bucket) 방식 등이 있으며, LB 방식이 영상소스에 대하여 더 우수한 성능을 나타내는 것으로 알려져 있다<sup>18)</sup>. LB는 셀이 도착할때마다 1씩 증가하고, 그 값이 양(positive)인 동안 일정 시간간격으로 1씩 감소하는 계수기에 상응하는 것으로, 2개의 파라미터 즉 계수기의 임계치와 감소시간간격의 역수인 누수율(leaky rate)로 정의된다. 만약 새로운 도착셀에 의해 계수기의 값이 임계치에 도달하면 계약을 위반한 것으로 간주하여 셀을 버리는 등의 위반조치를 취하게 된다.

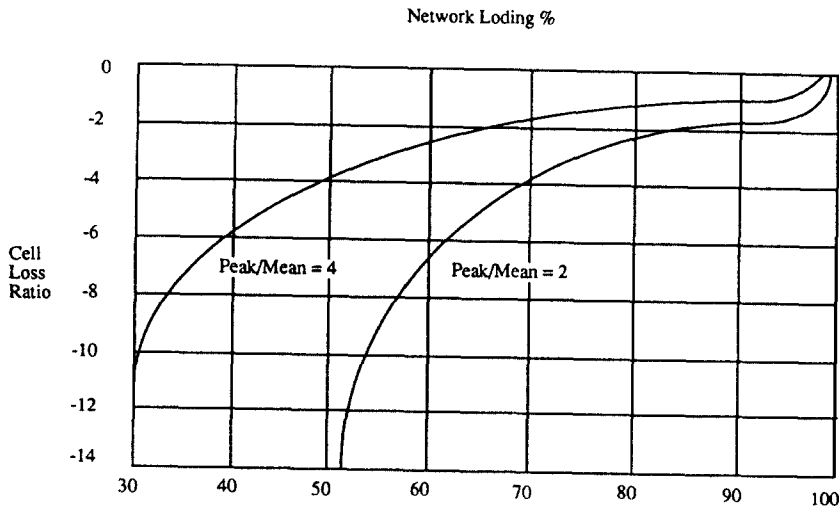


그림 3. 셀 손실율 대 망 자원 이용 효율

Rathgeb<sup>1)</sup>은 실제의 영상부호화 결과를 LB방식에 적용시키는 사례연구(case study)를 통하여, 호수용시 전달되어야 할 파라미터 값들의 불확실성(uncertainty)과 피크를 발생시키는 짧은 장면(scene)들로 인하여 UPC가 효과적인 대처를 하기 어렵다는 것을 지적하면서, 간단한 트래픽 모델(e.g. standard renewal processes)에 근거한 기존의 연구가 실제의 상황과 매우 다른 결과를 보여준다고 주장하였다. 그림 4는 실제 영상 부호화결과를 LB메카니즘에 적용시켰을 경우 계수기 한계 대 위반 확률의 예를 보여준다. Policed 비트율은 평균비트율에서 피크비트율까지 변경시킨다. EF mode는 부호화기 내에 한 프레임 정도의 정보를 저장할 수 있는 스무딩 버퍼를 사용한 경우이며, 최소한도의 작은 버퍼를 사용한 경우를 CF mode라 정의한다. EF mode는 버퍼에 기인한 추가 지연이 발생하지만 분배성 서비스의 경우 커다란 문제가 되지 않으며, CF mode는 추가 지연을 줄일 수 있지만 심한 군집적 트래픽 특성을 나타내게 된다.

EF mode에서 계수기 한계가 1에서 2로 증가되면 위반확률이 크게 줄어드는데 이것은 도착과정(arrival process)과 policing 구조의 이상적인 성질에 의해 생기는 아주 짧은 기간동안 발생한 비트량의 영향을 흡수하기 때문이다. 매우 큰 값의 policing 비트율을 갖는 경우를 제외하고는 계수기 한계를 어느 정도까지

올려도 위반확률이 크게 감소하지 않는다. CF mode에서는 작은 계수기 한계에서 위반 확률이 더 높다. 단기간에 발생하는 비트량의 영향은 계수기 한계를 증가시킬 경우에만 policing 메카니즘에 의해 흡수되는데 계수기 한계가 한 프레임 간격내에서 수용할 수 있는 셀 수를 넘어서는 경우, CF mode의 위반 확률은 EF mode의 위반 확률과 근사한 값을 갖는다.

위의 결과를 살펴볼 때, UPC 파라미터는 상대적으로 큰 여유분(safety margin)을 갖고 설정되어야 하며, 효율적인 UPC와 자원할당을 위해서는 트래픽의 피크율을 예상할 수 있는 적당한 값으로 제한하는 것이 무엇보다도 중요하다. 이는 일시적인 화질의 저하를 초래할 수 있으며 사용자의 주관적인 평가에 의해 화질의 저하를 정의 내지 재조정하는 메카니즘을 필요로 한다. 피크율에 대한 세어는 제한적인 관련정보만을 가지고 있는 방에서보다는 단말기에서 이루어지는 것이 유리한 것이다. 또한 셀 손실은 랜덤하게 발생하는 것이 아니라 집중적으로 발생하는 군집성을 가지고 있으므로, 이러한 군집성 셀손실에 대한 적절한 대처가 단말에서 이루어질 수 없다면 긴 시간간격을 통해 예측된 셀손실율은 적절한 QOS 파라미터가 되지 못할 것이며, 계수기의 임계치 또한 짧은 시간 간격의 피크에 의해 결정되어야 할 것이다.

LB의 변종으로 VLB(Virtual LB), DLB(Dual LB)등

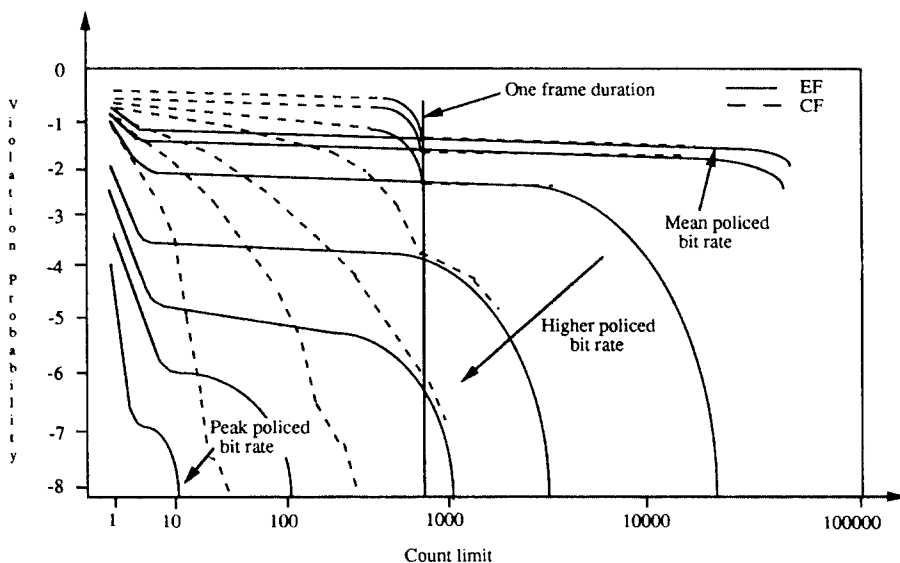


그림 4. LB 방식에서 Policed 비트율의 영향

이 있다. VLB의 기본 원리는 LB와 같으나 망의 폭주시 LB가 단말에서 셀을 버리는 것과는 달리 호 설정시 단말과 망간의 트래픽 계약에 따른 셀발생량을 넘게되는 셀은 위반표시 (tagging)를 하여 낮은 우선순위로 전송하고, 만약 망내에 폭주상태가 발생하게 되는 경우에만 위반표시가 된 셀을 망의 노드에서 버리게 된다.

#### 4. Fast Reservation Protocol

Fast Reservation Protocol의 사용은 상대적으로 긴 피크나 비트율의 변화(fluctuation)를 새로운 파라미터를 사용하여 완화할 수 있게 한다. 즉, 하나의 연결이 계속 유지되는 동안에 부적합한 UPC 파라미터를 재협상할 수 있다면 위의 3. 피크/평균(Peak / Mean) UPC에서 지적한 단점을 극복할 수 있다. 이 방법의 사용 가능성은 얼마나 신속하게 그리고 얼마나 자주 그러한 재협상을 할 수 있는가에 달려 있다.(그림.2(c))

#### 5. 2계층 부호화

2계층 부호화는 영상신호를 2개의 계층적 정보로 분리하여 부호화하는 방식으로, 기저계층(base layer)은 영상을 복원하는데 기초가 되는 기본적인 정보들을 포함하므로 높은 우선도(high priority)로 전송하여 낮은 셀 손실율을 유지시켜 준다<sup>11)</sup>. 한편 추가계층(enhancement layer)의 정보는 품질을 더욱 높이는 데 사용하는 부가적인 정보를 포함하므로 VBR로 부호화하여 낮은 우선도로 전송하므로 망폭주시 버려질 수 있게 한다. 그러므로 망포주시 기저계층의 정보만으로도 어느 정도의 품질을 유지할 수 있다.

2계층 부호화에서 기저계층은 CBR 혹은 피크비트율 UPC만을 수행하고, 추가계층에서의 제한은 거의 없으므로 UPC의 부담이 없다. 또한 높은 우선도의 셀을 고정비트율로 전송할 경우 CAC가 단순하며 결과적으로 QOS에 대한 보장을 용이하게 실현할 수 있다. 한편 망폭주시 낮은 우선도의 셀만을 폐기하므로, 망의 과부하(overload)에 근접하는 상태까지 호를 접속하여 높은 망자원 활용을 기대할 수 있다. 그러나 2계층 부호화는 비계층적 부호화에 비하여 압축율 면에서 비효율적이며, 이로 인하여 망자원 이용효율을 오히려 감소시킬 수도 있다. 그러므로 계층적 부호화의 효율을 높이는 효과적인 부호화 알고리즘의 개발이 필수적이다. 또한 4.Fast Reservation Protocol과 결

합하여 기저계층의 품질을 유지하는 방법도 고려할 수 있다.(그림.2(d))

### V. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 CAC, UPC 등의 트래픽 제어가 적절하게 수행되지 못할 경우 VBR 부호화가 CBR 부호화에 비하여 큰 장점을 가질 수 없다는 것이 명백하다. 그러므로 VBR이 더 효율적인 서비스 형태에 대한 조사와 각 서비스의 특징에 상응하는 트래픽 제어가 이루어져야 할 것이다. 특히, 화상전화 및 화상회의와 같은 저전송율 응용에서는 VBR 부호화가 월등히 우수한 성능을 나타낼 수 있는 것으로 알려져 있으며, 고품질을 요구하는 분배성서비스의 경우에 있어서도 높은 대역폭이득을 얻을 수 있다. 2계층 부호화의 경우, 트래픽 제어를 용이하게 실현할 수 있으나 실제로 적용시키기 위해서는 효율적인 부호화 알고리즘의 개발이 선결과제로 남아있다.

### 참 고 문 헌

1. Willem Verbiest, Luc Pinnoo and Bart Voeten, "The Impact of The ATM Concept on Video Coding," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol.6, no.9, pp.1623-1632, December 1988.
2. B.Maglaris, D.Anastassiou, et al., "Performance Models of Statistical Multiplexing in Packet Video Communications," IEEE Transaction on Communications, vol.36, no.7, pp.834-844, July 1988.
3. M.Nomura, T.Fujii, et al., "Basic Characteristics of Variable Rate Video Coding in ATM Environment," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol.7, no.5, pp.752-760, June 1989.
4. Daniel P.Heyman, Ali Tabatabai, T.V.Lakshman, "Statistical Analysis and Simulation Study of Video Teleconference Traffic in ATM Networks," IEEE Transaction on Circuit and Systems for Video Technology, vol.12, no.1, March 1992.
5. J.J. Bae and T. Suda, "Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks," Proc.of the IEEE, pp.170-189, Feb.1991.
6. T.R. Griffiths, "Analysis of a Connection Acceptance Strategy for Asynchronous Transmission Mode Net-



- works," GLOBECOM 90, Paper 505.4.
7. AVC-255, "About The Constraints on Variable Bit Rate Coding," DBP-Telecom, March 1992.
  8. E.P. Rathgeb, "Modeling and Performance Comparison of Policing Mechanisms for ATM Networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, pp.325-334, Apr. 1991.
  9. E.P. Rathgeb, "Policing of Realistic VBR Video Traffic-A Case Study," IFIP Technical Committee 6, pp.267-280, Jan. 1992.
  10. Geoffrey Morrison and David Beaumont, "Two-Layer Video Coding for ATM Networks," *Image Communication*, vol.3, no.2-3, pp.179-195, June 1991.



이 광 기

- 1963년 7월 9일생
- 1986년 2월 : 연세대학교 전자공학과
- 1988년 8월 : 연세대학교 전자공학과(석사)
- 1988년 9월 ~ 현재 : 연세대학교 전자공학과 박사과정



김 인 겹

- 1967년 3월 10일생
- 1990년 2월 : 연세대학교 전자공학과
- 1992년 8월 : 연세대학교 전자공학과(석사)
- 1992년 9월 ~ 현재 : 연세대학교 전자공학과 박사과정



박 규 태

- 1933년 6월 11일생
- 1957년 : 연세대학교 전기공학과
- 1962년 ~ 1964년 : 영국 London University, MSC(공학석사)
- 1967년 ~ 1969년 : 영국 Southampton University, Ph.D(공학박사)
- 1970년 ~ 현재 : 연세대학교 전자공학과 교수