

# Performance Analysis of the ATM Multiplexer for Superposition of Homogeneous Periodic on-off Sources

Sang Cheon Lee<sup>1</sup>, Jung Sik Hong<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Industrial Systems Engineering and Research Institute of Industrial Technology, Gyeongsang National University.

<sup>2</sup> Dept. of industrial Engineering, Seoul National University of Technology.

## 동질의 주기적 on-off 원들의 중첩에 따른 ATM 다중화기 성능 분석

이상천<sup>1</sup>, 홍정식<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 산업시스템 공학부, 생산기술 연구소 / <sup>2</sup> 서울 산업 대학교 산업공학과

### [ Abstract ]

광대역 종합 정보 통신망(B-ISDN : Broadband-Integrated Service Digital Network)은 빠른 전송속도와 음성 및 데이터 그리고 비디오 트래픽이 통합되어 디지털 방식으로 전송되는 두 가지 특성을 갖고 있다. 이 특성을 해결하기 위하여 B-ISDN에서는 전송 방식으로 비동기 전송 방식(ATM : Asynchronous Transfer Mode)을 채택하고 있다. ATM은 트래픽의 종류에 상관없이 트래픽을 하나의 공통 단위인 Cell(53byte)로 묶어 처리하며, 트래픽의 입력 순서에 따라 다중화 되는 통계적 다중화 방식(Statistical Multiplexing)을 채택하고 있다.

특히 비디오 트래픽의 경우 비트율 및 버스티니스(burstiness)가 높은 특징으로 인해 효율적인 처리가 B-ISDN의 핵심적인 사항이며 이에 대한 다양한 연구들이 시도되고 있다. 비디오 트래픽에 대한 연구 방향은 비디오원 입장에서 부하율을 줄이기 위한 효율적인 부호화 기법(Coding Algorithm)의 개발 및 ATM망에서의 버스티니스를 완만화 시키고 트래픽의 효율적인 전송을 위한 트래픽 제어 기법(Control Algorithm)의 개발 등으로 분류 할 수 있다.

비디오 트래픽의 부호화 기술에 대해서는 90년 이후 프레임간 코딩(Inter-frame coding) 및 프레임내 코딩(Intra-frame coding)기법의 조합을 통한 IBP GOP(Group of Picture) 구조를 제안한 MPEG(Motion Picture Experts Group) 부호화 기법이 표준 부호화 기법으로 채택되었다. 또 트래픽 제어 기법으로는 망 수준에서의 혼잡 제어 기법으로 사용자 파라미터 제어(UPC: Usage Parameter Control) 및 호 수락제어(CAC: Call Admission Control)기법들이 제안되었으며, 최근 특히 비디오 트래픽에 대해 비디오 원 수준에서 트래픽 버스티니스를 완만화 시키는 셰이핑 기법(Traffic Shaper)이 효율적인 예방제어(Preventive Control) 기법으로 대두되고 있다.

효율적인 비디오 트래픽 제어를 위해서는 제어 알고리즘에 따른 비디오 트래픽 모형화와 이에 따른 다중화기에서의 셀손실율 및 셀지연을 빠른 시간내에 계산할 수 있는 방법이 개발되어야 한다. 비디오 트래픽의 모형화에 대해서는 90년 이후에 많은 연구가 시행되어 다양한 모델이 제시되었다. 이들 모형중 장면변환, 버스티니스 등 비디오 트래픽의 통계적

특성을 반영하고 분석의 용이성을 위해 마코프 계열의 on/off 모형이 가장 광범위하게 활용되고 있다. 그러나 이 모형의 단점은 하나의 가상경로(Virtual Path)로 묶이는 소스의 수가 작고, 그것들이 현재 표준화된 비디오 코딩기법인 MPEG 트래픽인 경우 적용시 에러가 커진다는 데 있다. 특히 MPEG 비디오원의 경우 한 프레임내 발생하는 트래픽이 프레임 종류별로 매우 큰 편차를 갖는 특성을 지니고 있으며, 트래픽 셰이퍼를 사용한 트래픽 완만화 효과에 대한 연구가 시도되고 있다.

또한 비디오 트래픽을 포함한 멀티미디어 트래픽의 특징이 트래픽 도착률이 시간에 따라 변동하는 특성을 보이므로, 이러한 트래픽의 통계적 특성을 제어하기 위해 이중 리키버킷(dual leaky bucket)의 활용을 위한 연구도 수행되고 있다. 이와 같이 트래픽 셰이퍼나 이중 리키버킷에 의해 제어되는 트래픽은 on/off 과정을 따르지만, 마코프 계열의 on/off 형과 다른 on 길이와 off 길이의 합이 일정하고, on 상태에서의 셀 도착과정이 결정적(deterministic)이라는 특징을 가지고 있다. 따라서 이러한 트래픽의 경우 on 길이와 off 길이가 지수분포를 갖는 마코프 계열의 on/off 트래픽원과 구분하여 주기적 on/off 트래픽원으로 불린다.

이러한 주기적 on/off 소스가 다수 합쳐진 트래픽을 입력으로 한 다중화 장치의 성능분석을 위해 기존의 분석방법을 간단히 고찰해 보자. 다수의 소스가 합쳐진 트래픽의 도착률은 시간에 따라 변하게 되므로 도착과정은 이중의 추계 과정(doubly stochastic process)이 된다. 이러한 이중적인 변동을 시간축에 따라 셀수준 변동과 버스트 수준 변동으로 구분하기도 한다. 따라서 셀손실을 계산을 위한 분석방법들은 이들 두가지 변동을 반영하는 방식에 따라 크게 세 가지로 나누어진다. 첫째는 두가지 변동을 모두 반영하고자 하는 것이고 둘째는 셀 수준 변동만을 그리고 셋째는 버스트 수준의 변동만을 반영하고자 하는 것이다. 첫째 범주로는 대표적으로 MMPP 모형에 의한 분석방법이 있으나 시간상의 제약에 의한 한계점을 갖고 있다. 둘째 셀 수준의 변동을 반영하는 분석 모형으로는  $N*D/D/1$  모형과 modulated  $N*D/D/1$  모형등을 들 수 있으며, 특히 modulated  $N*D/D/1$  모형은 주기적 on-off 트래픽 모형의 분석에 대한 중요한 단초를 제공한다고 할 수 있으나, 저부하(underload) 상황만 고려한다는 데 그 한계가 있다. 셋째 범주에는 셀 도착률에 따른 도착과정의 분해(decomposition)에 의한 분석방법이 있다.

본 연구에서는 주기적 on-off 트래픽 원들에 대한 ATM 다중화기의 성능 분석을 다루며, 과부하(overload) 상황이 존재하는 모형으로 modulated  $N*D/D/1$  모형의 확장에 해당한다고 볼 수 있다.

분석 과정은 먼저 트래픽 원들의 다중화 과정을 동기화 된 경우와 랜덤한 경우로 나누고 각 경우에 대해 다중화기의 과부하기간(overload period)의 분포를 유도하고, 이를 통해 셀손실율을 근사적으로 유도하고, 시뮬레이션을 통해 분석 모형의 정밀도를 검정한다.

특히 MPEG 비디오 트래픽에 대해 다중화시 GOP 동기화 되어 있을 경우 본연구의 분석 방법 및 분해 근사화법을 사용한 다중화기의 성능 분석 결과를 평가 하므로써, MPEG 비디오 트래픽에 대한 기초적 수리분석 모형을 제시하는데 또 다른 의의를 찾을 수 있다.