

\*강성주 \*\*원유집  
 한양대학교 전자통신전파공학과  
 (sjkang|yjwon)ece.hanyang.ac.kr

## GOP ARIMA based Bandwidth Prediction for Non-stationary VBR Traffic

\*Sungjoo Kang, \*\*Youjip Won  
 Division of Electrical and Computer Engineering  
 Hanyang University, Seoul, Korea.

### 요약

본 논문에서는 실시간 멀티미디어 스트리밍 환경에서 동적 대역폭 제어 및 할당을 위한 칼만 필터 기반의 비디오 트래픽 예측 기법을 제시한다. MPEG VBR 트래픽의 모델링과 예측을 위한 많은 연구 결과는 실시간 및 장기간(long term)의 트래픽 예측을 하지 못하고 있으며, 비디오의 장면 전환 시에 큰 예측 오차를 발생시킨다.

본 논문은 VBR 트래픽의 여러 통계적 특성 (예, Non-stationary, Long Range Dependency)을 설명하는 GOP ARIMA 모델을 설명하고, 그의 상태-공간 모델을 제시한다. 이를 기반으로 한 칼만 필터 예측 알고리즘은 실세계의 VBR 트래픽에 적용 시 타 알고리즘에 비해 뛰어난 예측 성능을 보이며, 칼만 필터의 보정기능으로 비디오의 장면 전환에도 빠르게 적응한다. VBR 트래픽 예측 알고리즘은 멀티미디어 데이터 전송 시 적용되어 사용자에게 지터 없는 고품질의 서비스를 제공하는 데 기여할 수 있다.

### 1. 서론

하드웨어, 통신망, 저장 장치, 비디오 압축 기술의 발전은 시간과 공간의 제약이 없는 비디오 콘텐츠에 대한 접근 및 이용을 가능케 하고 있다. 뉴스나 스포츠 경기등의 실시간 스트리밍 서비스 등이 여기에 포함된다.

네트워크(주로 인터넷)를 이용해 스트리밍 서비스를 하는 경우에 네트워크의 상황에 따라 발생하는 지연에 의해 패킷 손실이 발생하게 되고 이는 사용자 입장에서의 QoS를 떨어뜨리게 된다. 이는 네트워크 상의 여러 라우터로 버스티(busrtly)한 특성의 패킷이 들어올 때 이들 패킷을 처리하고 전달하는 시간이 길어지기 때문에 발생한다. 이는 MPEG 방식으로 압축된 데이터의 심한 프레임 크기 변화 구조때문으로, 이를 이용한 스트리밍 서비스 시 지연이 발생되게 된다.

트래픽 스무딩[1] 등의 기법은 자원 효율을 극대화하고 멀티미디어 서비스의 품질을 극대화 할 수 있다. (트래픽 스무딩이란 네트워크 상에서 발생하는 지터와 패킷 손실을 줄이는 방법으로 서버 측에서 전송 스케줄을 조정하여 전송되는 데이터의 버스티 특성을 최소화 시키는 것이다.)

저장된 비디오 데이터의 스트리밍 서비스 시 트래픽 스무딩을 위한 트래픽 정보를 알 수 있으므로 트래픽 예측은 무의미 하나, 실시간 스트리밍 시에는 미래 트래픽의 정보를 알 수 없으므로 이를 위한 트래픽의 동적 예측이 필요하다.

이를 위한 트래픽 모델링과 트래픽 예측에 관한 연구가 진행되어왔다. Leland[2] 등은 VBR 트래픽의 장기 의존성(LRD, long-range dependency) 특성을 관찰하였고, Beran[3] 등은 그에 대한 증명을 제시했다. 또한 VBR 트래픽의 stationary와 Non-stationary 여부에 대한 연구도 진행되었고, 최근의 연구 결과는 실제 트래픽이 Non-stationary 특성을 가짐을 보였다[4].

이러한 특성을 만족하는 통계적 회기 모델로 ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) 모델이 주목 받았으며, GOP ARIMA 모델 등이 제시되었다[5].

동적 대역폭 할당을 위한 VBR 트래픽 예측에 관한 연구

도 활발하다. 초기의 주파수, 시간, 웨이블릿 영역에서 트래픽을 분석하여 예측하는 방법은 계산 복잡도와 장면 전환의 부적응 문제가 있었으며, 퍼지 논리, 신경망 기반의 예측 방법 등의 지능형 시스템 응용 방법은 장기간 후의 트래픽을 예측 할 경우 큰 오차를 발생시키는 문제를 보였다[6].

본 논문에서는 실시간, 장기간 예측이 가능하고, 장면 전환 적응도 또한 높은 예측 기법을 통해 사용자의 QoS를 극대화시킬 수 있음을 확인하고자 한다.

### 2. VBR 비디오 트래픽의 통계적 모델링

#### 2.1 VBR 비디오 트래픽의 통계적 특성

MPEG VBR 코딩 방식은 연속된 프레임들 사이의 시간적, 공간적 차이를 이용한다. MPEG 압축기는 세 가지 다른 종류의 압축된 프레임, 한 장의 화면을 구성할 수 있는 I (Intra)프레임, 이전 I, P 프레임과 현재 압축할 영상의 차이를 저장하는 P (Predictive)프레임 과 B (Bidirectionally-predictive)프레임으로 압축한다. 이와 같은 압축 방식은 압축률을 높여 디스크의 사용 효율을 높일 수 있으나, 그림1과 같이 I,P,B 프레임의 크기 차이를 발생시킨다.

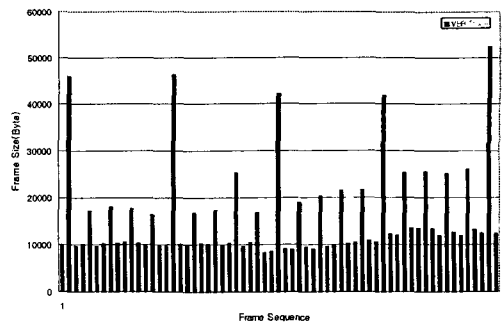


그림 1. VBR 트래픽