

Minimum distortion packet scheduling for layered streaming

*Ingwang Chang **Youjip Won

Division of Electrical and Computer Engineering,

Hanyang University, Seoul, Korea

요약

본 논문에서는 MPEG-4 FGS(Fine Granularity Scalability) 압축 기법을 사용한 데이터의 인터넷 스트리밍 기법을 연구한다. 이를 위해 인터넷의 구조 및 서버와 단말기의 구조에 대해 조사하며, 단말기의 구조에 의한 패킷 손실률과 서버의 패킷 전송 간격이 시스템 전체에 미치는 영향에 대해 파악한다. 조사를 통해 시스템의 성능을 결정하는 중요 요소인 인터넷의 대역 변화와 패킷 손실률로부터 서버에서의 패킷 전송 스케줄링 알고리즘을 제시한다. 실험을 통한 알고리즘의 평가에서는 기존의 스트리밍 시스템보다 재생화질의 측면과 단말기의 버퍼 사용량에서 앞선 성능을 기점을 보인다.

1. 연구의 필요성

인터넷 프로토콜 상에서의 리얼타임 멀티미디어 스트리밍 기술은 기존의 음성을 통한 의사 전달방법보다 효율적인 통신 환경을 제공한다. 특히, 인터넷을 통한 영화 또는 VOD 서비스를 필요로 하는 콘텐츠의 증가는 기존의 스트리밍 기법보다 더욱 효율적인 전송 기법을 요구한다. 스트리밍 서비스를 효과적으로 지원하기 위해서는 전송매체로 사용되고 있는 인터넷의 대역폭 변화에 따른 단말기에서의 화질 변화를 최소화해야 한다. 또한, 사용자의 인터넷 서비스 접근형태는 질 높은 콘텐츠를 선호하는 경향을 나타내므로 보다 질 높은 콘텐츠를 제공할 수 있는 시스템을 필요로 한다.

우리는 먼저, 각각의 요소들에 대한 조사를 마친 후 이를 바탕으로 최적의 시스템을 구성하기 위한 시스템 모델을 제시할 것이다. 이를 위해 기존 시스템이 가지는 문제점을 살펴 본다.

먼저, 인터넷에 대한 연구에서는 IETF에 의해 제시된 RTP(Real Time Protocol)[1]와 Raja의 RAP(Rate Adaptation Protocol)[2] 등의 멀티미디어 데이터 전송에 적합한 프로토콜을 제시 하였고, 패킷 손실로 인해 발생하는 화질 저하에 대해 연구하였다[3].

비디오 압축 시스템에서는 스트리밍 서비스에 더욱 알맞은 압축 방법이 개발되었는데, MPEG-4 FGS[4]에서는 비디오의 계층을 세분화 하여 압축함으로써 스트리밍 서비스 높은 효율을 가질 수 있도록 하며, 데이터 손실로 인한 화질의 저하를 막기 위한 AIR[5]등이 제시되었다.

마지막으로, 전송 시스템과 단말기의 효율을 높이기 위한 운영체제의 지원 방법도 제시 되었다. Won[6]등에 의해 제시된 파인 저장 시스템은 스트리밍 서버의 디스크에서의 부하를 줄이는 방법을 제시하였다.

시스템이 최대의 성능을 내기 위해서는, 시스템을 이루는 각 요소들이 유기적으로 연동되어 작동하여야 한다. 하지만, 지금까지의 연구는 시스템 각 요소들에 대해 개별적인 성능 향상 기법만을 연구 하였다. 따라서, 시스템 전체의 측면에서 성능 향상에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 단말기에서의 재생 화질이 최대가 되도록 하는 패킷 스케줄링 알고리즘을 제시하며, 특히 모비일 환경과 같이 자원의 제약이

심한 시스템에서 탁월한 성능을 보임을 확인한다.

2. 스트리밍 시스템 환경 분석

이 장에서는 인터넷을 통해 MPEG-4 FGS 데이터를 전송할 때 고려해야 할 사항들을 살펴 본다. 먼저, MPEG-4 압축 기법으로부터 생기는 계층간의 의존성(dependency)에 대해 살펴 본 뒤, 패킷 스케줄링 기법인 스무thing[7]에 대해 살펴볼 것이다. 마지막으로, 단말기의 2중 큐 구조에 의한 패킷 손실률 분석으로부터 단말기의 버퍼 용량 한 당 정제를 수립한다.

2.1 MPEG-4 압축 기법

MPEG-4와 같은 인터프레임(Inteframe)[8] 압축 기법은 인접 프레임과의 차이를 사용하여, 압축하며 참조 프레임은 복원시 반드시 필요하다. 이를 프레임간의 의존성이라 하며, MPEG-4 FGS 압축 기법에서는 계층들 간에서도 의존성을 가진다.

n번째 프레임의 l번째 계층은 (n,l)의 값이 표현하며, A(n,l) : 계층 (n,l)이 의존성을 가지는 계층의 집합이며, C(n,l) : 복원시 계층 (n,l)을 참조하는 계층의 집합으로 정의한다. 그림 1은 MPEG-4 FGS의 계층간 의존성을 나타낸다.

계층 (n,l)이 손상 되었을 때 갖는 왜곡의 양은 PSNR(n,l)[9]을 사용한다. 계층 (n,l)이 전송 과정에서 손실된 경우 이를 참조하는 계층들은 복원에 사용할 수 없다.

전송 시스템을 설계하기 위해서는 계층간의 의존성으로 인한 계층 손실의 영향력을 표현하기 위한 함수가 필요하며, 계층 (n,l)의 자식 계층의 집합과, 각각의 계층이 갖는 왜곡의 양을 사용하여 계층 (n,l)의 손실로 인해 발생하는 단말기의 화질 저하의 양 QIF(n,l)를 정의 한다. 식 1은 QIF의 정의를 나타낸다.

QIF(n,l) = \sum_{(i,j) \in C(n,l)} PSNR(i,j) (1)

단말기의 재생 화질을 높이기 위해서는 전송 계층의 선택시 QIF(n,l)