

SNR을 이용한 대역폭 조절과 계층화 비디오 전송을 통한 효율적인 비디오 스트리밍 프록시의 설계

박경모, *이형수

경희대학교, *전자부품연구원

mopark76@emapl.com, *hslee@keti.re.kr

A Composition of Video Proxy for Adaptive Streaming using SNR-based Rate Control and Scalable Video

Kyungmo Park, *Hyung Su Lee

KyungHee University, *Korea Electronics Technology Institute

Abstract

무선 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스의 급격한 증가와 이를 바탕으로 한 복합적인 멀티미디어 서비스가 기본적인 스트리밍 기술을 넘어서 다양한 네트워크 환경에 적응적인 서비스가 가능한 지능적인 단말기 등으로 변화하고 있고 이러한 서비스를 위한 시스템의 구성 및 효율적인 모델, 그리고 차세대 복합적인 네트워크 망과의 연동을 위한 다양한 장비와 기술들이 연구되고 발전하고 있다. 본 연구에서는 무선 환경에서의 멀티미디어 스트리밍 시스템의 QoS (Quality of Service)를 보장하기 위해 단말에 대한 신호 대 잡음비 (Signal to Noise Ratio : SNR) 기반의 패킷 스케줄링과 이에 따른 계층화 비디오 기법을 적용하여 시스템을 구성하였다. 이를 위해 프록시가 네트워크 및 단말의 환경에 적응적인 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공할 수 있는 프레임워크 모델을 제시하고, 빈번한 손실과 지연이 발생하는 무선 환경에 보다 적응적으로 극복할 수 있는 스트리밍 기법을 제안하여 적용함으로써 기존의 시스템에 비해 효율적인 멀티미디어 스트리밍이 가능하도록 설계하고 실험하였다.

I. 서론

최근의 급격하게 확산되고 있는 무선 인터넷 기반 환경의 확충과 더불어 사무실이나 가정에서 시간과 장소에 상관없이 쾌적한 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공받기 위한 사용자의 요구는 점차 증가하고 있다. 이러한 Universal Media Access(UMA) 환경을 고려한 적응적인 멀티미디어 전송에 관한 연구들이 최근의 Ubiquitous 사회로의 진입과 더불어 활발하게 이루어 지고 있다.

UMA 환경에서는 이기종의 네트워크와 다양한 단말로 구성된 멀티미디어 프레임워크에서 멀티미디어 데이터를 범용적으로 접근하여 활용하기 위한 기술로 QoS를 보장하기 위한 적응적 기법이 필수적으로 요구된다. 따라서,

UMA 환경을 고려한 적응적 멀티미디어 스트리밍 기술에서는 다양한 미디어의 특성뿐만 아니라, 복합적인 네트워크의 환경도 고려되어야 한다. [1]

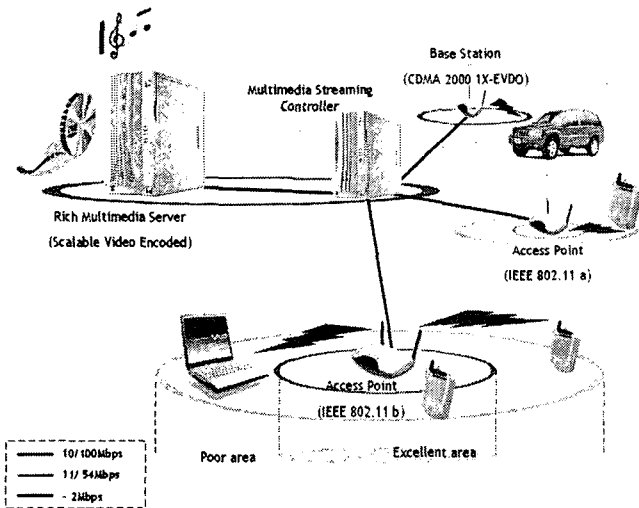
본 연구에서는 무선 인터넷(IEEE 802.11x) 환경을 분석하고 효율적인 데이터 전송을 위한 SNR 기반의 패킷 스케줄링 기법을 제시하고 이를 계층화 비디오 전송에 적용하여 시간과 장소에 따라 가변적으로 변화하는 무선 환경에 적응적으로 반응하는 스트리밍 시스템을 설계하고 최적의 조건을 도출하여 적용함으로써 QoS가 보장되는 시스템을 구현하였다. 멀티미디어 스트리밍에서의 SNR 기반 패킷 스케줄링과 계층화 비디오 기술에 의한 QoS 보장은 무선 환경에서의 최적의 전송 알고리즘을 찾아내는 적응적 프록시 시스템이므로

향후 다양하게 구성 될 무선 망에서 이동성을 보장하고 QoS에 대한 보장을 물리적 레이어가 아닌 상위 레이어에서 보상을 해 줄 수 있으므로 하드웨어적인 QoS 보장 방안과 어우러져 복합적인 QoS 제어가 가능한 시스템이 구성될 수 있다.

이러한 연구 결과는 무선 인터넷 환경에서의 멀티미디어 스트리밍 시스템을 구성하는데 중요한 데이터가 될 것이다.

II. 배경

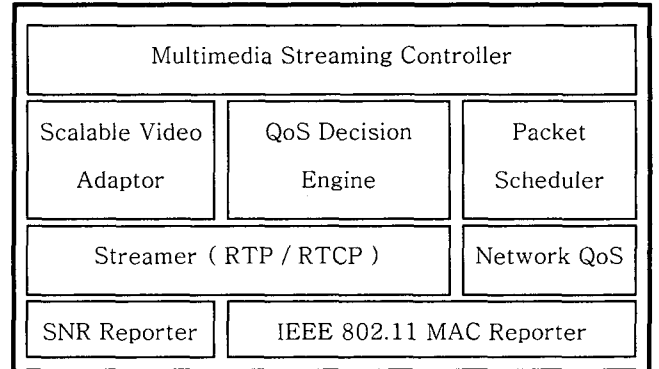
본 연구에서는 무선 인터넷 환경에서 스트리밍 서비스를 위한 네트워크 상황을 기존의 시스템에 비해 보다 적극적으로 적용시키기 위하여 상, 하위 계층의 정보를 상호 연동하여 인지토록 하였고, 이를 계층화 MPEG-4 비디오 스트리밍의 전송 요소에 부합시킴으로써 IEEE 802.11x 등 다양한 무선 네트워크 환경에서 효율적인 QoS를 보장하기 위한 적응적 비디오 스트리밍을 원활히 제공할 수 있는 구조를 아래 그림 1 과 같은 환경에서 동작할 수 있도록 설계하고 구현하였다.



[그림 1] UMA 환경을 고려한 시스템 환경

스트리밍 방식은 다운로드 방식과는 달리 저장을 하지 않으며 실시간으로 전송 받아 재생하는 방법으로 동작한다. 이는 사용자가 원할 때 바로 서비스를 할 수 있는 특징을 가지므로 전체 데이터를 다 전송 받은 후에 재생하는 다운로드 방식과는 확연한 차이를 가진다. 따라서 다운로드

방식과는 달리 전송 시 오류에 강인하도록 전송할 수 있는 방법을 강구해야만 한다. 무선 네트워크는 그 특성상 환경 변화에 민감하며 일시적으로 한곳에 집중적인 에러가 생기므로 기존의 유선 망과는 달리 이러한 특성에 맞게 데이터를 전송하여야 하며 신호 강도와 잡음에 대한 고려를 충분히 하여 QoS를 보장하는 방법을 찾아야 한다.



[그림 2] 멀티미디어 스트리밍 프록시의 구조

본 연구에서 설계한 멀티미디어 스트리밍 프록시의 구조는 위의 그림과 같다. 네트워크와 단말의 환경의 변화를 보다 직관적으로 제어 할 수 있도록 설계하였다. 먼저 네트워크 환경을 분석하기 위한 구성 요소로는 현재 서비스를 제공받고 있는 단말들의 IEEE 802.11 MAC layer 의 정보와 SNR 정보를 보고하는 Reporter 들이 있다. 참고로 MAC layer 정보들은 각 Access Point(AP)에서 알아내며, 프레임의 재전송 횟수, 프레임의 크기 등이 있다. SNR에 관련된 정보는 각 단말로부터 주기적으로 수신 받아 관리한다. 이러한 네트워크에 관련된 QoS 정보들을 이용하여 각 단말들이 가용한 대역폭을 산출하게 된다. 산출된 가용 대역폭은 QoS를 제공하는 스트리밍을 하기 위해 알맞은 멀티미디어 데이터를 가공 할 수 있는 파라미터로 작용한다. 따라서, 가용 대역폭에 적응된 계층화 비디오는 비계층화 비디오에 비해 손실율이 감소하며, 단말과 AP간의 SNR에 따른 패킷 스케줄링은 QoS가 보장된 지능적인 서비스를 제공할 수 있다. 즉, SNR이 좋은 단말에게는 보다 좋은 화질의 영상을 지능적으로 서비스 할 수 있으며, SNR이 나쁜 단말에게는 손실이 적게 발생하는 알고리즘을 적용하게 된다.

다양한 네트워크 환경과 단말을 통해 고품질의 멀

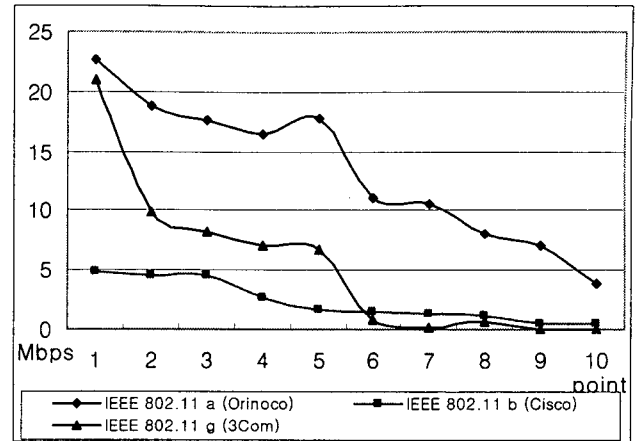
멀티미디어 스트리밍 서비스를 안정적으로 즐기기 위해서 단말기 혹은 사용자 주변의 AP에 설치된 Proxy로부터 네트워크와 단말의 특성 등의 정보를 이용하여 효율적인 스트리밍 서비스에 관한 연구는 활발히 진행 중에 있다.

III. 무선 인터넷 환경 분석

최근 널리 보급되고 있는 무선 LAN에 대한 IEEE 802.11 표준은 무선 매체에 대한 접근 방법으로 분산 제어와 중앙 제어 방식에 대한 프로토콜을 기술 하고 있다. 멀티미디어 스트리밍 시스템에서는 무선 단말에서 서비스를 제공 받기 위해 요구하는 다양한 QoS를 보장해야 한다. 이를 위해 실시간성을 증시하는 멀티미디어 데이터의 특성에 대한 대책과 다수의 무선 단말에게 공평한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 네트워크 환경에 따른 데이터 처리 시 실시간성과 공정성을 제공하기 위한 많은 연구들이 진행 되어 왔다. 네트워크 스위치에서의 패킷 스케줄링 기법으로 제안된 Fair Queuing 기술은 각 사용자의 요구에 따른 비율로 네트워크 자원을 공평하게 분배하여 사용 할 수 있다. [2]

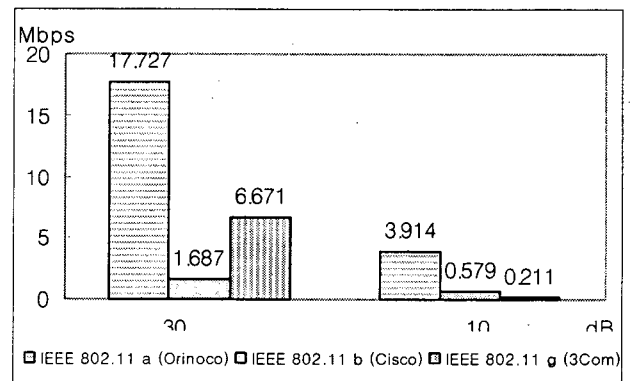
IEEE 802.11 표준에서는 Fair Queuing 스케줄링 기법을 추가하여 각 단말의 요구 비율에 의한 비례 대역폭을 제공하려는 연구와 이를 단말의 이동성과 연계하여 효율적인 무선 자원을 분배하여 사용자의 QoS 요구를 보장하려는 연구가 진행 되어 왔다.[3] 그 중에서 투명한 사용자의 이동성을 제공하고 QoS를 보장하는 기술은 현재 활발한 연구가 이루어 지고 있다.[4] 하지만, 현재까지 멀티미디어 전송을 위한 무선 환경에 대해서 체계적인 연구가 이루어지지 않았고, 효과적인 QoS 보장에 대한 대책은 미비한 실정이다.

본 연구에서 구성한 환경(IEEE 802.11x)에서 무선 채널환경의 신호감도 대 잡음비(SNR)가 30dB 의 경우에는 높은 대역폭이 안정적으로 유지 되는 것으로 확인 하였으나, 10dB 에서는 대역폭이 심하게 변화하는 것으로 나타났다. 또한 20dB 이상의 경우에는 비교적 안정된 대역폭을 유지하는 것으로 실험 결과 나타났다. 이는 무선 채널 환경에서의 대역폭의 변화는 신호감도 대 잡음비와 밀접한 관련이 있음을 실험을 통해 입증하였다.



[그림 3] 거리에 따른 대역폭 변화

실험 결과 10dB이상의 환경에서는 하위 계층에 해당하는 하드웨어 자체적인 에러 정정기능과 복구 기능을 통해 손실과 지연을 적절히 조절하는 방법을 사용하므로 지연이 다소 늘더라도 손실은 크게 생기지 않게 된다. 따라서 대역폭이 어느 정도 안정적으로 나타나는 결과를 보인다. 하지만 10dB이하의 환경에서는 자체 복구 메커니즘으로는 에러를 복구하더라도 손실에 대한 영향이 크기 때문에 대역폭이 안정적이지 못하고 심하게 변화하는 결과를 보인다.



[그림 4] SNR에 따른 대역폭 변화량

본 연구에서는 네트워크의 환경을 SNR에 의해 아래의 표와 같이 3단계로 구분하였다.

구분	SNR	계층화 비디오
Excellent	20dB 이상	Base, Enh1, Enh2
Good	10dB 이상	Base, Enh1
Poor	10dB 이하	Only Base

[표1] SNR에 따른 계층화 비디오 (예, IEEE 802.11b)

이러한 네트워크 환경의 분석을 통해 멀티미디어의 특성과 부합하여 스트리밍 시스템을 설계함으로써 보다 효율적인 판단 근거를 마련하였다.

IV. 계층화 비디오

최근 멀티미디어 데이터를 효율적으로 전송하기 위한 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이 중에서 ISO/IEC MPEG-2, MPEG-4와 ITU-T의 H.263v2, H.264에서는 계층화 비디오를 지원한다.

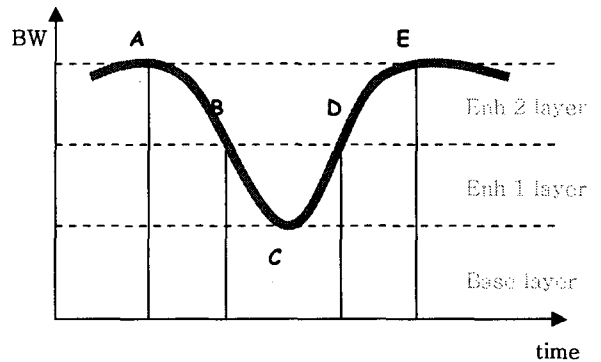
계층화의 목적은 크게 두 가지로 구분 지을 수 있다. 첫 번째는 송신 측과 수신 측의 장치의 호환성을 극복하기 위한 것이다. 예로 들어, 해상도의 차이가 그것이다. 두 번째는 스트리밍 중에 발생하는 손실에 대해서 강인성을 부여함이다. 손실이 발생할 경우 손실에 대한 대책이 중요하다. 비디오의 경우 손실에 대한 대책이 부족한 경우, 에러가 전파되어 손실에 발생한 화면에서부터 화질의 열화 현상이 발생하게 된다. 따라서 이러한 에러 전파를 방지하기 위해서는 에러 은닉과 사전에 손실을 방지할 수 있는 기술이 필요하다.

계층화 비디오는 기본 계층과 고급 계층으로 나뉘어진다. 기본 계층은 최소한의 QoS를 보장하여 데이터의 손실 없이 전송되지만, 고급 계층의 경우에는 QoS의 선택적인 보장으로 인해 전송 손실이 발생하고, 발생한 손실로 인해 화질의 열화 현상을 유발하게 되며, 손실이 발생한 화면 이후로 에러가 전파되어 전체 영상에 영향을 미치게 된다. 따라서, 본 연구에서는 네트워크 환경에 알맞은 고급 계층의 구성과 이를 통해 고급 계층의 손실을 최소화함으로써 멀티미디어 스트리밍 시스템의 QoS 보장 대책을 마련하고 적용하였다.

본 연구에서 적용한 계층화 비디오 방식은 SNR 계층화 방식으로 기본 1계층과 고급 2계층으로 모두 3계층으로 구성하였다. SNR 계층 부호화는 기본 계층과 고급 계층간의 SNR을 변화하여 부호화 하는 방식으로 고급 계층의 화면은 기본 계층의 예측의 차 신호에 대하여 보다 세밀한 양자화 계수를 적용하여 향상된 영상의 화면 부호화를 하는 것이다.

이는 네트워크의 SNR 구분의 정도를 3단계로 구분한 것과 동일하게 하여 비디오와 네트워크의 밀접한 관계를

유지 하였다. 따라서 네트워크 환경의 SNR 크기와 손실, 지연 등의 파라미터로 산출되는 적정 대역폭을 기준으로 계층화 비디오의 단계를 조절 하여 손실이 적게 발생하는 환경으로 멀티미디어 데이터를 전송 하는 것이다. 아래의 그림 5는 가용 대역폭의 변화에 대한 계층화 비디오의 적용 구조를 그림으로 표현하였다.



[그림 5] 3계층 계층화 비디오의 적용 구조

하지만 본 연구에서는 현재 채널의 손실의 정도의 차이를 극복하는 부분 보다는 가용한 대역폭의 비트율의 변화만을 고려하므로 error resilience 는 고려하지 않았다.

V. 멀티미디어 스트리밍 시스템의 설계

본 연구에서 구성된 멀티미디어 스트리밍 서비스의 궁극적인 목적은 효율적으로 구성된 네트워크를 통해 멀티미디어 서비스를 받는 것이다.

SNR 기반의 패킷 스케줄링과 계층화 비디오를 통한 스트리밍 기술은 네트워크 망의 특성을 파악한 기초 자료를 실험을 통해 얻어냈으므로 이를 기반으로 다양한 곳에 적용 할 수 있다. 멀티미디어 데이터(특히, 비디오)가 자체적으로 복구 해 낼 수 있는 특성과 사람이 인지하지 못하는 부분을 은닉함으로써 네트워크 자체의 손실을 보상하는 알고리즘을 적용하여 능동적인 스트리밍 시스템을 구성하였다. 또한 다양한 전송환경에서의 실험은 이러한 시스템이 보다 지능적으로 동작하게 하기 위한 판단 근거를 제시하는 자료가 되며 실험 결과 그래프들은 이러한 특성을 반영한다.

VI. 결론

무선 네트워크는 유선 네트워크와는 달리 대기를 통하여 전달되는 방식이므로 데이터 전송시 상대적으로 많은 손실 및 지연 등을 발생시킨다.[5] 특히 한 부분에서 집중적으로 에러가 발생하는 Bursty한 에러 분포를 보이는 특성을 가지는데 무선 네트워크를 효율적으로 사용하고 제어하기 위해서는 이러한 망의 특성을 파악하는 것이 우선이다.

본 연구에서는 IEEE 802.11x의 무선 환경을 구성하여 효율적으로 적용할 수 있는 스트리밍 시스템을 설계하고, SNR 기반의 패킷 스케줄링과 계층화 비디오 데이터를 실시간으로 전송하여 생기는 에러 패턴을 분석하였으며 다양한 파라미터 조절로 망의 변화를 실험하였다.

이러한 연구는 향후 도래할 다양한 무선 환경에서 데이터를 스트리밍하기 위한 기초적 분석 자료가 될 것이며 음성, 영상 등의 멀티미디어를 최적의 조건으로 전송하기 위한 유용한 판단 근거가 될 것이다. 특히 기존의 연구가 하위 레이어에서 하드웨어적인 오류 정정에 초점을 맞추고 QoS를 고려하지 않은 비효율적인 패킷 스케줄링을 연구한 것에 비해 본 시스템은 상위 레이어의 개념에서 미디어적 특성까지 고려하였으므로 네트워크와 미디어를 조화롭게 이끌 수 있는 스트리밍 개념을 정립하였다. 본 연구의 결과로 스트리밍 시스템의 효율적인 설계와 SNR 기반의 패킷 스케줄링과 계층화 비디오를 이용한 전송 방식을 통해 기존의 시스템과 비교하여 평균적으로 2dB 정도의 영상 이득을 얻을 수 있었다.

Reference

- [1] A. Vetro, C. Christopoulos, and T. Ebrahimi, eds.,
Special Issue on Universal Multimedia Access,"
IEEE Signal Processing Magazine, vol. 20, no. 2,
Mar. 2003.
- [2] IEEE P802.11. Standard for Wireless LAN Medium
Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY).
Nov. 1997.
- [3] IEEE P802.11b. Supplement to Standard IEEE
802.11. Higher speed Physical Layer(PHY)
extension in the 2.4GHz band. Sept. 1999

- [4] "Mobile Network Evolution : A Revolution on
the Move," Johan De Vriendt, IEEE
Communications Magazine, April 2002, pp.
104-111
- [5] "공중 무선 랜 워크샵," 대한전자공학회, 2002년
3월, pp. 22
- [6] Verena Kahmann, Lars Wolf, "Collaborative
Media Streaming in an In-Home Network,"
IEEE ICDCSW, April 2001.