

적응적 비디오 스트리밍을 위한 WiMAX 환경에서의 신호품질 분석

김민건, *서덕영

경희대학교

tomingeon@gmail.com, *suh@khu.ac.kr

Analysis of CINR for adaptive video streaming over IEEE 802.16 WiMAX

Min Geon Kim, *Doug Young Suh

Kyung Hee University

요 약

본 논문에서는 WiMAX 의 신호세기(CINR: Carrier to Interference + Noise Ratio)의 변화와 예측 방법에 대해 연구한다. WiMAX 와 같은 무선 네트워크에서는 신호세기가 불규칙하게 변화하기 때문에 비디오 스트리밍 시 에러나 지연이 발생할 수 있다. CINR 은 클라이언트 측의 가용 대역폭을 결정하는 중요한 요소이다. 하지만 기존의 RTCP(Real-time Transport Control Protocol)를 이용한 비트율 제어는 RTT(Round Trip time), PLR(Packet Loss Rate) 등의 정보를 사용하기 때문에 부정확하거나 지연이 발생될 수 있다. 이를 보완하기 위한 CINR 을 직접 비트율 제어에 사용하는 방법에 대해 연구하기에 앞서, 본 논문에서는 CINR 을 분석하고 미래의 값을 예측하는 방법에 대해 연구한다. 본 논문의 분석을 통해 CINR 의 예측을 비교적 정확하게 수행할 수 있다면 앞으로의 가용 대역폭을 비교적 정확하게 예측할 수 있고 효율적인 비디오 스트리밍 시스템을 제안할 수 있다.

1. 서론

최근 무선 단말기들이 널리 사용됨에 따라 무선네트워크 환경을 바탕으로 한 비디오 스트리밍 서비스가 이슈화되고 있다. 비디오 스트림은 3G, Wi-Fi, WiMAX [1] 등 서로 다른 특징을 갖는 무선 네트워크 환경에서 전송될 수 있다. 본 논문에서는 그 중에서 IEEE 802.16 standard 에 명시된 WiMAX 네트워크 환경에 초점을 맞춘다. WiMAX 는 다른 무선 네트워크 시스템에 비해 데이터율이 높고 넓은 범위를 커버할 수 있기 때문에 멀티미디어 스트리밍 서비스에 효율적으로 활용할 수 있다. WiMAX 네트워크에서의 비디오 스트리밍과 관련하여 Wang [3]는 다중 기지국 WiMAX 시스템에서 멀티캐스트/브로드캐스트(MBS)를 위한 점-대-점 솔루션을 제안하였다. 그들의 연구에서는 커버리지와 스펙트럼 효율에 초점을 두었다. Hosein [4]는 WiMAX 네트워크에서 브로드캐스트를 위한 가변 비트율(VBR) 스트림 스케줄링 방법을 제안하였고, Juan [5]는 WiMAX 네트워크에서 계층적 비디오 스트림을 전송하기 위한 방법을 제안하였다. 이처럼 WiMAX 환경에서 효율적인 비디오 스트리밍을 위한 방법들에 대한 선행 연구가 많이 진행되었는데 WiMAX 와 같은 무선 네트워크의 가장 큰 특징은 수신 신호 세기가 불규칙하게 변화한다는 것이다. 수신 신호 세기가 변화한다는 것은 가용 비트율이 변화한다는 것을 의미하고 이는 비디오 스트리밍 시 손실 및 화질 저하를 가져올 뿐만 아니라 자원을 효율적으로 사용하지 못하는 상황이 발생할 수도 있다.

본 논문에서는 실제 측정된 CINR 을 바탕으로 변화에 대해

분석하고 미래의 값을 예측하는 방법에 대해 연구한다. CINR 이 이전 값들과 연관성이 얼마나 높은지에 대해 분석하여 미래의 값에 얼마나 영향을 미칠 것인가에 대해 분석하도록 한다. 예측이 정확하다면 미디어 서버가 이를 활용하여 효과적으로 적응적인 비디오 스트리밍을 수행 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 CINR 의 시간에 따른 연관성을 분석하고 앞으로의 신호세기를 예측하는 방법에 대해 소개한다. 3 장에서는 실험 결과를 분석하고 마지막으로 4 장에서 결론을 맺도록 한다.

2. WiMAX 의 신호품질 분석 및 예측 방법

WiMAX 에서 신호품질은 CINR 로 나타낸다. 본 논문에서는 실제 WiMAX 환경에서 측정된 데이터를 활용한다. 측정지역은 독일의 로텐버그(Rotenburg) 지역이며, 약 20~50km/h 의 속도로 이동하면서 위도와 경도, CINR, 주파수 등을 측정하였다. 그림 1 은 측정된 CINR 의 일부를 나타낸다. 표시 간격(T_s)은 200ms 이며, 시간에 따라 CINR 은 계속 불규칙하게 변화함을 볼 수 있다. CINR 의 자기상관을 계산하여 현재 값이 이전 값에 얼마나 영향을 받는가를 알 수 있다. 사용한 자기상관 수식은 (1)과 같고 그 결과는 그림 2 와 같다.

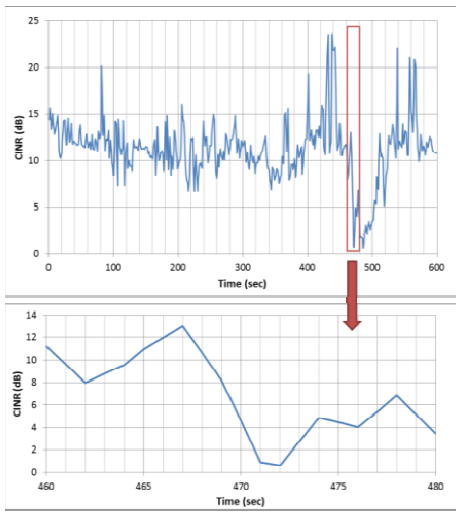


그림 1. WiMAX 환경에서 실제 측정된 CINR 데이터의 일부

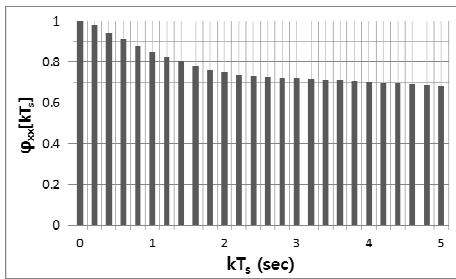


그림 2. CINR의 자기 상관 (Ts=200ms)

$$\varphi_{xx}[k] = \frac{E[(x[n] - \mu_x)(x[n-k] - \mu_x)]}{E[(x[n] - \mu_x)^2]}$$

where $\mu_x = E[x[n]]$ (1)

그림 2와 같이 CINR은 근접한 값일수록 연관성이 클 수 있다. 이를 바탕으로 앞으로의 값을 예측하도록 한다. 예측 방법은 다음과 같이 두 가지의 경우를 알아본다. 여기서 N은 참고할 이전 값의 개수를 나타내고 X[t]는 참고하는 이전 값, $\hat{X}[t]$ 은 예측하는 값이다.

- Moving Average Method (MA)

$$\hat{X}[t] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X[t-i] \quad (2)$$

- Gradient Average Method (GA)

$$\hat{X}[t] = X[t-1] + \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (X[t-i] - X[t-i-1]) \quad (3)$$

MA 방법의 경우 이전 값의 평균을 구하여 현재 값을 예측하고, GA 방법의 경우 이전 값들의 차이의 평균을 구하여 이전 값이 변화하는 추세를 반영하도록 한다. 3장에서 실험을 통해 위의 두 방법과 N 값에 따른 차이를 나타내보도록 한다.

3. 실험 결과 및 분석

그림 3은 실제 CINR과 예측한 CINR의 변화의 일부를 나타낸다. MA와 GA의 경우 N은 10으로 설정하였다. MA의 경우 이전 값의 평균을 통해 구해지므로 변화가 클 때 이를 잘 반영하지 못하고 대체로 평탄한 예측을 한다. 반면에 GA의 경우에는 이전 값의 증가 혹은 감소하는 추세를 반영하기 때문에 약 35초 구간과 같이 실제 값과 차이가 크게 나타나는 경우가 발생한다. 따라서 상황에 따라 어떤 방법이 더 효율적인지가 달라지게 된다. 두 방법의 차이를 나타내기 위해 수식 (4)와 같이 계산하였으며 그 결과는 그림 4와 같다.

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_i (X[i] - \hat{X}[i])^2 \quad (4)$$

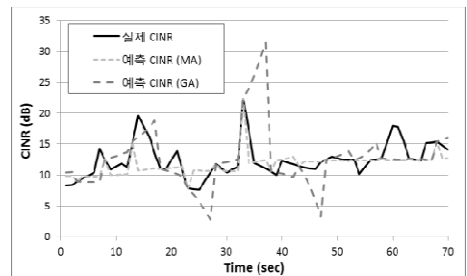


그림 3. 실제 값과 예측 값의 변화

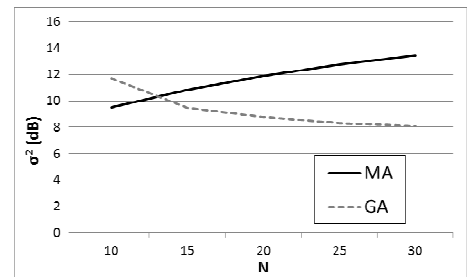


그림 4. N 값에 따른 MA와 GA의 차이

그림 4에서 MA 방법의 경우 N(참고하는 이전 값의 개수)이 클수록 오차가 커짐을 알 수 있다. 이와 반대로 GA 방법의 경우엔 N이 클수록 오차는 줄어들음을 알 수 있다. 따라서 이전 값을 얼마나 참고할 수 있는지에 따라 두 가지 방법을 택할 수 있다. 즉, 그림 4에서 보는 바와 같이 N이 15 이하일 경우에는 MA 방법을 사용하고, 15 이상일 경우에는 GA 방법을 사용함으로써 예측 값의 오차를 줄일 수 있다. 따라서 이전 값을 얼마나 참고할 수 있는지에 따라 예측 방법을 선택한다면 더 좋은 예측이 될 수 있다.

정확한 예측을 통해 이러한 정보를 서버에서 피드백할 수 있다면 서버는 클라이언트의 가용 대역폭을 예측하여 정확한 비트율 제어를 수행할 수 있다.

4. 결론

본 논문을 통해 WiMAX 환경에서 신호세기의 변화에 대해 분석하고 예측하는 방법에 대해 연구하였다. 무선 네트워크 환경에서는 신호세기가 불규칙적으로 변화하기 때문에 이를 예측할 수 있다면 가용 대역폭 추정 및 비트율 제어에 활용도가 높을 것이다. 본 연구에서 상황에 따라 차별적인

방법으로 앞으로의 신호세기를 예측하는 방법을 제안하였으며 예측은 실제와 평균 2~3 dB 정도의 차이를 나타냄을 실험을 통해 확인하였다. 향후 연구로 이러한 예측이 비디오 전송 시 어떠한 영향을 미치는 지에 대해 연구할 수 있으며, 이를 활용한 다양한 방법의 비트율 제어 방법을 제안할 수 있다.

Acknowledgements

This work was supported by the MKE (The Ministry of Knowledge Economy), Korea, under the ITRC (Information Technology Research Center) support program supervised by the NIPA (National IT Industry Promotion Agency)" (NIPA-2010-(C1090-1011-0001)).

참조 문헌

- [1] IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems
- [2] K. H. Teo, Z. Tao and J. Zhang, "The mobile broadband WiMAX standard," IEEE Signal Processing Mag., Vol. 24, pp.144-148, Sep.2007.
- [3] J. Wang, M. Venkatachalam and Y. Fang, "System Architecture and Cross-Layer Optimization of Video Broadcast over WiMAX", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.25, pp.712-721, May.2007.
- [4] P. Hosein, "Broadcasting VBR traffic in a WiMAX network," Vehicular Technology Conference, 2008. VTC 2008-Fall, IEEE 68th, pp.1-5, Sep.2008.
- [5] H. Juan, H. Huang, H. Huang and T. Chiang, "Scalable Video Streaming over Mobile WiMAX," Circuits and Systems, 2007. ISCAS 2007. IEEE International Symposium on, pp.3463-3466, May.2007.