

비디오 트랜스코더를 위한 무선망에서의 MPEG-4 전송 특성에 관한 연구

정혜동, 함경선, 고재진, 김제우
전자부품연구원

{hudson, hksunny, jaejini, jwkim}@keti.re.kr

A Study on MPEG-4 Transmission Characteristics for Video Transcoder in Wireless Network

Hyedong Jung, Kyungsun Ham, Jaejin Ko, Jewoo Kim
Korea Electronics Technology Institute

무선 네트워크에서 멀티미디어 전송을 위해 Delay를 줄이는 방법을 연구하고 이에 대한 실험적 검증을 하였다. 멀티미디어 데이터는 그 특성상 주어진 시간에 도착하지 못하는 데이터는 손실로 간주되므로 Loss에 못지않게 Delay가 중요한 QoS 파라미터가 된다. 본 연구에서는 IEEE 802.11b를 그 환경으로 하여 멀티미디어 데이터를 트랜스코더를 이용하여 미디어 전환 후 전송 할 때 Delay를 최소화 할 수 있는 방안을 연구하였다. 무선 환경에서의 SNR을 기준으로 다양한 조건에서 패킷 사이즈와 전송 간격을 조절하여 무선 네트워크에서 Delay와 Loss가 적게 발생하는 환경을 찾아내었으며 이전 상태와 현재 상태를 비교하여 미래의 상태를 미리 예측할 수 있는 알고리즘을 개발하여 적용하였다. 이러한 연구 결과는 MPEG-4의 Video Packet을 가장 효율적인 크기로 인코딩 할 수 있는 판단 근거를 만들게 해 주며, 예측 된 패킷 사이즈를 통하여 다음 전송이 이루어지기 전에 트랜스코더에게 미리 인코딩 하여 준비할 수 있도록 해서 네트워크에 적응적인 전송 방식으로 구현될 수 있는 장점이 있다.

1. Introduction

유선망에서 무선망으로 네트워크 환경이 변화함에 따라 이를 응용하는 시스템도 기존의 유선망에서의 연구에서 무선망에 적응적으로 변화 할 수 있도록 연구되고 있다.

일반적으로 네트워크를 통하는 데이터는 그 손실에 대비하여 프로토콜이 재전송 및 에러복원등의 방법을 사용하여 이를 극복한다. 하지만 기존의 연구는 시뮬레이션을 기반으로 하여 실제적인 상황에 충분히 검증을 받지 못하였으며 또한 하위레이어에서의 연구가 대부분이라 상위레이어에서 전송되는 멀티미디어 데이터를 일반 데이터와 똑 같이 취급하게 되어 멀티미디어 데이터의 특성을 충분히 고려하지 못했다. 따라서 본 연구에서는 멀티미디어 데이터, 특히 MPEG-4 비디오 데이터의 특성을 이용하여 네트워크가 비디오 정보에 적응적으로 변화하는 시스템을 구성하여 그 효과를 검증하였다. 또한 향후 컴퓨팅환경이 PC에만 국한되지 않고 소형, 소용량의 장치들에게 까지 확대됨에 따라 기존의 방송데이터와 같이 큰 데이터가 소형 장치에 원활하게 공급되기 위해서는 네트워크에 대한 해결 뿐만이 아니라 미디어 자체도 변환되어야 한다. 본 연구에서 진행된 멀티미디어의 전송은 방송등의 데이터로 전송되는 MPEG-2 데이터를 MPEG-4로 전환하고 이를 전송할 때, MPEG-4의 Video Packet 단위를 네트워크에 가장 적합한 형태로 인코딩을 할 수 있는 알고리즘을 연구하였으며 실제 실험 결과 전송되는 데이터가 알고리즘이 적용되지 않은 방법보다 원활히 전송 됨을 확인하였다. 이러한 연구 결과는 향후 유비쿼터스 환경에서 태내 또는

회사에서 PC외의 다양한 장치들에게 멀티미디어를 무선 상에서 원활히 공급할 수 있는 토대를 만들 수 있으므로 상당히 유용하다. 이 논문은 2장에서 기존의 멀티미디어 데이터를 트랜스코딩하고 무선상에서 전송하기 위해 진행되었던 관련 연구를 설명하고, 3장에서는 본 실험을 위해 구성된 환경과 시스템을 설명한 후, 4장에서 실험 결과를 보이며 5장에서 결론을 논의한다.

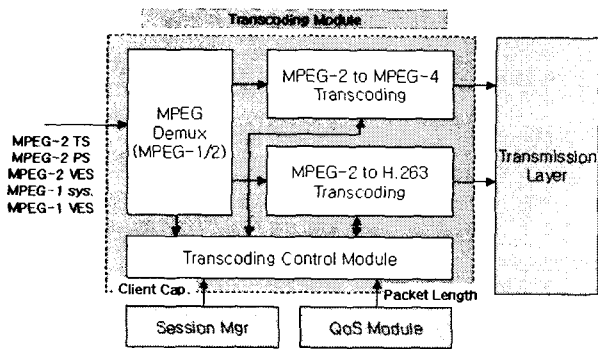
2. 관련 연구

2.1 트랜스코더

비디오의 변환 코딩 및 디코딩 기술(이하 트랜스코딩 기술)은 유·무선의 다양한 네트워크 환경에서 원격지의 사용자에게 양질의 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 반드시 필요한 기술이며 본 연구에서의 변환 코딩 기술은 기 코딩된 다양한 멀티미디어 스트림을 입력으로 하여 입력과 다른 방식으로 변환 코딩을 수행하고, 이를 변환된 포맷으로 출력하는 기술이다.

본 연구에서 사용된 코덱은 기 코딩된 다양한 형식의 멀티미디어 스트림 즉, 디지털 방송에서 지원하는 MPEG-2 TS 포맷과 DVD에서 지원하는 MPEG-2 PS 포맷 등과 더불어 MPEG-2 Video ES, MPEG-1 system 및 Video ES 포맷 등을 지원하도록 제작되었다. 다양한 입력을 이용하여 멀티미디어 스트림 변환 코딩 방식으로 MPEG-2 입력 스트림을 MPEG-4 스트림으로 트랜스코딩하여 출력하는 MPEG-2 to MPEG-4 변환 코딩과

MPEG-2 입력 스트림을 H.263 스트림으로 트랜스코딩하는 MPEG-2 to H.263 변환 코딩을 개발하였다. [그림 1]은 본 연구에서 트래픽 제어를 위한 트랜스코딩 기술에 대한 개발 내용을 나타낸 것이다. 트랜스코딩 기술은 서버 내에서 디지털 방송 콘텐츠, DVD 타이틀, 또는 VOD 파일 등을 온라인 또는 오프라인으로 입력 받고, QoS 모듈이나 iVideo 서버의 세션관리자, 채널 관리자 등으로부터 트랜스코딩 파라미터들을 획득하고, 이들 파라미터들을 적용하여 MPEG-2 to MPEG-4 트랜스코딩 또는 MPEG-2 to H.263 트랜스코딩을 수행한다. 트랜스코딩된 각각의 멀티미디어 스트림은 QoS 모듈로 또는 QoS 모듈을 거치지 않고 KSP / RTP / RTCP / UDP / TCP / IP 등의 프로토콜로 구성된 전송 모듈로 연결된다. [그림 1]은 트래픽 제어를 위한 트랜스코더의 구조이다.



[그림 1] 트래픽 제어를 위한 트랜스코더의 구조

2.2 무선 환경에서의 패킷 전송 특성

무선 환경은 유선 환경과는 그 특성이 달라서 잡음, 간섭 등에 대한 영향이 많이 작용하게 된다. 따라서 기존의 유선망의 환경에 대한 특성 연구 결과[1]와는 달리 무선망 자체의 특성을 파악하는 것이 중요하다.[2][4]

본 연구에서는 무선 망의 특성을 파악하기 위해 신호대 잡음비를 기준으로 분석하였다. 신호대 잡음비(SNR)은 신호 세기와 잡음 정도에 대한 값으로, 단순히 액세스 포인트에서 떨어진 거리만을 척도로 하는 것이 아니라 개개의 지점에서 무선 망의 특징을 가장 잘 대변할 수 있는 요소이다. [3]에서는 단순히 거리에 대한 요소만 반영하여 무선 망의 특성을 분석하였으나 간섭 또는 잡음등의 민감한 요소들을 거리라는 요소만으로는 단순히 비교할 수 없으므로 SNR을 기준으로 분석하는 것이 더 타당하다. SNR은 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$SNR = 20 \log(V_s/V_n)$$

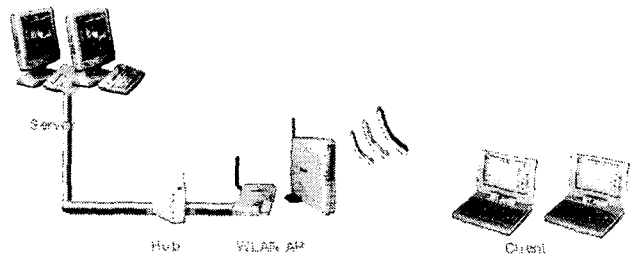
$V_s = \text{Signal level}, V_n = \text{Noise level}$

여러 번의 실험을 통해 얻은 결과 S/N이 대략 20dB 이상일 경우에는 유선망과 큰 차이 없이 대체로 양호하였으나 S/N이 대략 15~20dB일 경우 전송 상태는 대체로 양호하였으나 지연이 증가하는 현상을 보였으며 S/N이 대략 15dB 미만일 경우에는 무선 환경이 급격히 열악해졌다. 따라서 S/N을 기준으로 약 15dB이하의 값인 지점인 부분부터는 멀티미디어 데이터를 전송하기에 부적합하여 이를 극복하는 방법이 필요하다.

또한 여러 S/N의 위치에서 고정된 크기의 패킷과 가변 패킷으로 실험한 결과 고정된 패킷에서의 전송은 지연을 유발시키고 전송이 자주 멈추는 결과를 나타냈으나 가변 패킷의 경우에는 이러한 현상이 적어 상대적으로 더 많은 패킷을 전송 받는 특성을 보였다.

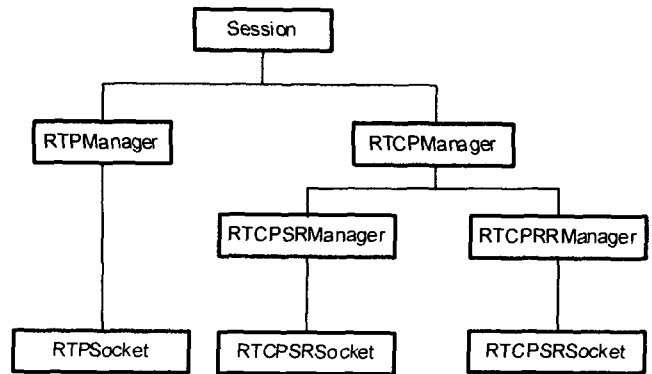
3. 실험 환경

무선망의 특성을 분석하기 위하여 서버와 클라이언트를 IEEE 802.11b AP를 사이에 두고 구성하였다.

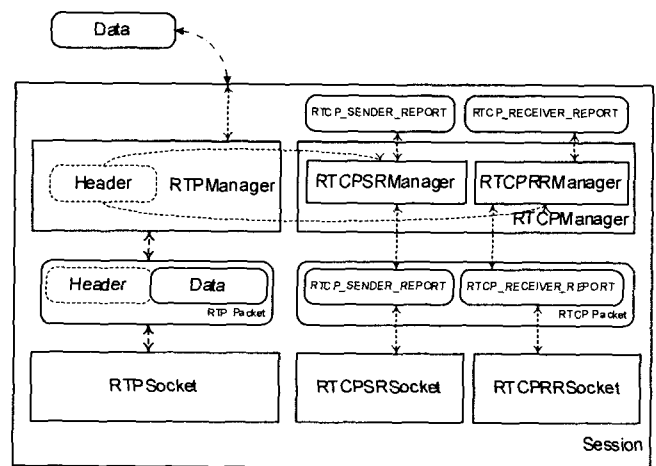


[그림 2] 실험망 구성

각 서버와 클라이언트는 짝을 이루어 고정된 패킷 크기를 전송하는 시스템과 가변 패킷을 전송하는 시스템으로 이루어져 있고 그 구성은 [그림 2]와 같다.



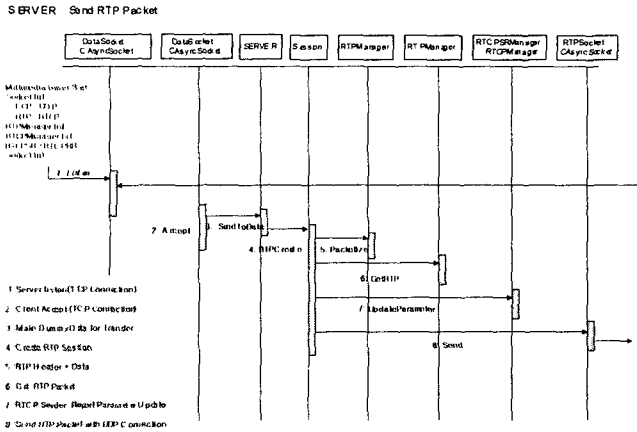
[그림 3] 클래스 다이어그램



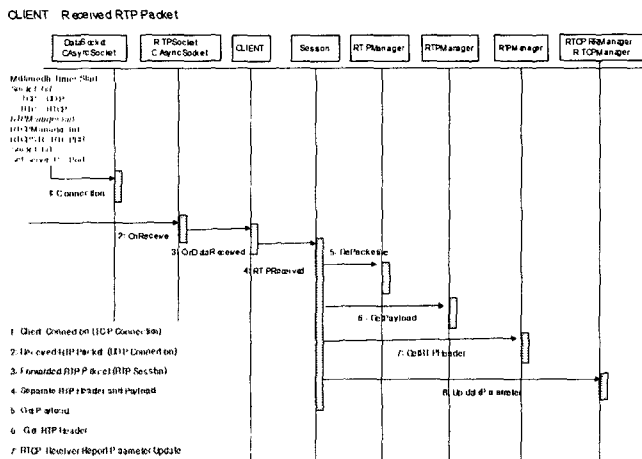
□ : Class ○ : Data

[그림 4] 데이터 흐름도

실험을 위하여 RFC 1889에 의한 RTP/RTCP를 각각의 Manager 클래스 밑의 하위 클래스를 두고 Session 클래스가 전체적인 관할을 하는 구조로 시스템을 구성하였다. [그림 3]은 구성된 시스템의 클래스 다이어그램이고 [그림 4]는 각 클래스 사이의 데이터의 흐름을 나타내는 그림이다.



[그림 5] 서버측 시퀀스 다이어그램

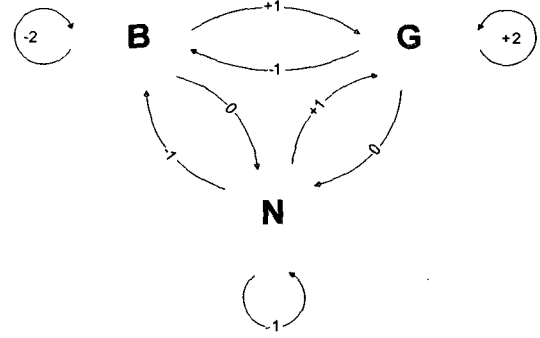


[그림 6] 클라이언트측 시퀀스 다이어그램

[그림 5]와 [그림 6]은 각각 서버와 클라이언트에서의 동작에 대한 시퀀스 다이어그램이다. 데이터 전송을 위해 소켓을 생성하고 준비하는 과정에서부터 받은 데이터를 처리하는 과정을 상세히 도식화 한 그림이다.

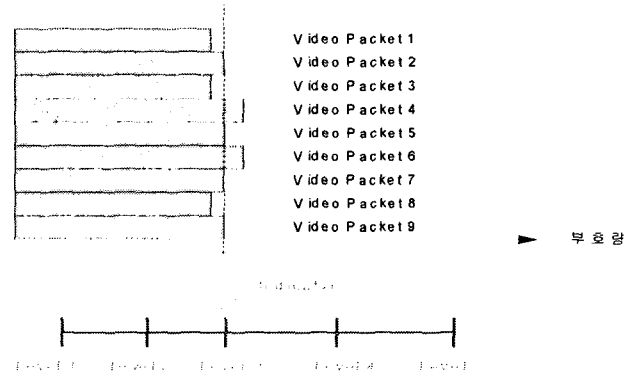
본 연구에서는 가변 패킷의 크기를 다섯 개의 단위로 나누어서 실험하였다. 가변 패킷의 크기는 MTU 크기 이하에서 적절히 선택하였으며 네트워크의 상황에 따라 각 단위들을 이동하여 그 단위의 패킷 사이즈를 전송한다. 클라이언트는 버퍼의 단위마다 버퍼가 채워진 양을 조사하며 정해진 기준을 넘을 경우 Good(G)의 상태를 RTCP를 사용하여 서버측으로 메시지를 보내고 기준을 만족하지 못할 경우에는 Bad(B)의 상태를 전송한다. 서버측은 매 RTCP가 도착하는 시간마다 이를 조사하여 트랜스코더에 상태를 알려주게 되는데 RTCP 메시지는 UDP기반의 메시지 이므로 받지 못할 경우도 있다. 이러한 상황이 발생 할 때에는 Neutral(N)으로 설정하여 미지의 값으로 두되 이전의 상황과 비교하여 다음 상황을 예측할 수 있도록 한다. [그림 7]은 이러한 상황을 통해 서버가 트랜

스코더에 적절한 패킷 사이즈로 조절할 수 있게 명령을 내리기 위한 상태 천이도이다.

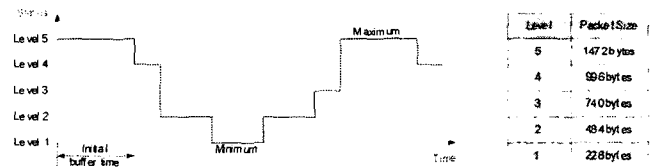


[그림 7] 트랜스코더를 위한 상태 천이도

이렇게 판단 되어진 네트워크의 상태는 트랜스코더에 전달되어 [그림 8]과 같이 MPEG-4 Video Packet의 크기를 조절하는데 사용되며 [그림 9]에서와 같은 패킷 크기 변화를 적용한 시스템이 된다.



[그림 8] MPEG-4 Video Packet 사이즈 판단에 적용



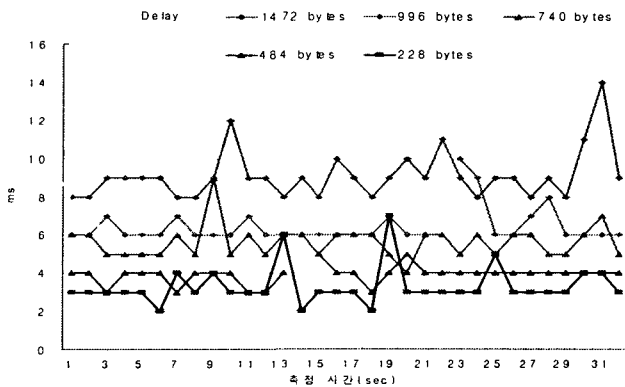
[그림 9] 네트워크 상태에 따른 전송 단위 변화

4. 실험 결과

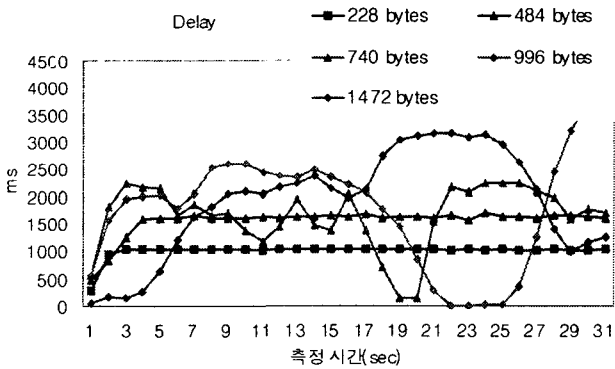
SNR값을 기준으로 여러 장소에서 반복적으로 실험을 한 결과 몇 가지 무선망에 대한 특성을 찾아 낼 수 있었으며 이를 응용하여 가변 패킷으로 전송한 결과 고정 패킷으로 전송한 시스템보다 유연하게 동작하며 패킷 손실도 적은 것으로 나타났다. [그림 10]은 S/N의 차이에 따른 Throughput의 변화를 측정 한 그래프인데 S/N이 떨어질 경우 Throughput도 같이 낮아짐을 볼 수 있다. 또한 [그림 11] - [그림 14]는 대역폭과 S/N을 다양하게 변화 시켜가며 측정 한 데이터 중 몇가지 데이터를 예시로 나타낸 것인데 S/N이 30dB인 지점에서는 지연이 거의 나타나지 않은 반면 S/N이 10dB인 지점에서는 급격한 지연의 증가를 볼 수 있다. 또한 패킷 사이즈가 작은 경우 일반적으로 지연이 적고 전송이 잘 되는 경향이 있으므로 이

를 판단 근거로 하여 네트워크 상황이 나쁠 경우에는 단계별로 패킷 크기를 조절하는 방법을 사용하였다. 하지만 패킷을 잘게 나누어 보낼 경우 전송 간격이 좁아져 시스템에서 이를 처리하기 힘들어 지는 경우가 생길 수도 있으므로 네트워크 상황이 좋을 경우에는 패킷 크기를 크게 하여 빠르게 전송될 수 있도록 하였다.

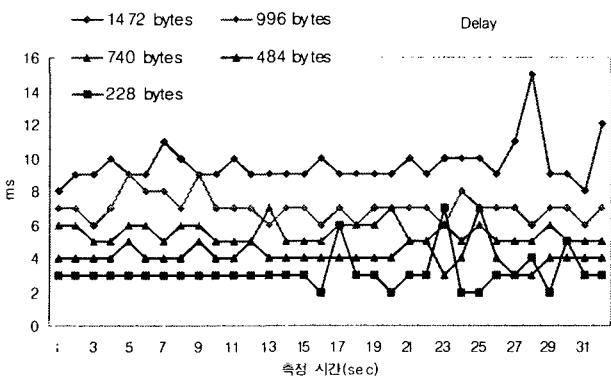
패킷 크기를 228byte로 했을 때가 일반적으로 네트워크를 잘 통과하는 크기였으며 상황에 따라 484byte일 때 혹은 740byte일 때에도 고른 지연 분포를 나타내기도 하였다. 실험에서 찾아낸 중요한 무선망에서의 전송 특징은 패킷 크기가 커질 경우 지연이 커지며 특히 S/N이 낮은 곳에서의 다른 패킷 크기의 전송 상태에서의 지연과 비교하자면 그 폭이 상당히 큰 결과를 나타낸다.



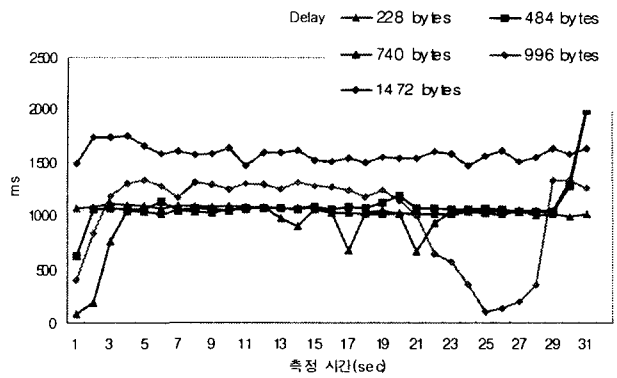
[그림 10] Bandwidth = 144Kbps, S/N = 30dB



[그림 11] Bandwidth = 144Kbps, S/N = 10dB



[그림 12] Bandwidth = 384Kbps, S/N = 30dB



[그림 13] Bandwidth = 384Kbps, S/N = 10dB

5. 결론

S/N값에 따른 다양한 지점에서의 무선망 특성 실험 결과 S/N이 낮을 경우 급격한 지연의 증가로 멀티미디어 데이터를 전송하는데 부적합한 상황이 발생하는 경우에 대한 패턴을 분석하였으며 이를 트랜스코더에 반영하여 적절한 Video Packet의 크기를 조절하는 알고리즘을 제시하였다. 고정 크기 패킷을 전송하는 것보다 제시한 알고리즘을 사용한 시스템이 유연하고 손실도 적게 발생하였다. 또한 기존의 거리에 대한 요소만으로 무선망에서의 전송 특성을 연구한 결과에 비해 객관적인 기준으로 볼 수 있는 S/N값을 사용하여 보다 명확한 기준값을 제시하였으며 향후 지연, 손실, 지터 등의 보다 복합적인 멀티미디어 QoS 판단 요소를 적용하여 이를 응용하는 시스템을 구성할 경우 보다 향상된 네트워크 적응적인 시스템을 구현할 수 있는 연구 자료가 될 것이다.

Reference

- [1] V. Paxson. End-to-end Internet packet dynamics. IEEE/ACM Transactions on Networking, 3(3):226-244, 1995
- [2] G.T. Nguyen, R. H. Katz, B. Noble, and M. Satyanarayanan. A trace-based approach for modeling wireless channel behavior. In Proceedings of Winter Simulation Conference, pages 597-604, 1996
- [3] Ikkurthy, P.; Labrador, M.A.; Characterization of MPEG-4 traffic over IEEE 802.11b wireless LANs, Local Computer Networks, 2002. Proceedings, LCN 2002. 27th Annual IEEE Conference on, 6-8 Nov. 2002
- [4] D. Eckhardt and P. Steenkiste. Measurement and analysis of the error characteristics on an in-building wireless network. In Proceedings of SIGCOMM, pages 243-254, 1996