

IEEE 802.11 기반 홈 네트워크에서 HDTV 서비스를 위한 계층 간 최적화 방식

이경준 · 서덕영 · 조예진 · 조희영(경희대학교), 허재두 · 안신영(한국전자통신연구원)

1. 서론

인터넷이 발달함에 따라 각 가정에는 PC가 한 대 이상이거나 그 밖에 PC가 아니더라도 인터넷을 사용할 수 있는 PDA, 노트북, IPTV 셋탑박스 등 기존의 PC 간의 인터넷의 공유가 아닌 여러 기기 간에 연결할 수 있는 가정 내에 네트워크를 구성할 필요성이 대두되었다. 더불어 디스플레이 장치의 발달과 영상압축 기술의 발달로 고품질의 HDTV 서비스가 대두되고 있다.

802.11 초기 표준과 달리 현재 무선 802.11 무선 표준은 802.11 a/b/g를 지원함에 따라 최대 a와 g의 경우에는 54Mbps, b의 경우에는 11Mbps까지 지원가능하게 되어 성능 면과 비용 면 이동성 등이 고려되어 홈네트워크를 구축하는데 무선랜이 사용되고 있다.

그러나 무선랜을 통해 홈네트워크를 구축할 경우 고려해야 할 사항들도 여러 가지가 있다. 집 내부와 같이 장애물이 많은 장소의 경우 성능이 저하되며, 집안의 같은 주파수 대역을 사용하는 기기 간 혹은 AP 간에 발생하는 간섭, 압축 기술이 발전했지만 사용자들이 원하는 VOD

(Video On Demand) 서비스나 HDTV 서비스를 위한 대역폭 등은 여전히 사용자의 QoS 지원을 보장하기에는 문제가 많다.

현재 상용화되어있는 IEEE802.11 표준방식은 BE(Best-Effort) 방식이므로 QoS를 보장하는데 적합하지 않다. 이러한 기술적인 면을 향상시키기 위해서 2005년에 IEEE802.11에 대한 QoS 표준이 제정되었다. 하지만 무선 환경의 채널 품질을 예측하기 어렵고 시간에 따라 상당히 변화가 심하며 QoS를 보장하기 위한 기능이 강화되었다 할지라도 중요한 데이터나 QoS를 보장해 주어야 할 트래픽에 대한 정보교환이 이루어지지 않는다면 기능을 살릴 수 없다. 그렇기 때문에 최근 무선 환경에서 QoS를 보장하기 위해서 계층교차(Cross-Layer) 접근이 많이 이루어지고 있다. 계층교차 개념은 독립적인 OSI (Open Systems Interconnection) 7계층의 개념과는 달리 계층 간에 서로 정보를 교환하는 것을 의미한다. 이러한 계층 간의 정보교환은 각각의 상황에 따라 최적화가 가능하게 한다. 이것을 CLO (Cross-Layer Optimization)라 한다. 이러한 CLO 방식을 통해서 무선 환경에서 QoS를 보장

하기 위한 연구들이 활발하게 진행되고 있다.^[1~7]

최근 계층교차를 통한 모델은 초기에 MAC 계층과 PHY(Physical) 계층, MAC 계층과 트랜스포트(transport) 계층을 설계했던 것과는 달리 실제적으로 중요한 데이터에 대해서 효율적인 전송이 이뤄질 수 있도록 응용계층을 고려하는 연구들도 많이 이루어지고 있다.^[1, 2] 또한 시뮬레이션으로 국한되었던 연구들의 실제적인 구현 또한 활발하게 이루어지고 있다.^[3] 모바일 환경에서도 계층교차 관점의 접근들이 이루어지고 있다. 모바일 환경은 이동성으로 인해 환경의 변화가 심하고 모바일 기기의 특성 상 일반 PC 보다 컴퓨터 성능이 떨어지고 한정된 파워를 지니는 자원의 제약 때문에 QoS의 보장이 더욱 어렵다. 이러한 제약들을 극복하기 위한 계층교차 모델들을 제시하고 있다.^[4~7]

II장에서는 무선 환경에서 CLO에 대한 연구에 대해 좀 더 구체적으로 알아보고 III장에서 802.11 기반의 홈네트워크에서 비디오 전송에 대한 연구와 결과에 대해서 IV장에서 결론을 내리고자 한다.

II. CLO 연구 동향

1. 802.11의 QoS 제약과 802.11e

802.11 MAC 계층에서는 DCF(Distributed Coordination Function)와 PCF(Point Coordination Function) 두 가지 접근 방법을 제공한다. DCF는 CSMA/CA를 사용함으로써 BE 방식으로 데이터를 전송하도록 설계되어 있다. 그러므로 DCF의 설계는 어떠한 서비스의 차별화도 지원하지 않으며 모든 플로우(flow)에 대해서 동등한 우선순위를

Priority	User Priority (UP)	Access Category (AC)	Designation (informative)
Lowest	1	AC_BK	Background
	2	AC_BK	Background
	0	AC_BE	Best Effort
	3	AC_VI	Video
	4	AC_VI	Video
Highest	5	AC_VI	Video
	6	AC_VO	Voice
	7	AC_VO	Voice

〈그림 1〉 IEEE 802.11e에서 AC에 따른 우선순위

를 지닌다. DCF의 주요 관점은 무선채널에 경쟁적으로 접근 할 때에 플로우 간에 충돌을 최소화하는 것이다. 그러므로 시간 제약적인 서비스들, 즉 VoIP나 실시간 비디오 전송에 대한 QoS를 제공할 수 없다.

PCF는 시간에 제약적인 서비스들을 위해 설계되었다. 기본적으로 AP에 의해서 조정되는 폴링기반의 구조를 가진다. 하지만 복잡하고 모든 의사소통이 AP를 걸쳐야 하기 때문에 대역폭 면에서 비효율적이다. 802.11e로 강화된 MAC에서는 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access)와 HCCA(HCF Controlled Channel Access)를 제공한다. 기존의 단일 AC(Access Category)에서 4개의 AC를 뚝뚝으로써 <그림 1>과 같이 IEEE 802.11e의 정의된 우선순위로 트래픽에 대한 QoS를 보장할 수 있다.

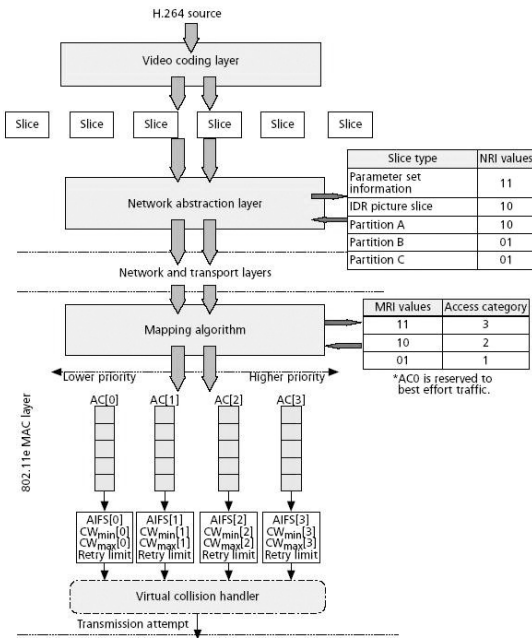
2. 응용계층과의 CLO

현재 비디오 압축 표준은 기존의 방식과는 달리 압축 효율뿐만이 아니라 네트워크까지 고려하는 방식으로 진행되고 있다. 현재 쓰이고 있는 H.264와 표준화가 진행 중인 SVC(Scalable Video Coding)는 크게 VCL(Video Coding Layer)와 NAL(Network Abstraction Layer)로

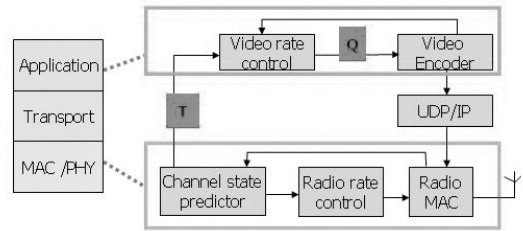
나누어 하위계층에서도 비디오 코딩 정보를 인식할 수 있는 구조로 되어 있다. 이렇게 응용계층에서 제공되는 정보를 이용하여 하위계층과 계층교차 설계가 많이 이루어지고 있다.

즉, 인코딩된 데이터 중에서 수신 측에서 디코딩하는데 중요한 데이터를 우선적으로 전송하는 데 [1]에서는 H.264에서 제공되는 DP (Data Partitioning)를 이용하여 우선순위별로 구별된 데이터를 802.11e로 확장된 MAC 계층에서도 구별할 수 있도록 서로 매핑시켜주는 계층교차 관점에서 접근하여 우선순위가 높은 중요한 데이터가 효율적으로 전송될 수 있는 방법을 제안하고 있다.

[2]은 실시간 비디오 스트리밍을 위해 응용계층과 MAC 계층 사이에 계층교차 시그널링을 하도록 하였다. 즉, MAC 계층의 SSIA(Signal Strength Indication of Acknowledgements)를



〈그림 2〉 계층교차 QoS 구조^[1]



* Q: quantization step size, T: Channel throughput Prediction.

〈그림 3〉 MAC 계층과 응용계층 간에 계층교차 시그널링^[2]

측정하여 알고리즘에 의해 가용대역폭 정보를 예측하였다. 그리고 응용계층은 MAC계층으로부터 피드백 받은 가용대역폭을 이용하여 H.263 비디오 부호화기로부터 나오는 비트스트림의 비트율을 조절함으로써 무선 채널의 상태에 적응할 수 있다고 제안하였다.

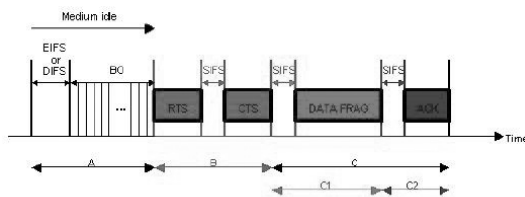
[2]에서의 계층교차 알고리즘의 특징은 다음과 같다. 첫째, 일반적으로 실시간 스트리밍에서는 클라이언트로부터의 RTCP RR (Realtime Transmission Control Protocol Receiver Report) 을 이용한 QoS 제어가 일반적이다. 하지만, 이 방법에서는 클라이언트로부터의 피드백이 아닌 서버의 MAC계층의 인자를 이용하여 예측한 가용대역폭을 QoS 컨트롤에 이용함으로써 채널 상태가 좋지 않을 경우 클라이언트로부터의 피드백 지연으로 인한 비디오의 화질 열화를 줄일 수 있다. 둘째, 가용 대역폭을 결정할 때, 기존의 통계적 기반의 방법은 무선 채널 상태를 신속하게 반영하지 못하는 단점이 있다. SNR(Signal to Noise Ratio) 기반 방법은 채널의 상태에 민감하지만, 제안하는 하이브리드 비트율제어 알고리즘을 이용하여 H.263 부호기로부터의 비트율을 조절한 경우와 그렇지 않은 경우의 효과를 잘 보여주었고 있다. 여러 노드들의 채널 공유에 의한 가용대역폭의 변화를 응용계

층에 시그널링함으로서 열화되는 비디오 화질 값이 적은 것을 볼 수 있다.

3. 실제적인 구현을 통한 계층교차 설계

계층교차 설계는 시뮬레이터를 통해 계층교차에 대한 성능 평가가 많이 이루어졌다. 최근에는 실제적인 구현을 통해서 계층교차 설계가 이루어지고 있다. 가장 많이 이용되는 것은 리눅스 기반에서 무선 랜 카드를 지원하는 'MADWIFI' 드라이버이다. 이 드라이버를 통해서 MAC 계층의 정보를 이용할 수 있다.

이 정보를 이용하여 [3]에서는 상위 계층에서 이용할 수 있는 가용대역폭을 구하는 알고리즘을 제안하였다. 송, 수신 측 사이에서 프레임을 주고 받기 위해서 채널을 점유하는 시간을 계산하였다. 물리계층, 표준 (a, b, g) 서비스 세트 특징들, 변조율(modulation rate)과 프레임 특징들, <그림 4>에서 구간(interval) A, B, C와 시간과 각각 구성요소의 시간에 기반하여 전체 프레임 교환 시간을 얻어 결정한다. 각각의 프레임 교환 시퀀스(frame exchange sequence)의 기간은 프레임을 주고받는데 채널을 점유하는 시간을 얻어 더해진다. 이러한 방식으로 변조 방식에 따라 적용할 수 있다. 이렇게 구해진 가용대역폭 정보는 비디오전송을 하는데 있어서 중요한 정보가 될 수 있다.



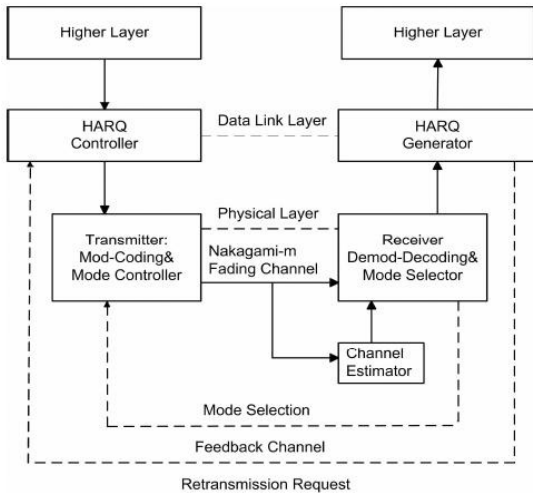
<그림 4> IEEE 802.11e 프레임 교환 시퀀스^[1]

4. 802.16에서의 계층교차 CLO

서론에서 언급한 바와 같이 모바일 환경에서는 제약적인 자원을 최대한 효율적으로 이용하는 것이 매우 중요한 이슈이다.

IMT-2000으로 대표되는 3세대 이동통신 망의 상용화가 이루어지고 제한적인 자원의 효율적인 이용과 증가하는 QoS 요구에 적합한 서비스 제공을 위한 이동통신 망에서의 계층교차의 연구들이 진행되어지고 있다. 이동통신 망에서의 계층교차 연구는 MAC과 PHY간 협력 모델의 개발에 초점을 맞추어 진행되어왔다. 특히, 적응적인 채널 모델링을 통한 AMC(Adaptive Modulation and Coding)과 H-ARQ(Hybrid Automatic reQuest)등의 적용을 통해 이동통신 망의 제한적인 자원을 효율적으로 이용하고 에러에 적응적인 계층교차 설계가 많이 이루어지고 있다. <그림 5>는 [4]에서 제안한 AMC와 H-ARQ를 이용한 계층교차시스템 모델의 한 예로서 일반적으로 MS(Mobile Station)는 채널 상태 정보(CSI : Channel State Information)를 이용하여 현재 채널의 상태를 적응적으로 확인하고 각 상황에 적합한 AMC 모드를 선택하게 되면 이러한 정보를 피드백 채널을 이용하여 전송한다. 이후 전송받은 피드백 정보를 이용하여 AMC 모드에 적합한 변조 기법과 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 이용하여 서비스를 제공하게 된다.

상위 계층에서는 CRC 비트를 포함한 데이터 패킷을 H-ARQ를 이용하여 코드워드로 변환하고 이를 전송하면 수신 단에서는 디코딩과 에러 확인 과정을 거친 후 에러 패킷이 존재할 경우 H-ARQ 제어기를 통해 피드백 채널을 이용하여 재전송을 요청하게 된다. AMC와 H-



〈그림 5〉 AMC와 H-ARQ를 결합한 계층교차 구조^[4]

ARQ를 이용한 계층교차 설계의 경우 AMC 모드를 선택하는 방법적인 면이 설계의 중심이었으며 AMC 모드는 망에서의 비트율을 직접적으로 결정하게 되므로 AMC 모드 선택의 기준이 되는 인자 선택이 중요하며, 이를 QoS관점에서 얼마나 효과적으로 사용할 수 있는지가 중요한 사항이 될 수 있다.

이 이외의 이동통신 망에서 계층교차 설계 방법에 관한 연구는 링크의 에러를 예측하고 예측된 정보를 이용하여 스케줄링 기법에 관한 방향으로도 진행되고 있다. 한 예로 [5]에서 제안된 방법으로 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System) 망에서 gaplength(에러 없이 전송되는 전송 블록의 숫자)와 burstlength(에러가 발생한 전송 블록의 숫자)를 이용하여 망의 에러 특성을 분석하고 이를 이용하여 중요도가 높은 데이터는 gaplength를 이용하여 전송하는 방식으로 상위 계층에서 패킷의 순서를 조절하여 패킷 스케줄링을 하는 방법도 제안되어 비디오 스트리밍을 위한 패킷 전송 시 중요도가 높은 I-프레

임 패킷을 gaplength를 통해 전송하여 PSNR의 향상을 확인 할 수 있었다.

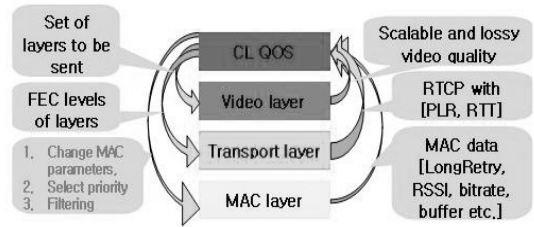
이동통신 망의 이동성과 무선 LAN의 대역폭을 보장하기 위한 표준으로 IEEE 802.16표준이 발표되었고 도심 지역 뿐 아니라 이동성이 포함된 모바일 WiMax(IEEE 802.16e)이 표준이 진행 중이다. 특히 802.16e의 경우 지역적으로 DSL, 광케이블 등의 유선망과 hot-spot지역에서의 Wi-Fi, 이동성에서 이동통신과 경쟁하고 있는 상황이기 때문에 처리량, 셀 커버리지 등의 향상을 위한 무선 자원 제어가 이슈로 부각되었다.

802.16도 이동통신에서의 계층교차 설계와 마찬가지로 PHY/MAC간 연동을 통한 계층교차 시스템의 설계가 많이 이루어지고 있으며, 이와 병행하여 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access : 직교 주파수 분할 다중 액세스)와 TDD(Time Division Duplex : 시분할 듀플렉스) 시스템을 이용한 QoS 보장에 관한 연구도 진행되고 있다. 모바일 WiBro와 WiMax에서 PHY/MAC 연동 계층교차 연구의 과제는 주파수 재사용을 위한 주파수 배치 문제와 H-ARQ, MIMO(Multiple Input Multiple Output), AAS(Adaptive Antenna System)등이다. 즉, 무선 자원 할당을 위한 제어가 계층교차 설계의 주요한 분야로서 연구되어진다.

[6]에서는 IEEE 802.16에서는 QoS를 제공하기 위해 제안된 UGS(Unsolicited Grant Service), rtPS(real-time Polling System), nrtPS(non-real-time Polling System), BE(Best Effort) 서비스들과 각각의 접속 요청에 맞게 스케줄러가 스케줄링을 실시하기 위해 MAC/PHY 연동 계층교차를 제안한다. IEEE 802.16에서 제공되는 QoS 구조에서 UGS 서비스의 경우 일정한 비트

율로 전송을 하기 때문에 피드백 채널을 이용한 AMC 모드는 결국 오버헤드로 작용하게 되므로 MAC에서는 일정한 비트율을 유지시키고 AMC를 위한 피드백 채널은 사용하지 않는다. 하지만 가변 비트율로 전송하는 rtPS, nrtPS, BE 서비스의 경우 각각의 연결은 PHY계층과 연동하여 AMC를 적응적으로 이용하고, MAC 계층에서는 스케줄러가 QoS 인자인 PER과 최대 지연 시간 등을 이용하여 서비스 별로 각각의 요청에 적합한 스케줄링 기법을 사용하게 된다. 이러한 MAC/PHY 연동 계층교차 설계의 경우 적합한 QoS를 제공하고 각각의 QoS에 맞는 AMC를 채널 환경에 적응적으로 선택하여 최대한의 처리량을 보장하게 됨으로써 무선 환경에서 좀 더 향상된 서비스 제공이 가능해 진다.

이와 같이 IEEE 802.16에서의 계층교차 설계는 패킷 스케줄링 기법과 무선 자원 제어를 통한 MAC/PHY간 연동에서 많은 연구가 진행되고 있으며 이외에도 [7]에서 제안된 계층교차 설계 방법은 대역폭 요청 메시지(BR message : Bandwidth Request message)가 전송되고 각각의 서비스에 적합한 대역폭이 할당되는 경쟁 주기 범위가 상향링크의 성능에 영향을 끼치는 것을 이용하여 최적의 경쟁 주기 범위를 결정하는 계층교차 설계 방법도 제안하고 있다.



〈그림 6〉 계층별에 따른 QoS 보장

TV부터 노트북, 가장 작은 영상 사이즈를 지원하는 휴대폰까지 각각의 해상도와 요구하는 품질이 다르다.

이러한 환경에서 <그림 6>은 각 계층별로 보장해주는 QoS를 보여주고 있다.

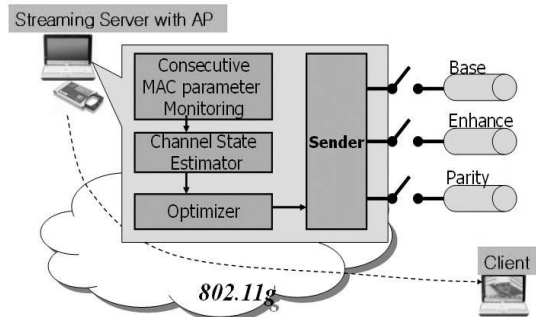
SVC는 이러한 다양한 이종기기들에게 스트리밍을 하는데 적합하다. 그러므로 응용계층으로부터는 이러한 SVC를 이용하여 비디오 품질과 전송률을 제어할 수 있다. 전송계층에서는 RTCP를 이용하여 채널의 상태를 판단할 수 있다. RTCP를 통해 패킷의 손실률과 RTT(Round-Trip-Time)등의 정보를 얻어 올 수 있다. MAC 계층에서는 기본적으로 에러가 발생 했을 시에 재전송을 수행함으로써 에러에 대처하게 된다.

<그림 7>은 스트리밍 시스템의 개요를 보여주고 있다. 비디오 계층은 SVC 2계층 부호화하여

III. 802.11 기반 홈네트워크에서 비디오 전송에 대한 연구 및 결과

1. 비디오전송시스템의 구성

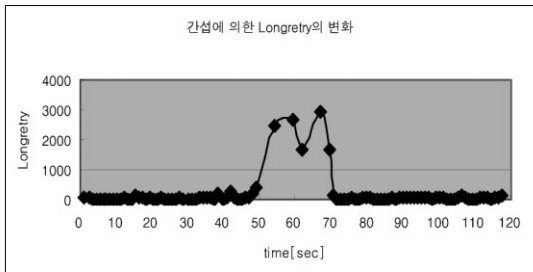
홈네트워크에는 다양한 해상도를 가진 장치들로 구성될 수 있다. HD급의 해상도를 가지는



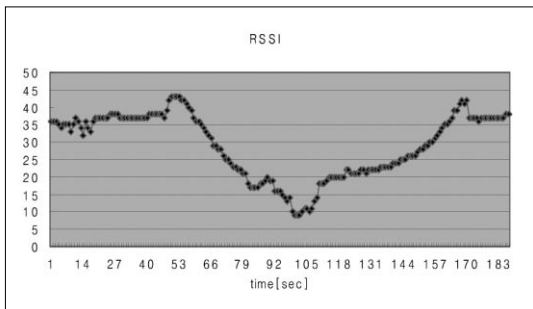
〈그림 7〉 스트리밍 시스템 개요

전송을 하였다. 또한 에러가 발생 시에 주기적으로 얻어오는 MAC계층의 정보를 이용하여 에러 상황에서 FEC(Forward Error Correction)을 통해 대처하게 하였다.

MADWIFI의 설치를 통해 MAC 계층으로부터 얻어 올 수 있는 QoS 인자들은 RSSI(Received Signal Strength Indication), LongRetry, ShortRetry, Xretries, noBuffer, qStop 등이 있다. 여기서 RSSI는 일반적으로 신호의 세기를 나타내는 값이며 LongRetry와 ShortRetry는 패킷의 재전송 횟수를 나타내는데 프레임 사이즈에 따라 구분된다. 위의 MAC 계층에서 얻어오는 정보들은 환경에 따라서 변화하는 것을 볼 수 있다. 간섭 현상이 발생했을 때에는 <그림 8>에서와 같이 LongRetry의 값이 크게 변하며, 거리에 따라서는 <그림 9>와 같이 RSSI 값이 변하는 것을 볼 수 있다.



<그림 8> 간섭에 따른 LongRetry 값의 변화

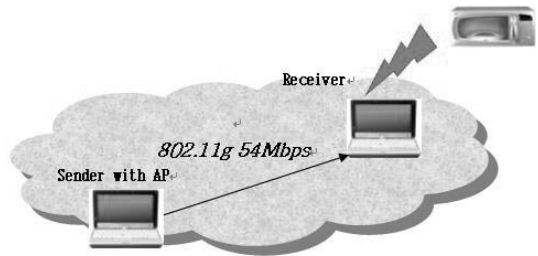


<그림 9> 거리에 따른 RSSI 값의 변화

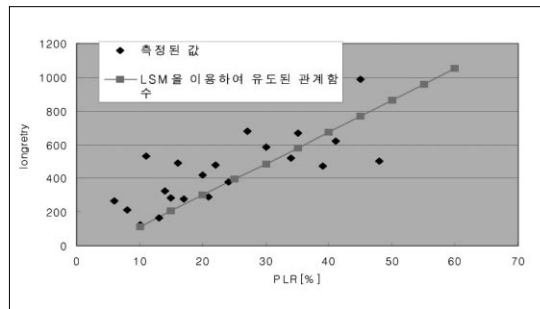
2. 실험 환경 및 결과

우리는 실험을 위해서 환경을 <그림 10>와 같이 구성하였다. AP(Access Point) 겸 서버와 클라이언트로 구성하였다. 802.11g로 설정 하였고 마이크로 오픈은 802.11g같은 2.4GHz을 사용하기 때문에 근접해 있을 경우 간섭현상이 발생하게 된다. MAC 계층의 정보는 한 GOP(Group of Picture)를 전송할 때마다 측정하였다. 서버에서 LongRetry 값을 측정하였고 클라이언트 측에서 손실률을 측정하였다.

데이터 양에 따른 LongRetry와 손실률의 상관성을 나타내는 그림이다. 간섭의 세기가 클수록 전송되는 데이터의 양이 많을수록 손실률과의 상관성이 높은 것을 볼 수 있다. <그림 11>은 위의 상관성을 근거로 LSM(Least Square Method)를 이용해 Longretry값과 손실률의 관계를 유도하였다.



<그림 10> 간섭 실험을 위한 실험세트



<그림 11> LSM을 이용한 LongRetry와 손실률의 관계

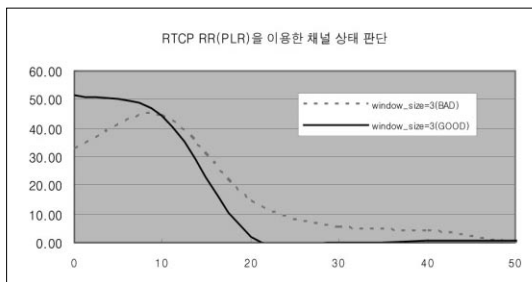
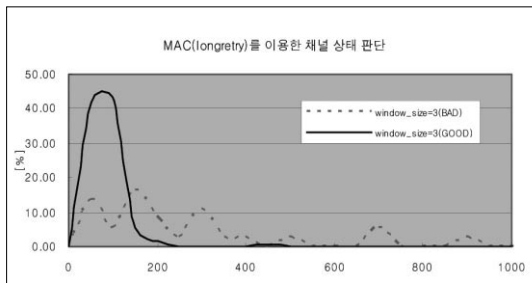
〈표 1〉 데이터양과 간섭의 세기에 따른 LongRetry와 손실률의 상관성

간섭의 세기(거리)		데이터의 양(Mbps)	
3m	4m	4Mbps	6Mbps
0.674	0.257	0.257	0.382

3. CLO 효과

위의 절에서 LongRetry와 손실률의 상관성이 높다는 것을 알았다. 이는 LongRetry로 QoS를 컨트롤하기 위한 근거가 된다. 이러한 QoS 컨트롤은 얼마나 정확하고 신속하게 에러상황을 판단할 수 있는지가 중요하다. 그렇기 때문에 MAC의 LongRetry 값으로 QoS를 컨트롤 한 방법과 RTCP를 통한 피드백 정보를 이용한 방법을 비교해 보았다.

위의 <그림 12>는 위의 테스트의 결과를 이용한 것으로서 채널 상태의 'BAD State'와 'GOOD



〈그림 12〉 LongRetry와 RTCP를 이용한 QoS 컨트롤 차이

State' 구분은 각각 RTCP RR와 LongRetry를 이용한 결과이다. RTCP를 이용할 경우 클라이언트로부터의 피드백 정보이므로 RTT만큼의 지연이 생기게 된다. 때문에 채널의 상태를 잘못 판단할 확률이 높다. 따라서 LongRetry를 이용하는 경우가 RTCP를 이용하는 것보다 QoS를 컨트롤 하는데 효과적인 방법이 된다.

IV. 결론

IEEE 802.11 무선랜 표준의 가장 근본적인 제약은 큰 오버헤드에 따른 낮은 처리량과 MAC 계층의 경쟁방식으로 제공되는 BE 서비스에 따른 QoS 지원이 부족한 것이다. 이러한 문제점은 실시간 스트리밍을 하기에 적합하지 않다. 그렇기 때문에 802.11e와 결합하여 비디오 스트리밍에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 하지만 현재 주로 시뮬레이션 하기가 용이한 EDCA 방식에서 비디오 스트리밍에 대한 QoS 보장방안에 대한 연구들이 많이 이루어지고 있다. 하지만 향후 실제적인 실시간 비디오 스트리밍을 위해서는 HCCA 기반의 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 잘못된 채널 상태에 대한 정보는 비디오의 화질을 더욱 열화 시킬 수 있다. 그러므로 좀 더 정확한 채널 상태의 정보를 얻는 것이 향후에 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] A. Ksentini, A. Gueroui, M. Naimi, "Toward an Improvement of H.264Video Transmission over IEEE 802.11e through a Cross Architecture," IEEE

Communications Magazine, pp 107-114, Jan 2006.

[2] M. Deziel, L. Lamont, "Implementation of an IEEE 802.11 Link Available Bandwidth Algorithm to allow Crossing," Proceedings of IEEE International Conference on WiMob 2005, Vol. 3, pp117-122, Aug 2005.

[3] I. Haratcherev, J. Taal, K. Langerdoen, R. Lagendijk, H. Sips, "Optimized Video Streaming over 802.11 by Cross Signaling," IEEE Communications Magazine, pp 115-122, Jan 2006.

[4] D. Wu, S. Ci, "Cross Design for Combining Adaptive Modulation and Coding with Hybrid ARQ," IWCMC' 06, pp147-152, July 2006.

[5] W. Kärner, O. Nemethova, P. Svoboda, M. Rupp, "Link Error Prediction Based Cross Scheduling for Video Streaming over UMTS," Proceedings of 15th IST Mobile and Wireless Summit, June 2006.

[6] Q. Liu, X. Wang, G. B. Giannakis, "A Cross Scheduling Algorithm With QoS Support in Wireless Networks Support in Wireless Networks," Vehicular Technology, IEEE Transactions on Vol 55, no 3, pp 839-847, May 2006.

[7] J. Yan, G. S. Kuo, "Cross-layer Design of Optimal Contention Period for IEEE 802.16 BWA Systems," Communications, 2006 IEEE International Conference on Vol 4, pp 1807-1812, June 2006.

저자소개



이 경 준

2005년 2월 경희대학교 컴퓨터공학과 학사
2005년 9월~현재 경희대학교 전자공학과 석사과정
주관심분야 멀티미디어 통신

저자소개



서 덕 영

1980년 2월 서울대학교 원자핵공학과 학사
1985년 6월 Georgia Tech 핵공학과 석사
1990년 6월 Georgia Tech 전자공학과 박사
1990년 9월~1992년 3월 상공부 생산기술연구원
HDTV연구개발단 선임 연구원
2002년 2월~2003년 2월 미국 North Carolina State Univ. 방문교수
1992년 3월~현재 경희대학교 전자공학과 정교수
주관심분야 멀티미디어 통신



조 예 진

2006년 2월 경희대학교 전자공학과 학사
2006년 3월~현재 경희대학교 전자공학과 석사과정
주관심분야 멀티미디어 통신



조 희 영

2005년 2월 경희대학교 컴퓨터공학과 학사
2005년 3월~현재 경희대학교 전자공학과 석사과정
주관심분야 멀티미디어 통신

저자소개



허재두

1987년 경북대학교 전자공학과(학사)
 1990년 경북대학교 대학원 정보통신공학과(석사)
 2000년 경북대학교 대학원 정보통신공학과(박사)
 1987년 한국전자통신연구원 입소
 2000~2003년 2월 한국전자통신연구원 네트워크연
 구소 팀장
 현재 한국전자통신연구원 디지털융연구단 홈네트워
 크그룹 팀장
 주관심분야 센서네트워킹 프로토콜, 무선 홈네트워
 크 기술, 상황인지 기술



안신영

1997년 2월 성균관대학교 정보공학과 학사
 1999년 2월 성균관대학교 대학원 정보통신공학과 석사
 2005년 8월 Carnegie-Mellon University 소프트
 웨어공학 석사
 1993년 3월~한국전자통신연구원 선임연구원
 주관심분야 센서네트워크, 무선 멀티미디어 통신

용어해설

EIRP

(Effective Isotropical Radiated Power)

$EIRP = \text{입력전력} * \text{안테나이득} = P_t * G$
 으로 표시되는데 이는 안테나의 최대지향점
 의 전력이 모든 방향으로 나간다고 가정하
 는 상황의 값을 의미한다. EIRP는 입력전력과
 안테나 이득을 곱함으로써 송수신 시스템에
 서의 전력-이득 성능을 무지향성 안테나를
 기준 삼아 종합적으로 판단하기 위한 지표
 로 사용된다.

CSI(Channel State Information)

기지국 송신기에서 파일럿 심볼을 Ppilot의
 고정 전력으로 송신하고 단말 수신기에서는
 파일럿 심볼을 이용하여 채널을 추정하고
 이를 이용하여 채널상태정보를 생성한다.
 생성된 채널상태정보는 주기적으로 기지국
 으로 송신되며 기지국에서는 여러 단말의
 채널 상태 정보와 미리 정해져 있는 단말기
 의 서비스 품질(QoS: Quality of Service)
 을 이용하여 데이터를 송신할 단말기를 결
 정하고 해당 단말기의 변조 및 부호화 방식
 과 전송 전력을 결정한다.