

802.11 WLAN 방송 패킷을 이용한 신뢰성 있는 실시간 멀티미디어 데이터 전송 방법

김세미*, 김동현*, 김종덕*^o

*부산대학교 컴퓨터공학과

e-mail : kimshem@mobile.re.kr

A Method for Reliable Transmission of Real-Time Multimedia Data over 802.11 WLANs using Broadcast Packets

Se-mi Kim*, Dong-hyun Kim*, Jong-deok Kim*^o

*Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

최근 IEEE 802.11 WLAN(Wireless Local Area Network)에서 실시간 멀티미디어 서비스가 증가하고 있다. WLAN의 패킷 전송방식은 Unicast 또는 Broadcast 방식이 있다. Unicast 방식은 재전송을 포함하여 유실율이 적으나 사용자가 증가할수록 AP에서 필요한 무선 자원의 크기가 증가한다. 무선 자원의 크기가 증가하면 AP 부하가 증가하여 서비스 수용에 한계가 있다. Broadcast 방식은 사용자 수에 상관 없이 무선 자원의 크기가 일정하나, 패킷 유실율이 높다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 Broadcast와 FEC(Forward Error Correction) Erasure Code 기반 기술을 적용하는 것을 제안한다. 방송 패킷을 이용 AP의 부하를 줄이고, Reed Solomon Erasure Code를 적용하여 패킷 유실 복구율을 높인다. 이러한 방법을 통하여 다수의 사용자에게 안정적인 실시간 멀티미디어 방송 서비스를 제공할 수 있다. 제안한 방법을 검증하기 위해 Android Platform에서 FEC 적용 유무에 따른 수신율을 측정하였다. 그 결과 유실율 30%미만인 Broadcast 환경에서 96.4% 이상의 수신율을 보였다.

1. 서론

최근 스마트폰 사용자가 빠른 속도로 늘어남에 따라 WLAN에서의 실시간 멀티미디어 서비스도 증가하고 있다. 실시간 멀티미디어 서비스를 제공할 때 가장 중요한 것은 끊김 없이 스트리밍 서비스를 제공하는 것이다. 즉, 서버에서는 사용자에게 안정적으로 멀티미디어 데이터 패킷을 전송해야 하고, 단말에서는 수신 받은 패킷을 이용하여 끊김 없이 재생할 수 있어야 한다.

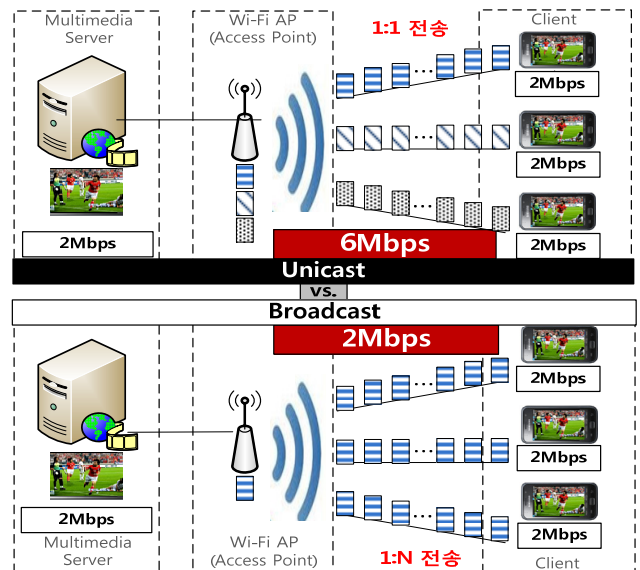
본 논문에서는 WLAN 기술 중 방송 패킷 전송 기술과 멀티미디어 서비스의 특성을 이용하여 다수의 사용자에게 안정적으로 실시간 멀티미디어 데이터 전송하는 방법을 제안하려 한다.

2. 방송 패킷을 이용한 신뢰성 있는 실시간 멀티미디어 데이터 전송 방법

2.1 Broadcast vs. Unicast

WLAN에서 다수의 사용자에게 데이터 패킷을 전

송하는 방법은 크게 Unicast와 Broadcast로 나눌 수 있다. 그림 1은 Unicast 방식과 Broadcast 방식으로 전송할 때 AP에서 필요한 무선 자원의 크기를 비교한 그림이다.



(그림 1) Unicast vs. Broadcast 무선 자원 부하 비교

※ “이 논문은 2011년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임”

(지역거점연구단육성사업/차세대물류 IT 기술연구사업단)

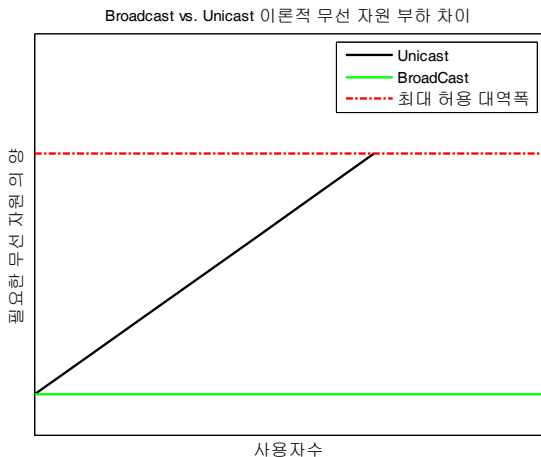
^o 교신저자

그림 1 과 같이 다수의 사용자에게 방송 패킷을 동시에 전송하려고 할 때, 전송 방식에 따라 AP 에서 필요한 무선 자원의 크기가 다르다.

Unicast 방식은 손실된 패킷을 위해 MAC 에서 재전송 기법을 제공 하기 때문에 패킷 유실율이 적다. [1] 그러나 같은 패킷을 다수의 사용자에게 전달 할 때 사용자 마다 1:1 전송을 해야 한다. 즉, 한 데이터 패킷을 사용자에게 각각 전송 해야 하기 때문에 AP 에서 서비스를 제공해야 할 사용자가 증가할 수록 패킷 전달을 위한 무선 자원의 크기가 증가한다.

예를 들면, 그림 1 의 Unicast 전송 방법에서 보내려고 하는 데이터의 무선 자원을 2Mbps 로 가정한다면, Unicast 시 AP 는 3 명의 사용자에게 동시에 보내기 위해 6Mbps 의 대역폭을 사용해야 한다. 이로 인해 그림 2 와 같이 이론적으로는 AP 부하가 증가하여, AP 에서 제공 할 수 있는 최대 대역폭을 초과 할 경우 사용자의 수를 제한시켜야 한다. 그렇게 되면 안정적으로 전송이 가능하나, 다수의 사용자에게 서비스를 제공할 수 없게 된다.

실제 전송 방법에 따른 무선 자원 부하를 측정 하기 위해 Omnipack 을 이용하였다[2]. 서버와 클라이언트 간의 전송 대역폭을 Iperf 로 측정한 결과 평균 17.9Mbps 인 것을 확인 할 수 있었다[3]. 4 대의 클라이언트에게 서버가 각각 Unicast 로 5Mbps 로 전송 했을 때 각각의 클라이언트는 패킷을 수신 받았지만 4 대의 클라이언트의 평균 유실율은 48.56%를 보였다. Unicast 의 무선 자원 부하를 Omnipack 로 측정한 결과 최대 허용 대역폭을 초과하게 되면 더 이상의 서비스 대역폭은 증가하지 않았다. 따라서 Unicast 를 이용하여 안정적으로 패킷을 전송하기 위해서는 최대 허용 대역폭에 따라 사용자 수의 제한이 필요하다는 것을 확인 할 수 있었다.

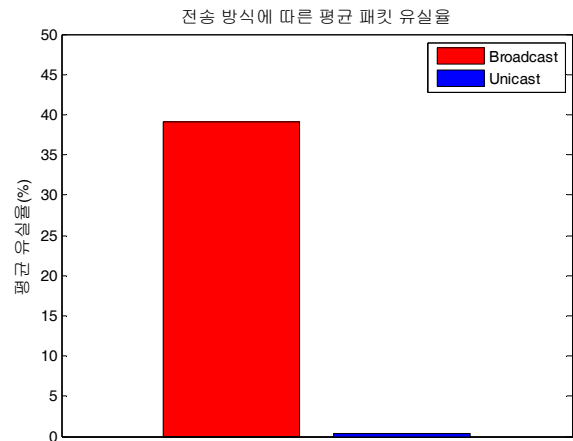


(그림 2) 전송방법과 사용자 수에 따른 AP 의 무선 자원 부하 차이

그림 1 의 Broadcast 전송 방법은 동일한 데이터를 다수의 사용자가 서비스 받기를 원할 경우 1:N, 즉 한 개의 패킷을 동시에 다수의 사용자에게 전달한다. 따라서 AP 에 접속된 사용자 수에 상관 없이 AP 의

무선 자원의 크기가 일정하다. Unicast 전송 방법과 비교 했을 때 사용자 수에 따른 AP 의 무선 자원 부하가 적다. 만약, 그림 1 과 같이 2Mbps 로 데이터를 전송한다고 가정 할 때, Unicast 방식에서는 서비스를 제공할 수 있는 사용자의 수가 제한 할 수 밖에 없다. 그러나 Broadcast 이용하여 멀티미디어 데이터 전송 시 그림 2 와 같이 다수의 사용자에게 일정한 무선 자원 사용으로 서비스를 제공할 수 있다. 이처럼 일정한 무선 자원을 사용함으로써 효율적으로 패킷을 전송 할 수 있다.

그러나 실제 방송 패킷을 사용하여 데이터를 전송하고자 할 때 제약 사항이 존재한다[4][5]. 특히 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 하려고 할 때 유실율에 대한 문제는 클라이언트에게 가장 민감한 문제이다. IEEE 802.11 의 Broadcast 는 손실된 패킷에 대해서 재전송 방식을 포함하지 않기 때문에 Unicast 에 비해 패킷 유실율이 높다[1].



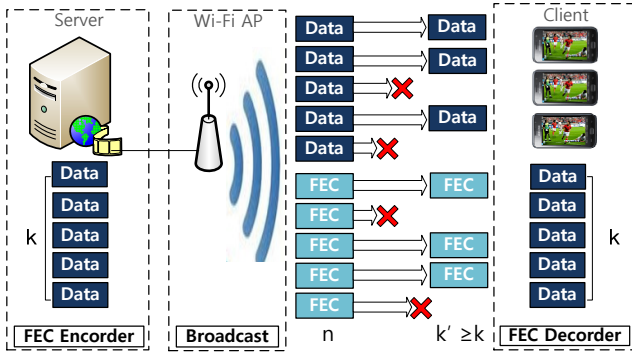
(그림 3) Unicast vs. Broadcast 유실율

그림 3 은 실험을 통하여 Broadcast 와 Unicast 의 패킷 유실율을 비교한 그림이다. 전송 방법과 거리에 따른 패킷 유실율의 결과를 그림으로 나타내었다. 서버와 AP 는 유선으로 연결 하고 AP 와 Client 는 무선으로 연결 하였다. 서버와 클라이언트는 각각 한대씩 사용 하였으며 AP 와 클라이언트의 거리는 30m 로 고정하고 전송방법에 따른 유실율을 5 회 측정하였다. 실험 시 Broadcast 의 전송 속도는 24Mbps 로 고정하여 전송하였다. 실험 결과 그림 3 과 같이 Broadcast 평균 유실율은 39,07% 였으며, Unicast 평균 유실율은 0.03% 였다. 다음과 같이 WLAN 에서 Broadcast 가 Unicast 에 비해 유실율이 크다는 것을 확인 할 수 있었다.

우리는 다수의 사용자에게 패킷을 전송하기 위해 Broadcast 방식을 이용 하여 패킷을 전송 하려고 한다. 그러나 그림 3 과 같이 유실율이 발생할 경우 사용자에게 안정적인 패킷 전달을 할 수 없다. 따라서 손실된 패킷을 복구 할 수 있는 효과적인 패킷 손실 처리 기법이 필요하다. 본 논문에서는 패킷 손실 처리 기법으로 FEC (Forward Error Collection)을 제안한다.

2.2 FEC(Forward Error Correction)

FEC 는 WLAN 방송 시스템에서 다수의 사용자가 각자 해당 무선 환경에서 손실된 방송 패킷을 복구하는데 효과적인 기술이다[6][7]. 우리는 방송 패킷의 유실율에 대해서 FEC 를 적용하여 손실된 패킷을 복구하여 수신율을 높일 수 있도록 제안한다.



(그림 4) Broadcast 와 FEC 를 이용한 전송 시스템

FEC 기술은 손실 패킷 검출과 손실 정정 코드로 구분된다. 방송 시스템에서 수신 단말의 링크계층에서는 CRC(Cyclic Redundancy Check)기법 등을 이용해 손실 패킷을 검출하고 삭제한다. 그리고 상위 계층에서 Erasure Code 를 이용하여 삭제된 패킷들을 처리한다. 본 논문은 FEC 기술 중 (그림 4)와 같은 방송 시스템에서 주로 사용하고 있는 Reed Solomon Erasure Code 의 사용을 가정한다[8].

Reed Solomon Erasure Code 는 손실을 정정하기 위해 여분의 정보를 이용한다. 예를 들어, (그림 4) (n, k) Block Erasure Code 에서 k 는 원본 패킷 수이다. k 개의 패킷이 서버에서 FEC 인코딩 작업을 거쳐서 (n-k)개의 여분 패킷을 생성하여 총 n 개의 패킷을 사용자에게 전달한다. (n-k)개의 여분 패킷들은 손실된 패킷 각각을 대신해 원본 복구에 사용된다. 만약 n 개의 패킷 중 도착한 패킷 수 k' 가 원본 패킷 수 k 보다 많거나 같게 수신된다면 FEC 디코딩을 통해 원본 패킷을 복원 할 수 있다.

이 방식을 사용하여 WLAN 에서 Broadcast 로 멀티미디어 데이터 패킷 전송 시 유실된 패킷을 복구하여 최종 수신율을 증가 시킬 수 있다.

3. 성능평가

3.1 실험구조

Broadcast 로 패킷을 전송할 때 FEC 인코딩후 전송하고, 수신 받을 때 FEC 디코딩을 통해 유실된 패킷을 복구 하는 방법을 제안하였다. 이 방법을 이용하여 안정적으로 데이터 패킷을 전달 할 수 있다는 것을 검증 하기 위해 그림 5 와 같이 실험 환경과 수신 프로그램을 구현 하였다.

서버는 기존에 C++로 구현 되어 있는 데이터 전송 프로그램을 사용하고, 서버와 AP 는 유선으로 연결 하였다. 서버는 멀티미디어 파일을 읽어서 블록 단위로

로 나누어 FEC 인코딩 후 방송 패킷을 전송 한다. FEC 인자는 그림 4 와 같이 원본 패킷 수(k)를 5 로 하고, 여분 패킷 (n-k)를 5 로 고정하여 실험을 하였다.

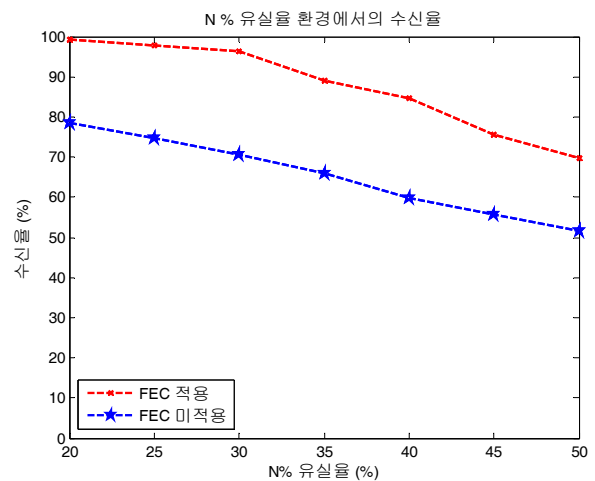


(그림 5) 실험 구조 및 구현 어플리케이션

클라이언트는 안드로이드 플랫폼을 이용하여 패킷 수신 및 재생 어플리케이션을 구현 하였다. 클라이언트는 AP 에 무선으로 연결 하여 서버에서 방송 패킷 전송 방식으로 전송하는 패킷을 수신 받도록 하였다.

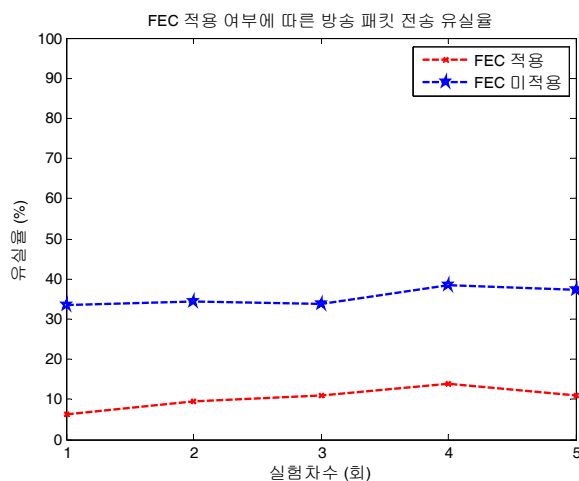
클라이언트의 FEC 디코딩 기능을 구현하기 위해 안드로이드 NDK(Native Development Kit)을 이용하였다. NDK 를 이용하여 기존에 C 로 구현 되어있는 오픈 소스 zfec 를 안드로이드 플랫폼에서도 사용할 수 있도록 하였다[9]. 클라이언트에서는 FEC 인코딩 된 방송 패킷을 수신 한 뒤 유실된 패킷에 대해서 FEC 디코딩을 통해 원본 데이터로 복원 해 낼 수 있도록 하였다. FEC 디코딩을 처리 하기 전 수신율과 디코딩을 통한 복구율, 즉 최종 수신율을 계산하여 어플리케이션에서 즉시 FEC 적용에 따른 효율을 확인 할 수 있도록 구현 하였다. 마지막으로, 수신 받은 멀티미디어 데이터 패킷을 재생 할 수 있도록 구현 하여 FEC 적용 전과 적용 후 원활한 재생이 이루어 지는지를 평가 하였다. 클라이언트 단말로는 갤럭시 S 와 갤럭시 A 를 사용하여 실험을 하였다.

3.2 실험결과



(그림 6) N% 유실율 환경에서의 수신율

그림 5의 구조에서 서버에서 일정하게 인공적으로 20%에서 50% 만큼의 유실을 발생시켜 방송 패킷을 전송 하였다. 그 결과 그림 6과 같이 FEC를 적용하여 유실된 패킷을 복구 한 것이 최종적으로 더 높은 수신율을 보였다. 인공적인 유실율을 높일수록 수신율을 낮아졌지만, FEC를 적용한 패킷이 수신율이 더 높은 것을 확인 할 수 있었다. FEC를 적용한 패킷은 평균 87.53%의 수신율을 보였다.



(그림 7) FEC 적용 여부에 따른 유실율

인공적인 유실을 0%로 설정하고, 5회 반복하여 실험하였다. FEC 적용 여부에 따라, 방송 패킷 전송 방식으로 전송 하였다. 그 결과 그림 7과 같이 FEC를 적용한 것이 평균 10.34% 유실율을 보였고, FEC를 미적용했을 때는 평균 35.40%의 유실율을 보였다. FEC를 적용한 방송 패킷을 이용하여 유실된 패킷을 복구 시켜 안정적으로 멀티미디어 데이터를 재생 할 수 있었다.

4. 결론

WLAN의 패킷 전송 방식은 Unicast와 Broadcast가 있다. Unicast는 MAC에서 유실된 패킷을 재전송하기 때문에 수신율이 높다. 그러나 다수의 사용자에게 같은 데이터를 동시에 전달하려고 할 때 Client마다 따로 전송을 해야 하기 때문에 AP의 무선 자원 부하가 크다. Iperf로 측정된 중단간 최대 대역폭이 17.9Mbps일 때, 클라이언트에게 동시에 같은 데이터를 각각 5Mbps 대역폭으로 보냈을 때 평균 48.56%의 유실율이 발생하였다. 즉, Unicast를 사용하여 다수의 사용자에게 같은 데이터를 전송할 때 AP의 무선 자원의 부하가 커 신뢰성 있는 데이터 전송이 어렵다. 따라서 우리는 다수의 사용자에게 일정한 무선 자원으로 다수의 사용자에게 Broadcast로 데이터 패킷을 전송하는 방법인 방송 패킷을 이용하여 데이터를 전송하였다. 방송 패킷 전송 시 유실율이 큰 것을 보완하기 위해 FEC 기법 중 Reed Solomon Erasure Code를 적용하였다. 서버에서 FEC 인코딩 후 여분 패킷과 함께 원본 패킷을 Broadcast로 전송하고 클라이언트에서

FEC 디코딩을 하도록 설계하였다.

서버에서 인공적으로 20%에서 50%의 유실율이 일어나도록 하고, 클라이언트에서 FEC 적용 여부에 따른 수신율을 측정해 본 결과 20% 유실율을 발생시켰을 때 FEC를 적용시켰을 때 98.75%의 높은 수신율을 보였다. 일반적인 실내 실험 환경에서 FEC 적용 여부에 따른 유실율을 5회 측정된 결과 FEC를 적용한 것이 평균 10.34% 유실율을 보였고, FEC를 미적용했을 때는 평균 35.40%의 유실율을 보였다. 이를 통해 방송 패킷 전송 방식과 FEC를 이용하여 다수의 사용자에게 높은 수신율로 실시간 멀티미디어 데이터를 전송할 수 있다는 것을 확인 할 수 있었다.

추후 이와 같은 방식 실제 방송 시스템에 적용하여 안정적인 실시간 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] IEEE 802.11 "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications," Aug. 1999.
- [2] Omnippeek, <http://www.gingkos.co.kr/>
- [3] Iperf, <http://www.dast.nlanr.net/Projects/Iperf/>.
- [4] Xianbo Chen, Refai, H.H, Xiaomin Ma, "Saturation Performance of IEEE 802.11 Broadcast Scheme in Ad Hoc Wireless LANs", Vehicular Technology Conference, 2007. VTC-2007 Fall. 2007 IEEE 66th.
- [5] Xianbo Chen, Hazem H, Xiaomin Ma, "Performance of IEEE 802.11 Broadcast Scheme in Ad Hoc Wireless LANs", Vehicular Technology Conference, 2007. VTC-2007 Fall. 2007 IEEE 66th.
- [6] Ozgu Alay, Thanasis Korakis, Yao Wang, and Shivendra Panwar, "An experimental Study of Packet Loss and Forward Error correction in Video Multicast over IEEE 802.11b Network", Consumer Communications and Networking Conference, 2009 CCNC 2009. 6th IEEE.
- [7] Daniele Munaretto, Luca Scalia, Tushar Soni, Jorg Widmer, "Reliable Broadcast Streaming over 802.11 WLANs with Minimum Channel Usage", In IEEE Workshop on multiMedia Applications over Wireless Networks (MediaWiN), Sousse, Tunisia, July 2009.
- [8] Luigi Rizzo, "Effective Erasure Codes for Reliable Computer Communication Protocols," ACM CCR (Computer Communication Review), Vol. 27, No. 2, April, 1997.
- [9] Tahoe-LAFS, <http://tahoe-lafs.org/>