

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.6.43>

JIWIT 2012-6-5

무선랜 인터넷 지역 방송에서 복수전송과 인터리빙 효과 연구

A Study on the Effect of Redundant Transmission and Interleaving for WLAN Internet Local Broadcasting

오종택*

Jongtaek Oh

요 약 무선랜과 스마트폰 등의 무선랜 기능을 내장한 단말기기가 활성화됨에 따라 무선 인터넷 지역 방송 서비스의 중요성이 커지고 있다. 이 경우 다수의 단말기에 방송 데이터를 전송하기 위해서는 단방향 방송기술이 사용되어야 하며, 데이터의 재전송이 불가하므로 방송 데이터의 수신 오류가 매우 커지는 문제가 있다. 또한 무선랜은 비허가 주파수를 사용하므로 타 무선기기에 의한 간섭으로 버스트 오류가 발생하는 속성이 있다. 본 논문에서는 버스트 오류와 랜덤 오류를 극복하기 위한 방법을 도입하고 그 효과를 분석하였다.

Abstract In As the proliferation of wireless LAN and smart devices like smart phone, the importance of the wireless Internet local broadcasting service is increasing. In order to provide broadcasting data for the multiple devices, one-way roadcasting technology which could not support re-transmission, should be used and the receiving frame error is major problem. Furthermore unlicense devices cause interference to the receiver, burst frame error tends to be happened. In this paper, new method to overcome the burst and random frame error is proposed and the effect is analyzed.

Key Words : WLAN, local broadcasting, repetitive transmission, interleaving

1. 서 론

무선랜 공유기가 매우 보편적으로 사용되고 있으며, 스마트폰이나 스마트패드 등의 무선랜 기능을 내장한 단말기들이 확산됨에 따라, 무선랜을 이용한 인터넷 지역 방송 서비스가 활성화될 수 있는 여건이 조성되고 있다. 즉 지역의 매장 광고나 지리 정보 등의 지역 정보를 불특정 다수에게 방송하는 새로운 서비스 모델이 만들어 질

것이며, 지상파나 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 방송 사업자들은 지하실과 같은 음영지역에서 저렴한 비용의 무선랜 네트워크를 구축하여 실시간 동영상 중계와 양방향 통신 서비스를 제공할 수 있게 될 것이다. 다음 그림 1은 IP 지역방송 기술의 개념도로, 서비스 서버에서 인터넷을 통해 특정 지역에 설치된 무선랜 AP로 방송 데이터를 일대일 전송 방식으로 전송하면 무선랜 AP에서 이를 일대 다 방송 방식으로 변형하여 전송하

*정회원, 한성대학교 정보통신공학과
접수일자 : 2012년 9월 25일, 수정완료 : 2012년 11월 13일
게재확정일자 : 2012년 12월 14일

Received: 25 September 2012 / Revised: 13 November 2012 /
Accepted: 14 December 2012

*Corresponding Author: jtoh@hansung.ac.kr

Dept. of Info. Comm. Eng., Hansung University, Korea

는 방식이다^[1].

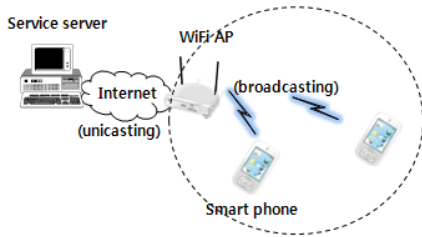


그림 1. IP 지역방송 기술 개념도[1]
Fig 1. The concept of IP local broadcasting[1]

한 편, 기존의 인터넷 방송 기술은 TCP(Transport Control Protocol)/IP(Internet Protocol) 프로토콜 기반으로 수신기가 일대 일로 인터넷 방송 서버에 접속하여 수신된 방송 데이터 프레임에 오류가 있는 경우 해당 프레임의 재전송을 요구하는 방식이었다. 따라서 최종적으로 수신된 방송 데이터는 오류가 없으며 동영상의 경우에도 매우 화질이 좋다^[2]. 그러나 이 방식은 하나의 단말기마다 별도의 무선 전송 채널을 사용하므로 동시 사용자 수가 매우 제한되는 한계가 있다. 또한 UDP(User Datagram Protocol)/IP 프로토콜 기반으로 단방향으로 방송 데이터를 전송하는 연구가 진행되고 있는데 여기서는 발생하는 오류 문제를 해결하기 위해 cross-layer FEC(Forward Error Correction) 기술을 사용한다. 즉, 방송 데이터 프레임을 k개의 방송 데이터 비트와 n-k개의 오류 정정비트로 함께 구성하여 전송하고 수신기에서 복호기를 이용하여 오류비트를 정정하는 방식이다^[3,4]. 그러나 이 방식은 기존의 소켓 프로그램 방식을 사용하지 못하고 별도의 드라이버 프로그램을 사용해야 하며 단말기에서 복호화 처리를 실시간으로 수행해야 하는 부담이 있으므로, 스마트폰과 같은 기존의 장치에 바로 적용하지 못하는 문제가 있다. 따라서 [5]에서는 동일한 방송 데이터 프레임을 여러 번 전송하고 단말기에서는 수신된 방송 데이터 프레임 중에 오류가 없는 프레임만을 골라서 사용함으로써, 그림 2에서와 같이 프레임 오류율을 매우 효과적으로 낮추는 기술이 제시되었다.

그러나 실제적인 무선랜 환경에서는 복수 전송 방법만으로는 좋은 효과를 얻을 수 없다. 무선랜이 사용하는 2.4GHz 대역은 비면허 주파수 대역으로 블루투스나 다른 무선랜 기기뿐만 아니라 전자렌지 등의 생활기기도 동일한 대역을 사용하므로 타 기기와의 주파수 간섭으로

인한 프레임 오류가 빈번히 발생한다. 따라서 잡음으로 인한 랜덤 프레임 오류뿐만 아니라 페이딩 및 간섭으로 인한 버스트 프레임 오류를 극복하는 기술이 도입되어야 한다. 본 논문에서는 실제 무선랜 환경에서의 프레임 오류 특성을 측정하고, 이런 환경에서 무선랜 방송 오류를 감소시키는 기술을 제안하였으며 그 효과를 제시하였다.

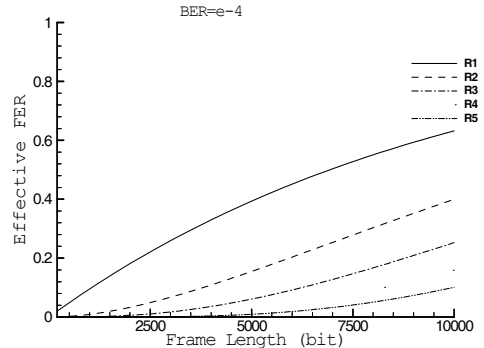


그림 2. 방송 채널의 BER이 10^{-4} 일 때, 방송 데이터 프레임의 길이와 복수 전송 횟수에 따른 FER 값 (실선:1회, 파선:2회, 일점쇄선:3회, 점선: 4회, 이점쇄선:5회)[5]

Fig 2. Effective FER according to the frame length and the number of redundant transmission for the BER of 10^{-4} (solid line: 1, dashed line: 2, dash dotted line: 3, dotted line: 4, and dash dot dotted line: 5)[5]

II. 무선랜 방송 시스템의 프레임 오류 특성

무선랜의 오류 특성은 무선랜 AP와 단말기의 거리뿐만 아니라 때와 장소에 따라서 매우 다르다. 특히 주변에서 다른 무선기기가 동일한 주파수 대역을 사용할 때는 간섭 신호로 인해 프레임 오류가 연속적으로 발생하는 특징이 있다. 그림 3은 실제로 무선랜 환경에서 무선 구간으로 UDP 패킷을 연속적으로 전송할 때에 발생한 전형적인 프레임 오류 패턴을 보여준다.(1이면 오류 프레임) 즉, 랜덤 프레임 오류와 함께 연속적인 버스트 프레임 오류가 발생하는 것을 확인 할 수 있다.

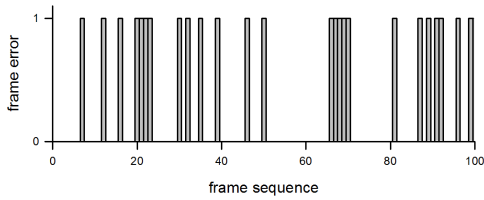


그림 3. 무선랜 환경에서 프레임 오류 발생 패턴
Fig 3. The frame error pattern for WLAN environment

무선랜 환경에서의 연속적인 프레임 오류 특성을 통계적으로 측정하기 위하여 두 가지 종류의 무선랜 AP에 대하여 500개의 방송 데이터 프레임을 전송할 때, 발생하는 전송 프레임 오류를 5회씩 측정하고 각각에 대해 연속적으로 발생하는 프레임 오류 개수의 평균을 구하였다. 그림 4를 보면, 파선과 점선은 두 가지의 무선랜 AP에 대한 통계 분포이다. 연속된 6개의 방송 프레임에서 오류가 발생하는 경우도 관측되었다. 2개의 연속된 프레임 오류는 약 18개, 3개는 약 6회씩 관측되었다. 따라서 동일한 방송 프레임을 연속하여 2회 또는 3회 반복하여 전송해도 이런 연속된 프레임 오류 환경에서는 동일한 모든 방송 데이터 프레임에 오류가 발생하게 된다.

한 편 일반적으로 정해진 기간 동안에 특정 사건이 발생할 확률은 포아송 분포로 모델링된다^[6]. 따라서 잡음과 페이딩, 간섭 등에 의한 프레임 오류 발생 확률도 포아송 분포로 모델링이 가능할 것이다. 간섭에 의한 프레임 오류 발생률을 수식적으로 유도하기는 매우 어려우며, 때와 장소에 따라 간섭 패턴이 달라지므로 현실과 잘 맞지 않을 가능성이 크다. 그러므로 포아송 분포에 의한 버스트 프레임 오류의 모델링은 개략적인 대안이 될 수 있다. 그림 4에서 실선은 평균값이 0.3인 포아송 확률 분포함수에 따라 프레임 오류를 발생시킨 후에, 연속적인 프레임 오류의 개수를 평균적으로 구한 것이다. 그림 4의 통계적 분포를 보면 포아송 분포에 의한 프레임 오류의 통계 특성과 실제로 측정된 두 가지 AP에서의 평균 프레임 오류 분포가 잘 일치하는 것을 확인할 수 있으나, 이에 관한 추가적인 연구가 필요하다.

다음 식은 포아송 분포에 의한 프레임 오류 발생 확률이고, k 는 단위 구간에서 이벤트가 발생하는 횟수이며 λ 는 평균값이다.

본 논문에서는 전송되는 방송 데이터 프레임 구간마다 발생하는 이벤트의 수가 1 이상인 경우에 프레임 오류

가 발생하였다고 간주하였다. 다음 그림 5는 포아송 분포를 이용하여 발생된 프레임 오류 패턴이다. 그림 3의 실제 AP에서 측정된 프레임 오류 발생 패턴과 유사한 것을 확인할 수 있다.

$$e_f(k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} \quad (1)$$

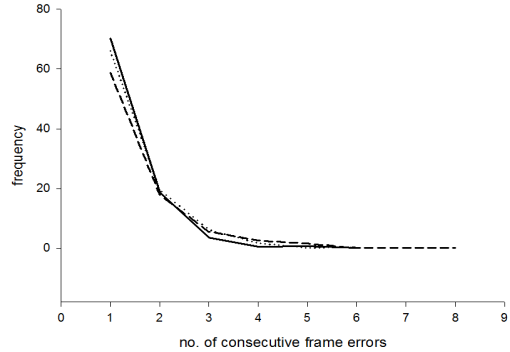


그림 4. 무선랜 AP에서 연속된 프레임 오류의 통계 분포(실선: 포아송 분포, 파선: AP A, 점선: AP B)
Fig 4. The statistics of the number of consecutive frame errors (solid line: Poisson distribution, dashed line: AP A, dotted line: AP B)

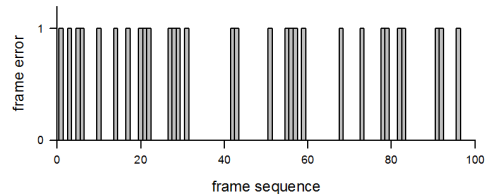


그림 5. 포아송 분포에 의해 발생된 프레임 오류 패턴
Fig 5. Frame error pattern generated by Poisson distribution

III. 복수 전송과 인터리빙의 결합 기술

실제적인 무선랜 환경에서 발생하는 프레임 오류의 패턴은 랜덤 프레임 오류와 버스트 프레임 오류가 섞여서 발생한다. 따라서 많은 네트워크 자원을 할당하여 동일한 방송 데이터 프레임을 여러 번 전송하는 방법이 효과적이지 않다. 즉, 연속적으로 여러 번 전송된 동일한 방송 데이터 프레임에 모두 오류가 발생될 수 있다. 따라서 버스트 프레임 오류를 랜덤 프레임 오류로 변환시켜주는

방법과 복수전송 방법을 결합한다면, 발생한 프레임 오류를 보완하는 효과적인 기술이 될 수 있다.

페이딩과 간섭 및 잡음 때문에 비트 오류가 자주 발생하는 이동통신 시스템에서는 오류를 수정하기 위한 채널 코딩이 사용된다. 그러나 채널 코딩은 버스트 비트 오류에 대해서는 오류 복구 성능이 떨어지므로 이를 랜덤 오류로 변환시켜 주는 인터리버는 필수적이다^[7]. 본 논문에서는 인터리버 기술을 무선랜 인터넷 방송 시스템에 도입하여 동일 방송 프레임의 복수전송 기술과 결합시킴으로써 방송 프레임 오류의 효과적인 보완 기술을 도출하였다.

인터리버는 데이터를 전송하기 전에 일정 크기의 메모리에 데이터를 순서대로 쓰고, 읽어내는 순서를 일정한 규칙에 따라 바꾸어 전송하는 기술이다. 데이터 전송 중에 발생하는 버스트 오류를 랜덤 오류로 변환시키기 위해서는 원래의 데이터 순서가 가능한 멀리 떨어지도록 배치하는 것이 효과적이다. 그러기 위해서는 인터리버 메모리 블록의 크기가 클수록 성능이 좋지만, 데이터를 메모리에 저장했다가 전송해야 하므로 전송 지연시간이 증가하고 복잡해지는 단점이 있다. 인터리버의 크기와 방식은 프레임 오류의 특성을 고려하여 설계되어야 한다^[8]. 본 논문에서는 가장 기본적인 인터리버 방식인 블록 인터리버와 비트 반전 인터리버 방식을 사용하였다. 그림 6에서 파선은 블록 인터리버 방식에 대한 연속된 프레임 사이의 거리값이다. 인터리빙 후에 프레임 사이의 거리가 일정하게 떨어져 있다. 점선은 비트 반전 인터리버 방식에 대한 것으로 전자에 비해 평균적으로 거리가 더 먼 것을 확인할 수 있다.

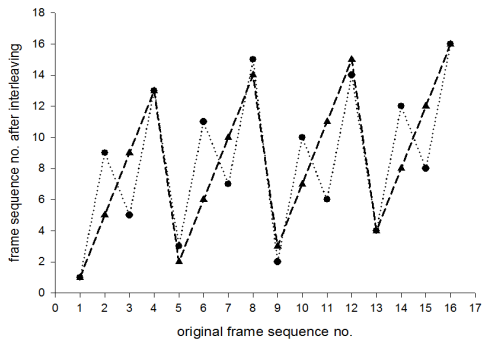


그림 6. 두 가지 방식의 인터리버에서의 프레임 순서(파선: 블록 인터리버, 점선: 비트 반전 인터리버)
Fig 6. The frame sequences of the two interleaver (dashed line: block interleaver, dotted line: bit reversal interleaver)

그림 1의 서비스 서버에서 동일한 방송 데이터 프레임을 복수로 전송하기 전에 먼저 인터리버에 저장하고, 인터리버 규칙에 따라 프레임 순서를 섞어가며 AP로 전송한다. AP를 통해 섞인 순서로 방송 프레임을 수신한 단말기들은 메모리에 프레임 순서대로 저장하고 전체 메시지가 완성이 되면 재생을 시작한다. 이 경우 순서가 섞여서 수신된 동일한 방송 데이터 프레임 중에서 하나만 오류가 없으면 전체 메시지를 구성할 수 있다. 그림 7은 블록 크기가 16인 블록 인터리버 방식을 그림 3의 오류 프레임 패턴에 적용했을 때의 분산된 오류 프레임 패턴이다. 인터리버의 효과가 큰 환경은 랜덤 오류가 적고 버스트 오류가 있는 경우이다. 그림 3의 경우에는 랜덤 오류가 많아서 그림 7과 같이 인터리빙을 해도 다른 오류 프레임과 연속이 되는 경우가 발생한다.

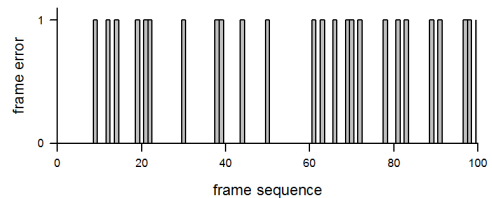


그림 7. 인터리빙에 의한 오류 프레임의 분산
Fig 7. The distribution of error frames by interleaving

다음 그림 8에서 500개의 방송 데이터 프레임에 대해 포아손 분포에 의해 발생한 프레임 오류 패턴과 실제 AP에서 측정된 패턴 및 인위적으로 생성된 버스트 프레임 오류 패턴에 대한 제안된 기술의 효과를 확인할 수 있다. 인위적으로 생성된 버스트 프레임은 랜덤 오류는 없고 버스트 오류만 있는 경우에 제안된 기술의 효과를 검증하기 위한 것으로, 5개의 연속된 오류 프레임과 20개의 오류 없는 프레임의 반복으로 구성되어 있다. 그림 8에서 실선은 인터리빙을 사용하지 않고 동일한 데이터 프레임을 복수전송만 하는 경우이고, 파선은 복수전송과 블록 크기 16의 블록 인터리버 또는 비트 반전 인터리버를 결합한 경우이다. 또한 사각형 표시는 포아손 분포에 의해 발생한 경우이며, 삼각형 표시는 실제 AP에 의해 측정된 경우, 원형 표시는 인위적으로 생성된 버스트 프레임 오류에 대한 경우이다. 모든 경우에서 복수전송과 인터리버를 결합한 경우에 프레임 오류의 개수가 훨씬 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 또한 복수전송의 횟수가 증가할수록 성능이 좋아진다. 특히 생성된 버스트 프레임 오류

의 경우에 획기적인 성능 향상을 보이고 있으며 이것은 예측됐던 결과이다.

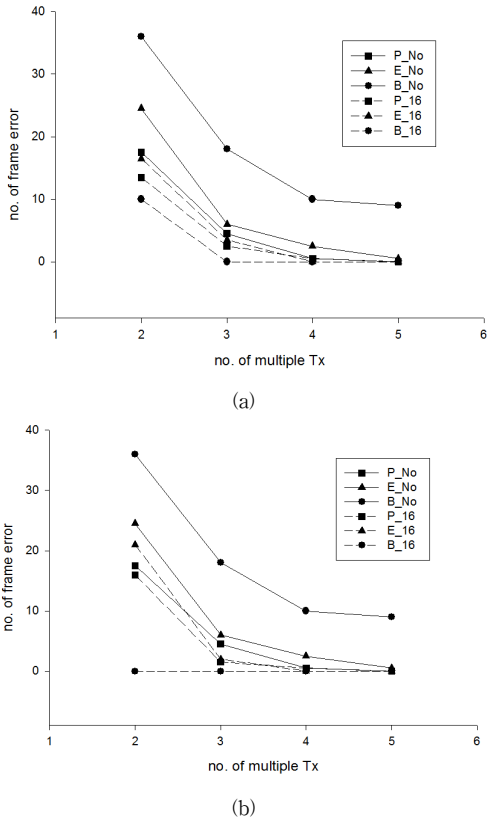


그림 8. 반복전송과 인터리빙의 결합 기술에 의한 프레임 오류 감소 효과(a: 블록 인터리버, b: 비트 반전 인터리버)
 Fig 8. The effect of frame error reduction due to the repetition and interleaving(a: block interleaver, b: bit reversal interleaver)

실제 무선랜 AP의 실험 경우에서 수신 프레임 오류율이 약 20%의 매우 열악한 수신 상황이었으나, 본 논문에서 제안된 4회의 복수전송과 인터리빙이 결합된 기술을 적용함으로써, 프레임 오류가 전혀 없는 결과를 얻을 수 있었다.

IV. 결론

본 논문에서는 무선랜 인터넷 지역방송 시스템에서 프레임 오류율을 줄이기 위하여 동일한 프레임을 여러 번 전송하는 복수전송과 인터리빙을 결합한 방법이 제안되었으며 그 향상된 시험 결과가 확인되었다. 또한 무선랜에서의 프레임 오류를 모델링하는 방법이 제안되었으며 시험적으로 확인되었으나, 향후 관련 연구가 더 필요하다.

참고 문헌

- [1] J. Oh and Z. Haas, "A Scheme for Location-based Internet Broadcasting and Its Applications," *IEEE Comm Mag.*, 45(11), pp. 136-141, Nov. 2007.
- [2] P.Ferre, D.Agrafiotis, T.K.Chiew, A.R.Nix, and D.R. Bull, "Multimedia Transmission over IEEE 802.11g WLANs: Practical Issues and Considerations," *ICCE 2007*, pp.1-2, Las Vegas. Jan. 2007.
- [3] L. Rizzo, "Effective Erasure Codes for Reliable Computer Communication Protocols," *ACM Comp. Comm. Review*, vol.27, no2, pp.24-36, April 1997.
- [4] V. Sgardoni, P. Ferre, A. Nix, and D. Bull, "Robust Video Broadcasting over 802.11a/g in Time-Correlated Fading Channels," *IEEE Tr. Consumer Electronics*, vol.55, no.1, pp.69-76, Feb. 2009.
- [5] J. Oh, "A Study on the Effect of Redundant and Repetitive Transmission for Wireless Internet Local Broadcasting," *J. Korea Info. Comm. Soc.*, Vol.36, No.12, pp.1468-1473, 2011. 12.
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Poisson_distribution
- [7] E. Esteves, "On the Reverse Link Capacity of cdma2000 High Rate Packet Data Systems", *ICC*, Vol.3, pp.1823-1828, April 2002.
- [8] G. Burel and R. Gautier, "Blind Estimation of Encoder and Interleaver Characteristics in a Non Cooperative Context," *CIIT, AZ, USA*, Nov. 2003.

※ 본 연구는 한성대학교 교내연구비 지원과제임.

저자 소개

오 종 택(정회원)



- 2000년 3월 ~ 현재 : 한성대학교 정보통신공학과 교수
- 1993년 12월 ~ 2000년 2월 : 한국통신 무선통신연구소 선임연구원
- 1989년 3월 ~ 1993년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사 졸업

<주관심분야 : 지능형 무선통신 네트워크, Personal Environment Service>