

논문 2011-3-17

인터넷 지역 방송에서 데이터 프레임 길이와 복수 전송에 관한 연구

A Study on the Data Frame Length and Repetitive Transmission for IP Local Broadcasting

오종택*

Jongtaek Oh

요약 스마트폰과 스마트패드의 사용자가 급격하게 증가됨에 따라 무선랜 AP의 설치가 확대되고 있다. 따라서 향후에 무선랜을 이용한 인터넷 지역 방송 서비스가 활성화될 것이다. 그러나 다수의 단말기로 단방향으로 데이터를 전송하는 방송 기술의 특성상 전송 오류가 발생하는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 BER(Bit Error Rate)과 데이터 프레임 길이에 따른 데이터 프레임 오류율(FER: Frame Error Rate)에 대해 분석하여 방송 환경에 따른 적절한 데이터 프레임 길이를 제시하며, 동일한 방송 데이터 프레임을 여러 번 전송하여 실제적으로 FER을 줄이는 방법을 제안한다.

Abstract As the number of users of smart phone and smart pad are increasing, the deployment of WiFi APs has been accelerated. Also Internet local broadcasting service will be activated near future. But transmission error is the critical problem, due to the one-way transmission of the data to the receivers. In this paper, FER is analysed according to BER and frame length, and repetitive transmission technique is proposed to reduce the effective FER.

Key Words : 지역방송, BER FER, 프레임 길이, 복수 전송

1. 서론

인터넷의 활용이 보편화됨에 따라 인터넷을 기반으로 하는 다양한 데이터 방송 기술이 개발되어 왔다. 특히 인터넷 멀티캐스팅 기술은 서버와 네트워크의 트래픽을 최소화시키는 방법으로 동일한 콘텐츠의 방송 데이터를 인터넷을 통해 수신기에 전달하는 것에 최적이다. 그러나 이 방식은 안정성이나 구형 네트워크 장비의 기능 미비 등의 이유로 대규모 공중망에서 아직까지 상용화되지 못하고 있으며, IPTV의 경우와 같이 네트워크 사업자의

premium 인터넷망에서만 사용되고 있다^[1]. 한편 인터넷에서 유니캐스팅 기술과 서브넷에서의 브로드캐스팅 기술을 결합하여, 방송 서버에서 네트워크의 종단 장치인 무선랜 AP까지는 유니캐스팅 기술로 방송 데이터그램을 전송하며, AP에서는 방송 데이터그램의 목적지 IP 주소를 방송용 IP 주소로 변경하고 무선랜의 목적지 MAC 주소도 방송용 MAC 주소로 설정하여 무선랜 AP의 전파 수신 범위에 있는 모든 수신기로 방송 데이터를 “푸쉬”하는 IP 지역방송 기술이 제안되었다^[2].

이 기술은 지역별로 차별화된 방송 데이터를 수신기로 일방적으로 전송하므로, 수신기가 현재 위치를 알지 못해도 현 위치 관련 정보를 수신할 수 있으며 수신기가 네트워크에 어떤 종류의 등록 절차를 수행하지 않으므로

*정회원, 한성대학교 정보통신공학과
접수일자 2011.4.19, 수정일자 2011.5.22
게재확정일자 2011.6.10

LBS(Location Based Service)에 최적인 기술이다.

낮추는 방법을 제안하고 그 효과를 분석하였다.

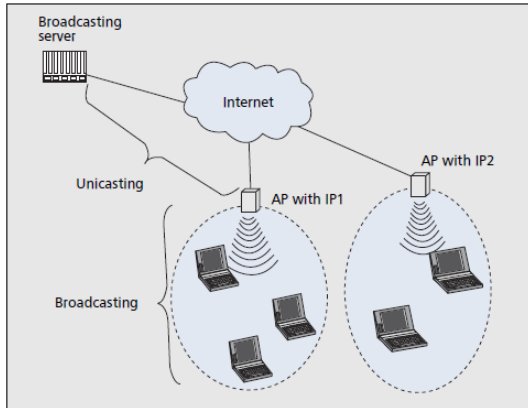


그림 1. IP 지역방송 개념도^[2]
Fig. 1. The concept of IP local broadcasting^[2]

그러나 멀티캐스팅이나 IP 지역방송의 경우에 인터넷 트랜스포트 프로토콜 중에 UDP(User Datagram Protocol)를 사용하여 다수의 수신기로 방송 데이터를 단 방향으로 전송하므로 수신 확인이나 재전송이 불가능한 문제가 있다^[3]. 이것은 방송 기술의 근본적인 문제로 다수의 수신기의 상태를 확인하고 재전송하기 위해서는 많은 자원이 소요되기 때문에, 데이터 오류가 발생하는 것을 감수하던지 오류정정코드를 적용하여 발생된 오류 비트를 정정하는 방법을 사용해야 한다.

IP 지역 방송 시스템에서 무선랜 AP와 같은 한정적인 지역에서 저렴하고 고속 데이터 전송이 가능한 장치를 사용할 경우, 전파 수신 영역의 가장자리나 큰 건물 뒤에 수신기가 있을 때는 수신신호의 크기가 작아 오류비트가 발생하고 따라서 수신된 방송 데이터 프레임을 폐기해야 하는 문제가 발생한다. 특히 방송 데이터 프레임의 길이가 길수록 프레임의 오류율(FER: Frame Error Rate)은 커지게 된다. 이 프레임 오류 때문에 정지 영상이나 동영상, 음향, 텍스트 데이터의 부분적인 열화나 재생 불가 현상이 발생하게 된다.

본 논문에서는 무선 방송 채널의 비트 오류율(BER: Bit Error Rate)과 방송 데이터그램의 길이에 따른 방송 데이터 프레임의 프레임 오류율을 분석하여 방송 채널의 상태에 따른 최적의 프레임 길이를 도출한다. 또한 동일한 방송 데이터 프레임을 여러 번 전송하고, 수신기에서는 수신된 방송 데이터 프레임 중에서 오류가 없는 프레임만을 골라서 사용함으로써, 실제적인 프레임 오류율을

II. BER과 프레임 길이에 따른 FER

먼저 하나의 방송 데이터 프레임의 크기는 프레임의 총 비트수, D 로 표시한다. 이 때 헤더나 트레일러 비트는 페이로드 비트에 비교하여 훨씬 작으므로 무시한다. 이 때에 D 비트의 방송 데이터 프레임중에서 특정 비트에 오류가 발생할 확률은 다음과 같다^[4, 5, 6].

$$P(1 - P)^{D-1} \quad (1)$$

이 때 P 는 방송 채널의 BER이다.

이 경우 크기가 D 비트인 방송 데이터 프레임의 FER은 다음 식(2)과 같이 유도된다.

$$E = \sum_{i=1}^D \binom{D}{i} P^i (1 - P)^{D-i} \quad (2)$$

이 때 i 는 방송 데이터 프레임 중 오류 비트의 수이다. 식(2)에 의해 계산된 방송 데이터 프레임의 길이와 방송 채널의 BER에 따른 FER 값이 그림 2에 표시되어 있다. 그림 2의 계산 결과에 의하면 BER이 10^{-5} 인 경우에 방송 데이터 프레임 길이가 5,000비트일 때에 FER 값은 0.05이다. 즉, 5,000비트의 방송 데이터 프레임 100개를 전송할 때에 평균적으로 5개의 프레임에 오류가 발생한다. BER이 10^{-4} 인 경우에는 5,000비트 크기의 방송 데이터 프레임에 대해 40%의 프레임 오류가 발생된다. 따라서 이런 방송 채널 환경에서는 정상적인 방송 수신에 불가하며 1,000비트 이내의 방송 데이터 프레임을 전송해야 약 10%이내의 프레임 오류율을 나타낸다. 10^{-4} 의 BER에 대해서는 200비트의 방송 데이터 프레임에 대해 약 18%의 FER이 추정되므로 이런 방송채널 환경에서는 100비트 이내의 간단한 텍스트 데이터만 방송 데이터로 전송할 수 있다. 전반적으로 방송 채널의 환경이 열악해짐에 따라 방송 데이터 프레임 길이에 따른 FER 값이 급격하게 증가되는 것을 알 수 있다.

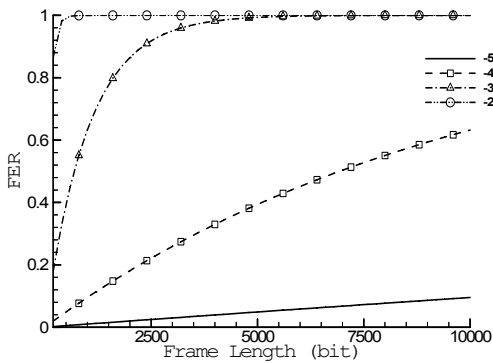


그림 2. 방송 데이터 프레임의 길이와 방송 채널의 BER에 따른 FER 값 (실선: 10⁻⁵, 줄선: 10⁻⁴, 일점쇄선: 10⁻³, 이점쇄선: 10⁻²)
 Fig. 2. FER according to the frame length and the BER (solid line: 10⁻⁵, dashed line: 10⁻⁴, dash dotted line: 10⁻³, dash dot dotted line: 10⁻²)

위 계산 결과에서 알 수 있듯이 방송 채널의 BER 상태에 따라 실제로 전송할 수 있는 방송 데이터 프레임의 길이가 달라지는 것을 확인할 수 있다. 동일한 수신 신호의 크기에 대해 변복조 방식이나 오류정정부호의 방식에 따라 BER이 크게 달라지므로, 위의 그림 2는 무선 방송 데이터 시스템의 설계 시에 참고 자료로 사용될 수 있다.

III. 방송 수신율을 높이기 위한 복수 전송 기술

본 논문에서는 방송 수신기에서 방송 데이터 프레임의 수신율을 높이기 위해, IP 지역 방송에서 동일한 방송 데이터 프레임들 여러 번 전송하여 수신기에서 수신된 방송 데이터 프레임들 중에 오류가 포함되지 않은 방송 데이터 프레임들 선택하여 사용하는 기술을 제안한다. 이 방식의 경우 동일한 방송 데이터 프레임들 여러 번 전송하는 비효율성이 있지만, 재전송을 요청할 수 없는 방송 시스템의 특성상 재전송 기법이나 오류 정정 부호를 사용하지 않고, 저렴한 비용으로 방송 수신율을 높일 수 있는 방법이다. 특히 무선랜을 사용하는 경우 최근에 데이터 전송속도가 100Mbps 이상이 되므로 복수 전송으로 인한 데이터 트래픽의 증가는 큰 문제가 되지 않는다.

이 경우의 FER 값은 앞 식(2)를 이용하여 계산할 수 있다. 즉, 동일한 방송 데이터 프레임들 j번 전송했을 때

에 수신기에서 수신한 모든 동일한 방송 데이터 프레임들에 오류가 발생하는 경우에 해당된다. 따라서 실제적인 FER(E_e)를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$E_e = E^j \tag{3}$$

여기서 j는 복수 전송의 횟수이다.

다음 그림 3부터 6까지는 방송 채널의 BER 값과 방송 데이터 프레임의 길이, 복수 전송 횟수에 따른 실제적인 FER 값의 계산 결과이다. 그림 3은 BER이 10⁻²일 경우로 방송 데이터 프레임의 길이가 200비트일 때, 동일한 프레임을 4회 복수 전송을 하여 오류가 없는 프레임을 골라서 사용할 경우, 복수 전송을 하지 않는 경우보다 실제적인 FER이 0.87에서 0.56으로 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 그런데 FER 값이 0.5이면 방송 기능에 어려움이 있다.

그러나 방송 채널의 BER 값이 10⁻³으로 방송 채널 상태가 양호해지면 방송 수신 상태가 급격하게 좋아진다. 즉, 방송 데이터 프레임의 길이가 1,000비트인 경우, 복수 전송을 하지 않으면 FER이 0.63으로 매우 큰 값이며, 3회 복수 전송하면 0.25, 4회 복수 전송의 경우 0.16으로, 복수 전송의 효과가 매우 급격하게 커지는 것을 확인할 수 있다. 이것은 평균적으로 1,000비트 정도의 방송 데이터를 10회 전송할 때에 1.6회 정도의 수신 불가 현상이 발생하는 것으로, 방송 데이터의 성격에 따라 다르겠지만 실용적으로 사용할 수 있는 정도이다.

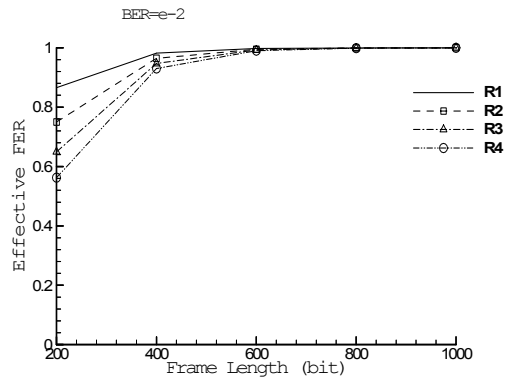


그림 3. 방송 채널의 BER이 10⁻²일 때, 방송 데이터 프레임의 길이와 복수 전송 횟수에 따른 FER 값 (실선: 1회, 줄선: 2회, 일점쇄선: 3회, 이점쇄선: 4회)
 Fig. 3. FER according to the frame length and the number of repetitive transmission for the BER of 10⁻² (solid line: 1, dashed line: 2, dash dotted line: 3, and dash dot dotted line: 4)

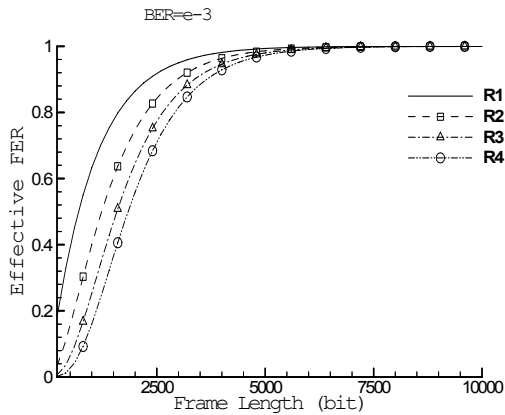


그림 4. 방송 채널의 BER이 10^{-3} 일 때, 방송 데이터 프레임의 길이와 복수 전송 횟수에 따른 FER 값 (실선: 1회, 줄선: 2회, 일점쇄선: 3회, 이점쇄선: 4회)

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

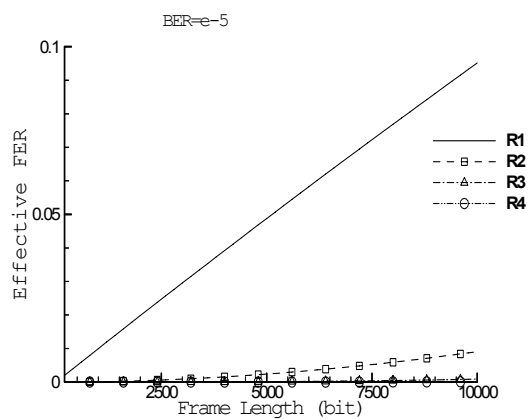


그림 6. 방송 채널의 BER이 10^{-5} 일 때, 방송 데이터 프레임의 길이와 복수 전송 횟수에 따른 FER 값 (실선: 1회, 줄선: 2회, 일점쇄선: 3회, 이점쇄선: 4회)

Fig. 6. FER according to the frame length and the number of repetitive transmission for the BER of 10^{-5} (solid line: 1, dashed line: 2, dash dotted line: 3, and dash dot dotted line: 4)

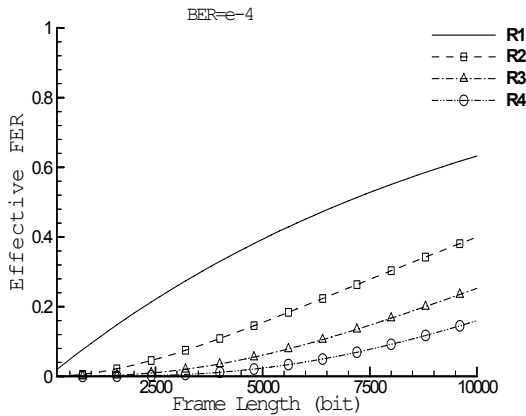


그림 5. 방송 채널의 BER이 10^{-4} 일 때, 방송 데이터 프레임의 길이와 복수 전송 횟수에 따른 FER 값 (실선: 1회, 줄선: 2회, 일점쇄선: 3회, 이점쇄선: 4회)

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

방송 채널의 BER 값이 10^{-4} 인 경우에 1,000비트의 방송 데이터 프레임 길이에 대해서 4회 복수 전송을 적용하면 실제적인 FER이 0.008%이므로 거의 방송 오류가 없는 것을 알 수 있다. 동일한 조건에서 5,000비트에 대해서 2.4%의 프레임 오류율을 보인다.

방송 채널의 BER 값이 10^{-5} 인 경우에 복수 전송은 큰 효과를 보이고 있다. 10,000비트의 길이에 대해서 복수 전송을 적용하지 않으면 FER이 10%의 큰 값이지만, 복수 전송을 2회 실행하면 실제적인 FER이 1%로 10배의 감소 효과를 보이고 있다. 또한 동일 조건에서 3회 이상의 복수 전송의 경우에 거의 오류가 없는 방송 서비스를 제공할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 무선랜을 이용한 IP 지역 방송 시스템에서 방송 데이터 프레임의 길이와 방송 채널의 비트 오류 환경에 따른 프레임 오류율의 분석을 통해, 방송 환경에 따른 적절한 방송 데이터 프레임의 길이에 대한 고려 사항을 제시하였다. 또한 동일한 방송 데이터 프레임을 복수 전송하는 방법을 제안하고 그 개선된 효과를 분석하였다. 복수 전송 방식은 무선랜과 같이 고속 데이터 전

송이 가능하고 재전송이 불가한 방송 서비스 환경에 적용될 경우 그 효과가 매우 큰 것이 확인되었다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Chu et al., "Enabling Conferencing Applications on the Internet Using an Overlay Multicast Architecture", SIGCOMM '01, pp.55 - 67, San Diego, CA, Aug. 2001
- [2] 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.
- [3] 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, U.S.A., Jan. 2007
- [4] A.S.Tannenbaum, Computer network, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1981
- [5] D.Cristain, "LLC-MAC analysis of general packet radio service in GSM", Bell Labs Technical Journal, (3), pp. 37-60, April 1999
- [6] P.Lettieri, M.B.Srivastava, "Adaptive Frame Length Control for Improving Wireless Link Throughput, Range, and Energy Efficiency", INFOCOM '98, vol.2, pp.564-571, San Francisco, U.S.A., March 1998

저자 소개

오 종 택(정회원)



- 2000.3. ~ 현재 한성대학교 정보통신공학과 교수
 - 1993.12. ~ 2000.2. 한국통신 무선통신연구소 선임연구원
 - 1989.3. ~ 1993.2. 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사 졸업
- <관심 분야 : 지능형 무선통신 네트워크, Personal Environment Service>

※ 본 연구는 한성대학교 교내연구비 지원과제 임