

레터논문 (Letter Paper)

방송공학회논문지 제19권 제3호, 2014년 5월 (JBE Vol. 19, No. 3, May 2014)

<http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2014.19.3.415>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

이동통신 기반의 재난경보 방송 재전송을 위한 무선인지 기법

송 미 화^{a)}, 장 석 진^{a)†}

A Cognitive Radio Technology for Retransmission in Cellular-Based Emergency Alert Broadcast Systems

Mihwa Song^{a)} and Sekchin Chang^{a)†}

요 약

이동통신 가입자에게 재난경보의 신속한 방송을 위해 CBS 기능이 표준으로 정의되어 있다. 그러나 이 표준은 가입자의 재난경보 수신 실패 시 재전송을 요구하는 기능을 정의하지 않는다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 무선인지 기법을 이용한 재전송 요구 방식을 이용한다. 모의실험 결과는 제안된 방식이 CBS를 위한 재전송 기법에 매우 적합함을 보여준다.

Abstract

The CBS methodology has been standardized in order to make a rapid broadcast of emergency alert message for cellular users. However, the standard does not specify a retransmission request mechanism in the case that the users fail in receiving the alert message. Therefore, we propose a retransmission request scheme based on cognitive radio for the CBS technology in this letter. The simulation results confirm that our proposed scheme is very suitable for the retransmission method in CBS-based emergency alert broadcast systems.

Keyword : CBS, Alert, Broadcast, Cognitive Radio

1. 서 론

이동통신 시스템은 셀 단위의 데이터 전송이 가능하기

때문에 재난경보 방송 서비스에 매우 적합하다고 알려져 있다. 특히 이동통신망은 CBS(Cell Broadcast Service)^[1] 프로토콜을 이용하여 기지국 지역 내의 전 가입자에게 재난경보 정보를 동시에 전송할 수 있다. 현재 CBS 프로토콜은 미국의 CMAS(Commercial Mobile Alert Service)^[2]와 일본의 ETWS(Earthquake and Tsunami Warning System)^[3]로 표준화 되어 있다. 그러나 이러한 표준들은 이동 단말기가 CBS 재난문자 수신에 실패할 경우를 정의하고 있지 않다. 특히 지진, 해일 등의 긴급을 요구하는 재난정보 전송일 경우 재난문자 수신 실패는 심각한 상황을 초래할 수 있다.

a) 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부(School of Electrical and Computer Engineering, University of Seoul)

† Corresponding Author : 장석진(Sekchin Chang)
E-mail: schang213@uos.ac.kr
Tel: +82-2-6490-2342

※ 본 연구는 소방방재청 인적재난안전기술개발사업의 지원으로 수행한 '지능 맞춤형 통합경보 시스템 연구 개발' [NEMA-인적-2013-39]과제의 성과입니다.

Manuscript received March 11, 2014 Revised March 26, 2014 Accepted March 26, 2014

따라서 본 논문에서는 CBS 재난문자 수신 실패 시 이동 단말기가 기지국에 재전송을 요구하는 기법을 제안한다. 단말기의 재전송 요구 및 CBS 메시지의 재전송을 위해 무선인지^[4] 기법을 이용한다. 그 무선인지 기법은 IEEE802.22 WRAN(Wireless Regional Area Network)^[5]의 표준을 따른다. IEEE802.22의 규정된 서비스 영역의 크기는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)의 셀 영역 보다 훨씬 크다. 따라서 3GPP LTE 이동통신의 경우 CBS 재난 메시지 수신 실패 시 단말기와 기지국은 비어있는 VHF(Very High Frequency)/UHF(Ultra High Frequency) TV 방송대역을 이용하여 IEEE802.22 WRAN 프로토콜에 따라 재전송 요구 및 CBS 메시지의 재전송을 수행할 수 있다. 또한 비어있는 방송대역의 검출을 위해 본 논문에서는 콘센서스(consensus) 기법을 이용한 스펙트럼 검출(spectrum sensing)을 이용한다. 이전 연구에서^[6] 콘센서스 기법을 이용한 스펙트럼 검출은 기존의 협력 스펙트럼 검출^[7] 방식보다 매우 뛰어난 성능을 보였다. 이 뛰어난 검출 성능은 IEEE802.22 무선인지 기반에서 CBS 메시지의 높은 재전송 성능으로 귀결된다. 모의실험 결과는 제안된 무선인지 기반의 재전송 방식에 대한 타당성과 우수성을 PER(Packet Error Rate) 성능을 통하여 보인다.

II. 무선인지 기반의 재난경보 방송 재전송

그림 1은 무선인지 기반의 재난경보 방송 메시지 재전송을 위한 제안된 시스템 구조를 보여준다. 그림 1에서 보듯이 802.22 기지국의 서비스 영역은 3GPP LTE 기지국 영역을 포함한다. 재난상황이 발생할 경우 LTE 기지국은 CBS 프로토콜에 따라 재난 메시지를 기지국 영역의 모든 단말기에 전송한다. 또한 그림 1에 표현된 것처럼 그 재난 메시지가 이미 연결된 링크를 통하여 802.22 기지국에게도 전달된다고 가정한다. 그 LTE 기지국 영역의 단말기 중 재난 메시지 수신에 실패한 단말기는 스펙트럼 검출을 통하여 802.22 기지국과 접속한다. 802.22 기지국 접속에 성공한 단말기는 그림 1의 (1)과 같이 재난 메시지 재전송을 802.22 기지국에 요청하며 그 요청 신호를 수신한 802.22

기지국은 그림 1의 (2)와 같이 CBS 재난 메시지를 재전송한다. 그림 1의 (1) 과 (2)는 802.22 프로토콜을 이용한다.

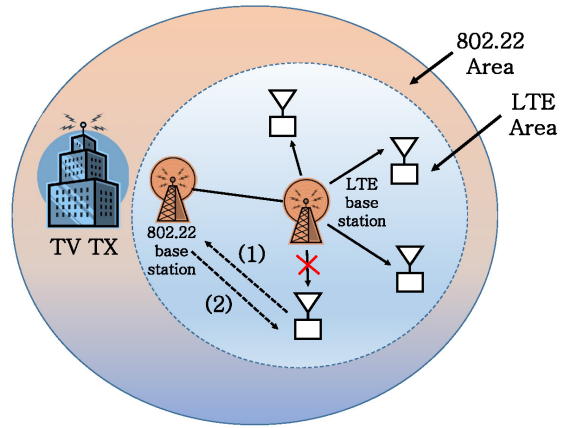


그림 1. 무선인지 기반의 재난경보 방송 메시지 재전송
Fig. 1. The retransmission of emergency alert message based on cognitive radio

그림 2는 무선인지 기반의 재난경보 방송 메시지 재전송을 위한 제안된 이동 단말기의 구조를 보여준다. 이동 단말기는 CBS 수신기와 802.22 모듈을 포함한다. 또한 802.22 모듈은 스펙트럼 검출부, 송신부, 수신부로 구성되어 있다. 이동 단말기의 CBS 수신기는 재난 발생시 CBS 재난 메시지 수신을 담당한다. 이동 단말기는 표준에서 정해진 CRC(Cyclic Redundancy Check)에 의해 CBS 재난 메시지 수신 실패를 확인할 수 있다^[8]. 기존 이동 단말기는 단순히 CBS 재난 메시지 수신 실패의 확인만 가능하였다. 그러나 제안된 그림 2의 단말기는 수신 실패 확인 시 802.22 wake_up 신호를 이용하여 802.22 모듈을 동작시킨다. 그 802.22의 동작이 시작되면 우선 스펙트럼 검출을 수행 한다. 그 스펙트럼 검출부는 수신된 방송대역 신호의 에너지 값을 이용하여 방송대역 사용 여부를 판단한다. 방송대역 사용이 가능하다고 판단되면 802.22 모듈의 송신부는 CBS 재전송 요구 메시지를 그림 1의 802.22 기지국에 전송한다. 재전송 요구 메시지를 수신한 그림 1의 802.22 기지국은 이미 3GPP LTE 기지국으로부터 수신한 CBS 재난 메시지를 그 이동 단말기에 전송한다. 그 이동단말기는 802.22 모듈의 수신부를 이용하여 그 CBS 재전송 메시지를 수신한다.

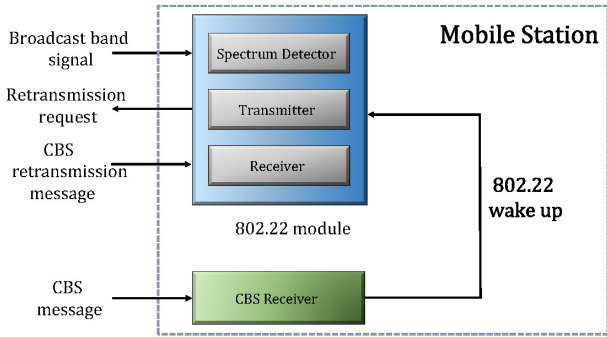


그림 2. 무선인지 기반의 재난경보 방송 메시지 재전송을 위한 이동 단말기 구조
 Fig. 2. The structure of mobile station for the retransmission of emergency alert message based on cognitive radio

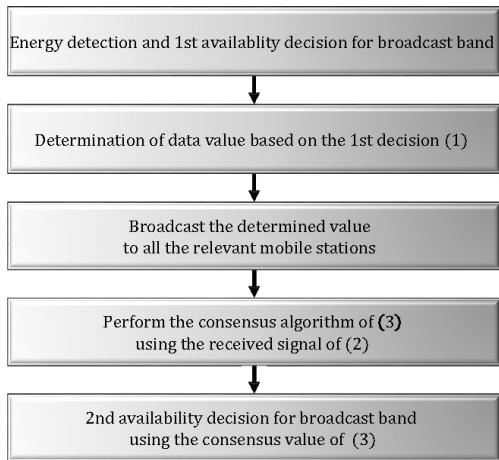


그림 3. 콘센서스 기반의 스펙트럼 검출 방식 [6]
 Fig. 3. The procedure of consensus-based spectrum sensing [6]

그림 2의 802.22 모듈에서 스펙트럼 검출부는 802.22 WRAN 성능에 매우 큰 영향을 미친다. 따라서 본 논문에서는 우수한 성능을 보여 준 콘센서스 기반의 스펙트럼 검출 기법^[6]을 이용한다. 그림 3은 그 콘센서스 기반의 스펙트럼 검출 방식을 기술한다. 그림 1에서 CBS 재난 메시지에 수신에 실패한 단말기들은 각자 그림 2의 스펙트럼 검출부를 구동시켜 수신된 방송대역 신호의 에너지를 계산한다(그림 3의 단계 1). 각자 계산된 에너지를 임계치와 비교하여 각 단말기는 각자 방송대역 사용 여부를 판단 한다 (1차 판단). 그 이후 각 단말기는 판단 결과에 의해 다음처럼 데이터의

값을 결정한다.

$$x_j(n) = \begin{cases} 1, & \text{방송대역 사용 가능} \\ -1, & \text{방송대역 사용 불가} \end{cases} \quad (1)$$

식 (1)에서 $j (= 1, 2, \dots, N)$ 는 CBS 메시지 수신에 실패한 j 번째 이동 단말기이다. 다음 식 (1)을 결정한 각 단말기는 그 데이터를 모든 단말기에게 전송한다. 이때 i 번째 단말기가 j 번째 단말기로부터 수신한 신호는 다음과 같다:

$$y_{ij}(n) = h_{ij}x_j(n) + \eta_j(n) \quad (2)$$

식 (2)에서 h_{ij} 는 j 번째 단말기와 i 번째 단말기 사이의 채널 파라미터이며 $\eta_j(n)$ 은 j 번째 단말기의 AWGN (Additive White Gaussian Noise) 이다. 또한 i 번째 단말기는 식 (3)을 이용하여 콘센서스 알고리즘을 수행한다:

$$y_i(n+1) = \frac{1}{d_i+1}x_i(n) + \frac{1}{d_i+1} \sum_{j \in N_i} \frac{h_{ij}^*}{\|h_{ij}\|^2} y_{ij}(n) \quad (3)$$

식 (3)에서 N_i 는 i 번째 단말기로 데이터를 보내는 단말기들의 집합을 의미하며 d_i 는 그 단말기들의 개수를 나타낸다. 식 (3)이 반복되면 모든 $y_i(n)$ 은 일정한 값으로 수렴한다. 따라서 모든 단말기는 그 콘센서스 값에 따라 방송대역 사용 여부의 2차 판단을 하게 된다.

III. 모의 실험

제안된 무선인지 기반의 재난경보 방송 메시지 재전송의 성능 평가를 위해 다음과 같은 실험 환경을 가정 한다.

그림 1에서 재전송을 위한 IEEE802.22 WRAN 프로토콜의 방송 주파수는 599MHz 이다(VHF/UHF TV 방송 주파수). IEEE802.22 WRAN의 무선 채널 환경으로 프로파일 채널 A^[9]를 가정한다. IEEE802.22 WRAN의 PER 성능 측정을 위해 각 패킷은 36 바이트(byte)로 구성 된다^[10]. 재전송되는 CBS 재난 메시지는 이 패킷에 포함된다. IEEE802.22

WRAN의 수신기를 위한 주파수용 등화기로 ZF(Zero Forcing) 등화기^[11]와 MMSE(Minimized Mean Squared Estimation) 등화기^[11]를 이용한다. 무선인지 스펙트럼 검출 기법으로 콘센서스 방식^[6]과 협력 기법^[7]을 이용한다. 무선인지 스펙트럼 검출을 위해 0.1의 FAR(False Alarm Rate)을 가정한다.

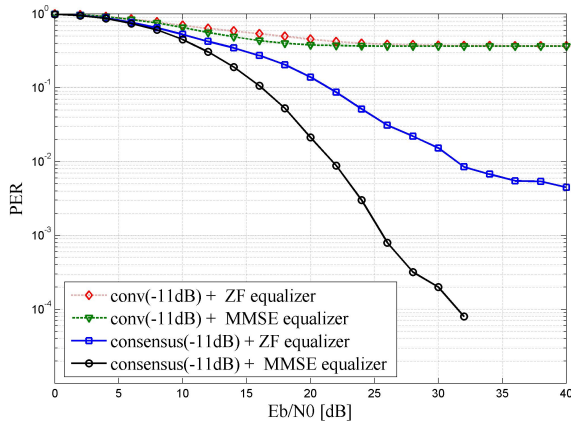


그림 4. IEEE802.22 WRAN 프로토콜을 이용한 재전송되는 CBS 재난메시지의 PER 성능 비교 (무선인지 스펙트럼 검출을 위한 단말기들 사이의 SNR = -11 dB)

Fig. 4. The comparison of PER performance for retransmitted CBS alert message using IEEE802.22 WRAN protocol (SNR of the mobile terminals for spectrum sensing = -11 dB)

그림 4은 IEEE802.22 WRAN 프로토콜을 이용하여 재전송되는 CBS 재난 메시지의 PER 성능을 보여준다. 이 그림에서는 콘센서스 기반의 스펙트럼 검출 기법과 협력 기반의 스펙트럼 검출 기법에 사용되는 단말기들 사이의 채널에 대한 SNR이 -11 dB 이다. 그림 4의 경우 협력 기반 검출 기법의 PER은 높은 오류 마루를 보인다. 그러나 콘센서스 기반의 스펙트럼 검출 기법을 사용할 경우 ZF 와 MMSE 등화기 모두에서 더 이상의 오류 마루가 존재하지 않는다. 이는 -11 dB의 SNR 환경에서 콘센서스 기반의 검출 기법이 0%의 MDR(Miss-Detection Rate)을 보이기 때문이다^[6]. 특히 MMSE 등화기를 이용할 경우 32 dB 보다 높은 Eb/N0의 환경에서 CBS 문자 메시지의 재전송 시 완벽한 재전송 성능 (0%의 PER)을 보인다.

IV. 결론

본 논문에서는 이동 단말기가 CBS 재난문자 수신 실패 시 무선인지 기법을 이용하여 CBS 재난문자를 재전송하는 방식을 제안한다. 그 무선인지 기법으로 LTE 기지국의 서비스 영역보다 더 큰 영역을 규정한 IEEE802.22 WRAN 표준을 이용한다. 또한 무선인지 기법에 필수적인 스펙트럼 검출 기법으로 기존 연구에서 탁월한 성능을 보인 콘센서스 기반의 검출 기법을 이용한다. 모의실험 결과는 콘센서스 기반의 검출 기법과 MMSE 등화기를 이용할 경우 매우 탁월한 CBS 문자 메시지 재전송 성능이 가능함을 보여준다. 따라서 무선인지 기법을 기반으로 하는 CBS 재난문자 재전송 방식은 이동통신 시스템에서 CBS 재난문자 서비스 기능의 신뢰성을 매우 높여준다.

참고 문헌 (References)

- [1] S. Chang and S. J. Choi, "CBS emergency alert broadcasting service based on cellular networks," Proc. of 2011 Broadcast Engineering Summer Conf., July 2011.
- [2] 3GPP: TS 22.268 V9.2.1: Technical Specification Group Services and System Aspects; Public Warning System (PWS) Requirements (Release 9), 2009.
- [3] 3GPP: TS 22.168 V8.1.0: Technical Specification Group Services and System Aspects; Earthquake and Tsunami Warning System (ETWS) requirements; Stage 1 (Release 8), 2008.
- [4] I. F. Akyildiz, W.-Y. Lee, M. C. Vuran, and S. Mohanty, "Next generation dynamic spectrum access cognitive radio wireless networks: a survey," Computer Networks, vol. 50, no. 13, pp. 2127 - 2159, Sep. 2006.
- [5] IEEE802.22: Cognitive Wireless RAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Policies and Procedures for Operation in the TV Bands, July 2011.
- [6] M. Song and S. Chang, "A cooperative spectrum sensing scheme based on consensus in cognitive radio systems," IEICE on Trans. Fund., vol. e96-a, no.11, pp. 2179-2181, Nov. 2013.
- [7] S. M. Mishra, A. Sahai, and R. W. Brodersen, "Cooperative sensing among cognitive radios," Proc. of IEEE ICC, June 2006.
- [8] 3GPP: TS 36.212 V8.3.0: Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding (Release 8), 2008.
- [9] IEEE802.22-05/0055r7, "WRAN Channel Modeling," Aug. 2005.
- [10] S. H. Hwang, J. S. Um, M. S. Song, C. J. Kim, H. R. Park and Y. H. Kim, "Design and verification of IEEE 802.22 WRAN physical layer," Proc. of CrownCom, 2008.
- [11] A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge, 2005.