

ATSC DTV에서 대역확산 기반의 계층변조를 활용한 재난경보방송을 위한 커버리지에 관한 연구

*류관웅 **박성익 ***김흥묵

한국전자통신연구원

*kwryu0730@etri.re.kr

A Study on Coverage for Emergency Alert of Hierarchical Modulated Data Transmission based on Spread-spectrum Communication in ATSC DTV system

*Ryu, Kwanwoong **Park, Sung IK ***Kim, Heung Mook

Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요약

본 논문에서는 ATSC 지상파 DTV시스템에서 계층변조를 사용하여 재난 방송용 부가 데이터를 전송하는 기법을 제안한다. ATSC 지상파 DTV시스템에서 계층변조를 사용하는 방식으로는 ADT(Augmented Data Transmission) 방식과 대역확산방식이 있다. ADT방식은 상대적으로 높은 데이터 전송율을 가지지만 신호가 도달할 수 있는 커버리지가 좁은 반면 대역확산방식은 낮은 데이터 전송율을 가지지만 신호가 도달할 수 있는 커버리지가 넓은 장점이 있다. 따라서, 재난 발생시 넓은 커버리지에 신속하게 긴급경보 방송을 송신하기 위해서는 대역확산기반의 계층변조 방식이 유리하다. 본 논문에서는 ATSC 지상파 DTV시스템에서 긴급경보 방송을 위해 대역확산기반의 계층변조 방식을 사용한 경우 전송용량 및 전계강도와 도달할 수 있는 전송 거리를 분석한다.

1. 서론

최근 ATSC (Advanced Television Systems Committee) 지상파 DTV 방송 시스템에서는 기존의 DTV시스템에 영향을 최소화하면서 부가적으로 데이터 전송율을 높일 수 있는 방식에 대한 연구가 진행 중에 있다. 이러한 방식으로는 송신단에서 강력한 채널 코딩기법을 사용하여 계층 변조하고 수신단에서 VSB신호 제거한 후에 계층 변조된 신호를 검파하는 ADT(Augmented Data Transmission) 방식과, 송신단에서 대역확산을 통해 신호를 전송하고 수신단에서 역확산을 통해 신호를 검파하는 대역확산방식이 있다. 대역확산방식의 하나인 TxID (transmitter identification)는 DTV 송신기와 중계기의 동작상태를 진단, 검파 및 구분하기 위해서 제안되었다[1]. 또한 TxID 신호는 송신기와 중계기 구분뿐만 아니라 저속데이터를 전송을 위한 방법에 대한 연구가 진행되고 있다 [2]. 또 다른 방식인 ADT방식은 송신단은 LDPC와 같은 강력한 채널코딩 기법을 적용하고 수신단은 VSB신호 제거를 통해 최대 수 Mbps까지 전송할 수 있는 부가데이터 방식으로 연구 중에 있다 [3].

본 논문에서는 재난 방송을 위해 ATSC 지상파 DTV시스템에서 TxID신호와 같은 계층변조 방식으로 대역확산기법 사용한 경우 전송용량 및 전계강도와 달성할 수 있는 전송 거리를 분석한다.

2. 재난 방송을 위한 대역확산방식의 계층변조를 가진 DTV시스템

그림 1은 DTV를 활용한 ATSC DTV시스템에서 긴급경보 방송 시스템의 개념도를 보여주고 있다. 긴급재난 발생시 송신국은 DTV시스템에 계층변조를 사용하여 재난 방송용 부가 데이터를 송신하고 수신기는 지붕위 안테나를 통해서 직접 재난 경보 방송을 수신하는 경우와 별도의 실내 무선 안테나를 설치하여 재난경보방송을 수신하는 경우(전용수신기)로 나누어 질수 있다. 전용수신기 설치시 꺼져있는 수신기 및 TV를 자동으로 켜서 재난방송을 자동으로 수신할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

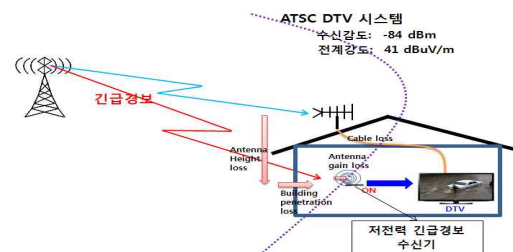


그림 1. ATSC DTV시스템에서 긴급경보 방송 시스템

그림 2은 대역확산 방식을 통해 데이터를 부가하여 전송하는 DTV 신호를 보여준다. 그림 1의 의사 잡음 신호는 DTV신호에 영향을 주지 않을 정도의 낮은 신호 레벨의 전력 값으로 삽입된다. 모의실험 및 랩 테스트를 통해 삽입레벨 -30dB이하의 계층 변조된 신호는 ATSC

DTV시스템에서 무시할 수 있는 정도로 거의 영향을 주지 않는다는 사실이 입증되었다 [4]. 따라서 본 논문에서는 삽입레벨이 -30dB이하에서 모의실험을 진행한다.

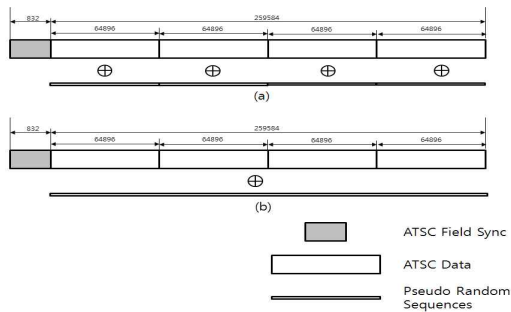


그림 2. 대역확산방식의 부가데이터를 가진 DTV신호

수신 감도(receiver sensitivity), $P_{r,min}$ 는 QoS를 만족하기 위한 최소 수신 신호 전력을 의미하며 다음식과 같이 표현될 수 있다.

$$P_{r,min} (dBm) = -114 + CNR_{req} (dB) + 10\log_{10}(W_{MHz}) + N_F \quad (1)$$

여기서 CNR_{req} 는 요구 SNR, W_{MHz} 은 신호 대역폭, N_F 는 잡음지수를 나타낸다. 또한, 최소 전계강도는 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_{min} (dBuV/m) = P_{r,min} (dBm) + 77.2 + 20\log f_{MHz} - G_{r,dBi} + L \quad (2)$$

여기서 $G_{r,dBi}$ 은 수신안테나 이득, f_{MHz} 은 중심 주파수, L 은 케이블 손실을 나타낸다. 식(1)과 식(2)로부터 $CNR_{req}=15.2$, $W_{MHz}=6MHz$, $N_F=7dB$, $f_{MHz}=615 MHz$, $N_F=7dB$, $G_{r,dBi}=12.15 dB$, $L=4 dB$ 라고 가정하면 DTV의 수신감도와 최소 전계강도는 각각 -84dBm, 41dBuV/m가 된다.

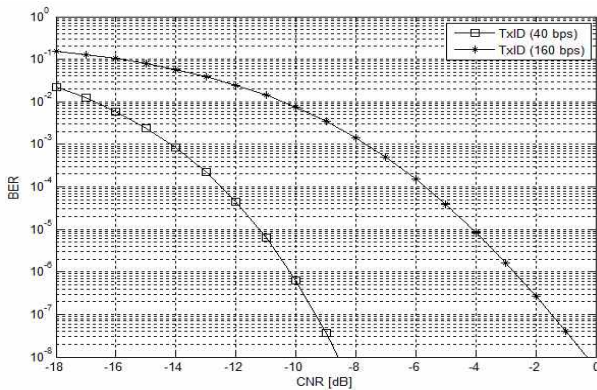


그림 3. TxID시스템의 BER 성능

그림 3은 그림 2와 같이 대역확산방식의 부가 데이터로 40 bps와 160 bps를 전송했을 때의 성능을 보여준다. 40 bps와 160 bps의 TxID 신호를 전송하기 위해서는 3×10^{-6} 에서 각각 -10.8 dB, -3.6 dB의 CNR이 필요하다. 실외 수신을 가정할 경우 표 1과 같이 구해진 요구 CNR로부터 식(1)을 통해서 수신감도를 계산할 수 있고 식(2)를 통해서 최소 전계강도를 계산할 수 있다. 커버리지 반경은 ITU-R P.1546 전파모델을 사용하고 시간을 50%를 가정하여 계산하였다[5]. 실내 수신을 가정할 경우 전계강도는 안테나 이득손실 약 22.15 dB, 건물투과 손실 11 dB, 안테나 높이 손실 16.5dB이 발생하고 케이블 손실 0 dB를 가정하면 전계강도는 약 45.65 dB 가량 커지게 된다. 따라서 DTV커버리지와 TxID 40 bps, 160 bps의 실내수신과 실내수신의 경우를 가정하여 비

교하면 표1과 그림4와 같이 나타낼 수 있다.

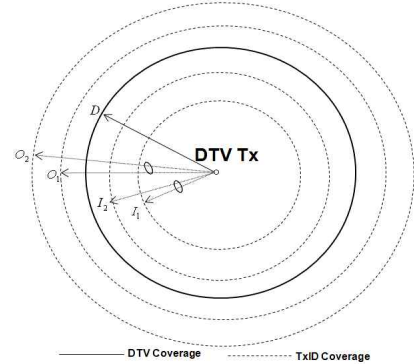


그림 4. DTV와 TxID시스템의 커버리지 비교(D: DTV, O₁:Outdoor TxID(160bps) O₂:Outdoor TxID(40bps) I₁: Indoor TxID(160 bps) I₂: Indoor TxID(40 bps)

표 1. TxID신호의 수신감도, 전계강도, 커버리지 반경 비교

	D	O ₁	O ₂	I ₁	I ₂
수신감도(dBm)	-84	-102.8	-110	-57.15	-64.35
전계강도(dBuV/m)	41	22	14.8	67.65	60.45
커버리지 반경(Km)	5.4	123	153.6	31	43

3. 결론

본 논문에서는 ATSC DTV시스템에서 계층변조를 이용한 디지털 제단 정보 시스템에 관해 연구하였다. TxID를 기존의 DTV안테나로 수신하는 실외 수신과 무선으로 직접 실내수신을 가정할 경우의 각각에 대한 수신감도, 전계강도, 커버리지를 계산하였다. 실내 직접 수신의 경우 안테나의 높이 손실, 건물 투과 손실, 안테나 이득 손실등의 영향으로 커버리지 반경이 감소함을 알 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 “DTV를 활용한 Wake-up 긴급정보 방송시스템 기술 개발” 과제의 일환으로 수행하였음.

참고 문헌

- [1] ATSC, "Recommended practice A/111: Design of synchronized multiple transmitter networks," Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., Sept.2004.
- [2] Xianbin Wang et al, "Robust Data Transmission Using the Transmitter Identification Sequences in ATSC DTV Signals," IEEE Trans. On Consumer Electronics, vol 51,no1,pp.41-47, Feb. 2005
- [3] S. I. Park, J.-Y. Lee, H. M. Kim, and W. Oh, "Transmitter identification signal analyzer for single frequency network," IEEE Trans. Broadcast., vol. 54, no. 3, pp.383-393, Sept. 2008.
- [4] S. I. Park, J. Kim, D. Choi, H.M. Kim, and W. Oh, "RF watermark backward compatibility tests for the ATSC terrestrial DTV receivers," IEEE Transactions on Broadcasting, vol. 57, no. 2, pp. 246-252, June 2011.
- [5] "Method for Point-to-Area predictions for Terrestrial Services in the Frequency Range 30 MHz to 3000MHz," ITU-R Recommendation P.1546, 2003-2005.