

지상파 DTV에서 다수 부가데이터 동시 전송

이유석, 서재현, 김흥목

한국전자통신연구원

yslee75@etri.re.kr

Multiple additional-data transmission in ATSC DTV Signals

Lee, You-Seok, Seo, Jae Hyun, Kim, Heung Mook

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문에서는 지상파 방송망 구성에 사용되는 TxID 기술을 이용하여 DTV 신호와 상관없이 추가적으로 다수의 데이터를 동시에 전송할 수 있는 방법을 제안한다. Wang 등에 의해 제안된 기존의 부가데이터 전송방법은 데이터 확산에 이용되는 수열에 bit 정보를 할당하여 낮은 C/N(carrier to noise ratio)에서도 추가적인 에리정정 기법의 적용 없이 데이터를 복원할 수 있는 장점이 있으나 전송률이 40 ~ 160 bps로 제한되는 단점이 있다. 이를 극복하기 위한 방안으로 본 논문에서는 다수의 부가데이터를 동시전송하여 전송률을 향상시키는 방법 및 원리를 소개한다.

1. 서론

지상파 DTV 방송망은 다수의 중계기로 구성되어 있다. 각각의 중계기는 동일 채널 혹은 다중채널을 통해 신호를 송신한다. 각 중계기가 동일한 주파수로 데이터를 송신하는 경우, 주파수 이용 효율은 높일 수 있으나 채널의 다중경로에 의한 간섭으로 인해 수신기의 성능이 열화되는 단점이 있다. 다중경로로 인한 신호왜곡을 최소화 하기 위해서는 각 중계기로부터 수신되는 신호를 구분할 필요가 있는데, 이를 위해 스프레드 스펙트럼(spread spectrum)을 이용해 각 중계기를 구분하는 방법이 제시되었다[1].

스프레드 스펙트럼을 이용한 중계기 판별 방법 즉, TxID (transmitter identification) 기술은 기존 DTV 보다 훨씬 넓은 지역을 커버 할 수 있는 장점이 있다. 이러한 TxID 기술을 이용하여 데이터를 전송하는 방법이 Xianbin Wang 등에 의해 제안되었다 [2]. 제안된 방법의 원리를 그림 1 에 나타내었다. 참고문헌 [2]에 따르면 확산(spreading)을 위한 수열에 bit 정보를 할당하면 주파수대역의 증가 없이 DTV 신호 전송과 동시에 데이터를 부가적으로 전송할 수 있다. 그러나 기존의 방식은 전송률이 최대 약 160 bps로 제한되기 때문에 보다 많은 서비스를 가능하게 하기 위해서는 전송률의 향상이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 다수의 부가데이터를 동시전송하여 전송률을 향상 할 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

2. 제안하는 방법

표준권고안 A/111[3]에 따르면 중계기 식별을 위한 수열로는 Kasami 수열이 사용되는데, Kasami 수열의 1 값과 0 값을 각각 +1 과 -1로 매핑하고 삽입레벨에 따라 일정 값을 곱하여 ATSC 심볼에 더해진다. 이때 Kasami 수열 생성기의 클럭은 ATSC 심볼 클럭인 10.76 MHz 에 동기화 된다. 16-order Kasami 수열의 경우 그 길이는 65,536 이므로 Field Sync 구간을 제외한 ATSC 전송프레임의 한 필

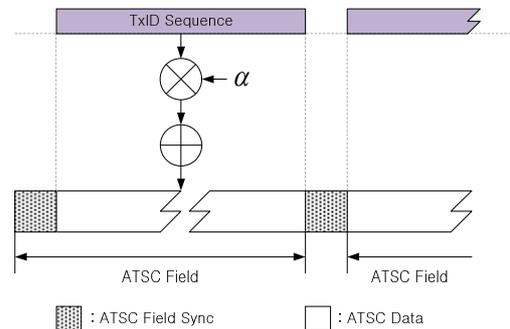


그림 1. TxID를 이용한 부가데이터 전송 원리

드에 4개의 Kasami 수열을 삽입할 수 있다. 삽입된 4개의 Kasami 수열에 1 bit 정보를 할당하면 약 40 bps의 부가데이터를 전송할 수 있으며 하나의 Kasami 수열에 1 bit 정보를 할당할 경우에는 약 160 bps의 데이터를 추가로 전송할 수 있다 [2]. 그러나 이 경우는 하나의 Kasami 수열을 이용하여 부가데이터를 전송하므로 그 전송량이 제한된다. 따라서 본 논문에서는 다수의 부가데이터를 동시에 전송할 수 있는 방법을 제안한다. 제안된 방법을 이용한 부가데이터 송수신구조는 그림 2와 같다.

각각의 부가데이터를 서로 다른 Kasami 수열을 이용하여 확산된 부가신호를 만든 후, 전송 환경에 따라 삽입레벨을 조정한다. 삽입레벨이 조정된 각각의 부가신호는 기존의 방송신호에 더해지며, VSB 변조를 거쳐 송신부에서 RF 신호로 변환되어 전송된다. 수신부에서는 각각의 부가신호 생성에 사용되었던 Kasami 수열을 이용하여 역확산(De-spreading)을 통해 부가신호를 복원하게 된다. 부가신호 생성 및 복원에 사용되는 Kasami 수열은 자기상관 특성이 좋으며 서로 다른 수열간의 직교성이 우수하기 때문에 여러 부가데이터를 간섭 없이 복원하는 것을 가능하게 한다. 1 bit 정보를 하나의 Kasami 수열에 할당한 두 개의 부가데이터를 -30 dB로 삽입하여 전송할 경우 전송량은 약 320 bps 가 된다. 그러나 두 개의 부가데이터를 -30 dB의 삽입레벨로

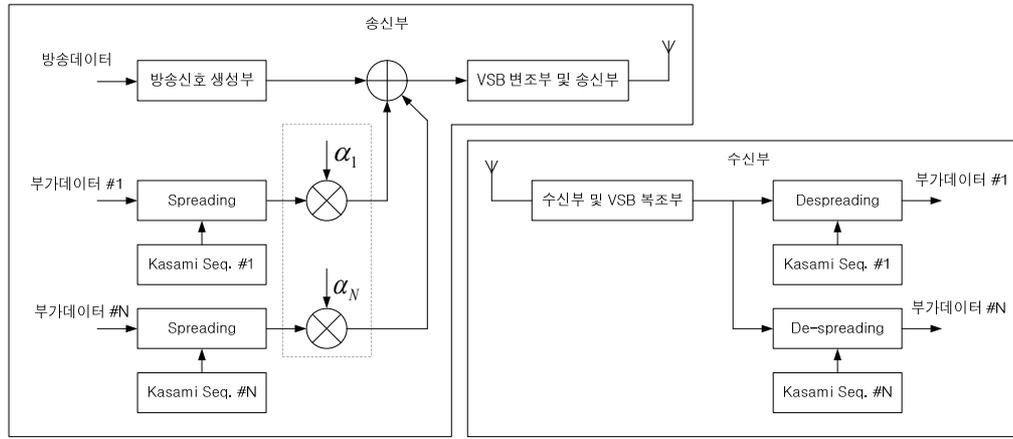


그림 2. 제안된 시스템의 송수신 구조

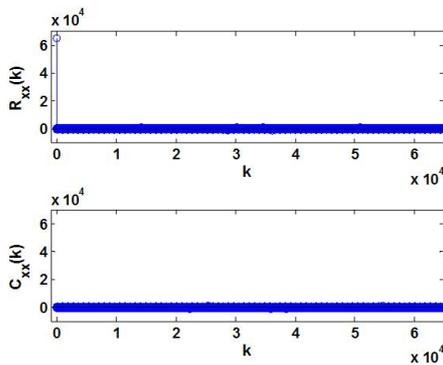


그림 3. Kasami 수열의 correlation 결과

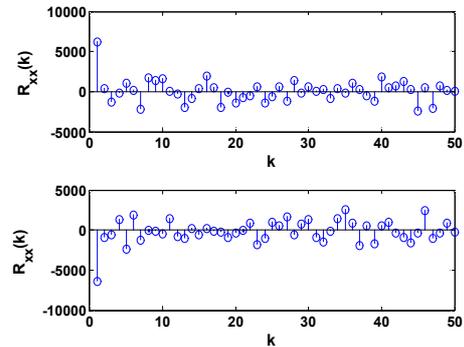


그림 4. 부가데이터 복원을 위한 역확산 결과

전송하게 되면 전체 부가데이터의 전력 ATSC 신호 대비 -27 dB가 되므로 기존 DTV 수신 성능에 대한 영향이 커지게 된다. 따라서 전체 부가데이터의 전력을 -30 dB로 맞추기 위해서는 삽입레벨을 각각 -33 dB로 맞추어야 한다.

네 개의 부가데이터를 전송하는 경우에는 최대 약 640 bps를 전송할 수 있으며 이때 각각의 부가데이터를 -36 dB로 삽입하면 전체 부가데이터 전력은 DTV 신호대비 -30 dB로 유지된다.

3. 실험결과 및 결론

본 논문에서 제안된 부가데이터 전송량 향상을 위한 방법을 검증하기 위하여 두 종류의 부가데이터를 전송하는 경우에 대하여 실험하였다. 확산에 이용되는 수열은 16-order Kasami 수열 생성기를 이용하여 생성하였으며 다중경로가 없는 AWGN (additive white Gaussian noise) 채널 환경을 적용하였다. 삽입레벨은 각각 -33 dB로 설정하여 전체 부가데이터의 전력이 -30 dB가 되도록 하였으며 이때 삽입레벨을 맞추기 위한 상수는 0.1026을 사용하였다.

부가데이터 복원을 위해 송신단에서 각각의 부가데이터 확산에 사용된 수열을 이용하여 역확산을 수행하게 되는데 각각의 수열은 서로 직교성을 가지며 자기상관 특성이 매우 좋기 때문에 각각의 부가신호 생성에 사용된 시퀀스와 동일한 시퀀스로 역확산을 수행할 경우에만 peak 가 나타나게 되어 동시전송한 부가데이터를 간섭 없이 복원할 수 있게 된다. 그림 3에서 실험에 사용한 Kasami 수열의 correlation 결과를 나타내었다. 그림 4는 각각의 부가신호를 복원하기 위해 역확산을 수행한 결과를 나타낸다. 전송된 부가데이터는 각각 1 과 -1 이다. 그림에서 보듯이 1을 전송한 경우에는 '+' 값의 peak 가, -1을 전송한

경우에는 '-' 값의 peak 가 검출되는 것을 알 수 있다.

다수의 부가데이터를 동시전송하여 얻을 수 있는 전송량 증가량을 고려해보면 최종 부가데이터의 전력을 -30 dB로 고정할 경우 2개의 부가데이터를 -33 dB로 삽입하면 약 320 bps의 부가데이터를 전송할 수 있다. 삽입레벨을 낮출수록 동시에 전송 가능한 부가데이터의 수가 지속적으로 증가한다. 16-order Kasami 수열의 경우 역확산으로 얻을 수 있는 이득이 약 48 dB 이므로 Kasami 수열 검출 및 VSB 변조를 고려하면, 최대 평균전력이 -45 dB인 32개의 부가데이터의 동시전송이 가능하며 이때 전송량은 약 5.12 kbps가 된다. 그러나 삽입 레벨이 낮아질수록 부가데이터 복원 후의 에러가 증가하므로 환경에 따라 동시전송하는 부가데이터 및 삽입 레벨을 조정해야 한다.

Acknowledgment

본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [KI002067, 지상파 DTV 전송효율 고도화 기술 개발]

참고문헌

- [1] ATSC, "Standard A/110: Synchronization Standard for Distributed Transmission," Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., July 2004.
- [2] Xianbin Wang, Yiyan Wu, Jean-Yves Chouinard, "Robust Data Transmission Using the Transmitter Identification Sequences in ATSC DTV Signals," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. 51, pp. 41-47, Feb. 2005.
- [3] ATSC, "Recommend Practice A/111: Design of Synchronized Multiple Transmitter Networks," Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., Sept. 2004.