

ATSC DTV 시스템을 위한 TxID 신호검출 성능향상 기법

*이유석 *서재현 *김홍묵

한국전자통신연구원

*yslee75@etri.re.kr

Improved TxID Signal Detection Method for ATSC DTV System

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

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

동일 주파수를 이용하여 방송신호를 송출하는 동일채널중계기의 신호 송출 타이밍과 파워를 조절함으로써 신호 중첩지역에 위치한 수신기의 성능 열화를 최소화 할 수 있다. 이를 위해 방송망을 구성하는 각각의 동일채널중계기에 고유의 TxID를 부여하여 DTV 신호에 낮은 파워로 삽입하여 송출한다. 본 논문에서는 동일채널중계기에 삽입된 TxID 신호의 검출 성능을 향상시키기 위한 방법을 제안하고 모의실험을 통해 제안된 방법의 효과를 검증한다.

1. 서론

방송망을 구성하는 중계기들이 같은 주파수를 이용하여 동일한 신호를 송출할 경우 서로 다른 중계기 출력신호가 중첩되는 지역에 위치하는 수신기들은 다중경로에 의한 간섭으로 수신능력이 열화된다. 각 중계기 신호의 송출 타이밍과 파워를 조절하여 수신기들의 성능 열화를 최소화 하기위해 각 중계기에서 송출되는 신호를 구분할 필요가 있는데, 이를 위해서 중계기 출력신호에 고유코드인 TxID (Transmitter Identification) 신호를 삽입하여 송출한다 [1], [2].

TxID 신호의 검출은 중계기에 삽입된 TxID 신호와 수신신호와 상관(correlation)을 통해 이루어진다. TxID 신호는 기존 DTV 신호의 수신능력 열화를 최소화 하기위해 DTV 신호의 평균 파워보다 매우 낮은 파워로 삽입되므로 TxID 신호 검출 시에 DTV 신호가 매우 큰 간섭 신호로 작용한다. 또한, 채널 잡음 역시 검출의 정확도를 약화시키는 원인이 된다. 이러한 간섭신호의 영향을 줄이기 위해서 여러 개의 TxID 신호검출 결과의 평균값을 이용하기도 한다. 본 논문에서는 TxID 신호검출 성능을 향상시키기 위하여 TxID 신호의 자기상관(auto-correlation)을 이용하는 방법을 제안한다.

2. TxID 검출

DTV 신호에 삽입된 TxID 신호는 수신신호와 수신단에 알려진 TxID 신호와의 상관을 이용하여 검출할 수 있다. TxID 신호는 기존 DTV 신호에 대한 영향을 최소화하기 위하여 DTV 신호보다 매우 낮은 파워로 삽입된다. 그럼에도 불구하고 TxID 신호의 확산이득(PG, processing gain)이 상당히 크기 때문에 수신단에서 검출이 가능해진다. TxID 신호는 4개의 16-order Kasami 신호로 이루어져있으며 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 프레임의 펄드 싱크를 제외한 312 세그먼트에 삽입된다. 하나의 TxID 신호의 길이는

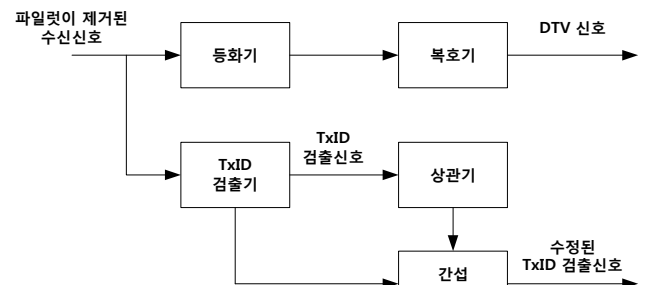


그림 1. 제안된 TxID 검출 기법의 구조

259,584 심볼이므로 수신단에서 얻을 수 있는 확산이득은 다음과 같다.

$$PG = 10 * \log_{10}(259,584) \approx 54.14 \text{ dB} \quad (1)$$

따라서, DTV 신호의 평균파워보다 30 dB 이상 낮은 파워로 TxID 신호를 삽입하더라도 수신단에서 20 dB 이상의 확산이득을 얻을 수 있다. 이러한 TxID 신호는 동일채널중계기에서 송출되는 신호의 구분에 사용될 뿐만 아니라 중계기와 수신지점 사이의 채널 추정에도 이용되며 채널추정 결과를 이용하여 중계기의 송출 타이밍 및 파워를 조절하여 방송망을 조정할 수 있는 수단을 제공한다.

2. TxID 신호검출 성능향상 기법

TxID 신호의 검출성능에 영향을 미치는 요소는 역확산 과정에서 나타나는 DTV 신호에 의한 간섭과 채널 잡음에 의한 간섭으로 나눌 수 있다 [3]. 검출된 TxID 신호에 포함된 간섭신호를 효과적으로 최소화하여 검출 성능을 향상시키기 위하여 본 논문에서는 검출된 TxID 신호의 자기상관을 이용한 간섭제거를 통해 성능을 향상시키는 기법을 제안한다. 제안된 TxID 신호검출 성능향상 기법의 구조는 그림 1과 같다.

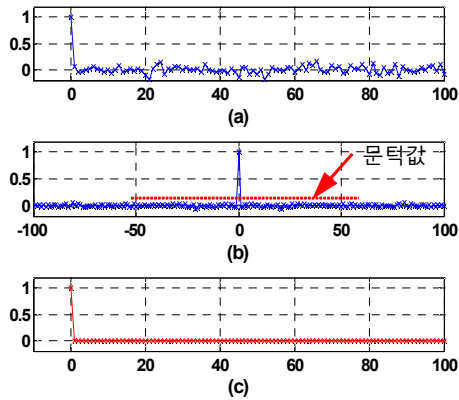


그림 2. 제안된 기법을 이용한 TxID 검출 결과(예시)

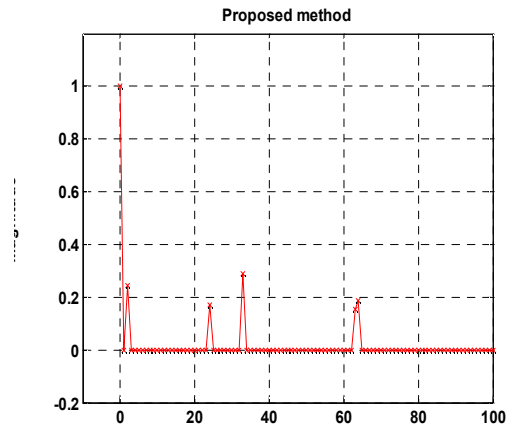


그림 4. 제안된 기법을 이용한 TxID 신호 검출결과

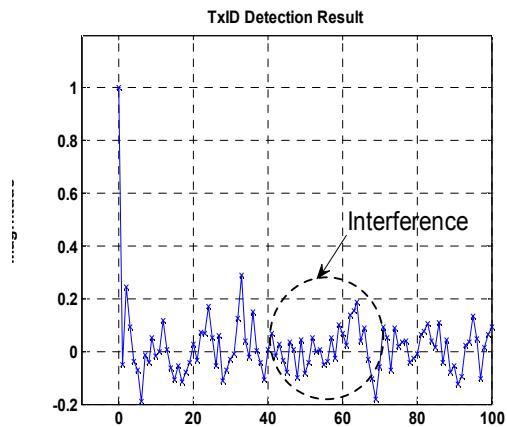


그림 3. 상관을 이용한 TxID 신호 검출 결과

제안된 기법은 크게 3단계의 과정으로 구분될 수 있다.

Step 1: TxID 신호 검출기에서 수신신호와 TxID 신호의 상관을 이용하여 TxID 신호를 검출한다.

Step 2: 검출된 TxID 신호의 자기상관을 계산하여 TxID 신호 검출결과에 적용할 문턱값(threshold)을 결정한다.

Step 3: 계산된 문턱값보다 낮은 값을 가지는 TxID 신호를 '0'로 치환한다.

제안된 기법을 적용하는 방법을 자세히 설명하기 위해 중계기와 수신기 사이의 채널이 AWGN (additive white Gaussian noise) 일 경우에 대해 각 과정의 결과를 그림 2에 제시하였다. 그림 2의 (a)는 상관을 이용한 TxID 신호 검출 결과이다. 검출된 TxID 신호는 채널 정보와 DTV 신호의 간섭 및 채널 잡음이 더해진 형태로 나타난다. 검출된 결과로부터 유효한 채널 계수를 결정하기 위한 TxID 신호의 자기상관 결과를 그림 2의 (b)에 나타내었다. DTV 신호와 채널 잡음은 TxID 신호에 의해 추정된 채널 응답과 상관관계가 매우 낮으므로 채널 응답이 존재하지 않는 부분은 잡음과 같은 형태로 나타나게 되며 이러한 잡음 신호를 근간으로 문턱값을 결정한다. 이후, 문턱값 보다 작은 값을 가지는 계수의 위치에 해당하는 TxID 신호의 값을 모두 0으로 치환하면 그림 2의 (c)와 같이 간섭신호에 의한 영향이 감소된 결과를 얻을 수 있다.

3. 실험결과 및 결론

제안된 TxID 신호 검출 기법의 성능을 분석하기 위하여 모의실험을 수행하였다. 제안된 기법이 TxID 신호를 이용한 채널 추정 성능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 중계기와 수신기 사이의 채널은 "Brazil Channel A"로 가정하였다. TxID 신호 생성을 위해 ATSC Recommend Practice A/111을 참조하여 16-order Kasami 신호를 생성하였으며 삽입레벨은 DTV 신호의 평균출력파워 대비 -30 dB가 되도록 설정하였다 [4]. 이때, 삽입레벨을 맞추기 위한 계수는 0.1449 이다.

그림 3은 상관을 이용한 TxID 신호의 검출 결과를 나타낸 것이다. 그림 3에 나타난 바와 같이, 주 경로는 TxID 신호의 확산이득으로 인해 비교적 정확하게 검출되지만 다중경로에 대한 정보는 DTV 신호의 간섭 및 채널 잡음의 영향으로 정확하게 추정하기 어렵다. 이러한 단점을 극복하기 위해 본 논문에서 제안된 기법을 적용하여 TxID 신호를 검출한 결과를 그림 4에 나타내었다. 그림 4에서 보듯이 DTV 신호 및 채널 잡음에 의한 간섭신호를 대부분 제거하였으며, 기존의 상관을 이용한 방법보다 향상된 TxID 신호 검출 결과 및 채널 추정 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

Acknowledgment

본 연구는 "DTV를 활용한 Wake-up 긴급경보 방송시스템 기술 개발" 과제의 일환으로 수행하였음.

참고문헌

- [1] ATSC, "Standard A/110: Synchronization Standard for Distributed Transmission," Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., July 2004.
- [2] Xianbin Wang, Yiyuan 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] Soon-Chan Kwon, Yong-Tae Lee, and Jong-Soo Seo, "A Novel Transmitter Identification Technique for use in Distributed 8VSB DTV System," *VTC2006 Spring*, May 2006.
- [4] ATSC, "Recommend Practice A/111: Design of Synchronized Multiple Transmitter Networks," Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., Sept. 2004.