

ATSC 3.0 부트스트랩 신호 탐지를 통한 프레임 동기화 기법

옥규순, 강인웅, 김호재, 김영민*, 서재현*, 김흥목*, 김형남
 부산대학교, *한국전자통신연구원

hnkim@pusan.ac.kr

Frame Synchronization Method by Detecting Bootstrap Signal for ATSC 3.0

Kyu-Soon Ok, In-Woong Kang, Ho Jae Kim, Youngmin Kim*, Jae Hyun Seo*,
 Heung Mook Kim*, and Hyoung-Nam Kim

Dept. of Electronics Engineering, Pusan National University

*Broadcasting System Research Department, Electronics and Telecommunications
 Research Institute

요 약

본 논문에서는 ATSC 3.0 부트스트랩의 구조 및 생성 과정에 대해 밝히고 이중 상관기를 통해 부트스트랩 신호를 탐지함으로써 프레임 동기화를 수행한다. 모의실험을 통해 낮은 CNR에서도 추정 가능성이 있음을 확인한다.

I. 서론

최근 급변하는 방송 환경에 따라 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위해 ATSC (Advanced Television Systems Committee)에서는 2013 년 차세대 국제 방송 표준인 ATSC 3.0 을 위한 제안을 받기 시작하였고, 2015 년 말까지 표준화를 완료할 예정이다 [1]. 2015 년 5 월에는 프레임의 가장 앞에 위치하여 동기화 및 시그널링 정보를 담고 있는 신호에 관한 기술인 ‘복미 차세대 지상파 방송 물리계층 부트스트랩 규격’ 이 처음으로 ATSC 3.0 후보 표준으로 승인을 받았다 [2]. 부트스트랩 신호는 열악한 환경에서도 서비스의 연속성 유지를 위해 필요하기 때문에 정확한 심볼 탐지 및 동기화 기술이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 부트스트랩의 특수한 구조를 이용하여 프레임의 시작점을 찾는 동기화 방법에 대해 제안하고 모의실험을 통해 성능을 확인한다.

II. 부트스트랩의 구조 및 생성 과정

부트스트랩은 프레임의 가장 앞부분에 위치하며 여러 개의 심볼로 이루어져 있다. 그 중 첫 번째 심볼은 동기화에 사용되고 나머지 심볼들은 샘플링 주파수, FFT 크기, 보호 구간 크기, 파일럿 패턴 등의 시그널링 정보를 담고 있다. 부트스트랩은 채널의 대역폭에 상관없이 4.5 MHz 의 대역폭을 사용하며 샘플링 주파수는 6.144 Msamples/sec 이다. 부반송파의 간격은 3 kHz 이며 하나의 심볼은 500 us 의 길이를 가진다.

부트스트랩 심볼의 생성 과정은 다음과 같다. 먼저 부트스트랩 심볼의 주파수 영역에서의 값은 ZC (Zadoff-Chu) 시퀀스와 PN (pseudo-noise) 시퀀스의 곱에 의해 생성되며 ZC 시퀀스의 root 와 PN 시퀀스의 seed 는 ATSC 3.0 의 주 버전과 부 버전에 의해 결정된다.

생성된 시퀀스는 IFFT 의 입력단에서 각 부반송파에 매핑되는데 이때 PN 시퀀스는 각각의 부반송파에 위상 회전을 발생시켜서 CAZAC (Constant Amplitude Zero Auto-Correlation)의 성질을 유지하게 된다. 각각의 부반송파에 매핑된 시퀀스는 2048 IFFT 를 통해 OFDM 변조를 수행하게 된다. 그림 1,2 는 시간 영역에서 부트스트랩 심볼의 구조를 나타낸 그림인데, 여기서 IFFT 의 출력으로 나온 부분이 A 부분이고 B 부분은 A 의 뒷부분 중 504 개의 샘플을 주파수를 이동하여 복사한 형태, C 부분은 A 의 뒷부분 중 520 개의 샘플을 복사한 형태이다. 동기화에 사용되는 부트스트랩의 첫 번째 심볼은 C-A-B 구조이며, 나머지 심볼들은 B-C-A 구조를 가지고 있다.

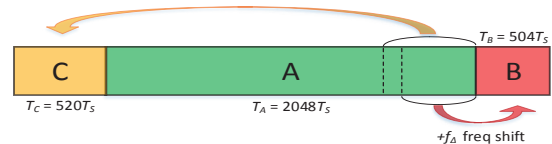


그림 1. 시간 영역에서 부트스트랩 심볼의 C-A-B 구조

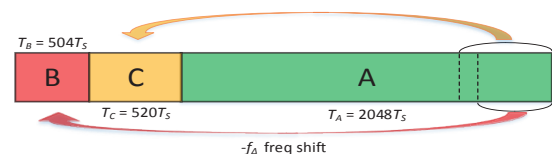


그림 2. 시간 영역에서 부트스트랩 심볼의 B-C-A 구조

III. 부트스트랩을 이용한 동기화 방법

부트스트랩 심볼은 유럽의 지상파 방송 표준인 DVB-T2 (Digital Video Broadcasting - 2nd Generation Terrestrial)의 P1 심볼과 유사한 시간 영역의 구조를 하고 있으므로 타이밍 및 반송파 주파수 오프셋을 추정하기 위해 심볼의 원래 부분과 보호 구간의 유사성을 이용한 GIC (Guard Interval Correlator) 방법을 사용할 수 있다 [3]. 그림 3은 부트스트랩 심볼 탐지를 위한 이중 상관기의 블록도이며, 그림 4는 그 과정을 나타낸 그림이다. 각 상관기는 지연 소자, 곱셈기, 그리고 이동 평균 필터로 이루어져 있으며, 상단의 상관기는 C 부분의 탐지를, 하단의 상관기는 B 부분의 탐지를 수행한다. 필터의 길이를 지연 시간과 동일하게 함으로써 삼각형 모양의 출력 값을 얻을 수 있고, 이 출력 값의 최대 지점을 통해 부트스트랩 심볼의 위치를 탐지하고 이 때의 위상 값으로 반송파 주파수 오프셋을 추정할 수 있다. 마지막에 상단의 상관기에서 T_a 만큼의 지연을 시킴으로써 두 상관기의 출력을 나란히 맞출 수 있고 이를 통해 보다 향상된 추정 성능을 얻을 수 있다.

그림 5는 일반적인 OFDM 심볼들 사이에 부트스트랩 심볼을 추가하여 이중 상관기를 통해 부트스트랩의 위치를 탐지하는 모의실험의 결과이다. 4K OFDM 심볼 8개의 중간에 부트스트랩 심볼을 삽입하였고, AWGN 채널에서 CNR (Carrier-to-Noise Ratio)이 -5 dB일 때 실험을 하였다. 각각의 상관기의 출력을 곱함으로써 잡음 성분이 줄어들어 더욱 정확한 추정이 가능함을 확인하였다.

III. 결론

본 논문에서는 차세대 복귀 방송 표준인 ATSC 3.0의 물리계층 기술인 부트스트랩의 구조 및 생성 과정에 대해 밝히고 부트스트랩의 특수한 구조를 이용한 이중 상관기를 설계함으로써 신호를 탐지하고 프레임 동기화가 가능함을 확인하였다. 모의실험을 통해서 낮은 CNR에서도 탐지가 가능함을 확인하였고 이를 통해 다양한 방송 서비스의 연속성을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음. [14-000-02-002, 융합형 실감방송 서비스 및 전송 기술 개발]

참고 문헌

- [1] ATSC Technology Group 3.0, "Call for proposals for ATSC 3.0 physical layer a terrestrial broadcast standard," Mar. 2013.
- [2] ATSC Technology Group 3.0, "ATSC Candidate Standard: System Discovery and Signaling," Doc. A/321 Part 1:2015, May. 2015.
- [3] Digital Video Broadcasting (DVB), "Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial

television broadcasting system (DVB-T2)," European Telecommunications Standards Institute (ETSI) TS 102 831 V1.2.1, Aug. 2012.

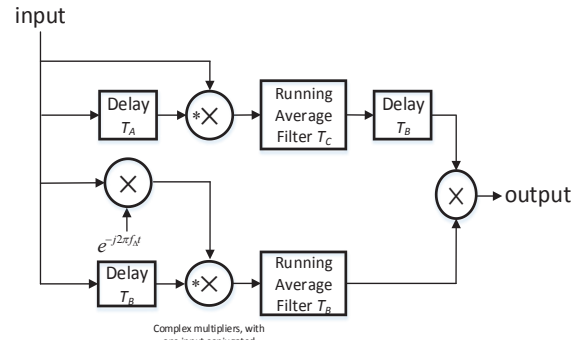


그림 3. 부트스트랩 탐지를 위한 이중 상관기의 블록도

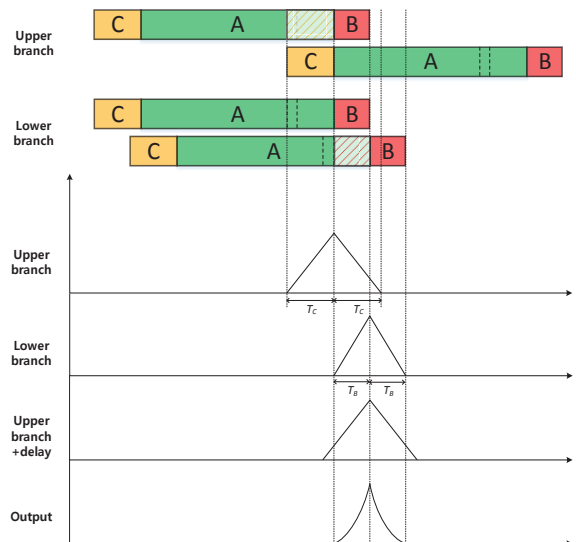


그림 4. 부트스트랩 심볼의 탐지 과정

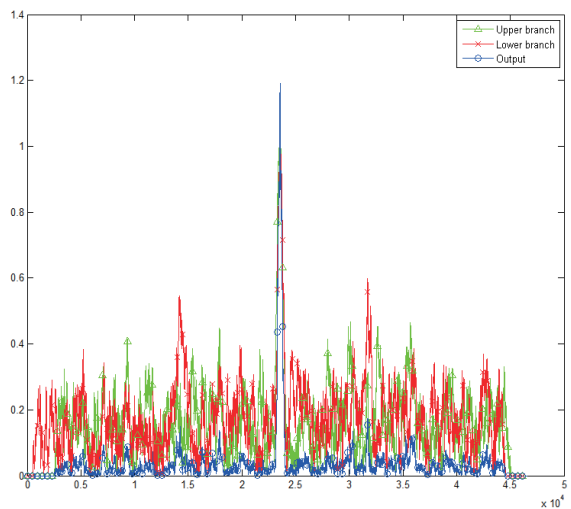


그림 5. 모의실험 결과