

지상파 UHD 방송 부트스트랩 검출 실험실 테스트 결과 및 성능 분석

송진혁, 백명선, 배병준
한국전자통신연구원

song020@etri.re.kr

Laboratory Test Results and Performance Analysis of Bootstrap Detection for Terrestrial UHD Broadcasting Service

JinHyuk Song, MyungSun Baek and Byungjun Bae

Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

지상파 UHD 방송 표준으로 채택된 미국식 표준(ATSC 3.0)에서는 긴급한 재난 또는 재해 상황 시 신속한 정보 전달을 위하여 자동인지 신호(wake-up)를 전송한다. 하지만 자동인지 신호는 수신기의 대기 상태에서 동작되기 때문에 활용에 대하여 매우 신중하게 접근해야 하며, 현재까지 개발된 ATSC 3.0 수신기는 자동인지 신호를 활용하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 지상파 UHD 재난방송에서 자동인지 신호의 활용 가능성을 검토하기 위하여 현재까지 개발된 수신기의 부트스트랩을 검출하는 실험실 테스트를 수행하고 성능을 분석한다.

I. 서 론

지상파 UHD 방송 표준으로 채택된 미국식 표준(ATSC 3.0) [1, 2]에서는 긴급한 재난 또는 재해 상황 시 신속한 정보 전달을 위하여 자동인지 신호(wake-up)를 전송한다. 자동인지 신호는 대기 상태에서 수신기를 깨우기 위한 용도로 활용할 수 있으며, 부트스트랩(bootstrap)에 포함되어 있다. 하지만 자동인지 신호는 수신기의 대기 상태에서 동작되기 때문에 활용에 대하여 매우 신중하게 접근해야 하며, 현재까지 개발된 ATSC 3.0 수신기는 자동인지 신호를 활용하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 지상파 UHD 재난방송에서 자동인지 신호의 활용 가능성을 검토하기 위하여 현재까지 개발된 수신기의 부트스트랩을 검출하는 실험실 테스트를 수행하고 성능을 분석한다.



그림 2. 송신시스템(좌) 및 수신시스템(우) 장비 구성 환경

#0 는 재난 관련 신호로, PLP #1 는 UHD 방송으로 사용하였다. 게이트웨이에서 실험을 위한 프로파일 값은 현재 KBS 에서 본방송하고 있는 값과 동일 하게 설정하여 실험을 수행하고, 시그널링 서버를 이용하여 부트스트랩에서 사용되는 wake-up 2 bit 를 변경 후 테스트 진행하였다. 수신 시스템은 4 개의 상용 reference 수신기를 사용하였다. 아래 그림 2 에서 실제 실험실 장비 구성 환경을 보여준다.

II. 실험실 테스트 환경

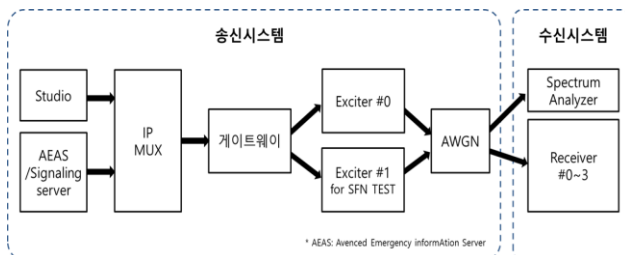


그림 1. 실험실 테스트 구성도

테스트는 KBS UHD 주조실내 실험실에서 수행하였고, 송수신 시스템은 그림 1 과 같이 구성된다. 먼저 송신시스템에서 IP MUX 에서 본방송에 사용되는 KBS 2TV 영상/오디오 신호 및 시그널링 서버 출력 신호를 입력받고 게이트웨이에서 PLP 2 개로 설정하여 PLP

III. 실험 절차

1. 송신시스템을 구성(주파수: 768 MHz)하고 출력에 step attenuator 를 이용하여 수신파위의 값을 -40 dBm 으로 설정
2. 송신출력 대비 노이즈 삽입
3. 노이즈 파워를 0.1 dB 간격으로 증가시키면서 데이터 파트(PLP #1, PLP #0), 시그널링, 부트스트랩 파트가 수신되지 않는 시점의 SNR 을 각각 측정

* 프로페셔널 수신기 0 과 1 은 모두 측정 가능

* 수신기 2 는 프리앰블, 데이터 부분 가능

* 수신기 3는 데이터중 PLP #1만 가능

* 부트스트랩 수신 측정 SNR에서는 송신시스템의 wake-up 2bit를 변경한 후에 적용되는 지 2차 확인

4. 수신 파워의 값을 -50에서 -70 dBm까지 감쇠시키면서 2~4까지의 과정을 반복 수행

IV. 실험테스트 결과

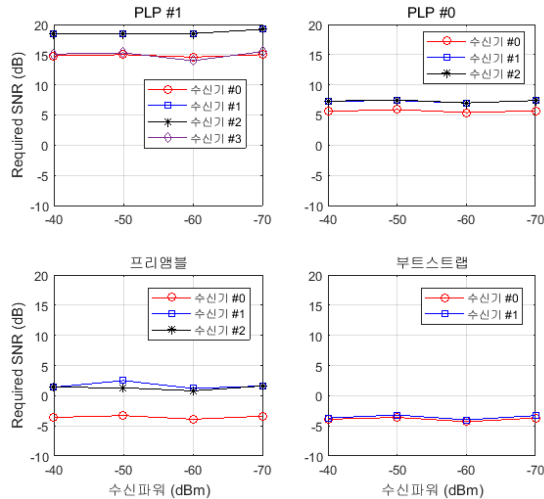


그림 3. 수신전계에 따른 성능 (CF: 768 MHz)

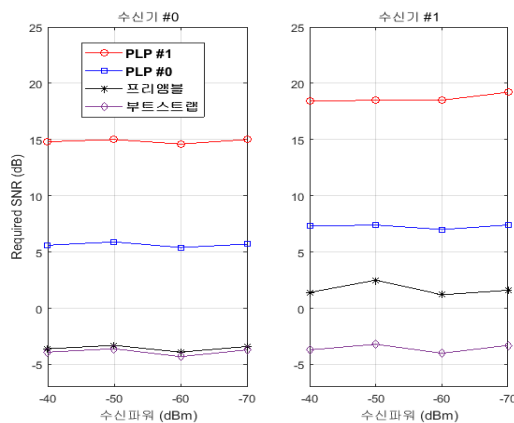


그림 4. 수신전계에 따른 성능
(CF: 768 MHz, 수신기 #0, 1)

그림 3을 살펴보면 데이터 파트(PLP #1, PLP #0), 시그널링, 부트스트랩 모두 수신 전계에 따른 성능 변화가 없는 것으로 확인된다. 그리고 UHD 방송(PLP #1)은 수신기 #0과 4가 거의 동일한 성능으로 수신기 #1, 2보다 향상된 성능 나타내고, 수신기 #0이 전체적으로 향상된 요구 SNR을 가진다.

그림 4와 5에 따르면 부트스트랩의 요구 SNR은 수신기 #0, 1이 거의 동일하고 수신기 #0, 1에서 모두 PLP #1, PLP #0, 프리앰블, 부트스트랩의 순서로 요구 SNR이 높은 것을 확인할 수 있다. 이어서 수신기 #0의 부트스트랩은 프리앰블보다 평균 0.3 dB의 이득을 가진다. 이론적으로 부트스트랩의 복호 요구 SNR은 -10~15 dB이지만 실제 수신기에서는 -4 dB 정도에서 수신된다. 이는 RF 소자 성능 또는 수신

시스템 요구 SNR HW 설계에 따라 성능 열화가 발생한 것으로 예상된다.

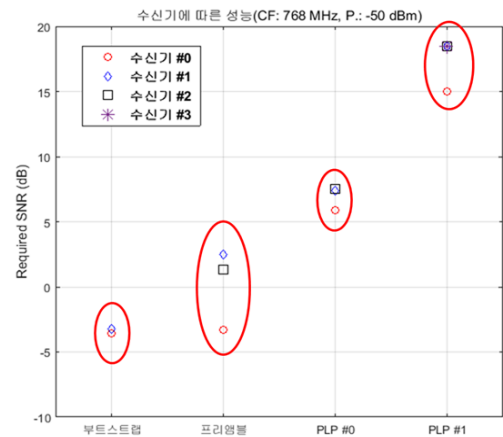


그림 5. 수신기에 따른 성능
(CF: 768 MHz, 수신파워: -50 dBm)

V. 결론

본 논문에서는 다양한 수신기(프로페셔널 수신기, 상용 수신기 및 TV)를 활용하여 UHD 방송(PLP #1), 재난 신호(PLP #0), 프리앰블 및 부트스트랩의 요구 SNR을 측정하였다. 현재 프로페셔널 수신기만 프리앰블 신호를 수신하지 못하였을 때, 부트스트랩의 수신 유무를 확인할 수 있었다. 실험실 테스트를 통하여 부트스트랩의 이론적 수신 성능보다 훨씬 높은 SNR에서 수신되는 것을 확인하였고, 이는 RF 소자 성능 또는 수신 시스템 요구 SNR HW 설계에 따라 성능 열화가 발생한 것으로 예상된다. 따라서 현재 상용화된 수신기로는 지상파 UHD 재난방송에서 자동인지 신호의 활용 가능성이 어려울 것으로 예상되고 특수 목적으로 부트스트랩을 위한 수신기 개발이 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (2018-0-01364, 재난피해 저감을 위한 지상파 UHD 기반 재난방송 서비스)

참고 문헌

- [1] ATSC: "ATSC Standard: System Discovery and Signaling," Doc. A/321:2016, Advanced Television Systems Committee, Washington, D.C., 23 March 2016.
- [2] 이원석, 백명선, 배병준, 송형규, "ATSC 3.0 시스템의 동기화 성능 향상을 위한 부트스트랩 신호의 상관 연산 기법", 한국통신학회 2018년도 추계종합학술발표회, pp. 542-543, 2018. 11.