

UHD/HD 통합 공시청 신호처리기 구현 및 실험실 테스트 결과

서재현, 권해찬, 정희윤, 박성익
한국전자통신연구원

jhseo@etri.re.kr

Implementation and Lab Test Result for UHD/HD Integrated Signal Processor for Master Antenna TV

Seo Jae Hyun, Kwon Hae Chan, Jung Hoi Yoon, Park Sung Ik
ETRI

요 약

지상파 TV 방송은 ATSC 1.0 기반의 HD 방송과 ATSC 3.0 기반의 UHD 방송으로 동시에 송출되고 있다. 시청자는 지상파 방송용 안테나를 이용하여 직접 수신하거나 공동주택에 설치된 공시청 신호처리기를 이용하여 HD 또는 UHD 방송을 시청할 수 있다. HD 방송이 종료되고 UHD 방송으로 전환된 후에는 HD 수상기로 지상파 방송을 시청할 수 없게 된다. 그러나, UHD/HD 통합 공시청 신호처리기가 설치된 공동주택에서는 HD 및 UHD 방송을 선택적으로 시청할 수 있게 된다. 본 논문에서는 UHD/HD 통합 공시청 신호처리기 구현 현황과 성능을 실험실에서 테스트한 결과를 분석하고자 한다.

I. 서 론

현재 국내 지상파 방송은 HD 와 UHD 화질로 동일한 프로그램을 송출하는 동시방송 중이다. UHD 방송망이 전국으로 확대된 후에는 HD 방송을 종료하고 UHD 방송으로 전환될 계획이다. 이후 시청자가 보유한 TV 중 UHD 방송을 수신하기 위한 ATSC 3.0 수신칩을 내장하지 않은 수상기는 지상파 방송을 직접 수신할 수 없게 된다. 국내 대부분의 직접 수신 환경은 공동주택 형태를 가지고 있으며 HD 방송이 종료된 후에는 HD 공시청 신호처리기를 사용할 수 없게 된다. UHD 공시청 신호처리기를 통해 UHD 방송을 시청할 수 있지만 기존 수상기로는 공동주택 또는 직접수신으로 지상파 방송을 시청할 수 없다. 그러나, UHD/HD 통합 공시청 신호처리기를 활용하면 UHD 방송 신호만 수신하여 공동주택 내에서 유선망을 통해 UHD 및 HD 방송 신호를 모두 제공해 줄 수 있다.

본 논문에서는 UHD/HD 통합 공시청 신호처리기 구현 현황과 실험실 테스트를 통해 다양한 항목에 대한 목표 성능을 만족하는지 분석하고자 한다.

II. 본 론

UHD/HD 통합 공시청 신호처리기는 HD 방송이 종료된 후에도 UHD 방송 신호만 수신하여 시청권 보호를 위해 공동주택 내에서 HD 방송을 시청 가능하게 한다. ATSC 3.0 표준[1]을 기반으로 하는 UHD 신호를 수신하여 UHD 및 HD 신호를 재전송할 수 있다. 그림 1 에서는 UHD/HD 통합 공시청 신호처리기의 개념도 나타낸다. 통합된 공시청 신호처리기는 UHD 신호를 재변조하는 UHD 신호처리부와 복조된 UHD 신호를 HD 신호로 재변조하는 UHD-to-HD 신호처리부로 구성된다. UHD-to-HD 신호처리부는 UHD 신호로부터 비디오는 HEVC 복호화, 오디오는 MPEG-H 복호화를 거친다.

복호된 비디오는 MPEG-2 부호화, 오디오는 AC-3 부호화를 거쳐 ATSC 1.0 표준[2]을 기반으로 하는 HD 신호로 재변조하여 유선망에 적합한 RF 채널을 통해 재송신한다. 이를 통해 공동주택에서 통합된 공시청 신호처리기를 통해 각 세대 내에서 UHD 방송 또는 HD 방송을 선택적으로 시청이 가능해진다.

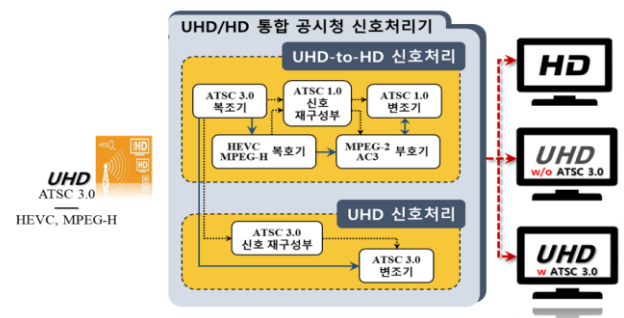


그림 1. UHD/HD 통합 공시청 신호처리기 개념

구현된 UHD/HD 통합 공시청 신호처리기의 내부 및 외부 모습을 그림 2 에서 보여준다. 내부에는 ATSC 3.0 복조부 및 변조부, ATSC 1.0 변조부, ATSC 1.0 미디어 신호처리 모듈, 전원부 등으로 구성되어 있다. 전면부에는 상태 표시창, 장비 제어를 위한 버튼, 상태 표시등이 있고, 후면부에는 3 가지의 안테나 입출력 단자가 있으며 모니터링을 위한 단자들을 포함한다. 안테나 입력부에는 ATSC 3.0 단자가 2 개이며, 출력부에는 ATSC 3.0 및 ATSC 1.0 단자가 각각 2 개로 구성되어 있다.

UHD/HD 통합 공시청 신호처리기의 성능 테스트를 위해 실외에 UHF 수신 안테나를 설치하여 on-air UHD 방송 신호를 수신한다. ATSC 3.0 신호가 입력된 후 신호처리기 내부에서 재변조 과정을 거쳐 ATSC 3.0

신호 및 ATSC 1.0 신호가 출력된다. 신호처리기의 출력 신호 중 ATSC 3.0 신호는 UHD TV에 입력하고, ATSC 1.0 신호는 HD TV에 입력한다. 이러한 UHD/HD 통합 공시청 실험실 테스트 환경을 그림 3에서 보여준다.

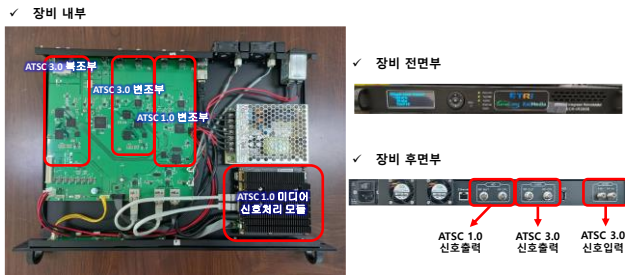


그림 2. UHD/HD 통합 공시청 신호처리기 내/외부



그림 3. UHD/HD 통합 공시청 실험실 테스트 환경

DTV 출력신호에 대해서는 주파수 응답과 위상잡음을 측정한다. 주파수응답은 스펙트럼 분석기를 통해 유효대역폭인 5.38 MHz 내에서 스펙트럼의 크기 오차 범위를 측정한다. 위상잡음은 동기(pilot) 주파수로부터 20 kHz 이격지점에서 측정된 위상잡음의 크기를 측정한다. UHD 출력신호에 대해서는 신호대잡음비(SNR)와 첨두전력대평균전력비(PAPR)를 측정한다. SNR은 ATSC 3.0 신호 분석기를 통해 연속으로 인접한 18 dB 이상의 입력 신호에서 수신 등화를 행하지 않은 경우에 측정한다. PAPR은 스펙트럼 분석기를 통해 시간율 99.9% 기준에서 평균전력에 대한 첨두전력의 비율을 측정한다[3]. 그림 4에서는 UHD 출력신호의 SNR 측정을 위한 ATSC 3.0 신호 분석기의 측정 화면을 보여준다. ATSC 3.0 신호분석기는 SNR 외에 MER, FER, 신호 성상, 주파수응답, 임펄스응답 등 다양한 항목에 대한 RF 신호의 품질을 측정할 수 있다.

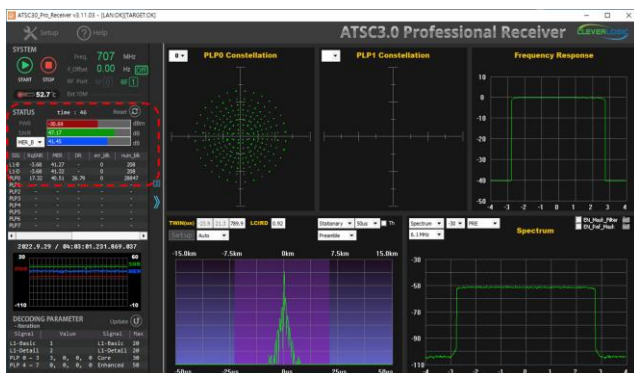


그림 4. UHD 출력신호의 테스트를 위한 ATSC 3.0 신호 분석기 측정 화면

DTV와 UHD 신호간 간섭 영향은 UHD 채널파워를 기준으로 하위인접채널(-6 MHz) 또는 상위인접채널

(+6 MHz)의 DTV 채널파워를 증가시키면서 수신 가능한 DTV의 상대적 전력차이(혼신보호비)를 측정한다. 비디오 트랜스코딩에 의한 지연시간은 UHD 영상의 Intra 프레임을 트랜스코딩하는데 소요되는 시간을 측정한다. 트랜스코딩된 DTV 비디오 화질의 경우 트랜스코딩된 영상과 기준 영상과의 PSNR 값을 측정한다. 마지막으로 오디오와 비디오 동기화 시간은 트랜스코딩 시 발생된 비디오와 오디오 신호 사이의 상대적인 지연시간을 측정한다. 표 1에서는 UHD/HD 통합 공시청 신호처리기의 테스트 항목별 목표 성능 및 실험실 테스트 결과값을 보여준다.

표 1. 공시청 신호처리기의 목표 성능 및 테스트 결과

항 목		목표 성능	테스트 결과
DTV 출력신호	주파수응답	± 0.5 dB 이내	± 0.3 dB
	위상잡음	-98 dB c/Hz 이하	-105 dB c/Hz
UHD 출력신호	신호대잡음비	27 dB 이상	46 dB
	첨두전력대 평균전력비	13 dB 이하	8.4 dB
DTV와 UHD 신호간 간섭		-25 dB 이하	-25 dB
비디오 트랜스코딩에 의한 지연시간		1 sec 이하	0.58~0.82 sec
트랜스코딩된 DTV 비디오 화질		32 dB 이상	37.76 dB
A/V 동기화 시간		-20~+40 ms 이내	-5.6~+5.6 ms

실험실 테스트 결과값으로부터 구현된 UHD/HD 통합 공시청 신호처리기는 각 항목에 대한 목표 성능을 모두 만족함을 알 수 있다. 특히 UHD 신호를 HD 신호로 변환하면서 DTV 비디오 화질이 기존의 HD 방송 대비 열화될 수 있으며 통합 신호처리기의 상용화에 앞서 DTV 비디오의 화질을 높이기 위한 연구가 필요하다.

III. 결 론

본 논문에서는 UHD/HD 통합 공시청 신호처리기의 구현 현황 및 실험실 테스트 결과를 분석하였다. 향후 본격적인 상용화 이전에 장기간 동작 상태의 모니터링을 위한 실환경 필드 테스트를 수행할 예정이다. 또한, HD 방송이 종료된 이후 공동주택에 설치되어 시청자는 보유한 TV 수상기에 따라 HD 또는 UHD 지상파 방송을 계속 시청할 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2021-0-00738, 고품질 방송 수신 인프라 기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] ATSC Standard - *Physical Layer Protocol*, ATSC (Advanced Television Systems Committee) Std. A/322, Jan. 2021.
- [2] ATSC Standard - *ATSC Digital Television Standard*, A/53 Parts 1-6, 2007.
- [3] 과학정보통신부 고시 제 2018-1 호, “방송 공동수신설비의 설치기준에 관한 고시”, 개정 2018.01.19.