

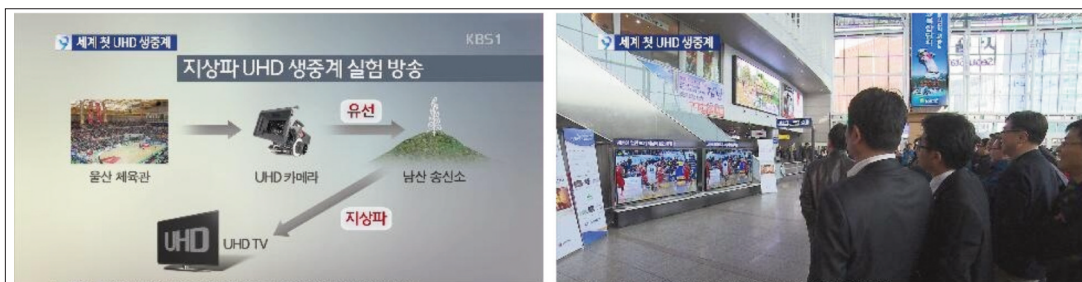
4K UHD TV 송수신 장비 개발 및 실험 방송 현황

□ 전성호, 김상훈, 조인준, 김정덕, 김병선, 서종수* / KBS, *연세대학교

1. 서론

2014년 현재, 방송기술의 핵심 화두는 ‘UHD TV’이다. 기존 비실시간 UHD TV 실험방송을 실시한 지 불과 일 년 남짓 만에 실시간 UHD TV 실험방송으로 큰 축이 이동하였다. 디스플레이 가격도 꾸준히 하락하고, 다양한 크기의 모델 라인업이 소비

자들을 맞을 준비를 하고 있다. 2014년 4월 5일에는 <그림 1>과 같이 실시간 4K-UHD TV로 제작된 프로농구 챔피언 결정전이 국내 최초로 서울역 대합실에 전시되어 일반 시민들이 더 가까이서 UHD TV를 접할 수 있게 되었다[1]. 이제는 실시간 HEVC 인코딩된 스포츠 경기를 지상파 온에어 신호로 전송하고 수신하여 보여줄 수 있는 실시간



<그림 1> (좌) 세계 첫 UHD 생중계 실험방송 구성도 (우) 서울역 전시 현장 모습

UHD TV 방송 단계로 진입하였다.

본 원고에서는 4K UHD TV 지상파 전송 사례를 중심으로 주목할 만한 결과들을 살펴보고자 한다. 실험방송을 실시한다는 것은 개별 장비들의 발전과 더불어 장비들 간의 정합까지 확인해 볼 수 있는 기회로, 실험방송을 통해서 얻은 시행착오와 운용 경험을 바탕으로 본 방송을 순조롭게 준비할 수 있고, 그 시점을 앞당길 수 있다는 데 큰 의의가 있다. 이 때문에 세계 각국에서는 다른 나라의 사례를 분석하는 것은 물론, 지속적으로 한 단계씩 더 업그레이드하는 경쟁을 펼치고 있다.

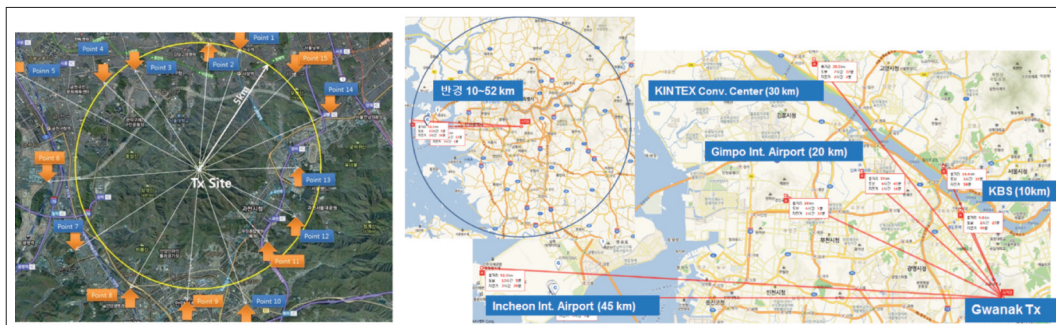
II. DVB-T2 표준에 기반을 둔 4K UHD TV 실험방송

현재 ATSC 표준화 기구에서는 차세대 전송표준으로써 ATSC 3.0 규격을 제정하고 있기는 하나[2], 현존하는 지상파 방송 표준에서 UHD TV를 전송하기 위한 최소한의 전송률 25Mbps를 달성할 수 있는 표준은 DVB-T2가 유일하다[3]. 이 때문에

ATSC의 본고장인 미국에서도 4K UHD TV 실험방송에는 DVB-T2 표준을 사용[4]할 정도로, DVB-T2 시스템을 사용하는 것이 현재로서는 최선의 방법이다.

1. 우리나라, 세계최초 지상파 4K UHD TV 실험방송

전 세계 지상파 4K UHD TV 실험방송 경쟁을 촉발시킨 시작점은 다름 아닌 우리나라이다. 세계 최초로 도전하여 성공한 우리나라 UHD TV 실험방송은 2012년 9월 1일부터 12월 31일까지 1차 실험방송과, 2013년 5월 10일부터 10월 15일까지 2차 실험방송으로 진행되었다. 단언컨대, 실험방송은 방송통신위원회와 미래창조과학부의 협조와 KBS를 비롯한 방송 4사, 국내 가전사들의 협력의 결실이다. 1차 실험방송과 2차 실험방송에서 사용된 전송 파라미터는 <표 1>과 같고, HEVC 코덱으로 압축된 4K 콘텐츠를 전송하기 위해서 최소 25Mbps에서 최대 36.5Mbps까지 실험방송에 운용되었고, <그림 2>와 같이 필드테스트 반경도 1차 실험방송 때 5km였으나, 2차 실험방송에서는



<그림 2> (좌) 1차 실험방송 때, 관악산송신소 반경 5km 필드테스트 지점 (우) 2차 실험방송 때, 관악산송신소 반경 10km부터 52km까지 필드테스트 지점

〈표 1〉 DVB-T2 기반 4K UHD TV 실험방송 전송 파라미터 비교

	우리나라 1차 2차 실험방송		DVB-T2 + Lite		프랑스 SFN		미국 CES2014 데모	우리나라 3차 실험방송 (2014년 4월현재)
FFT Size	32K Normal (6MHz)		16K (8MHz)		16K (8MHz)		32K Extended (6MHz)	32K Extended (6MHz)
Pilot Pattern	PP7		PP7		PP4		PP4	PP4
GI Fraction	1/128		1/128		1/32		1/32	1/32
MOD	(1차) 256-QAM	(2차) 64-QAM, 256-QAM	256-QAM	4-QAM	256-QAM		256-QAM	256-QAM
COD	3/4, 4/5, 5/6	4/5, 5/6	2/3	1/2	2/3		2/3	5/6
Bit Rates [Mbps]	32.8~36.5 26.5, 36.9		25.24 (UHD)	1.02 (Mobile)	약 25 (UHD)	약 4 (HD)	약 26	35.6

10~52km까지 광범위하게 실시되었다[5][6][7]. 우리나라의 실험방송 구성은 CES2013 전시에서 실내 온에어 시연을 통해서 많은 사람들이 접할 수 있게 하였다[8].

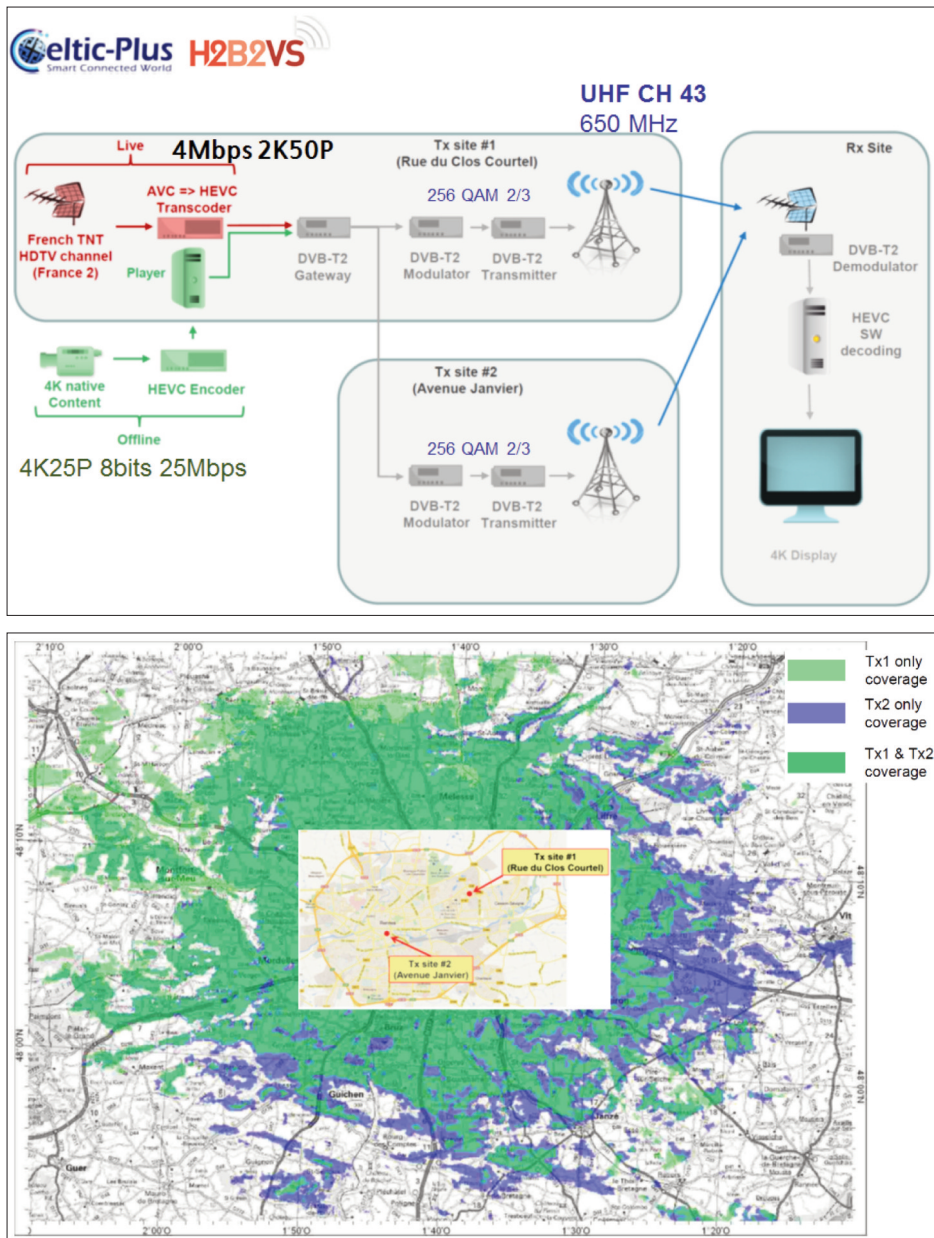
2. 유럽, SFN 기반 비실시간 4K UHD TV + HDTV 동시 실험방송

2013년 9월 중순에 열린 IBC2013에서는 〈그림 3〉과 같이 유럽의 방송 표준 단체인 DVB에서 DVB-T2와 DVB-T2 Lite 기술을 동시에 사용하여

UHD TV 1채널과 Mobile HD 1채널을 보내는 실내 온에어 시연을 실시하였다[9][10]. 이번 데모에는 BBC, Arqiva 등은 물론 Samsung, LG, Sony와 같은 제조사들이 참가하여 유럽 국가들의 4K UHD TV에 대한 높은 관심을 보여줌과 동시에, 고정형 방송과 이동형 방송의 공존 가능성과 다채널 서비스 가능성을 확인하였다는 데 의의가 있다. 또한, 서버 컴퓨터로 구동하던 Decoding 과정을 미국 Broadcom 사의 DVB-T2 칩셋과 HEVC Decoder 칩셋을 활용하여 시연함으로써, 수신부는 이미 상용화가 가능한 단계로 진입했음을 보였다.



〈그림 3〉 (좌) IBC2013에서 DVB에서 시연한 4K-UHD와 DVB-T2 Lite 기반 모바일 동시 방송 모습 (우) 데모에 기여한 회원사 명단



〈그림 4〉 (위) 프랑스 SFN(단일 주파수 방송망) 실험방송 장비 구성도 (아래) 프랑스 Rennes 지역의 UHDTV 실험방송 커버리지

프랑스에서는 2013년 10월에 프랑스 테니스 오픈 기간에 4K UHDTV 지상파 전송을 위해 〈그림 4〉와 같이 시스템을 구성하여, UHDTV 1채널과

HDTV 1채널을 DVB-T2의 Multiple PLP 기술을 적용하여 전송하는 데 성공하였다[11]. 프랑스 실험 방송에서는 세계 최초로 Rennes 지역에서 DVB-

T2 단일 주파수 방송망(SFN; Single Frequency Network)를 구성하여 필드 테스트를 실시했다는 데 그 의미가 크다. SFN 기반으로 송수신이 가능하다는 것은 네트워크 구성 측면에서 UHD TV 서비스가 충분히 가능하다는 것을 확인시켜 준 것이기 때문이다.

3. 미국, 수신칩셋이 적용된 일체형 수상기 기반 비실시간 실험방송

CES2013 전시가 끝난 직후인 2013년 2월 15일에 FCC에서 전격적으로 DVB-T2 기반 필드테스트 허가를 내주면서 미국에서도 UHD TV 실험방송이 실시되었다[4]. 우리와 유사하게 2013년 2월 15부터

8월 15일까지 6개월간의 1차 실험방송과, 2013년 8월 29일부터 2014년 3월 1일까지의 2차 실험방송이 실시되었다. 미국 Sinclair 방송국에서 수행한 실험방송은, <그림 5>와 같이 미국 볼티모어 지역에 UHD TV 실험국을 설치하여 송신기 출력 36kW로 고출력 실험을 수행하였다는데 의의가 있다.

이러한 경험을 바탕으로, CES2014에서는 <그림 6>과 같이 삼성전자와 Sinclair 그룹이 공동으로 라스베이거스 Black Mountain 송신소에서부터 행사가 열리고 있는 LVCC(라스베이거스 컨벤션 센터)까지 약 22km 거리 온에어 데모[12]를 보여주었고, 세계 최초로 수신기와 HEVC 복호기가 TV 수상기 내에 포함된, 마치 현재 DTV와 동일한 수신부 구성으로 데모를 실시하였다. 그동안의 앞선 실험방송에서는



<그림 5> 미국 볼티모어 지역에서 실시된 1차, 2차 실험방송 자원



〈그림 6〉 (좌) CES2014 온에어 시연을 위한 라스베가스 Black Mountain 송신소 및 제원 (우) 전시장 설명 판넬

수신기(Demodulator)와 HEVC 복호기(De-coder)가 서버 급의 별도의 장비가 필요했던 것과 비교해서 수신기 측면에서 상용화의 형태를 갖췄다는 데 의미가 있다.

4. 우리나라, 실시간 HEVC가 적용된 SFN 기반 4K UHD TV 실험방송

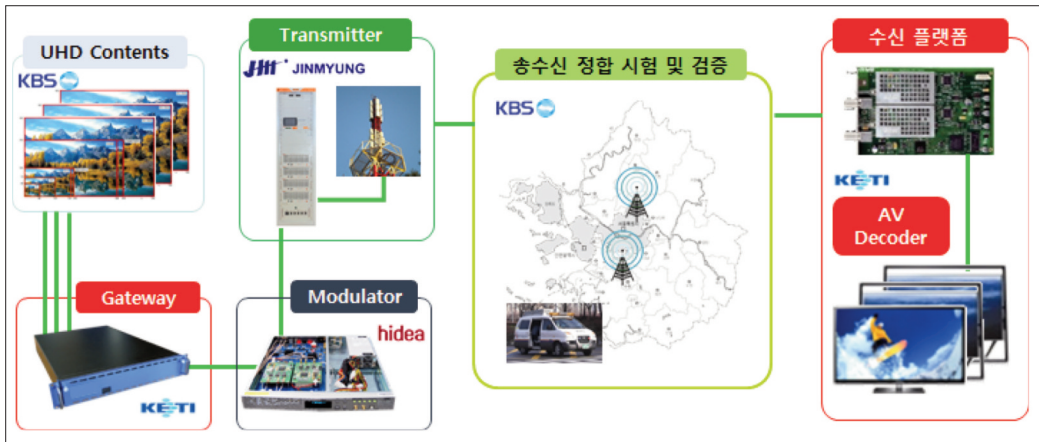
2014년 2월 24일부터 KBS에서는 3차 실험방송을 수행하고 있다. 이번 3차 실험방송은 이전의 2차에 걸친 실험방송보다 여러 가지 면에서 한층 더 업그레이드되는데, 우선 국내 최초 DVB-T2 SFN 기반 4K UHD TV 실험을 진행할 계획이며, 실시간 HEVC 인코더를 통해서 실시간 실험방송을 수행할 계획이다. 이를 위해서 2014년 4월 2일에 남산 송신소에 추가로 UHD TV 실험국을 설치하여 준공검사를 통과하였고, KBS관악산 UHD TV 실험국과 함께 서울 지역 SFN 구성을 완료하였다. 전송 파라미터도 SFN을 고려하여 <표 1>과 같이 조정되었는데, 우선 1/2차 실험 방송에 비해서 Guard Interval (GI) Fraction을 늘려

GI Duration 절대적인 시간을 늘렸으며, 파일럿 패턴을 유럽 대부분의 국가들이 활용하고 있는 PP4로 설정하였다[13]. 물론, 실험방송이니만큼 다양한 파라미터를 수시로 변경해가면서 테스트 할 계획이다.

이번 3차 실험방송은 MBC와 SBS도 각각 UHD TV 실험국을 구축하게 된다는 데 또 의미가 크다. 국내 지상파 3사가 광범위한 실험과 필드테스트를 통해서 광범위한 실험이 이루어 질 예정이고, 본방송에 한 걸음 더 가까이 가는 계기가 될 것으로 기대한다.

III. 정책과제 ‘4K급 UHD TV 실험 방송 서비스 제공을 위한 DVB-T2 기반 디지털 지상파 방송 송수신용 장비 개발’

II 장에서는 DVB-T2 기반의 전세계 실험방송 동향과 발전 내용을 시간순으로 살펴보았다. DVB-T2는 유럽 국가들을 중심으로 다채널 HD 방송을



〈그림 7〉국책과제 목표 및 참여사별 업무 분장 구성도

보내는 데 활용하고 있음은 물론 UHDTV 실험방송까지 그 활용범위를 넓히고 있다. 국내에서도 우리나라의 DVB-T2 시스템 운용 노하우를 바탕으로 미래창조과학부의 지원을 받아 장비 개발을 한창 진행 중에 있다. 2013년 9월 1일부터 2014년 12월 31일까지 16개월 동안, 최대 1kW 송신기 개발과 4K-UHD급 스트림을 처리할 수 있는 수신기를 개발하고, 검증하는 것이 주요 내용이다. KBS기술연구소를 비롯하여 전자부품연구원(KETI), 진명통신, 하이디어솔루션즈가 참여하고 있고, 참여사별 업무 분장 구성은 〈그림 7〉과 같다.

IV. 결 론

본고에서 앞서 살펴본 내용을 바탕으로 지상파 4K UHDTV 실험방송의 진화 속도를 보면, 본방송

이 가까이 오고 있다는 확신을 하게 된다. 특히 2014년 3월 24일 ITU-R SG6 상반기 회의에서 개최된 UHDTV Workshop에서 기존에는 8K 상용방송만을 고집하던 일본이 세계적인 트렌드 변화를 인지하고 2014년도인 올해 4K UHDTV 시범방송을 하겠다고 강조하였다. 이례적으로 일본 총무성 담당자가 발표[13]를 함으로써 ITU 회의 참가국들에게 강한 메시지를 전달했다.

현재까지는 4K-UHD 실험방송 분야에서 우리나라가 선두로 나아가고 있고, 전세계 국가들의 제 1 관심대상이 우리나라이다. 실험방송 구축 경험은 향후 UHDTV 상용 장비 개발에 값진 밑바탕이 될 것으로 확신한다. 앞으로도 지속적으로 세계최초의 길을 걸어가면서 실험방송을 통해서 우리나라 디스플레이 산업 경쟁력 향상과 방송 장비 경쟁력을 향상시키는 기회가 되기를 기대한다.

참고 문헌

- [1] KBS 9시 뉴스, KBS, 세계 최초 지상파 UHD TV 실험 중계. (Online) http://news.kbs.co.kr/news/NewsView.do?SEARCH_NEWS_CODE=2839739
- [2] J. Kutzner, "Progress on ATSC 3.0, the Next Generation Broadcasting Television System," in The 2013 Broadcast Symposium, San Diego, CA, USA, Oct. 13, 2013.
- [3] ITU-R Recommendation BT.2033 : Planning criteria, including protection ratios, for second generation of digital terrestrial television broadcasting systems in the VHF/UHF bands, Jan. 2013.
- [4] Deborah D. McAdams, "Sinclair Transmits OFDM in Baltimore; First DVB-T2 trial completed," TV Technology, March 28, 2013. (Online) <http://www.tvtechnology.com/article/sinclair-transmits-ofdm-in-baltimore-/218641>
- [5] 전성호, 이재권, 임중근, 전성상, 경일수, "KBS관악산UHD TV 실험국 지상파 4K-UHD TV 실험방송 전송시스템", 2012년 한국방송 공학회 추계학술대회, 경희대학교 국제캠퍼스, 2012년 11월.
- [6] 임중근, 김병선, 함상진, 전성호, "지상파 4K UHD TV 제1차 실험방송 결과와 향후 추진 계획", 방송공학회지 제18권 제2호, pp. 7-26, 2013년 4월.
- [7] Y.-W. Suh, "Experimental Terrestrial Broadcasting of 4K UHD TV," in The 2013 Broadcast Symposium, San Diego, CA, USA, Oct. 13, 2013.
- [8] LG전자 뉴스룸, LG전자, CES서 KBS와 UHD 방송 시연, 2013년 1월 9일. (Online) <http://social.lge.co.kr/newsroom/he/old-61049/>
- [9] Live DVB-T2 Demo, "To the Power of T2: From mobile to UHD TV," IBC 2013.
- [10] K. Kolff, "Teamwork; Demonstrating the strength of the DVB network," DVB-SCENE, no. 43, p. 8, March 2014.
- [11] Presentation by H2B2VS Project, "1st French Demonstrator," October 2013. (online) <http://h2b2vs.epfl.ch/h2b2vs-demonstrator-at-the-loading-the-future-2013-event-in-rennes/>
- [12] Mark Aitken, "The Samsung/Sinclair CES UHD Demonstration," IEEE Broadcast Society Newsletters, p.7, March 2014.
- [13] Annex 7 in EBU Tech 3348 r3, Frequency & Network Planning Aspects of DVB-T2, November 2013.
- [14] Toru IGARASHI (일본 총무성), Action for installation of UHD TV in Japan (political aspect)," ITU-R SG6 WP6C UHD TV Workshop, March 24, 2014.

필자 소개



전 성 호

- 2005년 8월 : 연세대학교 공과대학 전기전자공학부 공학사
- 2007년 2월 : 연세대학교 일반대학원 전기전자공학과 공학석사
- 2007년 3월 ~ 현재 : KBS 기술연구소 주임연구원
- 2011년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 일반대학원 전기전자공학과 박사과정
- 주관심분야 : UHD TV 지상파 전송시스템, 지상파 방송용 MIMO-OFDM 테스트베드



김 상 훈

- 1998년 8월 : 고려대학교 전자공학과 공학사
- 2001년 8월 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학석사
- 2001년 12월 ~ 현재 : KBS 기술연구소 책임연구원
- 주관심분야 : UHD TV 지상파 전송 시스템, 미래방송 플랫폼 설계

필자 소개



조 인 준

- 1998년 2월 : 인하대학교 전기공학과 학사
- 2000년 2월 : 인하대학교 전기공학과 공학석사
- 2003년 3월 ~ 현재 : KBS 기술연구소 책임연구원
- 주관심분야 : UHD TV 제작장비, 고효율 영상압축, 영상처리, 3DTV



김 정 덕

- 1994년 2월 : 포항공과대학교 전자공학과 공학사
- 1996년 2월 : 포항공과대학교 대학원 전자공학과 공학석사
- 1996년 1월 ~ 현재 : KBS 기술연구소 책임연구원
- 2007년 12월 ~ 2009년 1월 : 뉴욕대학교 연수 (비즈니스 매니지먼트 프로그램)
- 주관심분야 : UHD TV 전송시스템, 지상파 다채널방송 시스템



김 병 선

- 1994년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1996년 2월 : 경북대학교 전자공학과 석사
- 1996년 1월 ~ 현재 : KBS 기술연구소 실감방송/영상그래픽 연구팀장
- 주관심분야 : UHD TV, 고효율 영상압축, 3DTV, 하이브리드 TV



서 종 수

- 1975년 : 연세대학교 전자공학과 공학사
- 1983년 : University of Ottawa, Canada 전기공학과 공학석사
- 1998년 : University of Ottawa, Canada 전기공학과 공학박사
- 1975년 ~ 1981년 : LG 정밀 중앙연구소
- 1987년 ~ 1989년 : IDC, Canada 책임연구원
- 1990년 ~ 1992년 : 삼성종합기술원 정보 시스템 연구소 수석연구원
- 1992년 ~ 1995년 : CAL, Canada 책임연구원
- 1995년 ~ 현재 : 연세대학교 전기전자공학과 교수
- 2014년 ~ 현재 : 국제전기전자공학회 석학회원 (IEEE Fellow)
- 주관심분야 : 디지털 방송/통신 시스템, 디지털 전송 방식, OFDM, CDMA