

호주향 DVB-T HD 셋탑 박스 개발기

□ 김은도 / 현우맥 플러스 디지털 방송 사업 연구원

1. 개요

21세기를 맞이하여, 방송의 큰 변화의 한가지는 디지털의 대두라고 생각된다. 그 동안 전자 산업의 많은 발전으로 인하여, 본격적인 아날로그의 디지털 전환이 대두가 되었고, 이의 과도기적인 상품이 셋탑 박스의 형태라고 생각된다.

지상파의 디지털 전송에 있어서는 ATSC와 DVB-T의 두가지 주목할 만한 전송 방식이 발표되었고, 각국은 필요에 따라서 각각의 스펙을 선택, 또는 승인하고 있으며, 아직도 두가지 방식의 우위에 대해서는 많은 논란이 존재하고 있다.

호주의 경우는 최종적으로 지상파의 전송에 DVB-T 방식을 채택하였다. 그러나 순수한 DVB-T 방식에 Audio는 Dolby AC-3을 선택하는 등, 독특한 독자 방식을 선정하였다. 호주의 채널 대역은 7MHz이며, 비디오의 전송에는 MPEG-2, MP@ML과 MP@HL 방

식을 채택하였다. 오디오는 Dolby사의 AC-3와 MPEG의 오디오를 모두 지원하고 있다.

호주는 2001년 1월 1일부터 실제 본 방송을 시작하고 있다.

이에 따라서 필요한 호주향 수신 기능을 가진 셋탑 박스 개발을 위한 프로젝트를 진행하였다.

2. 개발 경과

본 프로젝트는 2000년 4월부터 준비를 시작하였다. 많은 시간동안 시장조사, 시장 상황 검토, 호주 현지의 스펙 등을 검토하였다.

방송 규격에 있어서는 필요에 따라 현지에서 변경이 계속 되어졌고, 2000년 11월말 초기 Draft Version의 스펙을 입수 할 수 있었다. 이를 근거로 최초 수작업 샘플을 제작할 수 있었다.

호주 현지의 스펙 작성 초기에는 HD방송에 필요한

셋탑을 구성할 수 없었기 때문에, 최종 스펙은 SD로 진행되는 듯 하였다. 현지 방송국 측에도 뚜렷한 셋탑 공급 업체를 선정하지 못하였다. 이는 호주 현지 시장이 작아서, 대기업에서는 개발력을 투입할 수 없었기 때문이다. 그러나 이것은 반대로 중소기업에게는 경쟁자가 적다는 입장에서는, 알맞은 시장이기도 하였다. 현지 방송국에서는 T사에 제품 개발을 의뢰하였으나 제품이 원활하게 동작되지 못해서 Recall을 당했다는 소리도 들렸다.

최초 2001년 2월 말 현지에서 수작업 샘플로 필드 테스트와 현지 데모를 진행하고 나서는 현지의 방송국 관계자들을 놀라게 했다. 아마도 방송국 측에서는 방송용 장비 위주로 검토를 했었고, 실제 가전제품 형태의 7MHz COFDM HD 셋탑을 처음 보는 것으로 생각되었다. 그 이전까지는 이론적으로 구현에 문제가 없다는 의견이 지배적이었으나, 실제 구현되는 가전제품 형태의 HD 제품은 없었기 때문이다. 이로써 현지의 방송국과 직접 Contact이 되었다.

이에 따라서, 호주의 디지털 수신기 스펙은 급속한 변화를 겪게 되었다. 방송국들은 수시로 본사와 미팅을 진행하였고, 본사의 수신기 샘플이 방송국의 주조정실에서 수신기 모니터로 사용되며, 스펙의 확인, 스펙의 변경, 기술적인 가능성 등을 계속 스펙에 반영하게 되었다.

2001년 4월 1차 제품의 개발을 완료하였다. 그러나 Video Output은 R/G/B/H/V 와 S-Video, CVBS뿐이었다.

그때까지 호주 현지의 스펙에 맞는 디지털 Ready TV가 없었기 때문에, YPbPr출력은 없어도 문제가 없을 것으로 생각되었다. 그러나 얼마 지나지 않아서, YPbPr 출력은 반드시 들어가야 한다고 바이어에 의해서 제품 스펙이 변경되었다.

개발 완료에 필요한 50Hz HD Digital Ready TV를 수배하였으나, 제품은 개발 단계였고, 양산 제품으로

시장에 출시된 TV는 없었다. 또한 Digital Ready TV의 입력 부분도 각각 다른 스펙으로 있어서, 정해진 것이 없었다.

다행히도 호주 SONY와 직접 Contact이 되었고, 마케팅을 협력하는 조건으로 개발중인 SONY의 호주향 디지털 Ready TV를 입수할 수 있었다. 이는 SONY의 입장에서도 현우의 입장에서 Win-Win전략이 되었다. 이에 따라서 2001년 8월 YPbPr 출력을 최종적으로 완성할 수 있었다.

2001년 8월, 제품의 판매에 필요한 DOLBY의 라이선스 인증 및 안전규격 인증등 기타 필요한 사항을 끝낸 후에 제품의 개발을 마치고, 양산준비를 끝낼 수 있었다.

최종적으로 호주 현지에서 8월말 호주 정통부 장관, 호주 현지 방송사, 호주 SONY와 본사 사장이 참석한 가운데 디지털 방송 시연을 할 수 있었다.

3. 개발 스펙

호주 현지의 디지털 방송 초기의 제품의 형태는 셋탑 박스 형태라고 최종 결론이 지어졌으며, 보다 편리하고, 쉽게 사용할 수 있는 제품을 만들고자 하였다.

따라서 다음과 같은 주요 기능을 고려하여 스펙을 정리하였다.

- 소비자가 사용하기 쉽고 편리하여야 한다.
- 호주 정부가 지정한 디지털 방송 방식을 충실하게 지원하여야 한다.
- 호주 현지의 모든 디스플레이 장치를 지원하여야 한다.
- 최고의 기술로 만들어진 최고의 제품이어야 한다.
- 저렴한 가격이어야 한다.

이에 따른 모든 고려를 한 결과 다음과 같은 최종 스펙으로 정리가 되었다.

표 1. 최종 제품 스펙

| Specification | |
|--------------------------|---|
| Terrestrial | |
| Input Frequency : | VHF: 174MHz ~230MHz UHF: 520MHz~820MHz |
| Input Impedance : | 75 Ohm |
| Band Width : | 7MHz |
| Channel Assignment : | Australian Broadcasting Channel |
| OFDM Spectrum : | 2K/ 8K-Carrier Hierarchical |
| Modulation Mode : | QPSK, 16QAM, 64QAM |
| Guard Interval Modes : | 1/32, 1/16, 1/8, 1/4 Active Symbol Rate |
| FEC Mode : | Rate: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 |
| Video | |
| Algorithm : | MPEG-2 Compatible MP@ML, MP@HL |
| Video Bit Rate : | 1.5~25Mbit/Sec |
| Reception Video Format : | Any HD Format up to 1920*1080*50i |
| Display Video Type : | 1152i, 1080i, 576p, 576i, S-Video(PAL), CVBS(PAL) |
| Display Frame Rate : | 50 Fields/s Interlaced |
| HD Video Output Type : | YPbPr (1080i, 576p, 576i) RCA Type RGB (1080i, 1152i) D-Sub & RCA Type |
| Audio | |
| Algorithm : | Dolby AC-3, MPEG-1 Layer1 and 2, MPEG-2 Layer2 |
| Frequency Response : | 20Hz ~ 20KHz, +/- 2dB |
| Sampling Frequency : | 48KHz |
| Audio Output Type : | Stereo (RCA), 0~2.0Vrms, 4.7Kohm |
| Digital Audio Output : | S/P DIF Optical, S/P DIF Coaxial |

4. 필드 테스트

본 프로젝트를 성공적으로 완수하기 위한, 필드 테스트는 필수적인 사항이었다. 기존 위성 셋탑의 개발에 있어서도 볼 수 있듯이, 실험실 테스트는 이상없으나, 실제 필드에서는 채널 Locking등의 문제가 종종 발생하게 된다. 따라서 다음과 같이 호주 현지 테스트를 진행하였다.

1) 시드니 지역

| | | |
|-----|-----------------------|------------|
| A지역 | 2001/01/30~2001/02/01 | 시드니 시내 중심가 |
| B지역 | 2001/02/02~2001/02/03 | 시드니 북부 주택가 |

2) 신호의 상태

시내 중심가의 경우 신호가 전송되는 반대 방향에서 테스트 함으로써, Multi Path가 강하고 상대적인 신호 레벨이 미약하였다. 또한 비가 올 경우 신호 상태가 조금 좋아지는 등 기후 상태에 영향을 받았으며, 시간대에 따라서 신호의 상태가 많이 바뀌었다.

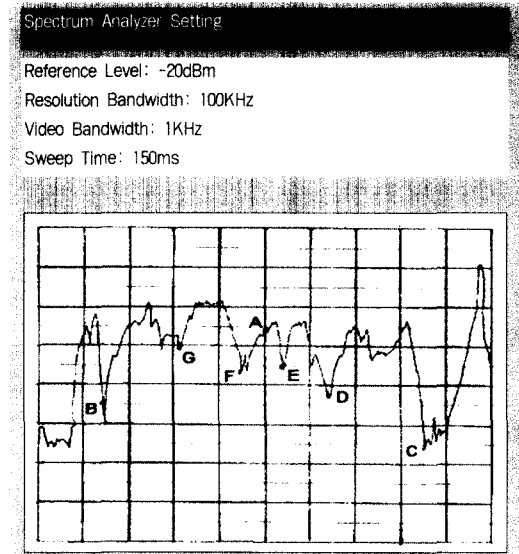


그림 1. A 지역 측정 결과

표 2. A지역 측정 결과표

| | |
|----------------------------|---------------------|
| Frequency Span: | 10MHz |
| Frequency and Signal Level | |
| Marker | |
| A: | 177.5MHz -50dBm |
| B: | 174.0MHz -68.07dBm |
| C: | 181.0MHz -74.0dBm |
| D: | 178.8MHz -65.57dBm |
| E: | 177.99MHz -56.07dBm |
| F: | 177.03MHz -58.0dBm |
| G: | 175.69MHz -48.7dBm |

주택가의 경우는 신호의 상태가 굉장히 좋았지만, 안테나를 지상 1m높이에 설치한 관계로 전방의 나무 잎

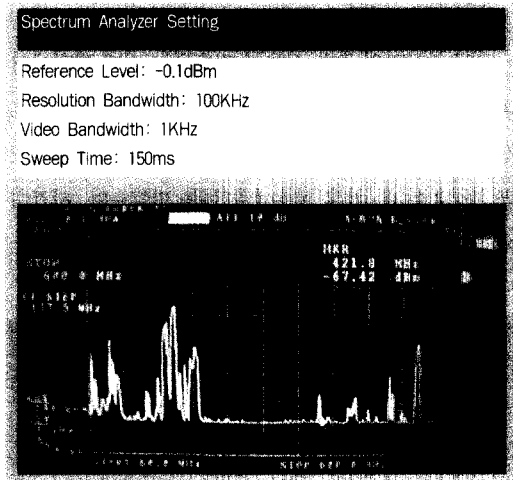


그림 2. B지역 측정결과

사귀의 흔들림에 따라 일부 채널에서 Moving Ghost가 발생하는 경우 신호를 잡지 못하는 현상이 생겼다.

주파수가 샘플링 신호로 Start 60MHz, Stop 600MHz이다.

디지털 방송 주파수는 표 3과 같다.

각각의 디지털 방송국 사이에는 아날로그 방송 채널이 위치한다.

| Channel | Frequency (MHz) |
|------------|-----------------|
| Channel 6 | 177.5MHz |
| Channel 8 | 191.25MHz |
| Channel 11 | 219.5MHz |
| Channel 12 | 226.5MHz |
| Channel 34 | 571.5MHz |

3) Channel 6

디지털 신호의 Upper쪽에는 182.27MHz 3dBm정도의 아날로그 채널 신호가 위치하고 있으나 이의 영향을 전혀 받지 않았다. 177.5MHz Center Frequency에서 신호 레벨은 33dBm으로 굉장히 좋은 상태를 유지하였다. 실제 전방의 바람에 의한 나무 잎사귀의 흔들림에도 전혀 영향을 받지 않았다.

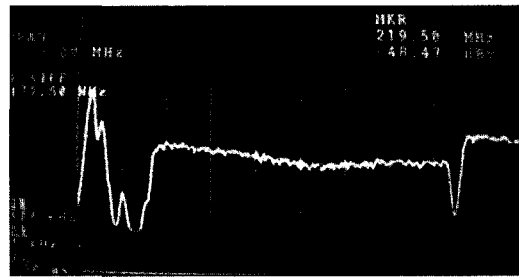


그림 3. CH11 주파수 스펙트럼

4) Channel 11

나뭇잎의 흔들림에 따라서 Moving Ghost가 발생하고, 신호 자체가 반주기 정도의 Short Ghost가 발생한다. 채널의 Bandwidth내에서 Peak Level과 Low Level사이의 차이가 10dBm이상 되면 화면의 깨짐 등으로 영향이 나타났다. 채널의 Upper쪽에는 디지털 신호가 있고, Lower쪽에는 214.8MHz 28dBm의 아날로그 신호가 있으나, 아날로그 신호에는 영향을 받지 않았다. 219.5MHz Center Frequency에서 신호 Level은 46dBm으로 좋은 상태였다.

5) Channel 34

나뭇잎의 흔들림에 따른 영향은 없었으나, Static Ghost가 발생하였다. 주변에 신호는 존재하지 않았으며, 별다른 영향을 받지 않고 수신 상태가 양호하였다. 571.5 MHz Center Frequency에서 신호 레벨은 43dBm으로 좋은 상태였다.

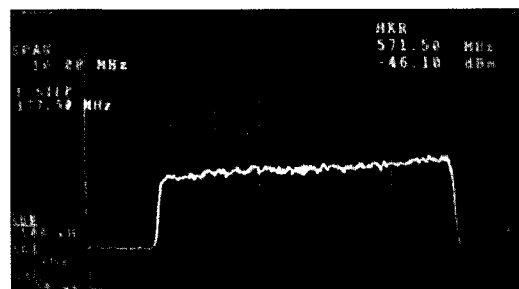


그림 4. CH34 주파수 스펙트럼

6) 필드 테스트 결론

시드니에서 테스트시, A지역(시내)의 주기가 짧은 Static Ghost시의 수신 능력과, B지역(주택가)의 주기가 긴 Moving Ghost발생시의 수신 능력을 비교하면, A지역(시내)에서는 Bandwidth내의 Peak Level과 Low Level의 차이가 22dBm이상이 되더라도 수신이 가능하였으나, B지역(주택가)에서는 10dBm이상의 차이가 나면 수신이 불가능해지는 현상이 발생하였다.

전체적으로는 Static Ghost에 강하다고 느껴졌다. 그러나 신호의 Level이 표준 전계(-45dBm)이더라도 Moving Ghost에는 약해지는 현상이 발생하였다.

5. 하드웨어 구성

실제 제품을 구성하는데 있어서는, 기존의 셋탑의 구조와 커다란 차이가 없다. 단순히 필요한 부품을 실제로 구할 수 있는가가 가장 중요한 개발 포인트라고 볼 수 있다. 예를 들어 호주향 튜너가 필요한 경우, 이는 신규이므로 시장에 존재하지 않았다. 따라서, 필요한 스펙을 가지고, 신규 개발을 진행해야 하는 경우가 많았다.

1) 메인 CUP/ MPEG Engine

실시간으로 MPEG-2 HD를 처리할 수 있는 ST의 ST-20/ ST7000을 사용하였다. 이는 호주가 SD 또는 SD/HD의 셋탑을 요구하였으나, SD의 경우는 HD방송을 지원하지 않으므로, 여러 가지 제품력의 약점이 있었다. 따라서 SD/HD가 가능한 칩의 선정이 필요하였기 때문이다. 또한 칩의 사용에 있어서, 충분한 소프트웨어 개발 환경을 확보할 수 있으며, 여러 군데의 타 업체에서도 사용되고 있었고, 소프트웨어도 기본적인 모듈을 공급 받을 수 있었기 때문이다.

보다 중요한 사항은 타 업체 대비 저렴한 가격으로 고성능의 시스템을 구성할 수 있다는 점이었다. 방송용이나 산업용이 아닌 가전 제품 형태의 시스템에 있어서 현재까지는 최적의 구성이라고 생각된다.

2) 튜너와 Demodulator

개발 초기에는 적절한 디지털 튜너는 개발되지 않았으며, Demodulator칩도 별개로 구성하는 방식이 일반적이었다. Demodulator는 Conexant, LSI Logic, ST 등에서 공급되는 것으로 여러 가지 칩을 검토 하였다.

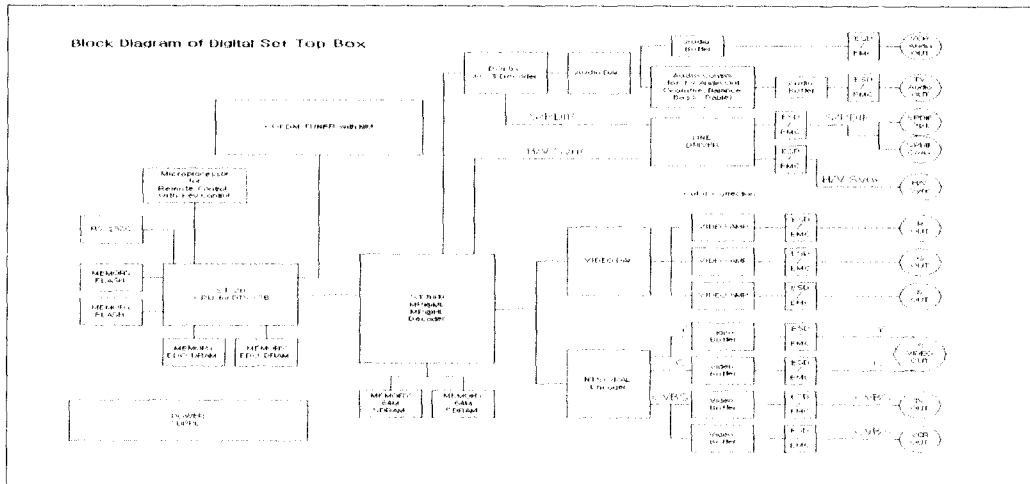


그림 5. 1차 개발 완료시 블록 다이어그램 (2001년 4월)

그러나 최종적으로는 공간 절약, 무조정 양산 등의 잇점이 있는 제품을 사용하기로 하였고, A사에서 신규 개발된, 튜너 와 Demodulator가 일체형으로 된 NIM Tuner를 사용하는 것으로 선정 되었다. 그러나 이에 따라서 발열 등의 문제를 해결하는 것이 중요한 문제로 대두 되었다.

3) HD Video Output

ST7000에서 출력되는 신호는 기본적으로 YPbPr 디지털 출력이다. 또한 ST7000은 자체에서 H/V Sync를 출력하며, Video신호에는 Sync가 실려있지 않다. 따라서 적절한 D/A 변환기를 통하여 아날로그 신호로 전환되는 과정에서 필요한 Sync를 실어 넣어 주어야 한다.

R/G/B출력을 위해서는 발생된 YPbPr 신호를 R/G/B 신호로 변경을 해 주어야 한다. 이를 위해서 각각의 신호를 Matrix 회로를 통해서 R/G/B 신호로 레벨을 변경해 주어야 한다. YPbPr신호를 R/G/B 신호로 변경시는 HD신호일 때와 SD신호일때 각각 다른 값을 가지므로 이에 따라서 HD신호/ SD신호시 각각 다른 값을 가지는 Matrix를 설계하였다. 최종 출력단에서는 버퍼와 ESD/EMI 방지 회로를 넣어 회로의 신뢰성을 높였다.

4) Sync Generation

아날로그로 전환된 신호를 직접 디스플레이 장치에 연결하기 위해서는 신호의 레벨, 싱크, 화면의 포지션 등 몇가지 고려할 사항들이 있다. 이를 위하여 적절한 신호 레벨의 변화를 주고 로직등의 설계를 통하여 싱크를 보장하여야 한다.

본 셋탑의 개발에 있어서 YPbPr의 신호는 D/A를 거치면서 직접 신호가 나왔으므로, 레벨의 보정만 해주면 되었고, 이에 따라서 싱크를 적절히 삽입하면 되었다.

R/G/B 신호의 경우는 신호를 YPbPr신호로부터

SD일때와 HD일때 해당 계산식에 따라서 신호를 계산하여 정리해 주면 되었다.

YPbPr출력에 있어서는, Sync의 적절한 위치를 택하는 것은 무척 난해한 작업중의 하나였다. 간단히 1080i를 예를 들어보면, 다음과 같이 포맷이 무척이나 다양하다. 관계된 스펙은 SMPTE 274M 또는 ITU-R BT709에 자세히 기술 되어 있다.

표 4. 16:9 포맷일 경우

| Active Resolution | Sample Rate | Frame Rates | Remark |
|-------------------|-------------|-------------|-----------------|
| 1920x1080 | 74.250MHz | 25.00Hz | PAL지역 HD Format |
| 1920x1080 | 74.176MHz | 29.97Hz | |
| 1920x1080 | 74.250MHz | 30.00Hz | |

표 5. 4:3 포맷일 경우

| Active Resolution | Sample Rate | Frame Rates | Remark |
|-------------------|-------------|-------------|-----------------|
| 1280x1080 | 49.500MHz | 25.00Hz | PAL지역 HD Format |
| 1280x1080 | 49.451MHz | 29.97Hz | |
| 1280x1080 | 49.500MHz | 30.00Hz | |
| 1440x1080 | 55.688MHz | 25.00Hz | PAL지역 HD Format |
| 1440x1080 | 55.632MHz | 29.97Hz | |
| 1440x1080 | 55.688MHz | 30.00Hz | |

각각의 모드에 대응하는 싱크 부분은 ST7000에서 출력되는 H/V Sync를 기준으로 하여 만들어 넣어야 했다. 그러나 상기에서 살펴보듯 각 Resolution에 따라 정확한 싱크 포지션의 출력은 상당히 어렵다. 이에 따라서, Lattice의 M4A3-128 CPLD칩을 사용하여, 각각의 모드에 따른 싱크의 포지션을 잡아내는 Logic을 설계하여, Sync를 삽입하여야 했다. 1152i와 576p, 등도 상기와 동일한 과정을 거쳐 진행 되었다.

개발 단계에서 어려웠던 부분중의 하나는, SMPTE-274M의 스펙을 따르는 50Hz 1920x1080i의 모니터를 구하는 것이었다.

최종적으로 SONY의 HD Ready TV를 지원 받아서 출력 부분을 완성할 수 있었다.

제품의 성능도 올라가고, 가격도 떨어질 것이라고 생각된다.

본 고는 그 동안 본사에서 개발을 진행하였던, 호주향 DVB-T HD 셋탑의 개발에 대한 하드웨어의 간략한 개발 과정을 정리한 것이다.

개발의 노력은 전체적으로 하드웨어 20%, 소프트웨어 80% 정도의 비중으로 진행되었으며, 소프트웨어의 개발은 더욱 험난한 과정을 거쳐서 완성되었다. 소프트웨어와 관련된 사항은 추후 별도의 자리를 빌어서 발표될 날을 기대해 본다.

개발된 제품은 세계에서 최초로, 이론적으로만 가능

하다던 DVB-T에 HD를 지원하므로써, 기술적인 논쟁을 일소했다. 또한 충분히 기술적 우수성을 인정받았고, 현재 호주 현지에서 SONY, NEC, PANASONIC 등의 메이저 디스플레이 업체와 동등한 대우를 받으며 소비자에게 판매되고 있다.

엔지니어의 한 사람으로써, 호주의 지상파 디지털 방송을 빠르게 확산할 수 있도록 도움을 준 DVB-T HD 셋탑 개발에 일조하게 된 것을 무한한 보람으로 생각하며, 그 동안 개발에 참여하여 많은 고생을 하였던 팀원 여러분들과 도와 주신 여러분들께 감사 드리며, 본 개발 보고를 마친다.

● 참고 문헌 ●

- [1] Digital Television Requirements for receivers AS4933.1-2000, Draft Ver 3, 27/08/2001, Standards Australia International Ltd.
- [2] Keith Jack, Video Demystified: A Handbook for the Digital Engineer Third Edition LLH Technology Publishing. 2001
- [3] SMPTE 274M-1998, Television 1920x1080 Scanning and Analog and Parallel Digital Interfaces for Multiple Picture Rate.
- [4] SMPTE 296M-1997, Television 1280x720 Scanning, Analog and Digital Representation and Analog Interface.
- [5] Digital Broadcasting Australia Website <http://www.dba.org.au>
- [6] Digital Video Broadcasting Website <http://www.dvb.org>

필자 소개



김 은 도

- 1992년 2월 : 한양 대학교 전자 공학과 학사 졸업
- 1992년 2월 : 대우전자 입사
- 1995년 8월 : 대우전자 미국 연구소 주임 연구원
- 2000년 3월 : 현우 맥 플러스 입사
- 현재 : 현우 맥 플러스 중앙연구소 디지털팀 책임연구원, 팀장
- 주관심분야 : 디지털 방송 수신기, HD 비디오 신호 처리