

700MHz 유휴대역을 활용한 지상파방송의 차세대 서비스 활성화 방안¹⁾

□ 정제창 / 한양대학교 융합전자공학부

1. 서론

지상파 아날로그 TV 방송이 2012년 말 종료되고 2013년부터는 완전한 지상파 디지털 TV 방송시대가 열린다. 이에 따라 정부의 방송 주파수 대역이 정비되어 700MHz 유휴대역의 18개 물리채널(채널당 6MHz, 총 108MHz)이 유휴대역으로 남게 된다. 전파 특성이 양호한 이 소위 “황금 주파수 대역”은 차세대(4G) 방송 서비스 분야, 차세대(4G) 이동통신 분야, 공공서비스 분야 등에 활용될 수 있다. 방송 분야에 있어서는 HDTV 방송이 이미 본격화되었는데, 최근 HDTV 이후의 차세대 방송에 대해 관심이 집중되고 있다. 차세대 방송의 방향으로 현재의 HDTV 보다 더 인간의 감각에 충실하여 실감을 느낄 수 있게 하는 3D(3 Dimensional)와 UHD(Ultra High

Definition)의 상용화가 급물살을 타고 있다.

본 고에서는 지상파에서의 차세대 방송 서비스 시나리오와 이를 위한 700MHz 대역의 활용방안을 소개한다. 제안된 방안은 최소 700MHz 유휴대역의 반인 9개 채널(총 54MHz)을 차세대 방송 목적으로 할당하여, 차세대방송 초기에 5개 방송사(KBS1, KBS2, MBC, SBS, EBS)가 전국 주요 지역을 커버리지 영역으로 하면서 세계 최초로 지상파에서 3D 방송과 4K UHD 방송을 실시할 수 있도록 하고 있다. 각 방송사는 현재의 방송 채널을 이용해서 기존의 MPEG-2 기반 방송을 현행대로 하고 주어진 각각 하나씩의 6MHz 추가채널을 이용해서 콘텐츠에 따라 3D 방송 혹은 4K UHD 방송을 할 수 있다. 이렇게 함으로써 기존의 MPEG-2 기반 HDTV 방송 시청자는 역호환성이 보장되면서 HD 화질 저하 없는

¹⁾ 본 고는 기본적으로 최근의 필자의 연구결과인 [1]의 일부내용을 발췌, 보완한 것이다.

방송을 그대로 수신할 수 있고, 새로운 수상기를 가진 시청자는 3D/UHD 방송을 지상파를 통해 즐길 수 있다.

II. 시청자가 요구하는 방송 서비스

실제 인간의 눈으로 보는 것에 더 가깝게 하기 위한 노력이 3D와 UHD를 탄생시켰다. 3D 영화 “아바타”의 전 세계적인 성공은 3D에 대한 인식을 크게 바꾸어 놓았다. 2D와 비교할 수 없는 실감영상, 3D도 눈에 피로를 주지 않고 즐길 수 있다는 점, 비용측면에서도 시청자가 충분히 감당할 수 있다는 점 등이 그것이다. 잘 만들어진 3D 콘텐츠는 시청자가 그만큼의 비용을 지불하고서라도 본다. 이에 따라 최근 3DTV가 전 세계적으로 보급되고 있으며 3D Blu-ray도 표준화가 끝나 상품이 출시되고 있다. UHD는 3D에 비해 한발 늦었지만 이에 대한 수요 또한 적지 않다. 이미 할리웃에서는 2009년의 “천사와 악마”를 필두로 4K 디지털 영화들이 붓물을 이루고 있다. 이론적으로 볼 때 55인치 TV까지는 HDTV로서 충분하지만 그 이상의 대화면 TV는 HDTV 해상도로도 부족하다. 이에 따라 최근 60, 70, 80인치대의 UHD 디스플레이 장치들이 속속 개발되어 선보이고 있다. 60인치 이상의 대형 TV 화면에서 HD 콘텐츠를 보면 화질의 열화가 조금씩 눈에 띄기 시작한다. 80인치에 이르면 그 열화가 더욱 눈에 띄어 HD로도 크게 부족하게 된다. 이미 디스플레이 장치들은 UHD를 수용할 수 있을 만큼 개발되고 있기 때문에 UHD 방송이 이루어지면 수신기는 비교적 수월하게 공급될 수 있을 것으로 보인다. 최근 열린 SID2011에서 삼성전자는 75인치 3DTV를, LG전자는 84인치 UHD-

3D 패넬을 각각 선보여 관람객들의 주목을 끌었다. UHD는 시각적 피로감도 없고 큰 화면과 선명한 화질로 인해 어느 정도 입체감이 느껴져 어떤 면에서는 3D보다 더 각광받을 가능성이 높다고 할 수 있다.

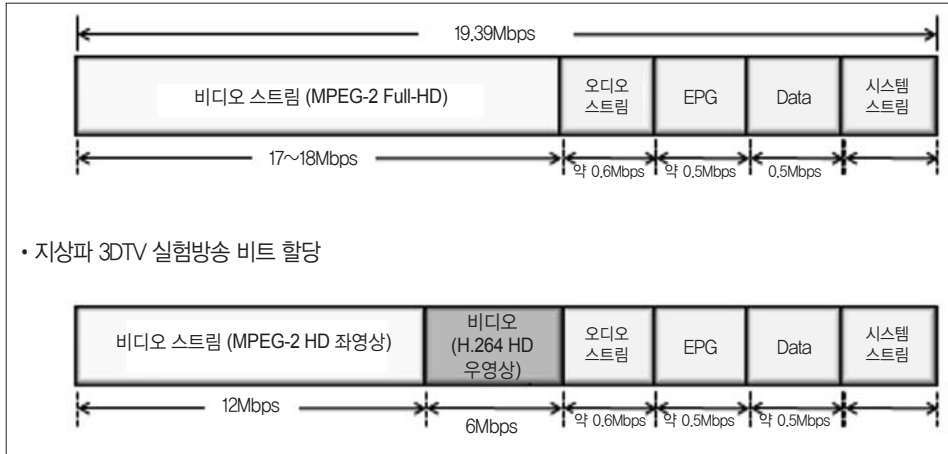
1. 3DTV

1) 단일 스트림(Side-by-Side 방식) 방식

현재의 HDTV 방송 플랫폼 상에서 3DTV를 구현하기 위해 화면을 좌우로 나누어 좌우영상을 하나의 HD화면으로 구성하여 전송한다. 수신기에서 화면에 좌우영상이 한 화면에 나오므로 3D 느낌을 받을 수 없으나 좌우영상을 3D 디스플레이 장치에 편광방식 혹은 셔터 글래스 방식으로 디스플레이하고 3D 안경을 통해 시청하면 3D로 느껴진다. 이 방식은 현재의 HDTV 방송 플랫폼을 그대로 사용하여 현재대로 단일 스트림(Single Stream)을 전송한다. 3DTV 수상기만 있으면 수상기가 이 좌우화면을 3D로 디스플레이하는 기능이 내장되어 있어 3D로 시청할 수 있다. 단점으로는 기존의 2D 수상기에서는 좌우화면으로 나뉘어 보일 뿐이므로 3D로 보는 것이 불가능하다. 또한 3DTV 수상기에 있어서도 좌우화면 모두 HDTV 해상도의 반에 해당하는 해상도이므로 3D 화질이 떨어진다.

2) 이중 스트림(역호환성 보장) 방식

우리나라에서 방송통신위원회를 중심으로 추진단을 구성하여 지난 2년간 실험방송을 실시한 3D 방송은 역호환성을 보장하기 위해 좌신호를 MPEG-2로 12Mbps로 압축하고 우신호를 H.264로 6Mbps로 압축하여 두 개의 스트림(Dual Stream)을 전송한다. 기존의 2D 수상기는 좌 신호



〈그림 1〉 MPEG-2 기반 지상파 HDTV와 지상파 3DTV 실험방송 전송 방식

를 받아들일 수 있으므로 역호환성이 보장된다. Side-by-Side 방식과 달리 기존 수상기와 역호환성이 있어 3D방송을 2D로 시청이 가능하다. 또한 3D 화질에 있어서도 Side-by-Side 방식보다 향상된다. Side-by-Side 방식이 좌우 모두 MPEG-2로 약 9Mbps로 압축하는 것과 같은데 이중 스트림 방식에서는 좌신호를 MPEG-2를 사용하여 12Mbps로 압축하고 우신호는 H.264를 이용하여 6Mbps로 압축하므로 화질에 있어서 MPEG-2 12Mbps와 거의 같다. 비록 화질 측면에서 Side-by-Side 방식보다는 향상된다고 하나 여전히 좌우 모두 MPEG-2 12Mbps에 상당하는 화질이므로 정상적인 MPEG-2 18Mbps에 비해 화질이 떨어질 가능성이 있다. 화질저하의 경우 3DTV 수상기에서의 화질이 떨어질 뿐 아니라 기존의 2D로 수신하는 수상기에서도 HD 화질이 떨어지므로 일부의 3D 시청을 위해 다수의 2D 시청자들의 HD를 즐길 권리를 빼앗는 셈이 되어 2D 시청자들로부터 불만이 제기될 수 있다.

2. UHD TV

일본 NHK에서 8K UHD를 개발하여 실험중이다. 2015년부터 위성을 통해 실험방송을 실시할 계획이다. 또한 국제표준화기구인 ISO와 ITU-T에서는 합동으로 UHD TV를 위한 핵심기술인 차세대 비디오 부호화 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)의 표준화를 위해 작업을 수행하고 있다. 이 표준은 2013년에 완성될 예정이다. 일본 NHK가 현재 개발하여 실험중인 시스템은 H.264/AVC를 기반으로 하고 있으나 HEVC가 완성되면 이 표준 기술로 대체될 예정이다.

III. 차세대 방송 방식 제안 및 주파수 자원 할당

차세대 방송을 위한 서비스 시나리오와 필요한 주파수 대역에 대해 제안하고자 한다. 제안하는 방

식은 현재의 HDTV 방송 플랫폼을 고려하여 역호환성과 HD 화질을 유지하면서 3D 방송, UHD 방송, 지상파 채널 증가, OHTV(Open Hybrid TV) 서비스 등이 가능하도록 검토한 방안이다.

- 제안 방식: 각 5개 지상파 방송사마다 현재 6MHz 지상파 HDTV 채널에 700MHz 대역에서 추가로 6MHz 한 채널씩을 제공하여 (“1+1” 주파수 할당 방식) 3DTV, 4K UHD TV 등 차세대 방송 서비스가 가능하도록 한다.

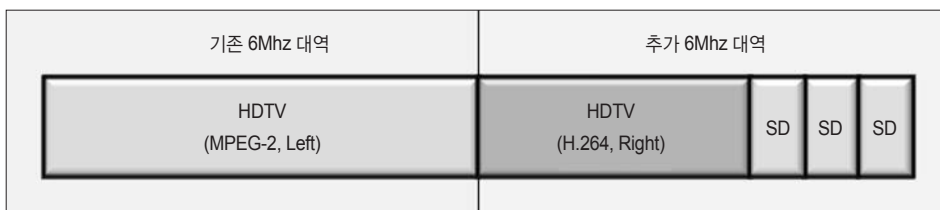
1. 시나리오 1 : 역호환성과 화질이 유지되는 3DTV

현재 방송사가 운영하는 채널에 현재와 같이 MPEG-2 기반 HDTV 방송을 하고 추가 채널에 H.264로 9Mbps로 방송하면 역호환성도 유지되고 HDTV 화질도 유지된다. 이는 두 개의 대역을 사용하므로 이중 대역(dual band) 방식이라고 할 수 있다. 방송이 이루어진다면 세계 최초의 역호환성과 HD화질이 보장되는 지상파 3D 방송이 될 것이다. H.264 부호기나 복호기는 이미 상용화되어 있기 때문에 이 시나리오는 주파수만 할당된다면 약간의 기술 표준화 작업을 거쳐 바로 구현 가능하다. 만일

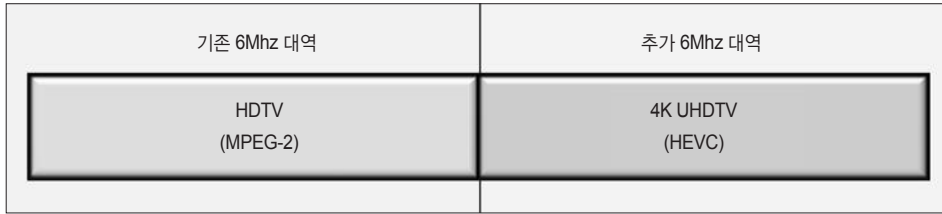
시작하는 시기가 2015년 이후라면 H.264대신 2013년에 표준이 완성되는 차세대 압축기술인 HEVC를 이용하여 압축률을 높일 수도 있다. 이와 같이 3D 방송을 할 경우, 추가 채널에서의 남은 비트를 이용하여 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 남은 9Mbps는 H.264로 HD 한 채널을 제공할 수도 있고 H.264로 SD 3채널 이상을 제공할 수도 있으며 기존 TV에서 수신 가능하도록 MPEG-2로 SD 2채널을 제공할 수도 있다. 즉 MMS나 Korea-View가 목표했던 서비스도 함께 이루어질 수 있다. 또한 대량의 데이터 방송이나 NRT가 추구했던 비실시간 다운로드 서비스를 실시간으로 제공할 수도 있는 등, 남은 비트를 이용한 다양한 서비스가 가능하다. 대량의 정보 제공은 이동통신에서의 정보 액세스 부담을 줄여 줄 수 있어 효율적인 주파수 활용을 통한 정보화 사회의 구현에 일조할 수 있을 것이다.

2. 시나리오 2 : 4K UHD 방송

지상파에서 처음부터 8K UHD를 상용화하는데는 여러 가지 기술적 환경적 제약이 따른다. 이에 따라 제안하는 방식은 우선 4K UHD부터 시작하고 후에 8K로 확장하는 것이다. 4K UHD는 데이



〈그림 2〉 “1+1” 주파수할당을 이용한 역호환성이 유지되는 3DTV



(그림 3) “1+1” 주파수 할당을 이용한 4K UHD 방송

터의 양이 현재 HD의 최소 4배이다. 현재 표준화가 진행되고 있는 MPEG의 HEVC(High Efficiency Video Coding)는 2013년에 1차적으로 Baseline 표준이 완성될 예정이다. 현재까지의 결과에 따르면 HEVC의 압축효율은 H.264/AVC의 2배, MPEG-2의 4배 정도로 나타나고 있다. 이를 감안하면 6MHz 대역을 이용해서 4K UHD를 전송하는 것이 가능해진다. UHD 방송을 할 때 HD 방송을 할때와 마찬가지로 역호환성 문제가 발생한다. 기술적으로 HEVC는 MPEG-2나 H.264와 역호환성이 없다. 따라서 아날로그 방송과 디지털 방송의 Simulcast를 10여년간 지속한 상황과 유사하게 HD와 UHD의 Simulcast를 통해 기존 수신기에서도 동일한 콘텐츠를 수신할 수 있도록 해야 한다. 따라서 방송사는 기존 채널을 이용해서 MPEG-2 기반 HD 방송을 하고 추가채널을 이용해서 HEVC 기반 4K UHD 방송을 함으로써 자연스럽게 Simulcast를 할 수 있다. 현재 표준화가 진행중인 HEVC의 성능, 4K UHD가 2K HD에 비해 갖는 화소간의 높은 상관도, 인간의 시각특성과 디스플레이 장치의 해상도간의 관계, DVB-T2에서 볼 수 있는 전송효율의 향상 등을 종합해 본 결과 HEVC 방식으로 4K UHD를 압축할 경우 매우 깨끗하고 선명한 수준의 화질을 얻을 수 있

을 것으로 분석된다. 현재 진행중인 차세대 압축 기술인 HEVC 표준이 2013년에 완성될 예정이기 때문에 상용화에 이르기까지 2년의 여유를 감안하면 이 시나리오는 2015년 무렵부터 실현 가능할 것으로 보인다.

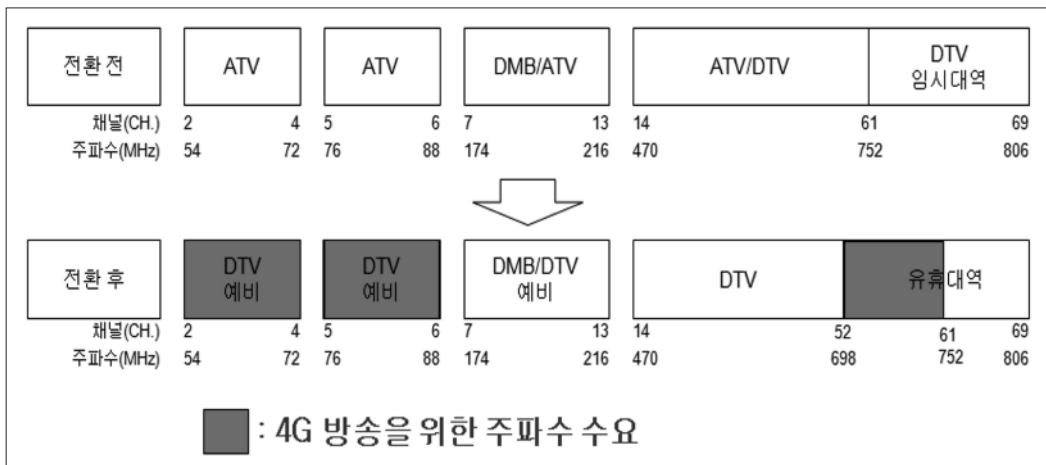
IV. 700MHz 대역의 주파수 자원 요구사항

디지털 전환 후 디지털 방송의 전국 커버리지를 위해서 6MHz 대역 38개를 사용하는 점을 감안하면 차세대 방송의 전국 커버리지를 위해서도 추가로 38개 채널을 사용하는 것이 이상적이라고 할 수 있다. 그러나 현실적으로 디지털 전환 후의 700MHz 대역 유휴대역이 18개 채널이고 이동통신과 차세대 방송 간의 균형 발전을 통한 정보화 사회 구축을 도모하는 뜻에서 최소한의 주파수 자원 수요에 대해 살펴보고자 한다. 이런 의미에서 차세대 방송 초기는 HD 디지털 전환 초기와 유사한 상황이라고 할 수 있다. 주파수 자원이 충분히 확보되지 않은 상황에서 최소의 주파수 자원을 이용해서 전국을 상당부분 커버리지 영역으로 수용할 수 있어야 한다. 따라서 디지털 전환 초기의 주파

수 할당과 같은 방법을 사용할 수 있다. 디지털 전환 초기에는 61~69, 14~18의 총 14(9+5)개의 채널을 활용하였다. 이를 모델로 삼아 차세대 방송 초기에는 전국을 수용하기 위해 700MHz 대역에서 9개 대역과 아직 채널 배치가 보류되어 있는 VHF 대역의 채널 2~6의 5개 대역을 활용할 것을 제안한다. 이렇게 되면 차세대 방송 서비스를 위해 요구되는 총 대역폭은 700MHz 유휴대역의 총 108MHz 중 9개 채널(54MHz)과 VHF 대역의 5개 채널(30MHz)의 총 84MHz가 된다. 700MHz 대역은 광역시 등 핵심 지역을 커버하고 VHF 대역은 기타 지역과 간이국에서 사용하는 것이 한 방안이 될 수 있을 것이다. 추후 8K UHD를 위해 방송사마다 하나씩의 추가적인 제 2의 6MHz 채널이 더 필요하다. 이는 아날로그에서 디지털로 전환할 때 주파수 재배치를 하듯이 HD로부터 UHD/3D로 전면적으로 전환할 때 주파수 재배치에 관한 검토를 하면서 할당할 수 있을 것이다. 즉 현재의 HD 채널을 그대로 이어 받으면 되기 때문에 기본적으로

새로운 주파수를 할당하지 않더라도 무방해진다. 이 경우 장래에는 6MHz 채널 두 개를 이용해서 하나는 4K UHD 방송을, 다른 하나는 8K UHD 방송이나 3D UHD나 멀티 채널 방송이나 차세대 DMB 방송등이 모두 가능해진다. 이에 따라 차세대 방송이 추구하는 3D, UHD, 다채널 방송, 고품질 DMB 등의 요구를 모두 충족시키면서 콘텐츠와 방송사 여건에 따라 시간대별로 유연한 운용이 가능해진다.

VHF 대역의 5개 대역 총 30MHz는 현재까지 디지털 전환 후 채널 할당이 되지 않은 대역이어서 차세대 지상파 방송을 위해 활용하는데 큰 문제는 없을 것으로 보인다. 700MHz 대역에서는 총 108MHz 가운데 반인 54MHz를 필요로 하므로 나머지 반은 차세대 이동통신 분야와 공공 서비스 분야에서 활용할 수 있을 것이다. 이는 700MHz 대역의 활용을 둘러싼 차세대 방송 분야와 이동통신 분야간의 합리적인 절충안이 될 수 있을 것이다.



(그림 4) 차세대 방송 초기의 주파수 배치

V. 결론

본 고에서는 지상파에서 전국민에게 보편적 시청권을 보장하고 정보격차 해소에 도움을 주는 지상파 차세대 방송 서비스를 위한 공학적 접근을 시도하였다. 공학적 접근에서는 차세대(4G) 방송 서비스의 필요성, 기술 발전 동향, 표준화 동향 등을 살핀 후, 지상파에서의 차세대 방송 서비스 시나리오를 제안하고 이를 위한 700MHz 대역의 활용 방안을 제시하였다. 제안된 방안은 최소 700MHz 유휴대역의 반인 9개 채널(총 54MHz)을 차세대 방송 목적으로 할당하여, 차세대방송 초기에 5개 방송사(KBS1, KBS2, MBC, SBS, EBS)가 전국 주요 지역을 커버리지 영역으로 하면서 세계 최초로 지상파에서 3D 방송과 4K UHD 방송을 실시할 수 있도록 하고 있다. 각 방송사는 현재의 방송 채널을 이용해서 기존의 MPEG-2 기반 방송을 현행대로 하고 주어진 각각 하나씩의 6MHz 추가채널을 이용해서 콘텐츠에 따라 3D 방송 혹은 4K UHD 방송을 할 수 있다. 이렇게 함으로써 기존의 MPEG-2 기반 HDTV 방송 시청자는 역호환성이

보장되면서 HD 화질 저하 없는 방송을 그대로 수신할 수 있고, 새로운 수상기를 가진 시청자는 3D/UHD 방송을 지상파를 통해 즐길 수 있다. 700MHz 대역의 나머지는 차세대 이동통신이나 공공서비스를 위해 사용 가능하므로 국민에게 방송과 통신과 공공 서비스간에 균형있는 서비스를 제공하여 효율적인 정보화 사회를 구축하는데 일조할 수 있을 것이다.

본 고에서 제안된 방안에 의해 700MHz 유휴대역을 차세대 방송 분야와 차세대 이동통신 분야, 그리고 공공서비스 분야에서 균형있게 나누어 활용한다면, 정보 격차를 해소하고 차세대 방송에 대한 보편적 시청권을 확보하는 한편, 방송과 이동통신 분야의 소비자 요구를 최대한 만족시키면서 제한된 주파수 자원을 이용해서 효과적으로 정보를 전달하여, 미래 정보화 사회 구축에 일조할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 다가오는 2018 평창 동계 올림픽을 보편적 시청권이 보장되는 지상파에서 세계 최초로 UHDTV/풀HD-3DTV로 중계함으로써 영상 혁명이 함께 하는 세계인의 축제로 승화시킬 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 정제창, “지상파 (4G) 방송서비스 활성화 방안 연구: 주파수 자원 수요 및 경제효과를 중심으로”, 2011.5
- [2] 정제창, “고화질 3DTV 실험방송의 추진”, 방송공학회지, 15권 1호, 8-11p, 2010. 3
- [3] 김문철, “UHD 비디오 연구 및 산업 동향과 차세대 고효율 비디오 압축 코덱 기술 개발 및 표준화 동향”, 방송공학회지, 14권 2호, 2009. 6

필자소개



정제창

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업
- 1982년 2월 : KAIST 전기전자공학과 석사
- 1990년 : 미국 미시간 대학 전기공학과 공학박사
- 1980년 ~ 1986년 : KBS 기술연구소 연구원(디지털 및 뉴미디어 연구)
- 1990년 ~ 1991년 : 미국 미시간대학 전기공학과 연구교수(영상 및 신호처리 연구)
- 1991년 ~ 1995년 : 삼성전자 멀티미디어 연구소(MPEG, HDTV, 멀티미디어 연구)
- 1995년 ~ 현재 : 한양대학교 융합전자공학부 교수(영상통신 및 신호처리 연구실)
- 1998년 11월 : 과학기술부/과학재단, 이달의 과학기술자상 수상
- 2011년 5월 : 녹조근정훈장
- 2012년 : 한국공학한림원 회원, 한국방송공학회 회장
- 2007년 : IEEE Chester Sall Award 수상, 한국통신학회 LG학술상 수상
- 2008년 : ETRI Journal Paper Award 수상
- 주관심분야 : 영상처리, 영상압축, 3DTV, UHDTV