

# 케이블 UHDTV 방송기술 동향

김홍익, 조용성\*, 정준영\*, 최동준\*, 이중환  
CJ헬로비전, \*한국전자통신연구원

## 요약

HD(High Definition) 방송기술이 보편화 되면서 HD이후의 실감형 방송서비스에 대한 기술개발이 빠르게 진행되어 왔다. 여러 기술들 중에서 UHD(Ultra High Definition)는 HD 이후의 실감형 방송으로 가장 주목 받고 있다. 그 이유는 UHD 기술의 표준화가 대부분 진행되어 시장내 서비스에 대한 공감대 형성이 많이 되어 있고 콘텐츠 제작을 위한 솔루션과 서비스를 위한 관련 제품들이 이미 상용화 되어 있기 때문이다. 그리고 UHD를 전송하기 위한 기술 기반들은 성숙단계에 있으며 UHDTV 제품이 시장에 출시되고 있어 실감형 방송서비스 중에서 가장 현실적으로 상용화에 접근한 서비스로 인정받고 있는 것이다. 시청자 입장에서도 다른 실감형 방송 서비스와 달리 시청 거부감이 낮다. 특히 케이블은 경쟁매체에 비해 대용량 고화질 방송서비스에 장점이 있고 전송규격의 큰 변화 없이 UHD 서비스를 할 수 있어 상용서비스 제공에 이점을 가지고 있다. 본고에서는 한걸음 더 다가온 케이블기반 UHDTV의 표준화 현황과 방송기술 동향에 대해서 알아본다.

## I. 서론

디지털방송이 대중화 되면서 시청자는 HDTV(High Definition TV) 화질에 익숙해 졌다. 이와 함께 TV 디스플레이는 기술의 발전에 따라 대형화 되면서도 가격을 하락하고 있다. 이 때문에 대형화되고 있는 TV에 적합한 HDTV 이후의 고품질 실감형 방송에 대한 요구가 있어 방송사업자들은 관련 시장을 선점하기 위해 차세대 방송 서비스 개발에 노력하고 있다.

국내 디지털방송 환경을 보면 지상파 아날로그 방송이 종료되었고 디지털TV의 보급율이 80%를 넘어서고 있다. 디지털TV 기술 발전으로 보급이 확산되었고 디스플레이 기술 발전은 TV 화면 크기를 대형화 하여 2013년 국내 TV 제조사 신제품 최소 사이즈가 55인치에 이르고 있다. 이처럼 점차 대형화 되고 있는

디지털 TV에 맞는 콘텐츠 소비가 필요한 시장환경이 되었다.

HDTV 이후의 새로운 실감형 방송 서비스에 대한 요구 때문에 관련 산업도 이에 맞춰 빠르게 변화하고 있다. HDTV 이후의 차세대 방송 서비스로 UHDTV(Ultra High Definition TV) 서비스에 관심이 모아지고 있다. UHDTV는 대화면을 통해서 HDTV 방송에 비해 4배 혹은 16배 고해상도 서비스를 제공하여 시청자에게 현장감과 입체감을 전달할 수 있는 방송기술이다.

UHD는 기존 HD(1,920 x 1,080)의 해상도 보다 가로와 세로 방향으로 각각 2배 혹은 4배 증가한 디지털 방송 규격이다. 2배 증가한 해상도 규격은 3,840 x 2,160이며 가로 방향의 픽셀 수를 나타내는 4K라 하고, 4배 증가한 해상도 규격은 7,680 x 4,320이며 가로 방향의 픽셀수를 나타내는 8K라고 한다. UHD는 HD보다 자연스러운 영상을 재현하기 위해 초당 프레임 수를 증가시키고, 보다 정밀한 표현을 위하여 화소당 비트의 수를 늘렸으며, 시야각을 넓혀 실감적인 화면을 제공할 수 있도록 하고 있다. 오디오도 최대 22.2채널을 사용하여 실제 현장과 같은 음향을 제공할 수 있도록 하고 있다. 이 때문에 UHD는 HD에 비해 데이터량이 최소 4배에서 96배까지 증가될 수 있어 데이터의 안정적인 전송을 위해 고효율 부호화, 영상 처리, 데이터 전송기술 등이 요구되고 있다.

UHDTV 서비스 기술개발은 전 세계적으로 진행되고 있으며, 특히 일본이 가장 활발한 연구를 진행하고 있다. 일본에서는 NHK를 중심으로 1995년부터 다양한 UHD 서비스를 시도해 오고 있으며, 2012년에는 BBC와 공동으로 영국 런던올림픽을 8K UHDTV로 중계하였다. 국내에서는 지상파 KBS가 2012년 10월부터 66번 채널을 통해 DVB-T2 전송방식과 H.265/HEVC(High Efficient Video Coding)를 활용한 4K UHDTV 실험방송을 하였고, 위성방송 스카이라이프도 KA대역의 천리안 위성을 통해 DVB-S2 전송방식과 H.264/AVC를 활용한 4K UHDTV 방송을 시연하였다. CJ헬로비전은 2013년 1월 케이블 방송망을 통해 전송방식의 변경 없이 방송채널 결합 기술을 적용한 4K UHDTV 실험방송을 시작하였다. 256QAM 2개 채널을 결합하여 최대 80Mbps의 대용량 전송이 가능하고, H.264/AVC와 H.265/HEVC 압축방식을 동시에 이용하여 큰

텐츠 수용성 또한 높다. 정부는 최근 2014년 인천 아시안 게임을 전후로 UHD 시범방송을 실시하고 2015년부터 케이블을 시작으로 UHD 방송을 상용화하는 내용의 중장기 로드맵을 마련하였으며 이를 위한 기술개발 및 시장환경을 조성할 예정이다.

본고에서는 케이블 기반 UHDTV 방송 서비스를 위한 국내의 관련 기술동향 및 표준화 동향에 대해서 설명하고자 한다. 그리고 케이블이 타 매체에 비해 UHDTV 방송 서비스 제공을 위한 장점이 무엇인지에 대해서도 설명하고자 한다.

## II. 본문

UHDTV 방송 서비스는 가정에서 70mm 영화보다 좋은 화질과 최대 22.2 오디오 채널의 초고음질을 이용하여 시청자에게 향상된 현장감과 사실감을 제공할 수 있는 실감 방송 서비스로 정의할 수 있다. 연구개발 수준에 머물러 있던 UHDTV 관련 기술은 2012년 중반 이후 3DTV와 스마트 TV에 이은 차세대 방송서비스로 급부상하고 있다. 이에 따라, TV제조사들 중심으로 관련 제품이 출시되고 있고, 주요 방송사들도 구체적인 서비스 계획을 수립하고 있지만, 아직 본격적인 서비스를 시작하기에는 더 많은 준비와 노력이 필요해 보인다. 이에 본 장에서는 UHDTV 방송서비스의 실현에 필요한 주요 기술 및 현황, 국내

외 표준화 현황, 그리고 케이블을 통한 국내의 UHDTV 실험방송 현황에 대해 살펴보고자 한다.

### 1. UHDTV 방송 주요기술 및 동향

앞서 설명한 바와 같이 UHDTV는 기존 HD보다 선명한 화질과 풍부한 음향 효과를 제공할 수 있다. 그러나, 이를 실현하기 위해서 방송 프로그램의 제작, 부호화, 전송, 수신, 재생 등 방송 기술 전 분야에 걸친 새로운 기술과 장비의 개발이 필요하다.

#### 1.1 콘텐츠 제작기술

UHD 콘텐츠 제작기술은 4K 이상의 UHD콘텐츠의 획득과 편집에 관한 기술로, UHD 콘텐츠를 획득하는 초고화질 카메라 제작 기술, 대용량 UHD 데이터의 저장 및 고속 전송 기술, 완성 프로그램 제작을 위한 편집 기술로 나눌 수 있다.

UHD 카메라 제작 기술은 카메라 촬상 소자와 카메라를 중심으로 1998년 NHK에서 개발이 시작되었다. 2007년에는 3,300만 화소의 CMOS 소자가 개발되었고, 2008년에는 8K UHD 카메라 시제품이 개발되었다.

4K UHD 카메라는 2006년 Dalsa Origin에서 4,096×2,048 해상도의 카메라가 출시된 이후, 2007년 Red Digital에서 Red One 제품이 출시되어 본격적인 상용화가 진행되었고, 이후 디지털 시네마 촬영 현장에서 널리 사용되고 있다.

\* : 표준화 대상 기술

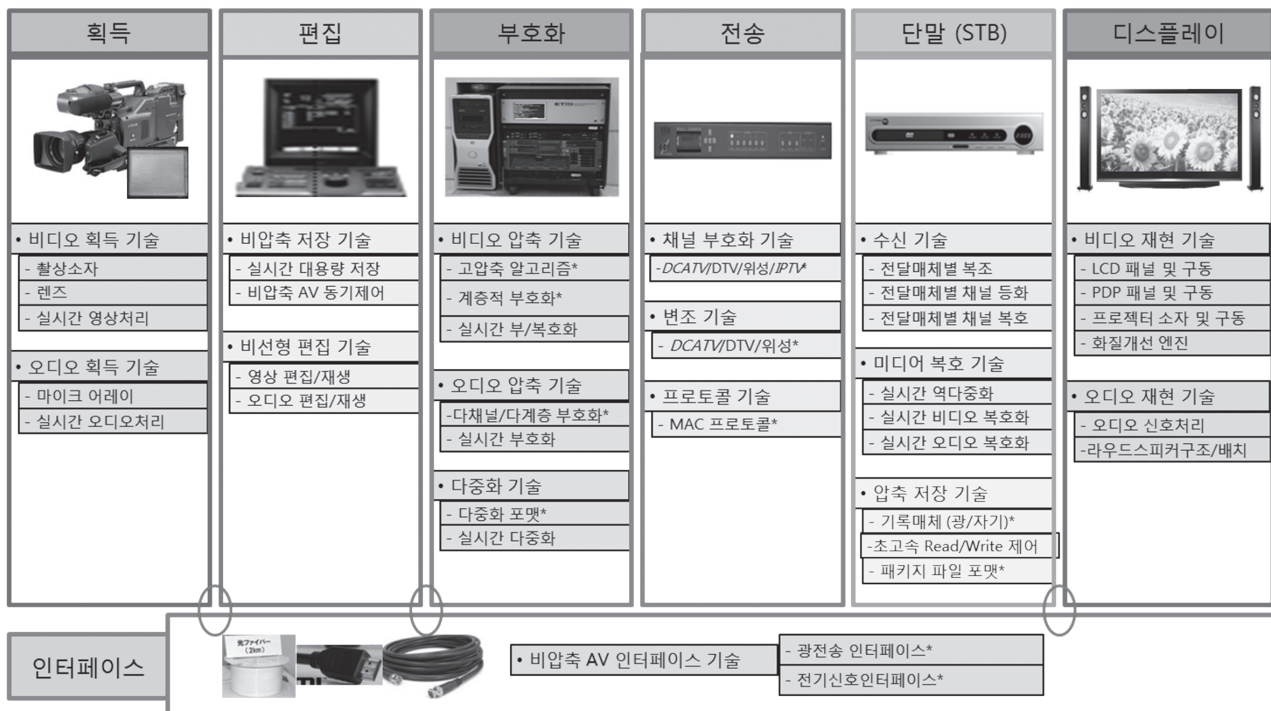


그림 1. UHDTV 방송을 위한 주요 기술

UHD에 대한 관심이 고조되기 시작한 2012년 이후부터는 소니, JVC, 캐논 등 주요 카메라 제조회사에서 더 저렴하고 다양한 제품을 출시하고 있어, 4K 카메라의 대중화를 더욱 앞당길 수 있을 것으로 보인다.

UHD 데이터 저장 및 고속 전송 기술은 카메라로부터 획득한 초대용량의 UHD 데이터를 효율적으로 저장하고, 완성 프로그램의 편집을 위해 고속 전송하기 위한 기술이다. UHD 비디오 데이터는 고속 저장을 위해 주로 SSD 등의 저장 매체에 RAID 기술을 이용하고 있으며, 데이터 저장 효율을 높일 수 있도록 H.264/AVC 기반의 인트라 부호화 기술이 적용된 ProPes422, AVC-Ultra 등의 편집용 고품질 영상 압축 기술이 이용되고 있다. 향후에는 표준 승인을 마친 H.265/HEVC 기반 기술이 보급될 것으로 예상된다.

카메라로부터 획득한 대용량의 UHD 콘텐츠를 저장장치와 편집장비 등으로 실시간으로 전송하기 위한 고속 데이터 전송 인터페이스 기술로는 SDI(Serial Digital Interface) 기술이 주로 이용되고 있다. BNC 케이블을 통해 최대 1,485Gbps 전송을 지원하는 HD-SDI, 2.97Gbps 전송을 지원하는 3G-SDI와 광 케이블을 통해 최대 10Gbps 전송을 지원하는 10G-SDI 표준이 제정되어 있다.

### 1.2 비디오 압축 기술

UHD 비디오 신호는 기존 HD와 비교했을 때, 4K(3,840 x 2,160)는 4배, 8K(7,680 x 4,320)는 16배의 해상도를 가진다. 그러나, 표 1을 통해 확인할 수 있듯이, 화소당 비트수, 샘플링 형식, 화면 주사율 등의 신호 규격에 따라서 최소 4배에서 8K UHDTV의 경우, 최대 192배의 데이터량을 가질 수도 있다. 표 1에서 예시하지 않았지만 8K에서 120프레임 영상의 경우 그 이상이 될 수도 있다.

방대한 UHD 콘텐츠의 데이터량은 UHDTV 방송 서비스의 실현에 큰 걸림돌이 된다. 물론, H.264/AVC등과 같은 부호화 기술을 통해 비디오 신호를 원 영상의 100분의 1 수준까지 압축할 수도 있지만 여전히 35Mbps이상(4K, YUV4:2:0, 30프레임 기준)의 대역폭이 필요하기 때문에 256QAM 기반 케이블 방송망의 용량으로도 UHD 방송 신호의 효율적인 전송을 어렵게 만든다.

이와 같은 문제 해결을 위해, H.264/AVC 표준보다 압축 효율이 2배 더 좋은 고효율 비디오 부호화 방식인 H.265/HEVC 표준이 제정되었다. 그러나, 표준 최종안이 올해 1월에 완료되었고, 부호화 성능 향상에 따른 복잡한 구조와 계산량 증가로 인해 아직까지는 실시간 방송 수준의 인코딩 장비나 수신 단말이 출시되지 못하고 있다.

실시간 UHDTV방송이 가능한 장비는 2014년부터 본격적으로

표 1. UHDTV와 HDTV의 비디오 데이터량 비교

비디오 신호 규격		데이터량
HD	1,920x1,080, YUV4:2:0, 8bits, 30fps	746Mbps
4K UHD	3,840x2,160, YUV4:2:0, 8bits, 30fps	3Gbps (HD의 4배)
	3,840x2,160, YUV4:2:2, 10bits, 30fps	5Gbps (HD의 7배)
	3,840x2,160, YUV4:4:4, 12bits, 60fps	18Gbps (HD의 24배)
8K UHD	7,680x4,320, YUV4:2:0, 8bits, 30fps	12Gbps (HD의 16배)
	7,680x4,320, YUV4:2:2, 10bits, 60fps	40Gbps (HD의 53배)
	7,680x4,320, YUV4:4:4, 12bits, 120fps	143Gbps (HD의 192배)

로 등장할 것으로 예상되며, HDTV 방송에서 UHDTV 방송으로의 세대교체가 빠르게 진행될 수 있을 것으로 기대된다.

### 1.3. 전송기술

앞서 살펴본 바와 같이 UHD 콘텐츠를 전송하기 위해서는 기존 HD 콘텐츠보다 훨씬 큰 대역폭이 필요하다. H.265/HEVC 등과 같이 압축효율이 좋은 차세대 방식이 개발되었지만, 전송 측면에서의 UHD 콘텐츠의 용량은 여전히 부담스러운 것이 사실이다. 이 때문에, 지상파, 위성, 케이블 등의 매체에서는 각각의 전송 환경에서 UHDTV, 3DTV와 같은 대용량 데이터의 전송이 가능한 전송방식을 찾고 있다. 기존 대역을 통해 단일 채널의 대역폭을 향상시키는 대표적인 기술로는 유럽의 DVB에서 표준화를 완료한 DVB-T2, DVB-S2, DVB-C2 방식이 있으며, 상용화 수준의 제품이 많이 출시되어 있다.

최근 진행된 다수의 지상파와 위성을 통한 UHDTV 실험방송에서 DVB 표준방식을 적용하여 방송 신호를 전송하고 있고, 국내에서도 KBS와 스카이라이프가 DVB-T2와 DVB-S2 전송방식을 이용하여 지상파와 위성을 통해 UHDTV 실험방송을 진행했다.

DVB 표준 방식과 같이 단일 채널에서의 전송 대역폭을 향상시키는 방법 외에 전송 방식을 변경하지 않고 복수의 채널을 결합하여 전송 용량을 향상시킬 수 있는 채널 결합 기술도 실험방송에 적용되고 있다. 채널 결합은 <그림 2>와 같이 복수의 채널을 결합한 논리적인 하나의 광대역 채널로 데이터를 전송하는 기술이다.

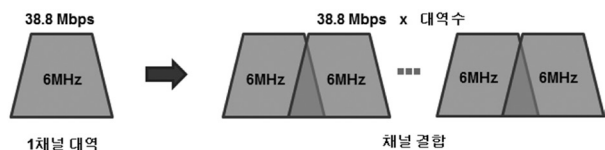


그림 2. 방송채널 결합의 개념

〈그림 3〉과 같은 방식으로 채널 결합 기술을 이용하면 전송 방식의 변경 없이도 대용량 데이터를 전송할 수 있는 대역폭 확보가 가능하다. 2013년 1월부터 UHDTV 실험방송을 시작한 CJ헬로비전에서 2개의 채널을 합쳐 하나로 보낼 수 있는 채널 결합 기술을 통해 UHD 콘텐츠의 전송 대역폭 문제를 해결하였다.

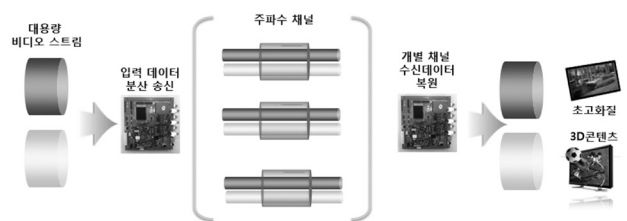


그림 3. 채널 결합을 통한 방송 전송 개념

### 1.4 UHD 수신기술

2013년 1월 CES 전시회에서 세계적인 유무선 반도체 기업인 브로드컴은 H.265/HEVC 비디오 부호화 방식 표준을 지원하는 하드웨어 디코더 칩셋을 발표하였다. 브로드컴이 발표한 칩셋은 4K 해상도 영상을 초당 60프레임까지 실시간 재생이 가능한 것으로 알려져 있다. 지상파, 케이블, 위성방송 등 각 매체별 전송 표준이 완료된 후, 본격적으로 상용 제품이 출시될 것으로 전망된다. UHD 셋톱박스과 UHDTV 디스플레이 사이의 데이터 전송 인터페이스는 가전 업체들이 주로 사용하고 있는 HDMI가 이용될 것으로 전망된다. 현재 UHDTV 디스플레이에서 사용하고 있는 HDMI 1.4규격은 3,840 x 2,160 해상도의 4K UHD 영상을 최대 30프레임까지 전송할 수 있으며, 60프레임 이상의 전송을 지원하는 표준은 2013년 상반기 중으로 완료되는 것으로 알려져 있다.

### 1.5 UHD 디스플레이 기술

2005년 대만의 CMO사가 세계 최초의 4K 디스플레이를 전시한 후, 소니, 파나소닉, 삼성, LG전자 등 글로벌 기업들이 경쟁적으로 UHDTV 디스플레이를 개발하고 상용 제품을 출시하고 있다. 특히, CES 2013 전시회에서는 가전을 대표하는 주요 업체들이 UHDTV 관련 시장의 주도권을 잡기 위해 치열할 경쟁을 펼쳤으며, 80인치 이상의 대화면 제품뿐 아니라 50~60인치 크기의 보급형 4K UHDTV제품들을 대거 출품하였다. NAB 2013에서는 기존 가격보다 60% 이상 저렴한 가격적인 가격의 50~60인치 제품이 출시되어 UHDTV 대중화의 전기를 마련하였다.

국내 업체로는 LG와 삼성이 UHDTV 디스플레이 시장을 선도하고 있다. LG전자는 CES 2012 전시회에서 세계 최초의 84인치 3D 4K UHDTV를 출시하였고, 같은 해 8월 세계 최초의

상용 UHDTV를 출시하였다. 삼성전자도 CES 2013을 통해 85, 95, 110인치 라인업을 가진 4K UHDTV 디스플레이를 전시하며 호평을 받았다.

## 2. 국내외 표준화 현황

UHDTV 기술과 관련한 표준화는 비디오/오디오 신호 규격과 부호화 관련 분야의 일부 표준이 제정되었으며, 지상파, 위성, 케이블에서 UHDTV 방송서비스를 제공하기 위한 전송 분야의 표준화는 2013년 하반기에 완료될 전망이다.

### 2.1 비디오 및 오디오 신호 규격

UHDTV 비디오 신호 규격은 화소수를 기준으로 가로, 세로 각각 3,840 x 2,160 해상도를 가지는 4K UHDTV와 7,680 x 4,320 해상도를 가지는 8K UHDTV로 구분되며, 샘플링 형식, 화소당 비트수, 화면 주사율 등 비디오 신호를 정의하는 다양한 파라미터들을 포함하고 있다. UHDTV 신호를 정의하는 파라미터들에 대한 상세한 사항은 ITU-R BT.1769(파라미터), BT.1201-1(해상도), SMPTE 2036-1(비디오 신호) 등의 표준에 정의되어 있다. 〈표 2〉는 ITU-R BT.1769 표준에 정의된 UHDTV 비디오 신호 규격을 나타낸 것이다.

표 2. UHDTV 비디오 신호 규격(ITU-R BT.1769)

해상도	3,840 x 2,160	7,680 x 4,320
화면비	16 : 9	
라인당 샘플	3,840	7,680
액티브 라인	2,160	4,320
샘플링 형식	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4	
주사율(Hz)	23.97, 24, 25, 29.97, 30, 50, 59.94, 60	
주사방식	프로그레시브	
화소당 비트수	10, 12	

UHDTV 오디오 신호 규격은 채널수를 기준으로 일반적으로 최소 10채널 이상의 오디오 신호부터 22.2 채널의 오디오 신호로 정의된다. SMPTE 2036-2(오디오 신호) 표준은 22.2채널 오디오 재생 시스템을 기반으로 샘플링 주파수, 양자화 비트수 등의 파라미터들을 규정하고 있다. 〈표 3〉은 SMPTE 2036-2 표준에 정의된 UHDTV 오디오 신호 규격을 나타낸 것이다.

표 3. UHDTV 오디오 신호 규격(SMPTE 2036-2)

파라미터	값
오디오 채널수	22.2
샘플링 주파수	48KHz, 96KHz
양자화 비트수	16, 20, 24

국내 UHDTV 비디오 및 오디오의 신호 규격 표준화는 차세대 방송포럼 산하의 UHDTV 워킹그룹을 통해 진행되었으며, TTA를 통해 2010년 국내 UHDTV 영상 신호 표준이 제정되었고, 2011년 UHDTV 음성 신호의 표준이 제정되었다. 신호 규격의 많은 내용이 ITU-R의 신호 규격과 유사하지만, UHDTV 시청 환경 및 주관적 화질 평가를 통해 화소당 비트수에 따른 영상의 색감 차이가 미미하다는 실험 결과에 근거하여 화소당 비트수에 8비트를 포함하고 있다.

## 2.2 UHDTV 부호화 방식

적은 대역폭으로 효율적인 방송 신호를 전송하기 위해 MPEG-2, H.264/AVC 등의 비디오 부호화 기술이 사용되고 있다. 그러나, HD 방송 이후의 새로운 방송 기술로 UHDTV 방송이 등장하면서 현재 사용하고 있는 규격보다 향상된 차세대 비디오 부호화 규격이 필요하게 되었다. 방송 분야에서 현재 가장 많이 사용되고 있는 H.264/AVC 표준에도 4K 해상도의 비디오를 부호화 할 수 있는 규격이 정의되어 있지만, 시장에 출시되는 제품들은 최대 Full HD 비디오의 부호화만 지원될 뿐만 아니라, 약 1/100 정도의 압축 부호화 성능을 가지고 있어 UHDTV 방송서비스를 실현하기는 어렵다. 따라서, 기존 방식보다 훨씬 더 높은 압축성능을 가진 새로운 부호화 기술의 개발이 필요하게 되었다.

이에 따라, 2009년 말, 비디오 부호화 표준화 단체인 MPEG Video 서브그룹과 ITU-T VCEG는 H.264/AVC의 압축 성능을 획기적으로 높인 새로운 압축 표준을 개발하기 위해 공동 협력팀(JCT-VC)을 결성하였다. 2012년 8월, 기존 H.264/AVC보다 압축 효율을 2배 향상시킨 표준 초안을 발표되었고, 2013년 1월 ITU는 대용량의 UHD 콘텐츠를 기존 H.264/AVC보다 높은 성능으로 부호화 할 수 있는 차세대 비디오 부호화 기술 표준으로 H.265/HEVC 표준 방식을 승인하였다. 알려진 바와 같이 기존 방식 대비 약 2배 정도의 압축율을 가지며, 동일한 PSNR 수치에서 약 35% 정도의 데이터량을 줄일 수 있다.

H.265/HEVC 규격은 표준화 초기부터 스케일러블 확장에 대한 부분도 함께 고려하였다. 기존의 시간적, 공간적, 화질 관점에서의 스케일러블과 에러에 대한 내성, 비트 심도, 화면비, 주사방식, 색차 신호 스케일러블 기능 등에 관한 요구사항을 발표하였다.

## 2.3 UHDTV 전송 규격

기존 방식보다 압축효율이 좋은 새로운 부호화 기술 규격이 완료되었음에도, 전송 측면에서의 UHD 콘텐츠는 여전히 부담스러운 대용량 데이터로 여겨지고 있다. 이에 따라, 지상파, 위

성, 케이블 방송 사업자들은 각각의 매체별 특성을 고려하여 대역폭을 향상시킬 수 있는 새로운 기술을 도입하는 방법으로 UHDTV 전송을 위한 방식 표준화를 진행하고 있다.

유럽에서는 지상파, 위성, 케이블에서 단일 채널의 전송 대역폭을 향상시킨 DVB-T2, DVB-S2, DVB-C2 전송 방식 표준화가 각각 완료되었다. DVB-T2는 유럽의 지상파 DTV 전송방식인 DVB-T의 성능을 개선한 차세대 전송 표준방식이다. DVB-T와 호환을 유지하며, 256QAM 변조방식의 추가, 1K, 4K, 16K, 32K 전송모드 추가, LDPC(Low Density Parity Check Code) 및 BCH(Bose Chaudhri Hocquenghem) 채널 부호화 적용, 회전 성상(rotated constellation) 기술 등 다양한 기술을 적용하여 기존 방식보다 약 30% 이상 전송 용량을 향상시켰다. H.264/AVC 코덱을 이용하는 경우, 지상파 채널을 통해 약 5~6개의 HD영상 전송이 가능하고, H.265/HEVC 방식을 이용하면 HD와 4K UHD영상의 동시 전송도 가능한 수준이다.

DVB-S2는 위성 DTV 전송방식인 DVB-S의 성능 개선을 위해 16APSK, 32APSK 등의 고차 변조, LDPC 및 BCH 채널 부호화, 강우감쇠를 줄이기 위한 적응형 부호 및 변조(Adaptive Coding and Modulation: ACM) 등의 기술을 적용하여 30% 이상 전송 용량을 향상시켰다.

DVB-C2도 위와 유사하게 4096QAM 변조, LDPC 및 BCH 채널 부호화, 다중 반송파 기반 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 등의 기술을 통해 케이블 DTV 전송 방식의 전송 용량을 향상시켰다.

미국의 디지털 케이블 전송 규격에서는 기존 방식의 전송 효율을 높이기 위해 1024QAM 등의 고차 변조 방식의 도입이 제안되었고, 기존 전송 환경에서 대용량 데이터 전송을 위한 대역폭 향상이 가능한 채널 결합 방식도 도입되었다.

국내의 경우, UHDTV의 전송 방식 등과 관련해서는 TTA 산하의 방송 프로젝트 그룹을 통해 각 방송 매체별로 UHDTV 전송을 위한 서비스 시나리오, 서비스 요구사항, 시스템 요구사항 등의 내용을 포함한 표준화가 진행중에 있으며, 국내 UHDTV 시험방송 일정이 앞당겨짐에 따라 2013년 말에는 표준화가 모두 완료될 전망이다.

## 3. 케이블을 통한 UHDTV 실험 방송 현황

UHDTV에 대한 관심이 커지면서 국내외 주요 방송사를 통한 UHDTV 실험방송과 함께 구체적인 향후 계획들이 발표되고 있다. 2012년 7월 일본 NHK는 영국 BBC와 공동으로 위성을 통해 런던 올림픽을 UHDTV 방송으로 생중계했으며, 유럽의 통신 위성 사업자인 Eutelsat은 CES 2013에 맞춰 프로젝트션 기업이나 방송 사업자를 위한 데모 목적의 최초의 4K UHD 채널 전

송을 시작하였다. 국내에서도 2012년 지상파를 시작으로 위성, 케이블을 통한 UHDTV 실험방송을 개시하였다. 본 절에서는 국내외 주요 방송사들의 케이블 기반 UHDTV 실험 방송 현황을 살펴보기로 한다.

### 3.1 NHK의 실험 방송

일본 NHK 기술연구소는 UHDTV용 카메라, 압축, 전송, 수신 및 디스플레이에 이르기까지 방송 기술 전반에 걸친 방대한 연구를 수행하고 있다. 2010년에는 기술연구소 오픈하우스 행사를 통해 그간의 UHDTV 관련한 연구 성과를 전시하였으며, 특히 케이블의 256QAM 4개 채널을 이용하여 146Mbps의 8K UHDTV 방송과 HD 방송을 동시에 전송하는 전송 기술을 선보였다.

8K 영상을 4개로 분할하여 각각을 6MHz 주파수 대역을 가지는 256QAM으로 HD방송과 함께 전송하고, 그 신호를 가정 내의 단말에서 복조하고 합성하여 1개의 8K UHDTV 프로그램과 1개의 HD 프로그램을 수신할 수 있다.

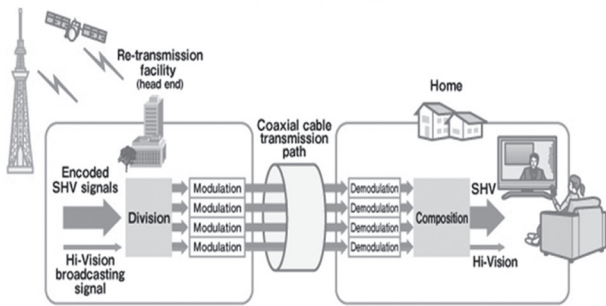


그림 4. 케이블을 통한 UHDTV 전송 실험

2013년 2월에는 기존 케이블 망에서 8K UHDTV 영상을 전송할 수 있는 전송방식을 통해 케이블 방송사업자인 일본 넷워크 서비스와 공동으로 전송 실험을 실시했다.

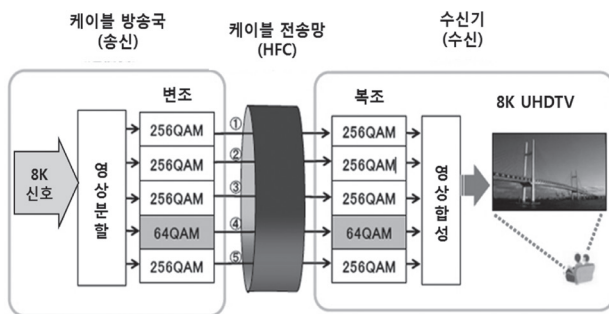


그림 5. 복수 방송파 전송 방식(5개 채널 예)

기존 케이블 방송에서 사용하고 있는 64 또는 256QAM 채널로는 8K UHDTV를 전송할 수 있는 충분한 대역폭을 확보할 수

없기 때문에 복수의 채널로 영상을 분할 송출하고 전송된 신호로부터 영상을 합성하는 방식이다. 이전 연구와 다른 점은 25개까지의 케이블 채널을 동시에 이용해서 64QAM이나 256QAM 등 서로 다른 변조 방식의 방송파를 조합하는 복수 방송파 전송 방식을 이용했다는 점이다. 이를 통해, 기존 케이블 방송국의 장비를 변경하지 않고서도 UHDTV 방송을 전송할 수 있는 장점이 있다. 영상은 H.264/AVC, 음성은 MPEG-2 AAC 방식이며, 전송 데이터량은 56~170Mbps이다.

### 3.2 KDDI의 실험 방송

일본의 대표적인 유무선 방송통신 사업자인 KDDI는 2013년 2월, KDDI 연구소, 일본 최대의 케이블 방송 사업자인 지피티 텔레콤과 공동으로 Full HD, 4K, 8K 영상을 동시에 전송할 수 있는 영상 압축 부호화 방식을 개발하고, 기존 케이블 망을 통한 전송실험에 성공했다. 전송 실험의 지피티 텔레콤의 케이블 서비스 지역인 도쿄 네리마구 지사에 영상 서버를 두고 본사까지 약 40Km 구간을 광으로 전송한 후, 본사에 사내용 동축 케이블을 사용해 케이블의 HFC와 같은 환경을 만들었다. 전송된 영상은 DOCSIS 3.0 규격의 모뎀을 통해 수신하고, 전용 디코더(S/W 기반)가 설치된 PC를 통해 디코딩 한 영상을 8K UHD 프로젝터, 4K UHD 모니터, Full HDTV로 재생하였다.

KDDI의 전송실험의 핵심은 H.265/HEVC 기반의 계층 부호화 기술이다. Full HD영상은 그대로 압축하고, 4K 영상은 Full HD영상과의 차분 정보로 용량을 줄인다. 같은 방법으로 8K 영상은 4K 영상과의 차분 정보로 용량을 줄일 수 있다. 이와 같은 방법으로 Full HD가 8Mbps, 4K 차분 영상 정보가 20Mbps, 8K 차분 영상 정보가 62Mbps 정도로 압축되어 Full HD, 4K, 8K 영상을 90 Mbps 정도로 압축할 수 있으며, H.265/HEVC 보다 약 12~13% 정도 압축 성능이 향상되었다

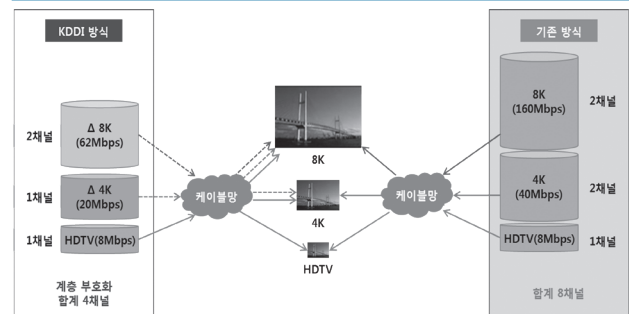


그림 6. 기존 전송 방식과 KDDI 방식 비교

이번 전송실험에서는 DOCSIS 3.0 채널 결합 기술이 적용된 케이블 망에서 3개 채널을 통해 90Mbps데이터를 전송했다. 기존 H.264/AVC 방식으로 Full HD, 4K, 8K 영상을 동시 전송

하는 경우는 약 8개 채널이 필요하다.

### 3.3 CJ헬로비전의 실험 방송

CJ헬로비전은 한국전자통신연구원과 공동으로 2013년 1월부터 케이블 업계 최초로 케이블 기반의 4K UHDTV 실험방송을 진행하고 있다. 국내 방송 매체로서 처음으로 상용 가입자 네트워크를 이용해서 직접 서비스를 하고 있어 상용 서비스와 유사한 형태이다. 기술적으로는 세계 최초로 방송채널 결합 기술을 적용하여 동시 전송 가능한 대역폭을 기존보다 2배 이상 확장할 수 있는 기술적 기반을 마련하였다.

표 4. CJ헬로비전 UHDTV 실험방송 내용

구분	CJ헬로비전 UHDTV 실험방송
전송규격	OpenCable
화소수	3,840 X 2,160(4K)
압축포맷	H.264/AVC, H.265/HEVC
주사율	60p, 30p
화소당 비트수	10bits, 8bits
샘플링	4:2:2, 4:2:0
오디오	5.1채널, 스테레오
전송율	80Mbps, 40Mbps, 20Mbps
주파수 대역	126~138MHz(2CH), 138~144MHz(1CH)
변복조 방식	256QAM 1CH, 2CH 결합
서비스 지역	양천구 목동 7단지 등

케이블방송은 지상파, 위성방송 등과 달리 기존 전송규격의 변경없이 UHDTV 서비스를 제공할 수 있다는 것이 큰 특징이다. 이는 기존 방송망에서 콘텐츠가 전송에 필요한 대역폭만 확대하여 UHDTV 방송 서비스를 쉽게 제공할 수 있음을 의미한다. 하지만 UHDTV의 기술규격을 기반으로 여러 형태로 서비스가 가능하기 때문에 서비스 제공방법에 따라 가변적인 요소가 있다. 표 4는 CJ헬로비전의 UHDTV 실험방송 내용이다. 케이블 기반 방송환경에서 UHDTV 실험방송을 위해 콘텐츠의 데이터량 증가를 고려해 6MHz 주파수 2채널을 결합하여 약 80Mbps까지 전송할 수 있는 UHDTV 방송플랫폼 기반을 마련하였다. 확장성과 수용성을 고려해서 4K 콘텐츠를 H.264/AVC와 H.265/HEVC 두 가지 방식으로 압축하고, 주사율은 60p와 30p, 화소당 비트수는 10bits와 8bits, 샘플링은 4:2:2와 4:2:0로 비디오 영상을 만들고 오디오는 5.1채널과 스테레오로 만들어진 다양한 콘텐츠를 사용하고 있다.

UHDTV는 HDTV의 데이터량에 비해 최소 4배 이상까지 예상되기 때문에 실험방송에서는 한국전자통신연구원에서 개발한 방송채널 결합 기술을 적용하였다. 케이블 네트워크에서

6MHz의 2개 채널을 결합하여 케이블에서 전송할 수 있는 최대 동시전송 대역폭을 기존보다 2배로 확대하였고, 이를 검증하기 비디오 파라미터를 조정하여 80Mbps, 40Mbps, 20Mbps 크기의 UHD 콘텐츠를 전송한다.

UHDTV 실험방송을 위해 방송 주파수를 기존 대역과 구분하여 구성하고 126MHz~138MHz에는 6MHz 대역의 2개 채널을 결합하여 256QAM으로 전송한다. 138MHz~144MHz에는 6MHz 대역의 1개 채널을 통해 256QAM으로 전송한다. 기존 주파수 대역과 구분하여 양천구 목동 7단지 일대와 상암동 누리꿈스퀘어 지역에 케이블 네트워크를 구성하였고, 이들 지역에서 UHDTV 수신기와 UHDTV 디스플레이를 가지고 있으면 CJ헬로비전에서 제공하는 시험방송 서비스를 제공받을 수 있다.

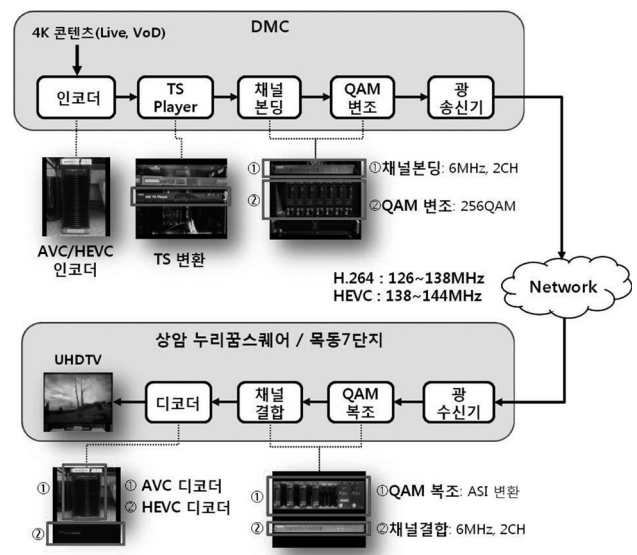


그림 7. CJ헬로비전 UHDTV 실험방송 구성도

## III. 결론

본고에서는 HDTV 이후 실감형 방송서비스로 주목 받고 있는 UHDTV 서비스의 방송기술 동향에 대해서 설명하였다. UHDTV 서비스가 다른 차세대 실감형 방송서비스와 차별적인 요인은 현실성 측면이다. 관련 기술들이 산업화에 가깝게 접근해 있어 서비스 제공을 위한 기술적인 걸림은 발생하지 않을 것이고 시청에 대한 거부감이나 불편함도 없다. 특히 기술적 측면에서 보면 HDTV 방송서비스가 일반화 되면서 새로운 방송 서비스에 대한 연구와 산업화 진행이 활발하게 진행되고 있어 UHDTV 서비스 관련 기술개발과 표준화가 빠르게 진행되고 있다.

변화하는 시장환경에 대응하기 위해 방송사업자들은 적극적으로 UHDTV의 사업화에 노력하고 있다. 국내에서도 각 방송 매체들이 UHDTV 실험방송을 하고 있다. 케이블은 타 매체에 비해 UHDTV 서비스 제공을 위한 여러 장점을 가지고 있어 UHDTV 조기 상용화를 위해서 가장 적합한 매체이다. 케이블은 UHDTV서비스를 위해 대역폭이 넓어지고 콘텐츠 압축기술이 바뀌는 부분을 제외하고는 기존 전송규격에서 변화되는 부분이 없어 UHDTV 방송서비스를 빠르게 제공할 수 있다. 그리고 케이블은 광대역 콘텐츠의 QoE를 보장하는데 적합한 구조를 가지고 있어 구현방식 측면에서도 유리하다. UHD는 대용량 데이터 이기 때문에 인터넷을 기반으로 전송한다면 QoE 보장을 위한 많은 투자가 필요하지만 케이블은 방송과 인터넷이 분리되어 있어 별도의 대규모 투자가 발생하지 않는 구조이다.

HDTV 이후 방송서비스의 중심에 있는 UHDTV서비스는 향후 관련 산업으로 파급효과가 큰 분야이다. 따라서 관련 기술에 대한 주도권 확보를 위해서 표준화와 기술개발을 통한 사업화에 적극적으로 나서야 하며 이를 위해서 관련 산업계와 정부가 같이 노력해야 할 것이다.

Television - Image Parameter values for program production

- [7] SMPTE 2036-2:2008. Ultra High Definition Television - Audio Characteristics and Audio Channel Mapping for program production
- [8] HDMI Licensing, LLC, Mar. 2010. High-Definition Multimedia Interface Specification Version 1.4a, Extraction of 3D Signaling Portion
- [9] 조숙희, 전동산, 최진수, "UHDTV 기술 및 표준화 현황", TTA Journal Vol.140 pp.49-54, 2012.4
- [10] 김병성, 경일수, "지상파 UHDTV 실험방송", 방송공학회지 17권 4호, pp.15-24, 2012.10
- [11] 김홍익, 이상용, "차세대방송플랫폼", 전자공학회지 35권 제9호, pp.56-69, 2008.9
- [12] 김홍익, 조용성, 최동준, 이종한, "채널본딩 기술을 이용한 케이블 UHDTV 실험방송", 방송공학회지 18권 2호, 2013.4

## 참 고 문 헌

- [1] 한국산업기술평가관리원, "UHDTV 기술동향과 산업전망", 2011.8
- [2] ETSI, "Digital Video Broadcasting(DVB); Frame Structure Channel Coding and Modulation for a Second Generation Digital Terrestrial Television Broadcasting System(DVB-T2)," European Standard(Telecommunications Series), ETSI EN 302 755, V1.1.1, Sep. 2009.
- [3] ETSI EN 302 307 v1.1.1, Digital Video Broadcasting(DVB) ; Second Generation Framing Structure, Channel Coding and Modulation Systems for Broadcasting, Interactive Service, News Gathering. ETSI, June 2004.
- [4] DVB, "Implementation Guidelines for a second generation digital cable transmission system (DVB-C2),"A147, March 2010.
- [5] ITU-R BT.1769:2010. Parameter values for an expanded hierarchy of LSDI image formats for production and international programme exchange
- [6] SMPTE 2036-1:2009. Ultra High Definition



약 력



김 홍 익

1996년 항공대학교 전자공학과 학사  
 2003년 한양대학교 전자통신파공학과 석사  
 2007년 한양대학교 전자통신파공학과 박사  
 1996년~2000년 삼성항공 전산팀  
 2002년 ETRI 무선인터넷보안팀  
 2007년~현재 CJ HelloVision 스마트홈이노베이션 센터  
 관심분야: Pattern Recognition, Multimedia on-Demand System, Intelligence Broadcasting, Broadband Communication System, Platform Convergence



조 용 성

1998년 전북대학교 전자공학과 학사  
 2001년 전북대학교 전자공학과 석사  
 2001년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
 관심분야: 디지털 방송, 제한수신, UHDTV, 케이블 통신



정 준 영

1992년 영남대학교 전자공학 학사  
 2001년 한국과학기술원(KAIST) 전자공학 석사  
 2010년 충남대학교 정보통신공학 박사  
 2001년~현재 한국전자통신연구원 방송시스템 연구부 선임연구원  
 2011년~현재 과학기술연합대학원대학교(UST) 겸임교원  
 관심분야: 디지털 방송 시스템, UHDTV, 3DTV, 통신 시스템



최 동 준

1991년 포항공과대학교 전기전자공학과 학사  
 1993년 포항공과대학교 전기전자공학과 석사  
 1993년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원  
 관심분야: 디지털 방송, UHDTV, 케이블 통신, 하이브리드 방송

약 력



이 종 한

1994년 성균관대학교 정보공학과 학사  
 2009년 연세대학교 경영대학원 석사  
 1994년~2001년 데이콤  
 2001년 LG전자  
 2002년~2003년 알티캐스트 이사  
 2003년~2013년 NDS 지사장  
 2013년~현재 CJ헬로비전 기술실장  
 관심분야: 디지털 방송, CAS, 서비스 보안