

초고선명TV(UHDTV) 방송 기술

최진수 · 조속희 ·

이태진 · 김진웅

한국전자통신연구원

I. 서 론

독일과 미국은 각각 2008년, 2009년에 이미 지상파 아날로그 TV 방송을 종료하고, 디지털 TV 방송으로 전환하였다. 일본과 프랑스는 2011년, 우리나라는 2012년을 목표로 디지털 방송 전환을 추진 중에 있다. 이처럼 선진 각국에서 아날로그 방송 시대를 종료하고 디지털 방송 시대로 옮겨감에 따라, 차세대 방송 서비스에 대한 관심이 한층 고조되고 있다. 차세대 방송 서비스는 디스플레이 기술의 진화와 네트워크 고도화가 거듭됨에 따라 2차원 영상 서비스에서 3차원 영상 서비스로, HD급 영상서비스에서 UHD (Ultra High Definition)급 영상서비스로, 5.1 채널 음향 서비스에서 10.2채널 이상의 음향 서비스로 향상되는 고품질 실감 방송 서비스가 될 것으로 예상되고 있다. 더욱이 사용자가 DTV 보급이 확산에 따른 고화질(HD) 방송에 대한 경험과 아바타 등의 3차원 입체 영화에 경험하게 됨에 따라 고품질 실감 방송에 대한 요구가 더욱 많아질 것이다.

3DTV 방송과 더불어 차세대 실감 방송 서비스 중 하나로 대두되고 있는 UHDTV 방송은 기존 HD 콘텐츠보다 4배에서 16배의 선명도를 갖춘 비디오와 10.2 채널에서 22.2 채널의 실감 음향을 제공하는 초고품질 방송 서비스로서, 콘텐츠 획득에서부터 저장, 편집, 부호화, 전송, 디스플레이에 이르기까지 전 분야에서 새롭게 기술 개발 및 표준화가 요구된다. 따라

서 본 고에서는 현재 진행되고 있는 UHDTV 방송에 대한 국내외 기술 개발 현황 및 표준화 현황을 주로 살펴보고자 한다. 제Ⅱ절에서는 UHDTV 방송 개요에 대하여 설명하고, 제Ⅲ절에서는 UHDTV 방송을 위한 요소 기술을 소개하고, 기술 개발 현황을 설명한다. 제Ⅳ절에서는 UHDTV AV 신호 규격, 부호화 및 전송 기술에 대한 표준화 현황을 살펴본다.

II. UHDTV 방송 개요

UHDTV는 HD급 대비 4에서 16배 해상도의 비디오와 10채널 이상의 다채널 오디오로 극사실적인(highly realistic) 초고품질 AV 방송 서비스를 통하여 소비자의 품질 욕구를 만족시킬 수 있는 차세대 방송이라고 할 수 있다. 현재 차세대 방송으로 예상하고 있는 실감 방송은 크게 UHDTV 방송과 3DTV 방송으로 구분할 수 있으며, 시청자에게 현장감 및 실재감을 감상할 수 있도록 하려는 목적은 유사하지만, 접근 방식에는 차이가 있다. 3DTV 방송은 두 시점 이상의 영상을 이용하여 입체감 있는 영상을 시청자에게 제공함으로써 현장감 및 실재감을 느낄 수 있도록 하지만, UHDTV 방송은 기존과 마찬가지로 한 시점의 영상을 더욱 큰 화면에서 보다 선명한 콘텐츠를 감상할 수 있도록 하여 시청자에게 현장감 및 실재감을 제공하고자 한다.

UHDTV의 특징은 무엇보다도 HDTV에 비해 4배에

본 연구는 지식경제부와 방송통신위원회의 2010년도 산업원천기술개발사업(과제번호 10035289, 지상파 양안식 3DTV 방송시스템 기술개발 및 표준화)의 지원을 통하여 수행되었음.

서 16배의 화소수, 10비트에서 12비트의 화소당 비트수(bit depth)에 의한 색 표현, 4:2:2 이상의 컬러 신호 샘플링으로 큰 화면에서 더욱 섬세하고 자연스러운 영상의 표현이 가능하다는 것이다. 또한 동일 디스플레이 크기에서는 물리적인 화소의 크기가 더욱 작아지게 됨으로써 시청거리가 짧아져도 화소 크기(pixel pitch)를 인지할 수 없게 되며, 100도의 시야각으로 임장감을 최대화한다. 오디오에 있어서는 10채널 이상을 사용하여, 수평 및 수직에서의 서라운드 효과로 어느 방향에서나 실제 현장에서의 같은 음향을 제공받게 된다. 따라서 UHDTV는 HDTV보다도 시청각적으로 더욱 좋아진 화질과 풍부한 음질을 통해 고급의 AV시청을 가능하게 한다. <표 1>은 UHDTV와 기존 HDTV의 신호 규격을 비교한 것이다¹⁾.

현재까지 UHDTV 신호 규격 정의에 있어서 해상도(화면당 화소수)는 4K-UHDTV는 3,840×2,160, 8K-UHDTV는 7,680×4,320으로 정의되어 있지만, 화소당 비트수, 컬러 샘플링, 화면 주사율 등은 <표 4>에 나타난 바와 같이 다양한 값을 포함하도록 ITU-R 및 SMPTE 표준에 정의되어 있다. 따라서 UHDTV는 HDTV에 비해

4배 또는 16배 큰 해상도로 구성되지만, 실제 비디오 데이터양은 화소당 비트수, 컬러 샘플링, 화면 주사율 등에 따라 <표 2>에 나타난 바와 같이 HDTV에

<표 2> UHDTV 데이터량 비교

비디오 신호 규격		데이터량
HDTV	1,920×1,080, YUV4:2:0, 8 bits, 30 fps	746 Mbps
4K-UHDTV	3,840×2,160, YUV4:2:0, 8 bits, 30 fps	3 Gbps (HD의 약 4배)
	3,840×2,160, YUV4:2:2, 10 bits, 30 fps	5 Gbps (HD의 약 7배)
	3,840×2,160, YUV4:4:4, 12 bits, 60 fps	18 Gbps (HD의 약 24배)
8K-UHDTV	7,680×4,320, YUV4:2:0, 8 bits, 30 fps	12 Gbps (HD의 약 16배)
	7,680×4,320, YUV4:2:2, 10 bits, 30 fps	20 Gbps (HD의 약 27배)
	7,680×4,320, YUV4:4:4, 12 bits, 60 fps	72 Gbps (HD의 약 96배)

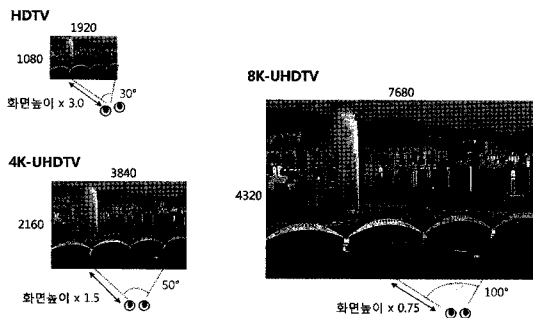
<표 1> 8K-UHDTV와 HDTV의 주요 특징 비교

구분	UHDTV		HDTV	비고
	4K	8K		
화면당 화소수(pixels/frame)	3,840×2,160 (4K)	7,680×4,320 (8K)	1,920×1,080 (2K)	4K: 4배 8K: 16배
화면 주사율(frames/sec)	60 Hz		30 Hz	2배
화소당 비트수(bits/pixel)	24~36 bits		24 bits	1~1.5배
샘플링 형식(chroma format)	4:4:4, 4:2:2, 4:2:0		4:2:0	1~2배
가로 세로 화면비(aspect ratio)	16:9		16:9	동일
오디오 채널수(audio channels)	10.1~22.2		5.1	2~4.4배
표준 수평 시야각(standard viewing angle)	55°	100°	30°	3.3배
표준 시청 거리(standard viewing distance)	1.5H	0.75H	3H	(H: 화면 높이)

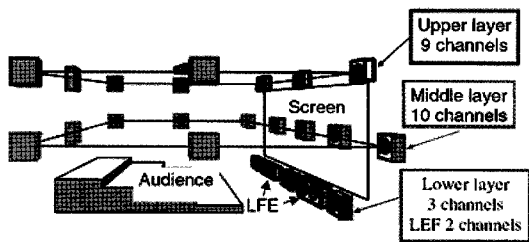
비해 최소 4배에서 최대 96배가 클 수 있다.

[그림 1]은 HDTV, 4K-UHDTV, 8K-UHDTV의 해상도와 이에 따른 적정 시청거리를 나타낸다. 해상도가 커질수록 적정 시청거리는 짧아짐을 알 수 있다.

UHDTV 방송 서비스에서 오디오 신호는 일반적으로 10채널 이상의 다채널 오디오로 정의하고 있으며, 일본 NHK에서는 극장과 같은 넓은 공간에서는 [그림 2]와 같이 스피커를 설치하여 22.2채널의 오디오를 제공할 수 있도록 하고 있다^[2]. NHK의 22.2채널 오디오 재생 시스템의 구성은 [그림 2]와 같으며, 상위 레벨에는 9개, 중간 레벨에는 10개, 하위 레벨에는 5개의 스피커를 배치하였고, 서브우퍼 효과음을 강화하기 위해 2개의 서브우퍼 채널을 사용한다. 5.1 채널 시스템을 포함한 기존의 멀티채널 오디오 스피커 배치가 청취자와 스피커 사이의 거리를 동일하게 하기 위해 원형으로 배치하는 것에 비해 극장 환경



[그림 1] HDTV와 UHDTV의 비디오 해상도 및 적정 시청거리



[그림 2] UHDTV 오디오 22.2 채널 구성도

을 고려하여 청취 공간을 사각형으로 배치한 것이 특징이다.

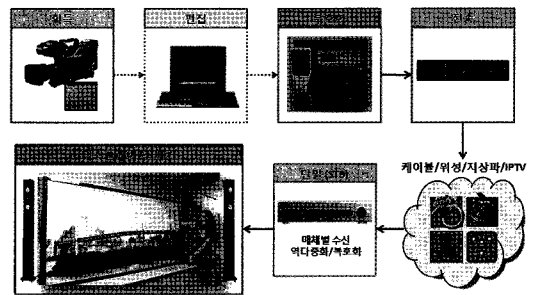
UHDTV 방송을 위해서는 [그림 3]에 나타난 바와 같이 제작, 부호화 및 전송, 수신 및 재생을 거쳐 시청자에게 서비스되며, 각각의 요소 기술에 대해서는 다음 장에서 설명한다.

Ⅲ. UHDTV 방송 기술 소개 및 현황

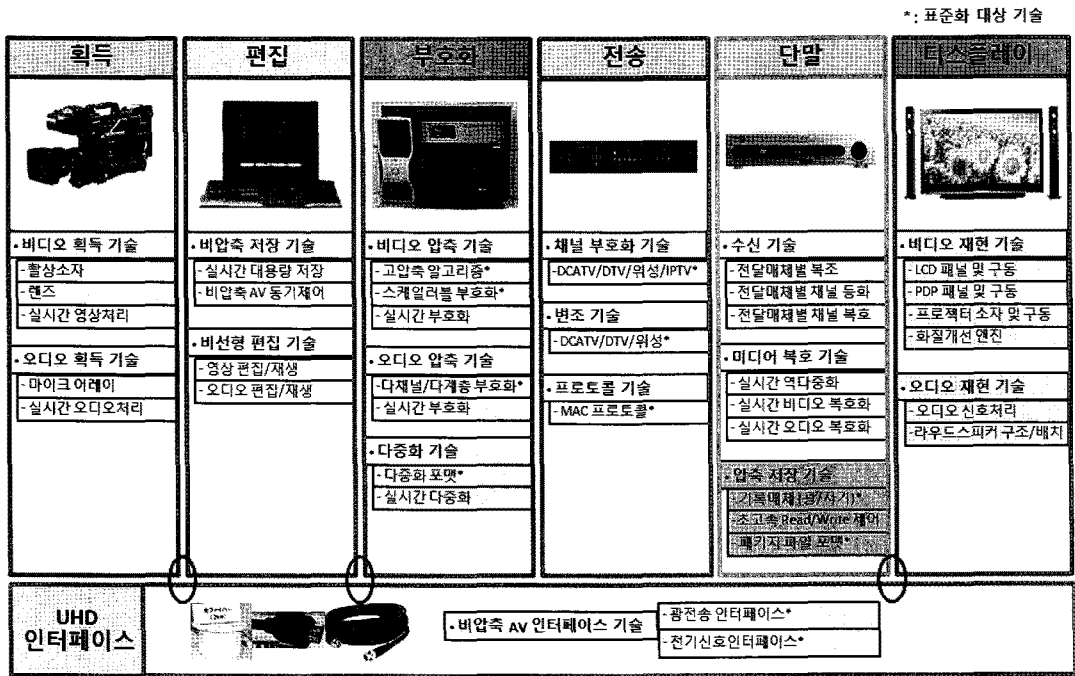
UHDTV 방송 기술은 [그림 3]에 나타난 방송 시스템을 개발하기 위하여 관련 기술 분야를 [그림 4]와 같이 미디어 획득, 편집, 부호화, 전송, 단말, 디스플레이 기술로 분류할 수 있다.

3-1 UHD 미디어 획득 및 편집 기술

UHD 콘텐츠 획득 및 편집 기술은 4K/8K 해상도의 초고선명 영상 및 10채널 이상의 다채널 오디오를 획득하여 이를 저장하고 편집하기 위한 기술로서, 세부적으로는 4K/8K 영상 획득을 위한 초고화질 카메라 제작을 위한 활상 소자 기술, 렌즈 기술, 실시간 영상처리 기술, 10채널 이상 오디오 획득을 위한 마이크로폰 어레이 기술과 실시간 오디오 처리 및 믹싱 기술, UHD 프로그램의 고품질 제작/편집을 위한 비압축 UHD 미디어 재생 및 비선형 편집 기술, 비압축 UHD 미디어의 저장/관리를 위한 대용량 고속



[그림 3] UHDTV 방송 시스템 구성도



[그림 4] UHDTV 요소 기술

저장 기술 등을 포함한다.

UHD 미디어 획득은 일본 NHK가 카메라 촬상 소자 및 카메라를 중심으로 2000년대 초반부터 연구를 수행하기 시작하여 2007년에 3,300만 화소의 CMOS 촬상 소자를 개발하였고, 2008년에 3,300만 화소의 비디오를 촬영할 수 있는 8K급 UHD 카메라를 시제품으로 개발하였다. 그 후 카메라 경량화에 노력을 기울여 약 20 kg의 카메라 헤드를 개발하여 2010년 IBC(International Broadcasting Convention) 전시회에서 발표하였으며, 구체적인 사양은 <표 3>과 같다^[4].

4K급 카메라는 2~3년 전부터 여러 업체에서 상용품을 판매하고 있다. 4K급 카메라로는 DALSA사의 origin, RED digital사의 RedOne, JVC사의 JVC 4K, 캐논의 4K Concept, 올림푸스 Octavision 등이 있으며, 주로 Digital Cinema에서 영화 제작에 사용되고 있다. 국내 KBS에서도 2010년 초반에 “추노” 드라마를 RedOne 카메라로 촬영하여 보다 선명한 영상 제공을

시도한 바 있다. UHDTV 카메라 기술은 우선 시장이 형성된 4K Digital Cinema 시장을 고려한 기술 개발과 더불어 UHDTV의 궁극적인 목표인 8K 카메라 기술 개발이 필요할 것이다.

3-2 UHD 미디어 부호화 기술

대용량의 UHD 신호를 효율적으로 전송하기 위해 압축 부호화하고, 동기화 및 다중화를 통해 전송 스트림을 생성하는 기술로서, 세부적으로 4K/8K 영상의 고화질/고압축률 부호화 알고리즘 기술과 실시간 부/복호화기 구현 기술, 10채널 이상 오디오의 고음질/다계층 부호화 알고리즘 기술과 실시간 부/복화기 구현 기술, 압축된 UHD 미디어 스트림들을 동기화된 하나의 전송 스트림(TS)으로 실시간 다중화 및 역다중화 하는 기술을 포함한다.

현재 최신의 비디오 부호화 기술인 H.264|AVC의 표준은 4K(3,840×2,160) 해상도의 YUV 4:2:0/4:2:2/4:

〈표 3〉 NHK의 8K-UHDTV 카메라 규격

Item	8K-UHDTV Camera
Sensor	8 Megapixels CMOS4 sensors (G1G2BR pixel offset)
Pixel number	7680×4320
Pixel size	4.2 μm × 4.2 μm
Format	60 fps progressive
Optical	1.25 inch
Sensitivity	F4@2000lx : D=200 % mode
	F5.6@2000lx : D=400 % mode
S/N	57.2 dB: D=200 % mode
	50.8 dB: D=400 % mode
Dynamic	200 %, 400 % selectable
Weight	Head : 19.5 kg, CC : 26.3 kg
Power consumption	320W : head & CCU & VF
	500W : VP
Audio	AES/EBU input : 24 ch
	Analogue input : 2 ch
	MADI input (HD-SDI trunk) : 1 ch

4:4, 8~10 bits, 30 fps의 비디오 규격을 부호화 할 수 있는 부호화 프로파일과 레벨이 정의되어 있지만, 현재 출시되고 있는 H.264/AVC 기반 실시간 부호화기 제품들은 최대 Full HD급 비디오(1,920×1,080, YUV4:2:0, 8 bits, 30fps)까지의 부호화를 지원하고 있다. 이들 부호화기들은 약 1/100 정도 부호화율에서 일반적으로 우수한 화질을 제공하고 있다. 그러나 HD 비디오의 데이터량에 비해 16배에서 96배에 달하는 8K-UHD 비디오를 기존 H.264/AVC를 이용하여 1/100 정도로 부호화할 경우, 약 123 Mbps에서 686 Mbps로 여전히 대용량의 데이터를 생성하게 되어 UHDTV 방송 서비스를 실현하기 위해서는 훨씬 더 압축률이 높은 부호화 기술이 요구된다.

UHD 비디오와 같이 대용량의 비디오 데이터를 고효율로 부호화하는 차세대 비디오 부호화 기술 연구는 삼성전자, LG전자, SKT, ETRI 및 국내 대학 등을 중심으로 활발히 진행되고 있으며, 관련 국제 표준화가 2010년 4월부터 본격적으로 시작되었다. 이에 대한 상세한 내용은 다음 장의 부호화 기술 표준화 현황에서 기술한다.

일본 NHK에서는 12 Gbps의 데이터량을 갖는 UHD 비디오(7,680×4,320, YUV4:2:0, 8 bits, 30 fps)를 실시간으로 부호화하는 코덱 시스템을 기존 MPEG-2 및 AVC 부호화 기술 기반으로 개발해 오고 있다. 2000년대 초반에는 16대의 MPEG-2 기반의 HD 비디오 코덱 16대를 병렬로 처리하는 코덱 시스템을 개발하였고, 2008년경에는 H.264/AVC 기반의 HD 비디오 코덱 16대를 병렬로 처리하는 시스템을 개발하였다. 2010년에는 AVC 기반의 Progressive HD 비디오 코덱 8대를 병렬로 처리하는 시스템을 개발하여 2010 IBC 전시회에서 전시하였다. 이처럼 NHK에서는 대용량의 데이터를 MPEG-2 및 MPEG-4 AVC와 같은 기존의 표준 기술을 이용하여 8K-UHD 비디오를 실시간으로 부호화할 수 있는 기술 개발에 중점을 두어 8K-UHDTV 방송 서비스 가능성을 보여주고 있다. 현재 H/W 성능을 감안하면, 당분간 8K-UHD 비디오 단일 코덱에 의한 실시간 부호화는 어려울 것으로 예상되므로, 일본 NHK에서 구현한 바와 같이 병렬 코덱을 염두에 둔 부호화 기술 개발의 접근도 필요할 것이다.

NHK에서는 22.2 채널 오디오 신호의 부호화를 위해 2007년에 Dolby-E 코덱을 이용한 시스템을 개발하였다. Dolby-E 코덱 시스템은 48 kHz와 24 비트로 샘플링된 PCM 신호를 1/4로 압축할 수 있으며, 2 채널씩 묶어서 입출력되는 구조를 가지므로 12개의 Dolby-E 코덱을 병렬로 사용하였다. 따라서 대역폭 28 Mbps를 가지는 22.2 채널 오디오 신호를 7 Mbps로 압축할 수 있다.

3-3 UHD 미디어 전송 기술

UHD 미디어 전송 기술은 압축 부호화된 UHD 미디어를 매체의 특성을 고려하여 효율적으로 전송하기 위한 기술로서, 부호화된 UHD 미디어를 케이블/위성/지상파/IP 망으로 대용량 전송하기 위한 고효율 다차원 변복조 기술, 채널 부호화 기술, 채널 등화 기술을 포함한다.

비디오 신호를 100배로 압축하여 전송할 경우에 4K-UHDTV 비디오는 약 30 Mbps에서 180 Mbps, 8K-UHDTV 비디오는 약 120 Mbps에서 720 Mbps의 전송 대역폭이 요구된다. 여기에 다채널 오디오 신호와 데이터까지 포함하면 더 높은 전송 대역폭이 필요하게 된다.

현재 서비스되고 있는 방송 시스템에서의 전송 대역을 살펴보면, 케이블 방송과 지상파 방송이 6 MHz 단위의 물리 계층의 한 채널을 기준으로 각각 약 38 Mbps와 19 Mbps 정도이다. 위성 방송의 경우는 물리 계층의 한 채널의 대역폭에 따라 가변적이다. 또한 IP를 기반으로 하는 FTTH 망에서는 최대 1 Gbps 전송이 가능하나 공유 매체이므로 UHDTV 서비스에 다른 서비스의 이용이 많아지면 UHDTV 서비스를 위한 전송 대역은 감소할 수 있다. 최근에 HFC 망 기반의 케이블 방송에서는 대용량의 데이터 전송을 위하여 채널 결합(channel bonding) 기법을 이용하여 FTTH에 버금가는 1 Gbps의 전송 속도를 지원할 수 있다. 그러나 지상파 방송에서는 방송국마다 6 MHz 단위의 한 채널만 사용하므로 채널 결합 기법을 도입하기 어려운 단점이 있다. 따라서 자원이 한정된 방송통신망의 매체들을 이용하여 대용량 데이터를 효율적으로 전송하기 위해서는 매체별로 고효율 대용량 전송 방식에 대한 기술 개발이 필수적이다. 이러한 방송 통신망의 전송 현황을 고려하여 볼 때, UHDTV 방송 서비스는 우선 케이블 TV, 위성 TV, IPTV에서 프리미엄 서비스 형태로 도입될 것으로 예상된다.

일본 NHK는 위성뿐만 아니라 케이블 및 지상파를

통한 방송 서비스를 위한 관련 연구를 수행하고 있으며, 2016년 위성방송용 변복조 장치, 2017년 지상파용 변복조 장치를 개발할 예정이며, 2020년에는 위성을 통한 8K-UHDTV 실험 방송을 목표로 관련 기술 개발을 하고 있다. 국내에서도 방송통신위원회는 2013년 4K-UHDTV를 위성을 통한 실험방송을 계획하고, 관련 연구를 수행하고 있다.

3-4 UHDTV 단말(STB) 기술

UHDTV 단말 기술은 압축 부호화된 UHD 미디어를 다양한 매체를 통해 수신하여 사용자가 소비할 수 있도록 처리하는 기술로서, 케이블/위성/지상파/IP 망으로부터 부호화된 UHD 미디어를 수신하여 실시간 재생하기 위한 전달망별 복조/채널등화/채널복호화 기술, 실시간 저장/역다중화/AV복호화 기술, 비압축 AV 신호 입출력 인터페이스 기술을 포함한다. 특히 복호화된 8K-UHDTV 미디어 데이터를 디스플레이로 전송하기 위해서는 30 Gbps 이상이 지원되어야 한다. 이에 따라 2009년 HDMI1.4에서 4K-UHDTV의 인터페이스 규격을 정의하였으며, 향후에는 8K-UHDTV에 대한 인터페이스 규격에 대한 연구 개발이 필요하다.

3-5 UHDTV 디스플레이 기술

UHDTV 디스플레이 기술은 UHDTV 단말을 통해 수신하여 재생한 신호를 디스플레이 및 스피커에 재현하기 위한 기술로서, 비압축 UHD 영상을 화면을 통해 재현하기 위한 4K/8K 영상 화질 개선 기술, 4K/8K LCD/PDP 패널 기술 및 구동 기술, 4K/8K 프로젝터 색소자/렌즈 기술 및 구동 기술, 비압축 UHD 오디오를 여러 대의 스피커를 통해 재현하기 위한 다채널/다계층 오디오 신호처리 기술 및 라우드스피커 구조/배치 기술을 포함한다.

디스플레이 기술은 4K-UHD 비디오 재생을 위한 4K-UHD 디스플레이는 기술 개발이 완료되어 상용 제품들이 출시되고 있으나, 8K-UHD 디스플레이 개발은 NHK

에서 프로젝터 타입의 시제품이 개발된 수준이다.

4K-UHD 비디오 디스플레이로서 아스트로디자인사에서 2008년에 화소당 비트수가 8 bit인 신호를 재생하는 4K 모니터를 출시하였으며, 2009년에 10 bit 신호 재생을 지원하는 모니터로 새롭게 출시하였다. 에이조는 수술실용 4K 모니터를 2009년에 출시하였다. 이 제품은 현재 다양한 영상들을 디스플레이 하기 위해 멀티플 모니터들을 사용하는 대신, 싱글 모니터에 다양한 영상들을 디스플레이해 주는 기능을 포함하고 있다. 그 외에도 소니, 티비로직 등에서 4K 모니터 제품을 출시하였다. 삼성전자는 2008년 CES에서 82인치 4K UHD LCD 디스플레이를 공개한 이후 지속적으로 기술 개발을 하고 있는 중이며, 2010년 11월 세계 최초로 산화물 반도체(Oxide Semiconductor)를 이용한 70인치 240 Hz 지원 4K-LCD 패널을 개발하였다. LG 디스플레이는 2010년 CES에서 84인치 4K LCD 디스플레이를 전시한 바 있다.

초기 4K-UHD 디스플레이 구현과 마찬가지로 이음 부분이 표시나지 않게 여러 대의 패널을 연결하는 방식으로 8K-UHD 디스플레이를 구현하는 것은 시간적인 문제일 것이다. 다만 특수용이 아닌 일반 가정을 대상으로 한다면 이와 같은 구성은 크기나 무게 등의 측면에서 적합하지 않을 것으로 판단된다. 가벼운 소재를 사용하고, 실제 가정환경에 적합한 크기의 디스플레이(포장 및 운송을 고려), 플렉시블 디스플레이 활용 등 미래의 주거환경을 검토하여 적정 크기로의 개발이 필요할 것이다.

IV. UHDTV 표준화 현황

UHDTV와 관련된 국제표준화는 비디오 신호와 오디오 신호 규격에 대해서만 일부 표준이 제정된 상태이며, 각 요소 기술에 대한 본격적인 표준화는 UHDTV 기술 개발이 활성화되는 단계에서 진행될 것으로 예상된다. 본 장에서는 신호 규격, 부호화 기술 및 전송

기술에 있어서 UHDTV와 관련된 국내의 표준화 현황에 대하여 살펴본다.

4-1 UHDTV AV 신호규격

UHD 비디오와 관련된 신호 규격 표준으로는 ITU-R BT.1769^[5]가 2006년, ITU-R BT.1201-1^[6]이 2004년에 개정되었으며, SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers) 2036-1^[7]이 2007년에 승인되고, 2009년 5월에 개정되어 승인되었다.

ITU-R BT.1769는 LSDI(Large Screen Digital Imagery)라는 용어로 <표 4>에 나타낸 바와 같이 4K 및 8K UHD 비디오에 대한 신호규격을 권고하고 있다. 또한, ITU-R BT.1201-1에서는 EHRI(Extremely High Resolution Imagery)라는 용어로 4K 및 8K UHD 비디오에 대한 해상도를 HD 비디오의 수평 및 수직 방향으로 단순 정수 배로 하여 <표 5>와 같이 4 종류 비디오

<표 4> ITU-R BT. 1769에 정의된 신호 규격

Parameters	Values	
	3,840×2,160 LSDI Systems	7,680×4,320 LSDI Systems
Aspect ratio	16:9	
Sample per active line	3,840	7,680
Active line per picture	2,160	4,320
Sampling lattice	Orthogonal	
Order of samples	Left to right, top to bottom	
Pixel aspect ratio	1:1(square pixels)	
Sampling structure	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4	
Frame rate(Hz)	23.97, 24, 25, 29.97, 30, 50, 59.94, 60	
Image structure	Progressive	
Bit/pixel	10, 12	
Colorimetry	ITU-R BT.1361	

<표 5> ITU-R BT. 1201-1에 정의된 비디오 해상도

EHRI-0	EHRI-1	EHRI-2	EHRI-3
1,920×1,080	3,840×2,160	5,760×3,240	7,680×4,320

해상도에 대한 영상 포맷을 권고하고 있다.

2009년에 SMPTE에서 개정된 2036-1은 4K-UHDTV 및 8K-UHDTV를 각각 UHDTV1과 UHDTV2라는 용어로 신호 규격을 정의하고 있으며, ITU-R BT.1769에서의 신호 규격과 동일하다. 2007년도에 승인된 표준에는 50 Hz, 59.94 Hz, 60 Hz의 프레임율만을 포함하고 있으나, 2009년에 ITU-R BT.1769에 정의되어 있는 모든 프레임율을 포함하도록 수정하여 표준을 개정하였다.

SMPTE에서 표준화가 진행 중인 UHDTV를 위한 오디오 신호 규격인 SMPTE 2036-2⁸⁾은 NHK에서 개발한 22.2 채널 오디오 재생 시스템을 기반으로 한 것으로 현재까지 표준화된 멀티채널 오디오 재생 시스템 중 가장 높은 해상도와 가장 많은 출력 채널을 가지는 포맷이다. 상기 표준에서는 48 kHz 표본화 주파수를 기본으로 하면서, 96 kHz 표본화 주파수를 선택적으로 사용할 수 있고, 오디오 신호에 대한 양자화 비트 수는 16, 20, 24를 사용할 수 있다.

국내에서는 2008년에 차세대 방송 포럼에서 3DTV 분과위원회 산하로 UHDTV WG(Working Group)을 구성하여, UHDTV 영상 신호 규격안을 작성하여 2009년 말에 한국정보통신기술협회(TTA)에 제출한 상태이며, 현재 이에 대한 표준안을 TTA에서 검토 중에 있다. 국내 UHDTV 영상 신호 규격에서는 8K-UHDTV 시장에 앞서 4K-UHDTV 시장이 우선적으로 도래할 것으로 고려하여 SMPTE 및 ITU-R의 신호 규격과는 달리 화소당 비트수에 있어 8비트를 포함시켰다. 이는 UHDTV 시청 환경 및 주관적 화질 평가와 관련한 선행 연구 결과에서 영상에 따라서 4K-UHDTV에서는 8비트 영상과 10비트 영상의 색감 차이가 미미하

<표 6> UHDTV 오디오 신호 규격

Parameters	Values
Number of channel	22.2 multichannel Audio, three loudspeaker layers vertically
Sampling frequency	48 kHz, 96 kHz
Bit/sample	16, 20, 24

다는 실험 결과에 근거하였다⁹⁾. 또한 지상파 방송의 경우는 화소당 비트수 8비트의 4K-UHDTV 방송 서비스는 차세대 비디오 부호화 기술을 사용할 경우 6 MHz 단위의 한 채널에서도 서비스가 가능할 수 있다는 점을 고려하여 8비트를 포함하였다. 또한, 차세대 방송 포럼 3DTV 분과위원회 차세대 오디오 WG에서는 현재 UHDTV 오디오 신호 규격에 대한 표준안을 마련 중에 있으며, 2011년 표준 승인을 목표로 하고 있다.

4-2 UHDTV AV 부호화 기술

ISO/IEC MPEG에서 2008년 7월 HD 이상의 해상도를 주 대상으로 하는 새로운 비디오 부호화 기술의 표준화에 대한 논의가 시작되어 2009년 말에 MPEG Video 서브 그룹과 ITU-T의 VCEG(Video Coding Experts Group)은 공동으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 결성하여 차세대 비디오 부호화 기술인 HEVC(High Efficiency Video Coding) 기술의 표준화를 진행 중에 있다. 2010년 4월 1차 회의에서 CFP(Call for Proposals)에 제출한 기고서에 대한 평가가 있었으며, 그 결과 일종의 후보 기술 집합인 TMuC (Test Model under Consideration)을 결정하였다. 2010년 7월 2차 회의에서 TMuC 텍스트 및 소프트웨어를 완성하였고, 향후 TM 결정을 위한 공통 시험 조건을 결정하였다. 2010년 10월 3차 회의에서는 TMuC에 포함된 톨들에 대한 성능 평가를 거쳐 HM 1.0(HEVC test Model)을 결정하였다. 향후 2012년 2월에 CD(Committee Draft), 2013년 1월에 FDIS(Final Draft Interna-

tional Standard) 완료를 목표로 표준화가 진행 중에 있다. HEVC 표준화에는 HHI, 노키아, MS, 퀄컴, 삼성, LG, ETRI 등 국내외 많은 기관들이 참여하고 있다.

UHDTV를 위한 오디오 부호화 기술은 2010년 10월 94차 MPEG 미팅에서부터 본격적으로 논의되고 있으며, NHK의 22.2 채널 오디오를 포함하여 10.2 채널 오디오 신호 혹은 WFS(Wave Field Synthesis)까지를 고려하고 있다. 현재 요구사항으로 고려되고 있는 요소는 음상 정위를 위한 2D와 3D 방향성, 거리감 등이며, UHDTV뿐만 아니라 3D 비디오투를 위한 3D 오디오 부호화도 함께 논의되고 있다.

4.3 대용량 데이터 전송 기술

전송 관련 표준화 동향으로는 미국의 디지털 케이블 전송 규격에서는 ITU-T J.83 Annex B, 64/256 QAM 단일 반송파(Single Carrier) 방식 및 6 MHz 대역을 기반으로 하여 전송 효율을 높이기 위하여 1024 QAM이 제안되었고, 광대역 서비스를 위한 대용량 데이터 전송의 필요성에 의해 채널 결합 방식이 도입되면서 다양한 변화 가능성을 보여왔고, 유럽의 디지털 케이블 전송 규격에서는 ITU-T J.83 Annex A, 16/32/64/128/ 256 QAM 단일 반송파 방식 및 8 MHz 대역을 기반으로 하고 있다^{[10][11]}.

케이블 모뎀 규격에서는 광대역 데이터 전송을 위한 채널 결합 기법이 이미 표준화가 완료되었고, 상용화 제품들이 일반적으로 4 채널 결합 위주(또는 이하)의 제품을 출시 중에 있다. 또한 HFC망 위주의 케이블 모뎀 사업자들은 이미 완료되어 있는 IP 패킷 캡슐화 기법을 활용하여 IPTV 서비스를 준비하고 있다^[12]. 또한, ITU-T SG9는 2010년 7월 제네바회의에서 케이블망에서 UHDTV와 같은 대용량 콘텐츠 전송을 위한 표준화 필요성에 따라 IP-based SDV(Switched Digital Video) 기술의 표준화를 준비하고 있다.

DVB-S2 규격은 80 MHz 대역에서 최대 155 Mbps 급 전송이 가능하나, 일반적인 무선 전송 채널 환경에

서 이와 같은 데이터 전송이 나오기 어렵고, 8K급에서 요구하는 200 Mbps급이 실현되기 위해서는 2채널 결합이 필요하다^[13].

V. 맺음말

디지털 방송 서비스가 본격화됨에 따라, 세계 주요 국가들은 HDTV 이후의 방송 서비스를 준비하고 있으며, 그 중에서 특히 실감 미디어를 바탕으로 하는 UHDTV 및 3DTV 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 고에서는 차세대 실감 방송 서비스 중 하나로 대두되고 있는 UHDTV의 특징을 기술하고, UHDTV 방송 서비스를 위하여 개발이 필요한 요소 기술들의 기술 개발 및 표준화 현황에 대하여 살펴 보았다. 본 고에서 언급한 바와 같이, 4K-UHDTV의 경우 획득 장치 및 디스플레이 제품이 시장에 출시되고 있고, 부호화 및 전송 기술에 대한 기술 개발 및 표준화가 활발히 진행되고 있어, 가까운 미래에 서비스가 이루어질 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 8K-UHDTV는 인간적인 요소(human factor) 측면에서 고품질의 극 사실적 AV 서비스를 제공하기 위하여 개발되고 있는 방송이므로, HDTV 이후 실감 방송의 한 축으로 발전해 나가기를 기대해 본다.

참 고 문 헌

- [1] 조숙희, 홍진우, "UHDTV 기술 및 표준화 현황", 전자진흥지, 19(4), pp. 40-51 1976-7552, 2009년 8월.
- [2] K. Hamasaki, et al., "5.1 and 22.2 multichannel sound production using an integrated surround sound panning system", 2005 NAB BEC Proceedings, Apr. 2005.
- [3] 정세윤 외 5명, "UHDTV기술현황과 전망", 전자공학회지, 36, pp 427-435, 2009년 4월.
- [4] K. Arai, et al., "Newly developed UHDTV camera system", The Best of IET and IBC, vol. 2, pp. 19-24,

- 2010.
- [5] Recommendation ITU-R BT.1769, "Parameter values for an expanded hierarchy of LSDI image formats for production and international programme exchange," 2006.
- [6] Recommendation ITU-R BT.1201-1, "Extremely high resolution imagery", 2004.
- [7] SMPTE, "Ultra high definition television-image parameter values for program production", *SMPTE* 2036-1, 2009.
- [8] SMPTE, "Ultra high definition television - audio characteristics and audio channel mapping for program Production", *SMPTE* 2036-2, 2008.
- [9] 박인경 외 4명, "4K-UHD 비디오 시청환경 특성 분석을 위한 주관적 화질평가 분석", *방송공학 회논문지*, 15(4), pp. 563-581, 2010년.
- [10] Bruce Currivan, Submission Form for DOCSIS 3.0: The Broadcom proposal for 1024QAM downstream, Dec. 2004.
- [11] ITU-T Recommendation J.83, Series J: Transmission of Television, Sound Programme and Other Multimedia Signals: Digital multi-programme systems for television sound and data services for cable distribution, Apr. 1997.
- [12] 전자 정보센터 - 최근 IPTV 시장동향과 발전방향 SBS비즈니스 개발 오세근, 2007년 1월.
- [13] ETSI TM 2860r1, Digital Video Broadcasting(DVB) : 2nd Generation Framing Structure, Channel Coding and Modulation System for Broadcasting, Interactive service, New Gathering and Other Broadband Satellite Applications, DVBS2-74r8.

≡ 필자소개 ≡

최 진 수



1990년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1992년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1996년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
 1996년 5월~현재: 한국전자통신연구원

책임연구원, 실감미디어연구팀장

[주 관심분야] 영상통신, UHDTV 방송, 3DTV 방송, 데이터 방송

이 태 진



1996년 2월: 전북대학교 전자공학과 (공학사)
 1998년 2월: 전북대학교 전자공학과 (공학석사)
 2009년 3월~현재: 충남대학교 전자전파
 정보통신공학과 박사과정
 1998년 2월~2000년 5월: (주)모벤스 연

구원

2002년 10월~2003년 9월: 일본 동경전기대학 방문연구원
 2000년 5월~현재: 한국전자통신연구원 선임연구원
 [주 관심분야] 오디오 신호처리 및 부호화 기술

조 속 희



1993년 2월: 부경대학교 전자계산학과 (공학사)
 1996년 2월: 부경대학교 전자계산학과 (공학석사)
 1999년 9월: 요코하마국립대학교 전자정보공학과 (공학박사)
 2004년 11월~2005년 10월: 캐나다 CRC

객원연구원

1999년 11월~현재: 한국전자통신연구원 선임연구원
 [주 관심분야] 3D/UHD 비디오 부호화 기술, 실감방송 시스템 기술

김 진 응



1977년~1981년: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1981년~1983년: 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
 1990년~1993년: Texas A&M University Dept. of Electrical Engineering (공학박사)

1983년~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원, 방통융합미디어연구부장

[주 관심분야] 디지털 방송 기술, 3DTV 방송, UHDTV 방송, Audio 및 Video 압축부호화, 멀티미디어 시스템 등