

UHDTV 방송기술 및 표준화 동향

Technology and Standardization Trends of Ultra-High-Definition TV

스마트 코리아 실현을 위한 실감
방송통신 융합기술 특집

전동산 (D.S Jun)	실감미디어연구팀 연구원
조속희 (S.K. Cho)	실감미디어연구팀 선임연구원
정세윤 (S.Y. Jeong)	실감미디어연구팀 선임연구원
김희용 (H.Y. Kim)	실감미디어연구팀 선임연구원
최진수 (J.S. Choi)	실감미디어연구팀 팀장

목 차

-
- I . 서론
 - II . UHDTV 개요
 - III . UHDTV 방송기술 동향
 - IV . UHDTV 표준화 동향
 - V . UHDTV 향후 전망

* 본 연구는 방송통신위원회의 ETRI 연구개발지원사업의 연구결과로 수행되었음.
[KCA-2011-11921-02001, 무안경 다시점 3D 지원 UHDTV 방송기술개발]

2009년 말 개봉된 영화 아바타의 흥행 성공과 함께 새롭게 시작된 3차원 영상에 대한 열풍은 영화 뿐 아니라 방송, 게임 등 영상산업 전반에 커다란 파급효과를 가져왔다. 이에 그치지 않고, 디스플레이의 대형화 추세에 따라 대화면 TV가 범용화되면서 초고해상도 고품질 영상에 대한 소비자의 욕구가 어느 때보다 높아졌고, 주요 선진국에서는 Post-HDTV 시대를 선점하기 위하여 치열한 경쟁 속에 차세대 방송 서비스를 준비하고 있다. HDTV 이후의 차세대 방송을 UHDTV라고 하며, 가정에서 70mm 영화보다 뛰어난 화질(HD 화면 4~16배 크기에 해당, 최대 비디오 해상도 7,680×4,320)과 다채널(~22.2ch) 음질로 극장급의 초고품질 서비스를 제공하여, 소비자의 실감방송에 대한 요구를 만족시킬 수 있는 방송 서비스 제공을 목표로 한다. 본 고에서는 UHDTV 방송을 위한 국내외 관련 기술동향 및 표준화 동향에 대해 살펴보고, 끝으로 UHDTV의 향후 전망에 대해 살펴보고자 한다.

I. 서론

이미 주요 선진국 중 일부는 지상파 아날로그 TV 방송을 종료하고, 디지털 TV 방송으로 전환하였으며, 일본과 프랑스는 2011년, 우리나라는 2012년을 목표로 디지털 방송 전환을 추진 중에 있다[1]. 이와 같이 아날로그 방송 시대를 종료하고 디지털 방송 시대로 옮겨감에 따라, Post-HD 시장을 대비한 차세대 방송 서비스에 대한 관심이 한층 고조되고 있다. 향후 치열하게 경쟁할 것으로 예상되는 차세대 방송 서비스는 디스플레이 기술의 진화와 네트워크 고도화가 진행됨에 따라 2차원 영상 서비스에서 3차원 영상 서비스로, HD급 영상 서비스에서 UHD급 영상 서비스로, 5.1 채널 음향 서비스에서 10.1 채널 이상의 다채널 음향 서비스를 제공하는 초고품질 실감방송 서비스가 제공될 것으로 예상되고 있다. 더욱이 사용자가 DTV 보급의 확산에 따른 고품질(HD) 방송에 대한 경험과 아바타 등의 3차원 입체 영화를 경험하게 되면서 초고품질 실감방송 서비스에 대한 요구가 높아질 것으로 예상된다.

디지털 방송 서비스는 기술 개발, 표준 제정 및 법 제 정비 등 많은 개발 및 준비 기간을 필요로 하므로, 세계 주요 국가들은 HDTV 이후의 방송 서비스를 위한 준비 작업들을 진행하고 있다. 특히 차세대 실감방송 서비스의 주요 서비스로 부상하고 있는 UHDTV는 가정에서 70mm 영화 수준의 화질(HD 화면 4~16배 크기에 해당, 최대 비디오 해상도 7,680×4,320)과 다채널(~22.2ch) 음질로 극사실적인(highly realistic) 초고품질 AV 서비스를 제공하여 소비자에게 고도화되는 실감방송 서비스 제공을 목표로 한다. 이를 위해 초고품질 방송 콘텐츠 획득에서부터 저장, 편집, 부호화, 전송, 디스플레이에 이르기까지 전 분야에서 새롭게 기술개발 및 표준화가 요구된다.

따라서 본 고에서는 현재 진행되고 있는 UHDTV 방송에 대한 국내외 기술개발 현황 및 표준화 현황을 살펴보고자 한다. 서론에 이어 II 절에서는 UHDTV의 전반적인 개요에 대해 기술하고, III 절에서는 UHDTV에 대한 국내외 기술개발 현황을, IV 절에서는 UHDTV 요소 기술에 대한 표준화 현황을, 마지막으로 V 절에서는 UHDTV 향후 전망에 대해 살펴본다.

II. UHDTV 개요

1. UHDTV 서비스 개요

UHDTV는 HD급 대비 4배에서 16배 해상도의 비디오와 10채널 이상의 다채널 오디오로 극사실적인 초고품질 방송 서비스를 통하여 소비자의 품질 요구를 만족시킬 수 있는 차세대 방송이다. 현재 차세대 방송으로 예상하고 있는 실감방송은 크게 UHDTV 방송과 3DTV 방송으로 구분할 수 있으며, 시청자에게 현장감 및 실재감을 감상할 수 있도록 하려는 목적은 유사하지만, 접근 방식에서는 차이가 있다. 3DTV 방송은 두 시점 이상의 영상을 이용하여 입체감 있는 영상을 시청자에게 제공함으로써 현장감 및 실재감을 느낄 수 있게 한다면, 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 4배에서 16배의 화소 수, 10비트에서 12비트의 화소당 비트 수(bit depth)에 의한 색 표현, 원신호로부터 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

〈표 1〉 UHDTV와 HDTV 주요 특징 비교

구분	UHDTV		HDTV	비고
	4K	8K		
화면당 화소 수 (pixels/frame)	3,840×2,160	7,680×4,320	1,920×1,080	4K: 4배 8K: 16배
화면 주사율 (frames/sec)	60Hz		30Hz	2배
화소당 비트 수 (bits/pixel)	24~36bits		24bits	1~1.5배
컬러 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 채널 수 (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)

짧아져도 화소 크기(pixel pitch)를 인지할 수 없게 되며, 100°의 시야각으로 입장감을 최대화한다. 오디오에 있어서는 10채널 이상을 사용하여, 수평 및 수직에서의 서라운드 효과로 어느 방향에서나 실제 현장에서와 같은 음향을 제공받게 된다.

따라서 <표 1>에서 보는 바와 같이 UHDTV는 HDTV보다도 시청각적으로 더욱 좋아진 화질과 풍부한 음질을 통해 고품질의 방송 시청을 가능하게 한다[2].

2. UHDTV 필요성

DTV 보급 확산으로 DTV 관련 제품의 가격이 점차 하락하고 있으며, 이와 더불어 화면 크기도 점점 커지는 추세에 있다. 특히나 최근 여러 전시회에서 시연되고 있는 60인치 이상의 대형 디스플레이 장치에서 기존의 HD 해상도로 충분한 화질을 제공하지 못하는 문제가 발생하는데 이는 인간의 시각 분해능 특성 때문이라 할 수 있다. 인간의 시각 분해능 특성은 디스플레이 크기에 비례하므로, 기존의 HD 해상도로

는 60인치 이상의 대형 디스플레이에서 화질이 떨어지는 문제가 발생하게 되고, HD 해상도보다 고해상도의 UHD 서비스가 필요하게 된다. 통상적으로 시청거리가 2.5m에서 63인치~132인치 이상의 디스플레이 경우, 4K(3,840×2,160)급 해상도가 필요하며, 그 이상의 경우는 8K(7,680×4,320)급의 해상도가 필요하다[1].

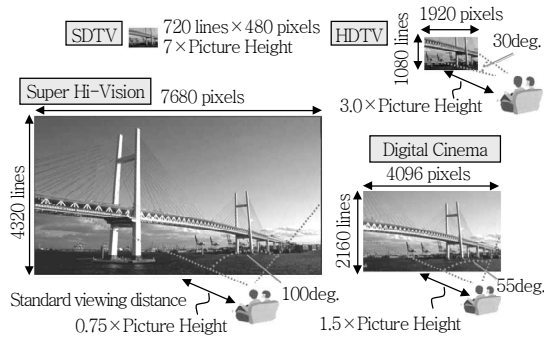
경제적인 측면에서는 HDTV 이후의 새로운 방송 시장의 필요성이 부각되고 있으며, 시장 선점을 위해 세계 각국은 본격적인 기술개발 경쟁에 들어갔으며, 우리나라도 보다 적극적인 대응이 필요한 시점이다. 특히 기술적 우위에 있는 디스플레이와 AV 부호화 기술 분야에 보다 적극적인 투자가 필요한 상황이다.

3. UHDTV 신호 규격

UHDTV 신호 규격 정의에 있어서 화면해상도는 4K-UHDTV, 8K-UHDTV가 정의되어 있지만, 화소당 비트 수, 컬러 샘플링, 화면 주사율 등은 <표 2>에 나타난 바와 같이 다양한 값을 포함하도록 ITU-R 및 SMPTE 표준에 정의되어 있다[3]. 따라서 UHDTV는 HDTV에 비해 최대 16배 큰 해상도로 구성되지만, 실제 비디오 데이터양은 화소당 비트 수, 컬러 샘플

〈표 2〉 ITU-R BT.1769에 정의된 신호 규격

Parameters	Values	
	4K LSDI Sys.	8K LSDI Sys.
Aspect ratio	16:9	
Sample per active line	3,840	7,680
Active line per picture	2,160	4,320
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	

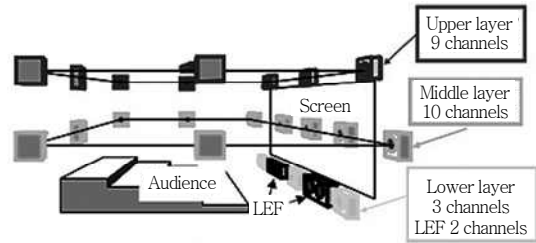


(그림 1) HDTV와 UHDTV의 비디오 해상도 및 적정 시청거리

링, 화면 주사율 등에 따라 최소 4배에서 최대 16배 까지 구성될 수 있다.

NHK에서는 UHDTV가 HDTV 이후의 TV로서 성공하기 위해서는 극사실적인 AV 서비스를 제공해야 한다고 논하고 있으며, 실험 결과에 근거하여 현장감(sensation of presence)과 관련된 시야각(viewing angle)은 약 100° , 실제감(realness)과 관련 있는 각해상도(angular resolution)은 약 80cpd로 정하였고, 이에 근거하여 화면 크기를 $7,680 \times 4,320$ 으로 결정하였다[4]. 또한 디스플레이 크기가 커지고 휘도가 높아질수록 깜박임(flicker) 현상이 높아지게 되므로, 이를 해결하기 위해서는 비디오의 초당 프레임 수가 높아져야 한다. 가령 82인치 $300\text{cd}/\text{m}^2$ 디스플레이의 경우, 60fps 이상이 필요하다고 한다[1].

(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 오디오로 정의하고 있으며, 일본 NHK에서는 극장과 같은 넓은 공간에서는 (그림 2)와 같이 스피커를 설치하여 22.2 채널의 오디오를 제공할 수 있도록 하고 있다[5]. NHK의 22.2 채널 오디오 재생 시스템은 (그림 2)와 같으며, 상위 레벨에



(그림 2) UHDTV 오디오 22.2 채널 구성도

서는 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 환경을 고려하여 청취 공간을 사각형으로 배치한 것이 특징이다.

III. UHDTV 방송기술 동향

1. UHDTV 방송기술 소개

UHDTV 방송시스템을 개발하기 위하여 관련 기술분야를 (그림 3)과 같이 UHD 미디어 획득 및 편집, 부호화, 전송, 단말, 디스플레이 기술로 분류할 수 있다.

가. 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 기술로써, 세부적으로는 4K/8K 영상 획득을 위한 초고화질 카메라 제작을 위한 촬상 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



*: 표준화 대상 기술

(그림 3) UHD TV 방송 요소 기술

UHD 미디어의 저장/관리를 위한 대용량 고속 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 촬상소자를 개발하였고, 2008년에 8K급 UHD 카메라 시제품을 개발하였다. 그 후 카메라 경량화에 노력을 기울여 약 20kg의 카메라 헤드를 개발하여 2010년 IBC 전시회에 발표하였다.

나. UHD 미디어 부호화 기술

대용량의 UHD 신호를 효율적으로 전송하기 위해 압축 부호화하고, 동기화 및 다중화를 통해 전송 스트림을 생성하는 기술로써, 세부적으로 4K/8K 영상의 고휘질/고압축률 부호화 알고리즘 기술과 실시간 비디오 부/복호화기 구현 기술, 10채널 이상 오디오의 고음질/다계층 부호화 알고리즘 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/AVC

의 표준은 4K 해상도의 비디오를 부호화 할 수 있는 부호화 규격이 정의되어 있지만, 실제 출시되고 있는 상용 부호화기 제품들은 최대 full HD급 비디오 (1,920×1,080, YUV 4:2:0, 8bits, 30fps)까지만 지원하고 있으며, 약 1/100 정도의 부호화율에서 일반적으로 우수한 화질을 제공하고 있다. 그러나 HD 데이터양에 비해 최대 96배에 달하는 8K-UHD 비디오를 기존 H.264/AVC로 부호화할 경우, 약 120Mbps에서 720Mbps로 여전히 대용량의 데이터를 생성하게 되어 UHD TV 방송 서비스를 실현하기 위해서는 훨씬 더 높은 압축성능을 낼 수 있는 부호화 기술이 요구된다. 따라서 양대 비디오 부호화 표준화 단체인 ITU-T VCEG과 ISO/IEC MPEG에서는 H.264/AVC보다 압축 성능을 획기적으로 높인 새로운 영상 압축 표준을 개발하기 위해 영상부호화 공동협력팀(JCT-VC)을 결정하기에 이르렀고, 이 협력팀에서 개발하고자 하는 새로운 압축 표준 기술명을 HEVC라 명명하고 있다.

NHK에서는 22.2 채널 오디오 신호의 부호화를 위해 2007년에 Dolby-E 코덱을 이용한 시스템을

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

다. 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 30Mbps에서 180Mbps, 8K-UHDTV 비디오는 약 120Mbps에서 720Mbps의 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 6MHz 단위의 물리 계층의 한 채널을 기준으로 각각 약 38Mbps와 19Mbps 정도이다. 위성 방송의 경우는 물리 계층의 한 채널의 대역폭에 따라 가변적이다. 또한 IP를 기반으로 하는 FTTH 망에서는 최대 1Gbps 전송이 가능하나 공유 매체이므로 UHDTV 서비스 외에 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 1Gbps의 전송 속도를 지원할 수 있다. 그러나 지상파 방송에서는 방송국마다

6MHz 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 기술개발이 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 기술개발을 하고 있다. 국내에서도 방송통신위원회는 2013년 4K-UHDTV를 위성을 통한 실험방송을 계획하고, 관련 연구를 수행하고 있다.

라. UHD 단말(STB) 및 디스플레이 기술

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

UHDTV 디스플레이 기술은 UHDTV 단말을 통

해 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 라우드 스피커 구조/배치 기술을 포함한다.

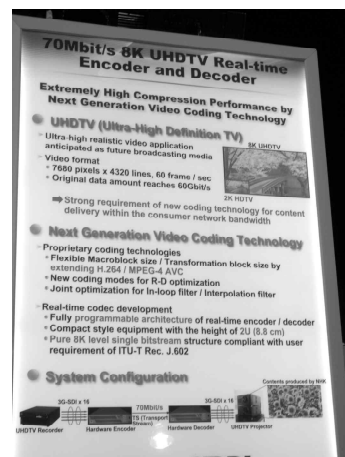
디스플레이 기술은 4K-UHD 비디오 재생을 위한 4K-UHD 디스플레이는 기술개발이 완료되어 상용 제품들이 출시되고 있으나, 8K-UHD 디스플레이 개발은 NHK에서 프로젝터 타입의 시제품이 개발된 수준이다. 4K-UHD 비디오 디스플레이로서 아스트로 디자인사에서 2008년에 화소당 비트 수가 8bit인 신호를 재생하는 4K 모니터를 출시하였으며, 2009년에 10bit 신호 재생을 지원하는 모니터로 새롭게 출시하였다. 에이조는 수술실용 4K 모니터를 2009년에 출시하였다. 이 제품은 현재 다양한 영상들을 디스플레이하기 위해 멀티플 모니터들을 사용하는 대신, 싱글 모니터에 다양한 영상들을 디스플레이해 주는 기능을 포함하고 있다. 그 외에도 소니, 티비로직 등에서 4K 모니터 제품을 출시하였다. 삼성전자는 2010년 11월 세계 최초로 산화물 반도체(oxide semiconductor)를 이용한 70인치 240Hz 지원 4K-LCD 패널을 개발하였다. LG디스플레이는 2010년 CES에서 84인치 4K-LCD 디스플레이를 전시한 바 있다.

2. 국외 기술 동향

일본은 1995년부터 NHK를 중심으로 SHV 방식을 개발하고 있으며, 2005년 일본 아이치현 국제박람회에서 최초 시연을 하였고, 매년 5월 개최되는

NHK Open House에서 관련 기술들을 계속 시연하고 있다. 2010년 IBC에서는 H.264/AVC 기반 8K급 UHD 서비스 시연을 위해 암스테르담 중앙역 앞 빅토리아 호텔 옥상에 카메라 설치 후, 광섬유 케이블을 이용하여 RAI 전시장까지 연결하여 생생한 현장 중계를 시연하였다. 특히 2011년 NAB에서는 압축 전 60Gbit/s에 해당하는 8K-UHD 비디오를 개선된 H.264/AVC 기반 병렬 처리를 통해 70Mbps로 (그림 4)에서 도시된 시스템 구성을 가지고 시연하였다.

UHDTV와 관련하여 한발 먼저 진보한 일본은 2011년에 8K-UHD 실험방송, 2012년 런던 올림픽에서는 영국 BBC 및 EBU와 공동으로 8K-UHD 시범 서비스를 제공할 예정이며, 2020년에 위성망을 통한 전국 방송을 목표로 관련된 전 분야의 기술들을 개발하고 있다. 이를 위해 2006년부터는 URCF를 구성하여 운영하고 있다. URCF는 HDTV 이후의 방송기술을 활성화시키기 위하여 정부, 산업체, 대학 및 연구기관의 연대를 통해 연구 개발과 실증 실험, 표준화 등을 효율적으로 추진하기 위한 목표로 설립된 단체로, 약 200여 개의 일본기업, 대학 연구소들이 참여하고 있다.



(그림 4) NHK UHDTV 서비스를 위한 실시간 부/복호화기 특징 및 개념도(2011 NAB 시연)

영국 BBC와 이탈리아 RAI는 일본 NHK와 SHV 개발 프로젝트에 협력하고 있으며, 점차 협력사들이 증가하는 추세이다. 특히 BBC는 자체 개발한 비디오 코덱인 Dirac을 이용한 코딩 시스템을 SHV에 적용하기 위한 연구를 2007년부터 진행해오고 있으며, 2012년 런던 올림픽에서의 SHV 시범 서비스에 사용될 것이 유력시된다.

3. 국내 기술 동향

국내 UHD 관련 연구 및 기술개발은 초기 단계이나, 국가 경쟁력이 높은 디스플레이와 AV 부호화 분야에서는 선도적 위치에 있으며, 관련 연구도 활발히 진행되고 있다. 특히 디스플레이 분야에서 삼성전자는 2008년 1월에 82인치 120Hz 4K-LCD 디스플레이를 발표하였고, 10월에는 63인치 4K-PDP 디스플레이를 발표하였다.

ETRI는 2008년부터 UHD TV AV 부호화 기술과 전송기술에 대한 기반 기술 연구를 진행하고 있으며, 이를 토대로 2011년부터 방송통신위원회(KCC) ETRI 연구개발지원사업의 일환으로 “무안경 다시점 3D 지원 UHD TV 방송기술개발” 사업을 4년간 진행하게 되었다. 현재 양안식 3DTV는 HDTV 시스템 완성 후 개발됨으로써 기존 TV와의 호환성 확보 및 표준화에 어려움을 겪고 있다. 향후 실감방송 서비스가 HD에서 UHD급으로, 안경식 3D에서 무안경식 3D로 발전한다고 볼 때, 최종적으로는 UHD와 무안경식 3D가 융복합된 초고품질 입체서비스로 발전할 것이다. 따라서 ETRI에서 진행하는 상기 기술개발은 무안경 시청이 가능한 다시점 3DTV와 UHD TV 방송시스템을 동시에 개발함으로써 3D/UHD 복합형 기술의 선도적 개발을 통한 기술 선점 확보에 그 목적이 있다. 상기 과제의 기술개발을 통해 무안경식 고

품질 3D 방송 서비스를 제공하여 3D 방송시장의 성장을 가속화할 뿐만 아니라, 본격적인 UHD 방송 이후 3D 방송기술의 재도입을 위한 혼란 및 기술적인 어려움을 피하여, 수요 측의 요구를 충족시키고 공급 측의 투자부담을 경감시켜 UHD 및 3D 방송의 조기 상용화 및 활성화 기반을 마련할 것으로 기대 된다.

IV. UHD TV 표준화 동향

1. 국제 표준화 동향

UHD TV와 관련된 국제표준화는 비디오 신호와 오디오 신호 규격에 대해서만 일부 표준이 제정된 상태이며, 각 요소 기술에 대한 본격적인 표준화는 UHD TV 기술개발이 활성화되는 단계에서 진행될 것으로 예상된다. 본 장에서는 신호 규격, 부호화 기술 및 전송 기술에 있어서 UHD TV와 관련된 국내외 표준화 현황에 대하여 살펴본다.

UHD 비디오와 관련된 신호 규격 표준으로는 ITU-R BT.1769[3]가 2006년, ITU-R BT.1201-1[6]이 2004년에 개정되었으며, SMPTE 2036-1[7]이 2007년에 승인되고, 2009년 5월에 개정되어 승인되었다.

ITU-R BT.1769는 LSDI라는 용어로 <표 2>에 나타난 바와 같이 4K 및 8K UHD 비디오에 대한 신호규격을 권고하고 있다. 또한, ITU-R BT.1201-1에서는 EHRI라는 용어로 4K 및 8K UHD 비디오에 대한 해상도를 HD 비디오의 수평 및 수직 방향으로 단순 정수 배로 하여 <표 3>와 같이 4종류 비디오 해상도에 대한 영상 포맷을 권고하고 있다.

2009년에 SMPTE에서 개정된 2036-1은 4K-UHD TV 및 8K-UHD TV를 각각 UHD TV1과 UHD TV2라는 용어로 신호 규격을 정의하고 있으며, ITU-

〈표 3〉 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

〈표 4〉 UHD TV 오디오 신호 규격

Parameters	Values
Number of channel	22.2 multichannel audio, three loudspeaker layers vertically
Sampling frequency	48KHz, 96KHz
Bit/Sample	16, 20, 24

R BT.1769에서의 신호 규격과 동일하다. 2007년도에 승인된 표준에는 50Hz, 59.94Hz, 60Hz의 프레임률만을 포함하고 있으나, 2009년에 ITU-R BT.1769에 정의되어 있는 모든 프레임률을 포함하도록 수정하여 표준을 개정하였다.

SMPTE에서 표준화가 진행 중인 UHD TV를 위한 오디오 신호 규격인 SMPTE 2036-2[8]는 <표 4>에서 보는 것과 같이, 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 48kHz 표본화 주파수를 기본으로 하면서, 96kHz 표본화 주파수를 선택적으로 사용할 수 있고, 오디오 신호에 대한 양자화 비트수는 16, 20, 24를 사용할 수 있다.

AV 부호화 표준화와 관련하여 UHD 비디오의 경우, ISO/IEC MPEG에서 2008년 7월 HD 이상의 해상도를 주 대상으로 하는 새로운 비디오 부호화 기술의 표준화에 대한 논의가 시작되어 2009년 말에 ISO/IEC의 MPEG과 ITU-T의 VCEG은 공동으로 JCT-VC를 결성하여 차세대 비디오 부호화 기술인 HEVC 기술의 표준화를 진행 중에 있다. 2010년 4월 JCT-VC 1차 회의에서 CFP에 제출한 기고서에 대한 평가가 있었으며, 그 결과 일종의 후보 기술 집

합인 TMuC을 결정하였다. 2010년 7월 JCT-VC 2차 회의에서 TMuC 텍스트 및 소프트웨어를 완성하였고, 향후 TM 결정을 위한 공통 시험 조건을 결정하였다. 2010년 10월 JCT-VC 3차 회의에서는 TMuC에 포함된 틀들에 대한 성능 평가를 거쳐 HM 1.0을 결정하였으며 현재는 5차 JCT-VC 미팅을 거쳐 HM 3.3 버전까지 나온 상태이다. 향후 2012년 2월에 CD, 2013년 1월에 FDIS 완료를 목표로 표준화가 진행 중에 있다.

UHD TV를 위한 오디오 부호화 기술은 2010년 10월 94차 MPEG 미팅에서부터 본격적으로 논의되고 있으며, NHK의 22.2 채널 오디오를 포함하여 10.2 채널 오디오 신호 혹은 WFS까지를 고려하고 있다. 현재 요구사항으로 고려되고 있는 요소는 영상 정위를 위한 2D와 3D 방향성, 거리감 등이며, UHD TV뿐만 아니라 3D 비디오를 위한 3D 오디오 부호화도 함께 논의되고 있다.

전송 관련 표준화 동향으로는 미국의 디지털 케이블 전송 규격에서는 ITU-T J.83 Annex B, 64/256 QAM 단일 반송파(single carrier) 방식 및 6MHz 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 8MHz 대역을 기반으로 하고 있다[9],[10].

케이블 모뎀 규격에서는 광대역 데이터 전송을 위한 채널 결합 기법이 이미 표준화가 완료되었고, 상용화 제품들이 일반적으로 4채널 결합 위주(또는 이하)의 제품을 출시 중에 있다. 또한 HFC 망 위주의 케이블 모뎀 사업자들은 이미 완료되어 있는 IP 패킷 캡슐화 기법을 활용하여 IPTV 서비스를 준비하고 있다

[11]. 또한, ITU-T SG9는 2010년 7월 제네바회의에서 케이블 망에서 UHDTV와 같은 대용량 콘텐츠 전송을 위한 표준화 필요성에 따라 IP-based SDV 기술의 표준화를 준비하고 있다.

DVB-S2 규격은 80MHz 대역에서 최대 155Mbps 급 전송이 가능하나, 일반적인 무선 전송 채널 환경에서 이와 같은 데이터 전송이 나오기 어렵고, 8K급에서 요구하는 200Mbps급이 실현되기 위해서는 2채널 결합이 필요하다[12].

2. 국내 표준화 동향

국내에서는 2008년에 차세대 방송포럼에서 3DTV 분과위원회 산하로 UHDTV WG를 구성하여, UHDTV 영상 신호 규격안을 작성하여 한국정보통신기술협회(TTA)에서 검토를 거친 후 2010년 12월에 표준으로 제정되었다. 국내 UHDTV 영상 신호 규격에서는 8K-UHDTV 시장에 앞서 4K-UHDTV 시장이 우선적으로 도래할 것으로 고려하여 SMPTE 및 ITU-R의 신호 규격과는 달리 화소당 비트 수에 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 미미하다는 실험 결과에 근거하였다[13]. 또한 지상파 방송의 경우는 화소당 비트 수 8비트의 4K-UHDTV 방송 서비스는 차세대 비디오 부호화 기술을 사용할 경우 6MHz 단위의 한 채널에서도 서비스가 가능할 수 있다는 점을 고려하여 8비트를 포함하였다. 또한, 차세대 방송포럼 실감방송 분과위원회 차세대 오디오 WG에서는 2010년도부터 UHDTV 오디오 신호 규격에 대한 표준안을 작성하여, 2011년 초에 한국정보통신기술협회에 제출하여 현재 검토 중에 있으며, 2011년 표준 승인을 목표로

하고 있다.

V. UHDTV 향후 전망

방송통신위원회의 국내 4G 방송 서비스 계획에 따르면, 2013년에 4K-UHDTV 실험방송이 이루어지며, 2017년에 3D/UHD 실험방송을 계획하고 있다. 3D 및 4K 디지털 영화관 구축 및 콘텐츠 보급 확산이 이루어지고 있는 것을 볼 때, 단기적으로는 UHD 디스플레이를 이용하여 홈 디지털 시네마와 같이 영화 콘텐츠 위주의 packaged media를 소비할 수 있는 시장이 우선적으로 형성될 것으로 예상된다. 중장기적으로 HD는 4K-UHD를 거쳐 8K-UHD로, 안경식 3D에서 무안경식 3D를 지원하면서 4G 방송을 위한 핵심 기술은 방송서비스뿐만 아니라 실감형 스마트워크, 실감 교육 및 의료 등의 응용분야에 적용될 것으로 전망된다. 특히나 IPTV, DCATV 및 위성 기반의 대용량 콘텐츠 서비스를 위한 인프라가 잘 구축되어 있어 UHDTV 방송 서비스 활성화를 위한 장기적인 비전 및 기술개발 전략이 필요할 것이다.

● 용어해설 ●

SHD: Super High Definition의 약자로, 1992년 일본 NTT에서 4K Video(3,840×2,160)를 SHD라고 명명했음.

UHD: Ultra High Definition의 약자로, 2004년 NHK에서 8K video(7,680×4,320)를 UHD라고 명명했음.

약어 정리

AVC	Advanced Video Coding
CD	Committee Draft
CfP	Call for Proposals
cpd	cycle per degree
EHRI	Extremely High Resolution Imagery
HEVC	High Efficient Video Coding

HM	HEVC test Model
IBC	International Broadcasting Convention
JCT-VC	Joint Collaborative Team on Video Coding
LSDI	Large Screen Digital Imagery
MPEG	Moving Picture Expert Group
SDTV	Standard Definition Television
SDV	Switched Digital Video
SHV	Super High Vision
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers
TMuC	Test Model under Consideration
UHD	Ultra High Definition
UHDTV	Ultra High Definition TV
URCF	Ultra Realistic Communication Forum
VCEG	Video Coding Expert Group
WFS	Wave Field Synthesis
WG	Working Group

참고 문헌

- [1] 박두식, “UD 미디어 현황 및 전망,” 디지털방송산업 발전전략워크샵자료집, 2008. 7.
- [2] 조숙희, 홍진우, “UHDTV 기술 및 표준화 현황,” 전파진흥지, 19(4), pp.40-51, 2009. 8.
- [3] ITU-R Q. 15/6, “Parameter Values for an Expanded Hierarchy of LSDI Image Formats for Production and International Programme Exchange,” ITU-R BT.1769, 2006.
- [4] M. Sugawara et al., “Research on Human Factors in Ultrahigh-Definition Television to Determine Its Specifications,” *SMPTE Motion Imaging J.*, pp. 23-29, Apr. 2008.
- [5] 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.
- [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] Bruce Currivan, “Submission Form for DOCSIS 3.0: The Broadcom proposal for 1024QAM downstream,” Dec. 2004.
- [10] 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.
- [11] 전자 정보센터-최근 IPTV 시장동향과 발전방향, SBS비즈니스 개발, 오세근, 2007. 1.
- [12] 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, 2004.
- [13] 박인경 외 4명, “4K-UHD 비디오 시청환경 특성 분석을 위한 주관적 화질평가 분석,” 방송공학회 논문지, 제15권, 제4호, pp. 563-581, 2010.