

초고선명방송(UHDTV) 기술 현황과 전망

최해철* · 정세윤** · 최진수***

1. 서 론

세계 주요 나라에서 HDTV(High Definition Television) 방송이 서비스되고 있으며, Blu-ray 디스크 등의 저장매체를 통해서도 HD 비디오 콘텐츠를 주변에서 흔히 찾아 볼 수 있다. 통상적으로 HD 비디오 콘텐츠는 1024×768, 1920×1080 등의 공간 해상도를 갖는다. HD 비디오 콘텐츠는 720×480의 공간 해상도를 갖는 SD(Standard Definition) 비디오에 비해 더 높은 화질을 제공한다. 하지만 최근 여러 전시회에서 시연되고 있는 60인치 이상의 대형 디스플레이 장치에서 기존의 HD 해상도로 충분한 화질을 제공하지 못하는 문제가 발생한다. 이는 디스플레이 크기에 비례하는 인간의 시각 분해능 특성 때문이다. 통상적으로 시청거리가 2.5m에서 63인치~132인치 디스플레이의 경우 4K (3840×2160)급 해상도가 필요하며, 그 이상의 경우는 8K (7680×2160)급의 해상

도가 필요하다[1]. 대형 디스플레이 시장을 살펴보면, 2005년에 대만 CMO사에서 4K 디스플레이를 최초로 발표하였으며, 현재 일부 업체에서는 이미 4K 디스플레이 장치를 시장에서 판매하고 있다. 프로젝터의 경우 4K 프로젝터를 2005년에 소니에서 개발하여 판매하고 있으며, 2008년 10월 CEATEC 전시회에서 JVC는 8K 프로젝터 시제품을 세계 최초로 공개하였다.

이러한 여건 변화에 따라서, 세계 주요 국가들은 HDTV 이후의 방송 서비스를 위한 준비 작업들을 진행하고 있으며, 그 중 하나가 초고선명방송(UHDTV: Ultra High Definition Television)이다. UHDTV는 가정에서 70mm 영화 수준의 화질(화면 해상도 7680×4320, HD 화면 16배 공간 해상도에 해당)과 다채널(~22.2 ch) 음질로 극사실적인(highly realistic) AV 서비스를 제공하여, 소비자의 품질 욕구를 만족시킬 수 있는 TV를 목표로 한다. 특히 NHK에서는 UHDTV에 대한 카메라, 디스플레이, 전송, 부호화 기술에 대한 전방위에 대한 연구 및 개발을 수행하고 있다.

본 고에서는 UHDTV 방송을 위한 기술 개발 현황과 관련 표준화 동향에 대해 살펴보고자 한다. 서론에 이어 제 2장에서는 UHDTV의 전반적인 개요에 대해 알아보고, 제 3장에서는 UHDTV 기술 동향을, 제 4 장에서는 UHDTV 표준화 동향을 소개하며, 그리고 끝으로 제 5 장에서 향후 전

* 교신저자(Corresponding Author) : 최해철, 주소 : 대전 유성구 덕명동(305-719), 전화 : 042)821-1149, FAX : 042)821-1595, E-mail : choihc@hanbat.ac.kr

* 한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부

** 한국전자통신연구원 방통융합미디어연구부
(E-mail: jsy@etri.re.kr)

*** 한국전자통신연구원 방통융합미디어연구부
(E-mail: jschoi@etri.re.kr)

* 본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음[과제관리번호: KI001932, 과제명: 차세대 DTV 핵심 기술 개발]

망에 대해 살펴본다.

2. UHDTV 개요

2.1 UHDTV 서비스 개요

UHDTV는 100인치 이상의 디스플레이를 대상으로 하고 있으며, 주요 특징은 표 1과 같다 [2,3]. UHDTV의 특징은 무엇보다도 HDTV의 4~16배의 화소수를 가지며, 비트 심도 10~12bit로 색을 표현하며, 컬러 포맷 4:2:2 이상으로 대형 화면에서 더욱 섬세하고 자연스러운 영상의 표현이 가능하다. 또한 동일 디스플레이 크기에서는 물리적인 화소의 크기가 더욱 작아지게 됨으로써 시청거리가 짧아져도 화소 간격(pixel pitch)을 느낄 수 없게 되며, 100도의 시야각으로 실제감을 최대화한다. 오디오에 있어서는 최대 22.2채널을 사용하여, 수평과 수직에서의 서라운드 효과로 어느 방향에서나 실제 현장에서의와 같은 음향을 제공받게 된다. 따라서 현재 서비스 중인 full HD보다도 시청각적으로 더욱 선명한 화질과 풍부한 음질을 통해 고급의 AV시청이 가능하다.

그림 1은 SDTV, HDTV, 4K의 디지털시네마

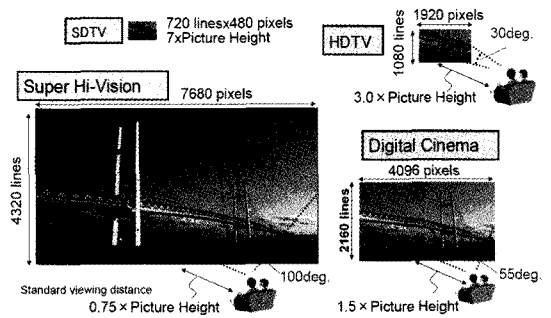


그림 1. SDTV, D-Cinema, SHV(UHDTV) 비교

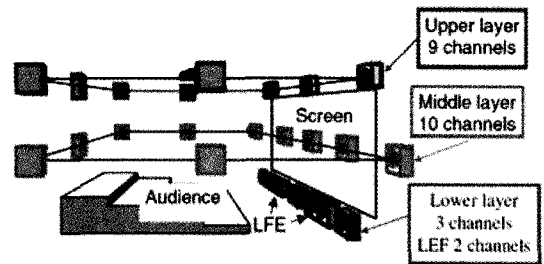


그림 2. NHK에서 제안한 22.2 채널 오디오 시스템에서의 스피커 구성

(Digital Cinema), 8K의 UHDTV에서 화면의 공간 해상도와 이에 따른 적정 시청거리를 도시키고 있으며, 그림 2는 22.2채널 오디오시스템에서의 스피커 구성을 나타낸다.

표 1. UHDTV의 주요 특징

	UHDTV	HDTV	비 고
공간해상도	7680×4320	1920×1080	16배
비트 심도	10, 12	8	
컬러 포맷	4:2:0 4:2:2	4:2:0	
화면비	16:9	16:9	
초당 프레임수	60Hz progressive	60Hz interlace	2배
오디오 채널 수	22.2	5.1	
시야각	100°	30°	가로축
시청거리	0.75H	3H	H:화면 높이

2.2 UHDTV 비디오

UHDTV는 화면크기를 7680x4320로 정하고 있다[2-6]. 이 값은 인간의 시각 특성을 기반으로 도출된 값이다[6]. NHK는 UHDTV가 HDTV 이후의 TV로서 성공하기 위해서는 극 사실적인 (highly realistic) AV 서비스를 제공을 해야 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)는 약 80cpd(cycle per degree)로 정하였고, 이에 근거

하여 화면 크기를 7680×4320으로 결정하였다[6].

또한, 디스플레이 크기가 커지고 휘도가 높아 질수록 깜박임(flicker) 현상이 높아지게 되므로, 이를 해결하기 위해서는 비디오의 초당 프레임 수가 높아져야 한다. 가령 82인치 300 cd/m² 디스플레이의 경우, 60 fps 이상이 필요하다고 한다[3].

2.3 UHDTV 오디오

UHDTV는 오디오 채널을 그림 2와 같은 22.2 채널로 정하고 있다. 고도의 사실적인 오디오 서비스를 제공하기 위하여, 횡 방향으로 상단, 중단, 하단 3개의 계층 구조로 구성되어 있다. 그림과 같은 오디오 시스템은 음장이 최적으로 형성되는 공간(spot area)의 범위를 확장시켜, 보다 넓은 공간에서 풍부한 오디오를 감상할 수 있도록 도와 준다.

3. UHDTV 기술 동향

3.1 국외 기술 동향

일본은 1995년부터 NHK를 중심으로 SHV(Super Hi-Vision) 연구 프로젝트를 수행하고 있으며, 2005년 일본 아이치현 국제박람회에서 최초로 시연 하였고, 매년 5월 개최되는 NHK Open House 에서 UHDTV 관련 기술의 연구 및 개발 결과를 시연하고 있다. 향후 2012년 런던 올림픽에서는 BBC와 공동으로 SHV 시범 서비스를 제공할 예정이다. 기술 개발의 마일스톤을 살펴보면, 일본은 SHV를 2010년대 초반에 실험방송을 할 예정이며, 2020년대에 본 방송을 목표로 한다. 특히 일본은 2006년부터는 URCF(Ultra Realistics Communication Forum)을 구성하여 운영하고 있다. URCF는 HDTV 이후의 방송기술을 활성화시키기 위하여 정부, 산업체, 대학 및

연구기관의 연대를 통해 연구 개발과 실증 실험, 표준화 등을 효율적으로 추진하기 위해 설립된 단체로, 약 200여개의 일본 기업, 대학 및 연구소가 참여하고 있다.

독일에서는 여러 대의 프로젝터를 이용한 대형 스크린에 투자하는 방식에 대한 Immersive Media(2004), Cinevision(2006) 등의 기술을 개발하였고, 2006년 독일 월드컵에서 관련 기술을 시연하였다.

미국은 헐리우드 메이저 영화사가 중심이 된 DCI(Digital Cinema Initiative)에서 디지털 시네마에 대한 표준수립과 관련 장비 개발을 유도하고 있으며, 2005년에 2K와 4K 디지털 시네마 서비스에 대한 규격이 제정되었고 8K에 대한 검토가 시작되고 있는 상황이다.

대만에서는 LCD 패널 공급업체인 CMO에서 2006년에 4K 패널을 개발하였고, 이를 이용한 상용 제품들이 출시되고 있다.

영국 BBC와 이탈리아 RAI는 일본 NHK와 SHV 연구 프로젝트에 협력하고 있으며, 점차 협력사들이 증가하는 추세이다. 특히 BBC는 자체 개발한 비디오 코덱인 Dirac을 이용한 부호화 시스템을 SHV에 적용하기 위한 연구를 2007년부터 진행하고 있으며, 2012년 런던 올림픽에서의 SHV 시범 서비스에 활용이 예상된다.

3.2 국내 기술 동향

국내 UHD 관련 연구 및 기술 개발은 아직 초기 단계이나, 높은 국가 경쟁력을 보유하고 있는 디스플레이와 AV 부호화 분야에서는 관련 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다.

삼성전자는 2008년 1월에 82인치 120Hz, 4K LCD 디스플레이를 발표하였고, 10월에는 63인치 4K PDP 디스플레이를 발표하였다. 한국전자통



그림 3. NHK Full 8k 카메라 (2008 NHK Open House)

신원연구원(ETRI)에서는 2008년부터 UHDTV 기술 연구를 진행하고 있으며, 특히 UHDTV AV 부호화 기술과 UHDTV 전송 기술을 중점적으로 개발하고 있다.

3.3 요소 기술 별 동향

3.3.1 카메라 기술 동향

UHDTV 카메라는 NHK의 SHV 연구 프로젝트에서 활발히 개발되고 있다. 그 결과로, NHK는 2003년 2개의 녹색을 갖는 GGBR Four-panel Imaging 소자 기반의 8K 카메라 처음 선보인 이후 [7], 2008년 3CMOS Full 8K UHD Camera까지 개발하였다.

8K 카메라는 그림 3의 NHK에서 개발한 실험 시제품이 유일한 반면, 4K Digital Cinema를 위한 4K 카메라는 이미 시장에 출시되었다. DALSA Origin(그림 4)과 RED ONE Digital Cinema Camera 2 종류는 각각 2006과 2007년에 이미 상용 제품으로 출시되었으며, 일본 JVC와 SONY도 4K Camera 제품을 선보이고 있다.

3.3.2 비디오 부호화 기술 동향

4K×2K 및 8K×4K 공간 해상도를 갖는 초고선

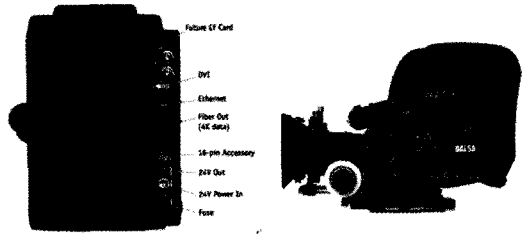


그림 4. DALSA Origin 4K 카메라

명 비디오의 압축을 위한 부호화 기술과 관련하여, 일본 NHK 에서는 2006년에 MPEG-2 [8] 기반의 부호화 시스템을 개발하였고, 2007년에 AVC(H.264) [9] 기반의 부호화 시스템을, 2008년에는 울 제어(rate-control) 성능이 개선된 시스템을 개발하였다. 이들 시스템은 시연을 목적으로 개발된 선행 시제품 수준으로 그림 5와 같이 16대의 HD 부호화기를 병렬로 구성하였다. 따라서 이 시스템은 UHD 비디오 프레임을 16개의 HD 신호로 변환하는 비디오 포맷 변환기(Video Format Converter)를 포함한다. 비디오 포맷 변환기에 의해 분할된 16개 HD 30p 신호는 그림 5와 같이 16개의 HD 부호화기로 각각 입력되어 병렬로 부호화된다. 16대 부호화기 중 한대가 나머지 다른 부호화기를 제어하기 위해 마스터 부호화기로 동작하며, 시스템 클럭 공통 사용, 부호화 파라미터 공유, GOP 동기, PTS, DTS 및 PCR

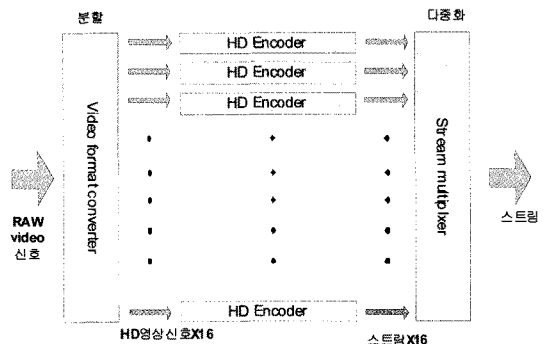


그림 5. 병렬 기반 UHD 부호화 시스템 구조

동기를 맞추고 있다.

2008년에 발표된 AVC|H.264 기반 UHD 부호화 시스템은 GGBR Four-panel 포맷을 갖는 8K UHD 비디오 시퀀스(데이터량: 약 24 Gbps, 3CCD 카메라의 Full 8K 비디오와 비교 시 1/3 수준) 원 신호를 AVC|H.264 Main Profile로 약 118 Mbps로 압축하며, 22.2ch 오디오 신호는 AAC를 사용하여 약 1.92 Mbps로 압축하였다. 각 HD 부호화기에서 출력된 16개의 TS(Transport Stream) 출력은 한 개의 TS로 다중화되며, 최종 TS 데이터율은 127 Mbps이다. 이러한 많은 양의 데이터는 UHDTV의 상용화를 위해서 걸림돌이 될 수 있다. 따라서, Full 8K UHDTV 방송서비스를 위해서는 AVC|H.264 보다 압축 성능이 개선된 새로운 비디오 부호화 기술 개발이 절실히 필요한 상황이다. AVC|H.264 이후의 차세대 비디오 부호화 관련 연구들이 국내외에서 활발히 진행되고 있으며, 특히 관련 표준화가 MPEG (Moving Picture Experts Group)와 VCEG (VIdeo Coding Experts Group)에서 2010년 본격적으로 시작되었다[10].

3.3.3 전송 기술 동향

NHK의 SHV 연구 프로젝트는 8K의 막대한 데이터양을 고려하여 우선 위성 기반의 전송 기술을 개발하고 있다. 2007년에 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 기반의 21GHz 대역 전송 기술을 개발하였으며, 2008년에는 32 APSK (Amplitude Phase Shift Keying) 방식을 적용하여 127Mbps의 TS 데이터를 위성방송 1 채널로 전송 가능한 기술을 발표하였다.

압축되지 않은 SHV 원 신호의 전송기술로는 10Gbps 광선로를 3개를 이용한 RZ-DPSK (Return to Zero code-Differential Phase Shift Keying) 광변복조기술 기반의 8K UHD 24Gbps

원신호 전송 기술을 2007년에 발표하였다.

3.3.4 디스플레이 기술 동향

프로젝터의 경우, 4K 프로젝터를 2005년에 소니에서 개발하여 판매하고 있으며, 2008년 10월 CEATEC 전시회에서 JVC는 8K 프로젝터(그림 6) 시제품을 세계 최초로 공개하였다[11]. NHK에서는 4K 픽셀 오프셋 기법을 이용하여, LCD 프로젝터 2대로써 8K UHD를 디스플레이하는 시스템 기술을 소개하였다.

LCD와 PDP 디스플레이의 경우에는, 그림 7과 같이 4K 급 제품들만 개발된 상태이다. 2005년에 대만 CMO사에서 4K 디스플레이를 최초로 발표하였으며, 이후 세계 주요 디스플레이 업체에서 4K 시제품 혹은 상용 제품을 발표하였다.

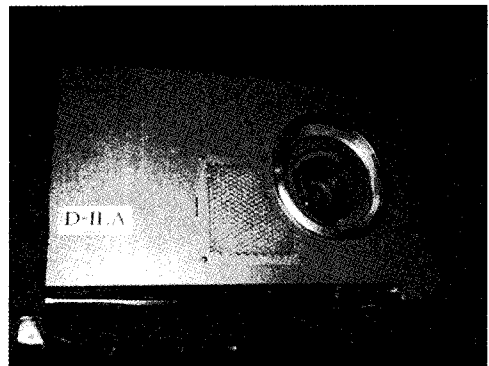


그림 6. JVC Prototype D-ILA Super Projector (CEATEC 2008)

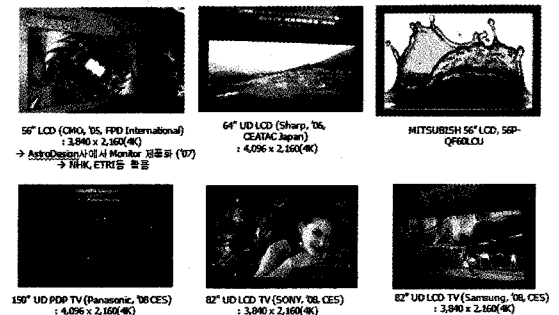


그림 7. 4K 디스플레이 시제품 발표 현황

4. UHDTV 표준화 동향

4.1 국제 표준화 동향

UHDTV 관련된 국제표준화는 비디오 신호와 오디오 신호 규격에 대해서만 일부 표준이 제정된 상태이며, 본격적인 표준화는 UHDTV 기술 개발이 마무리되는 단계에서 진행될 것으로 예상된다.

UHD와 관련된 비디오 신호 포맷 표준으로는 ITU-R BT.1769[4]가 2006년, SMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers) 2036-1[5]이 2007년에 승인되었다. UHD 오디오 신호 포맷 표준으로는 SMPTE 2036-2[12]가 2008년에 승인된 상태이고, 그림 8과 같이 UHDTV 프로그램 제작과 스튜디오 장비를 위한 표준화들이 진행 중에 있다.

UHDTV의 비디오 신호 포맷을 규정하고 있는 SMPTE 2096-1의 주요 내용은 표 2와 같다. SMPTE는 주로 스튜디오 및 프로그램 제작을 위한 전문가용 표준으로 실제 소비자에게 제공되는 UHDTV 서비스 비디오 포맷 규격은 표 4에서 일

표 2. UHDTV 비디오 신호 포맷 규격 (SMPTE 2096-1)

Parameter	UHDTV1	UHDTV2
Video		
aspect ratio	16:9	
sample per active line	3840	7680
active line pre picture	2160	4320
sampling structure	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4	
frame rate	50, 59.94, 60	
image structure	progressive	
bit/pixel	10,12	
colorimetry	ITU-R BT.1361	

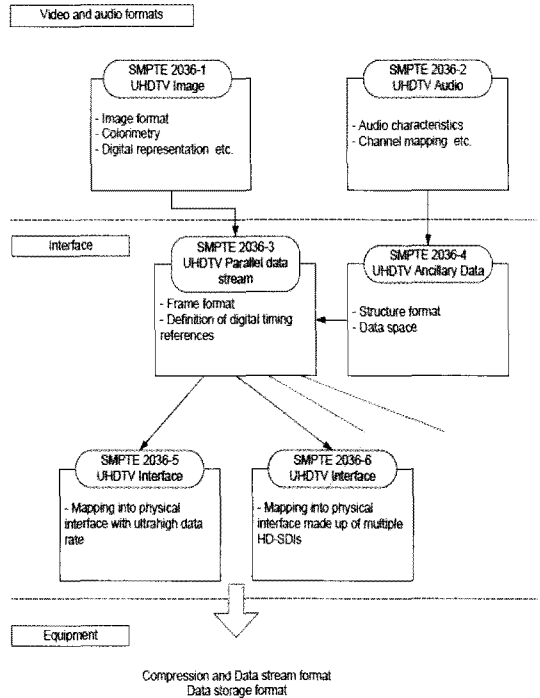


그림 8. SMPTE UHDTV 표준 로드 맵

부 조정될 것으로 예상된다. ITU-BT.1769는 초당 화면 수(frame rate)를 제외하고는 SMPTE 2036-1 규격과 거의 동일하다. 이는 ITU-BT.1769가 UHDTV 이외의 서비스도 고려하고 있기 때문이다.

오디오투를 위한 SMPTE 2096-2의 주요 내용은 표 3과 같다. 샘플링 주파수를 96kHz, 샘플당 최대 24 비트까지 지원하는 것이 특징이다.

표 3. UHDTV 오디오 신호 포맷 규격(SMPTE 2096-2)

Audio	
number of channel	22.2 multichannel Audio, three loudspeaker layers vertically
sampling frequency	48kHz, 96kHz
bit/sample	16, 20, 24

4.2 국내 표준화 동향

국내에서는 2008년 2월부터 UHDTV WG(Working Group)이 차세대방송포럼 3DTV 분과에서 운영되고 있다. UHDTV WG은 UHDTV 서비스 실현을 위하여 필요한 부호화, 전송 및 디스플레이를 포함한 전반적인 기술 논의 및 국내외 표준화 활동에 대응하는 것을 목적으로 설립되어 활동 중이다.

5. 향후 UHDTV 전망

결론적으로 8K UHDTV는 2020년부터 본 방송이 시작될 수 있을 것으로 예상된다. 8K의 본격적인 상용화 전에 4K UHD 관련 서비스가 우선적으로 2010년대 초반부터 시작될 것이다. 이미, 4K 디스플레이와 4K 카메라는 상용 제품들은 시장에서 판매되고 있으며, 디지털 시네마도 4K로 전환되는 추세이므로, 4K UHD 콘텐츠 보급은 점차 확대될 것이다.

8K UHDTV는 4K UHD와 달리 인간적인 요소(human factor) 측면에서 극 사실적인 AV 서비스를 제공하기 위해 개발되고 있는 방송이므로, HDTV 이후의 방송으로 발전하기를 기대해 본다.

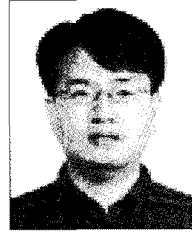
참 고 문 헌

- [1] 박두식, "UD 미디어 현황 및 전망", 디지털방송산업발전전략워크샵자료집, 2008년 7월.
- [2] S. Sakaida and et al., "THE SUPER HIGHER VISION CODEC," ICIP2007, San Antonio, sep.16-19, 2007.
- [3] 박두식, "UD 미디어 현황 및 전망", 디지털 방송 산업 발전 전략 워크샵 자료집, 2008년 7월.
- [4] 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.
- [5] SMPTE, "Ultra High Definition Television -Image Parameter Values for Program Production," SMPTE 2036-1-2007, 2007.
- [6] M. Sugawara and et al., "Research on Human Factors in Ultrahigh-Definition Television to Determine Its Specifications," SMPTE Motion Imaging Journal pp.23-29. April 2008.
- [7] H. Shimamoto and etc, "An Ultrahigh-Definition Color Video Camera With 1.25-inch Optics and 8k x 4k Pixels," SMPTE Technical Conference and Exhibition, Pasadena, USA, Oct. 2004.
- [8] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 2: Video, ITU-T Recommendation H.262 and ISO/IEC 13818-2 (MPEG-2 Video), Nov. 1994.
- [9] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, Advanced video coding for generic audiovisual services, ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG4-AVC), Version 1: May 2003, Version 2: Jan. 2004, Version 3: Sep. 2004, Version 4: Jul. 2005.
- [10] ISO/IEC JTC 1 SC29 WG11, "Joint Call for Proposals on Video Compression Technology," Doc. N11113, Jan. 2010.
- [11] <http://www.aboutprojectors.com/news/2008/10/08/jvc-demonstrates-prototype-d-ila-super-projector-at-ceatec-08/>
- [12] SMPTE, "Ultra High Definition Television -Audio Characteristics and Audio Channel Mapping for Program Production," SMPTE 2036-2-2008, 2008.



최 해 철

- 1993년~1997년 경북대학교 전자공학과 학사
- 1997년~1999년 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
- 1999년~2004년 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
- 2004년~2010년 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2010년~현재 국립한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 조교수
- 관심분야 : 영상처리, 비디오 부호화, 패턴 인식, 디지털 방송 등



최 진 수

- 1986년~1990년 경북대학교 전자공학과 학사
- 1990년~1992년 경북대학교 전자공학과 석사
- 1992년~1996년 경북대학교 전자공학과 박사
- 2004년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
- 관심분야 : MPEG-4 코덱 시스템, 데이터 방송, UHDTV, 영상신호처리



정 세 윤

- 1991년~1995년 인하대학교 전자공학과 학사
- 1995년~1997년 인하대학교 전자공학과 석사
- 1997년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2006년~현재 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사과정
- 관심분야 : 차세대 비디오 부호화 표준, UHDTV 비디오 코덱,