

UHD(Ultra High Definition) TV 기술개발 동향

□ 안충현 / ETRI

1. 서론

지금까지의 텔레비전 방송은 흑백방송에서 칼라 방송으로, 아날로그에서 디지털로, 표준화질 방송에서 HDTV로 진화하면서, 텔레비전방송을 시청하기 위한 AV기기의 고도화를 이끌어 왔다. 또한 산업적으로는 방송이나 패키지미디어 포맷 발전에 견인되어 디스플레이가 개발되어 왔지만, 앞으로는 디스플레이 기술의 발전이 콘텐츠와 인프라의 발전을 앞서갈 것으로 여겨진다.

최근의 전자 및 디스플레이 전시회에서의 큰 흐름은 3세대 및 4세대 '슈퍼' 또는 '울트라' HD(High Definition)로 불리는 디스플레이의 등장이다. 차세대 디스플레이 시장에서 선두를 유지하고자 하는 일본 전자업계에서는 HDTV로 대표되는 2K는 이미 지나간 기술로 간주되며, 2,160x4,096 픽셀의 4k 해상도를 제공하는 차세

대 디스플레이에서의 주도권 다툼을 시작하고 있다. 이들 업체들이 목표로 하고 있는 주요사양은 2005년 디지털 영화용 오픈 아키텍처의 규격화를 위해 만들어진 DCI(Digital Cinema Initiative) LLC가 정의한 DCI포맷이다. 디지털시네마는 영상 획득부터 편집, 배급, 상영에 이르기까지의 전 단계를 디지털화를 목적으로 한다. 이는 많은 AV기기의 디지털화로 인하여 영화산업도 더 이상 아날로그방식에 안주하고 있을 수 없으며, HDTV와의 경쟁에서 살아남기 위한 노력의 일환으로, 현재 상영관을 중심으로 보급이 되고 있으며, 영상진흥위원회는 현재 2K급 상영기가 4K급으로 교체되는 시점을 5년 이내로 보고 있다. 디지털시네마는 4K 해상도와 XYZ색공간을 갖춘 12비트 그레이스케일을 특징으로 하며, 비디오 압축을 위해 Motion JPEG 2000을 사용하고, 약 250Mbps의 데이터 전송속도를 갖는다.

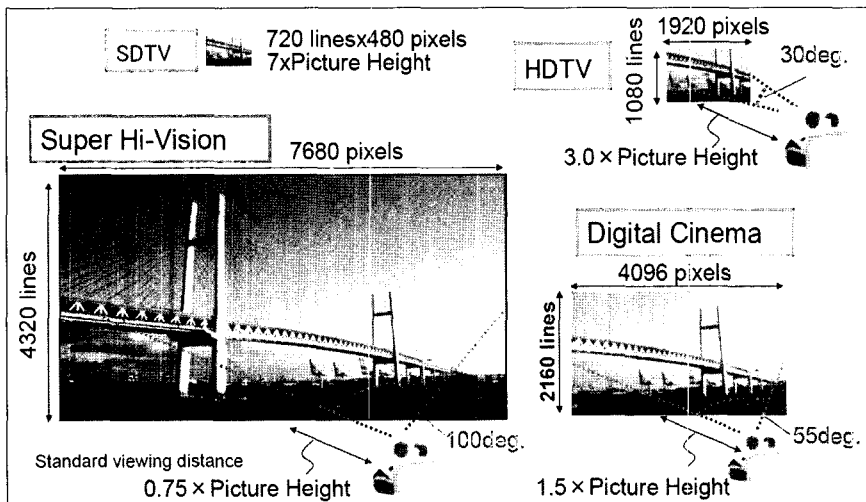
국내에서는 디지털방송전환특별법(지상파텔레비전의 디지털전환과 디지털방송의 활성화에 관한 특별법안)에 따라 2012년 지상파 아날로그 방송이 전면 종료될 예정이다. 2002년 한일월드컵을 기점으로 하여 국내에서 시작된 디지털방송은 고화질 고음질화나 통신망과 연동된 양방향서비스와 같이 새로운 서비스의 등장으로 고도화 하여 왔다. 따라서, 지금은 완전 디지털화 후의 방송서비스는 어떻게 진화할 것인가, HDTV 뒤를 잇는 새로운 방송 서비스는 어떤 것인가와 같은 방송의 미래상에 대하여 생각해 볼 시점이라 할 수 있다. 많은 양질의 콘텐츠가 헐리우드에서 제작이 되고, DVD의 형태로 판매가 되고 있는 현실을 고려한다면, 가까운 장래에 4K급의 디지털콘텐츠가 단지 극장에서의 영화 상영 뿐 아니라 가정을 비롯한 다양한 장소에서의 온라인 콘텐츠 배포용 혹은 Blue-Ray와 같은 차세대 저장매체의 형태로 사용될 것으로 전망된다.

본 고에서는 4K 이상의 디지털시네마와 UHD

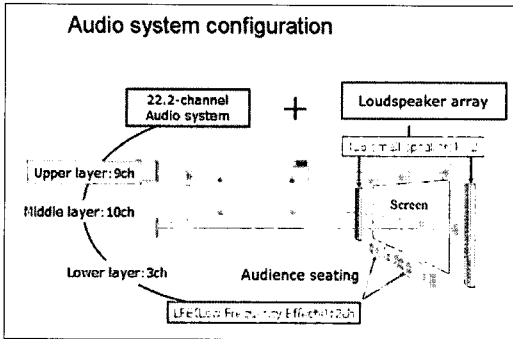
(Ultra High Definition)TV 기술개발에 가장 적극적이며, 기술적으로 앞서 있는 일본의 '슈퍼하이비전(SHV; Super-High Vision)' 기술개발 동향을 중심으로 요약하고, 우리가 준비하여야 할 내용에 대해 정리한다.

II. UHD TV의 특징

UHD TV의 특징은 무엇보다도 HDTV의 4~16배의 화소수, bit depth 10~12bit로 색을 표현하며, color format 4:2:2 이상으로 큰 화면에서 더욱 섬세하고 자연스러운 영상의 표현이 가능해지는 것이다. 또한 동일 디스플레이 크기에서는 물리적인 화소의 크기가 더욱 작아지게 됨으로써 시청거리가 짧아져도 화소 간격(pixel pitch)을 느낄 수 없어진다. 또한 오디오에 있어서는 22.2채널을 사용하여 수평, 수직에서의 서라운드 효과로 어느 방향에서나 실제 현장에서와 같은 음향을 제공받



(그림 1) 표준화질TV, 디지털시네마(4K), 슈퍼하이비전(8K) 비교



〈그림 2〉 NHK에서 제안한 22.2채널 오디오시스템에서의 스피커 배치

게 되어, full HD보다도 시청각적으로 더욱 좋아진 화질과 풍부한 음질을 통해 고급의 AV시청이 가능해진다.

〈그림 1〉, 〈그림 2〉는 표준화질TV, 고화질TV, 디지털시네마(4K), 슈퍼하이비전(8K)의 화면크기와 이에 따른 적정 시청거리와 22.2채널 오디오시스템에서의 스피커배치를 나타낸 것이다.

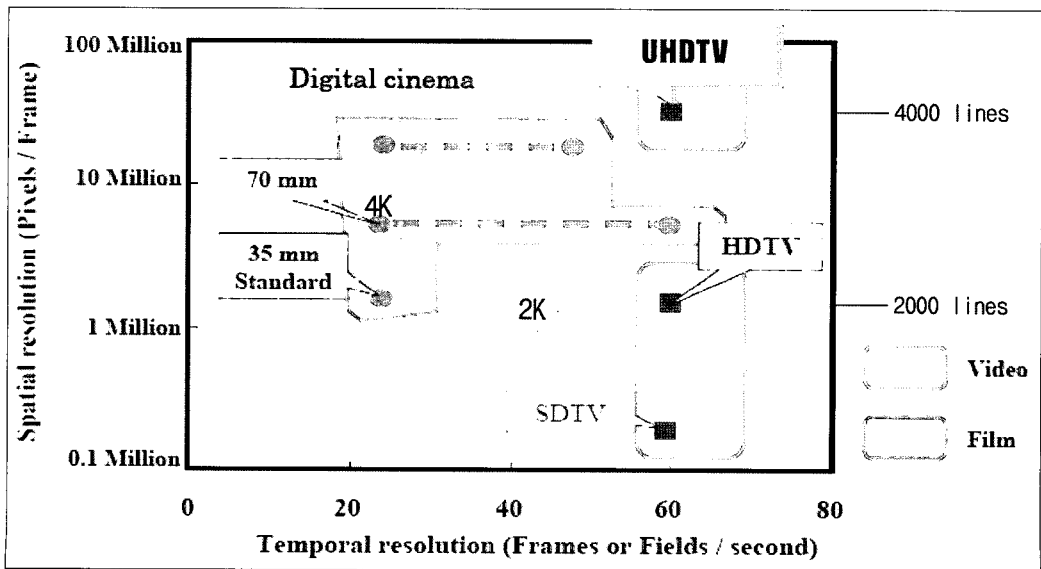
표 1.

Parameter	UHDTV	HDTV
No. of Pixels	7680x4320(8K), 3840x2160(4K)	1920x1080
Bits/pixel	10,12bit	8bit
Chroma Format	4:4:4, 4:2:2	4:2:0
Aspect ratio	16:9	16:9
Field/Frame Freq.	60 Hz Progressive	60 Hz Interlace
No. of Audio ch.	22.2	5.1

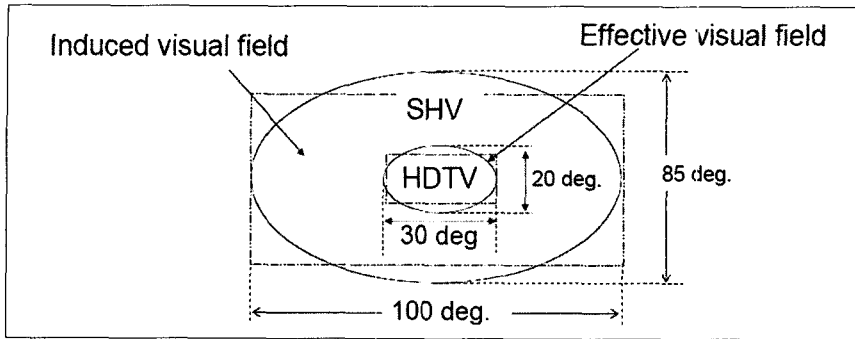
현존하는 AV시스템과 8K UHDTV의 프레임율 및 화소수를 비교하면 아래 〈그림 3〉과 같다.

또한 〈표 1〉은 현재 SMPTE(Society of Motion Picture and Television)에서 논의 중인 HDTV와 8K UHDTV의 주요특징을 요약한 것이다.

〈그림 4〉는 화면의 크기와 시야의 관계를 나타낸다. 시야의 성질과 화면크기의 대응관계를 조사한 결과에 의하면, HDTV화면은 주시점의 주위에서 순간적으로 정보의 수용이 가능한 범위(유효시



〈그림 3〉 시공간 해상도에서의 시스템 특징



〈그림 4〉 HDTV, 슈퍼하이비전의 화면크기와 시야의 관계

야:effective visual field)에 대응하여, UHDTV는 몸의 공간좌표계에 영향을 주는 유도시야(induced visual field)의 범위까지 거의 영상으로 커버하는 것이 가능하다(三谷, 2005). 사람의 동공은 1°에 약 60픽셀의 구분이 가능하다. 또한 TV를 시청함에 있어 주변의 상황에 영향을 받지 않고 한번에 볼 수 있는 시야각은 약 100°로 알려져 있다. 따라서 눈동자를 돌리지 않고 시청에 몰입할 수 있는 것은 100° x 60화소/1° = 6,000화소이다. HDTV의 경우 화소간격을 느끼지 않고 볼 수 있는 적정시청거리에서의 화각은 약 30° 정도로, 이는 30도 밖에서는 어떤 움직임에 대해 눈동자가 반응을 함으로써 시청에 몰입하는 것을 방해받을 수 있음을 알 수 있다.

III. 기술 개발 동향

UHDTV 콘텐츠 획득부터 디스플레이까지 일련의 기술을 확보하고 있는 국가는 일본으로 전세계적으로도 기술적으로 가장 앞서있다. 일본정부는 '초고정세영상기술'을 포함한 정보통신기술(ICT)

국제경쟁력 강화 중점기술전략을 2007년 8월에 발표한 바 있으며, 2008년부터 이들 중점기술을 중심으로 연구개발에 적극 나서 수년 이내에 세계 선두에 올라 일본계 세계표준을 구축한다는 전략을 밝힌 바 있다. 이 중점기술 전략에 따르면, 주사선 4,320개의 초고정세영상은 일본이 앞서고 있는 기술로 조기 실용화를 통해 경쟁력을 확보해 나간다는 전략으로서, 2011년 까지는 요소기술을 확립하여 광회선과 위성통신을 통한 실증실험을 거쳐 2020년에는 본격적인 서비스 실시를 위한 기술을 확립한다는 계획을 가지고 있다(디지털타임즈, 2007. 8.7. "일본발 세계표준 구축한다" 기사참조).

1990년대에 NHK 등이 중심이 돼 일본은 아날로그 방식으로 고화질 기술(하이비전)의 국제 표준화를 시도했으나, 미국과 유럽국가들 사이에서 디지털방식이 선호됨으로 인해 이를 중도에 포기한 바 있다. 이와 같은 실패를 되풀이하지 않기 위하여 일본 총무성이 민간기업과 공동으로 '슈퍼하이비전' 개발을 서둘러 일본의 초고화질 영상 기술이 국제 표준으로 채택되도록 하는 한편 오는 2015년엔 일반 가정을 대상으로 방송을 개시할 계획을 수립하고

있다. 슈퍼하이비전은 정보량이 방대하기 때문에 영상 데이터를 효율적으로 압축해 송신하는 기술이 필요하며, 총무성은 2011년까지 압축기술 문제를 해결한다는 목표이다. 일본 총무성은 2008년 4월까지 NHK 외에 고도의 영상기기 기술력을 보유한 가전메이커와 통신 방송 사업자 등을 대상으로 프로젝트 참가자를 모집, 민간 기술 결집을 통해 조기 실용화를 가할 방침이며, 이를 위해 2008년 3억엔의 연구비를 투입할 계획이다.(전자신문 2008.1.8 “日 NHK, 올 R&D비 32% 증가”, 2008.1.15. “일본, 민관합동 차세대 초고화질TV 개발 착수” 기사 참조).

이와 같은 일본의 초고화질TV에 대한 초석은 일본 NHK(Japan Broadcasting Corporation)에서 1995년 시작한 ‘슈퍼하이비전’으로 4,320x7,680(수평 해상도 8k) 화소의 해상도를 목표로 하고 있다. 이 해상도는 현재의 full HD 디스플레이(1,080x1,920 progressive) 보다 16배 더 높은 선명도를 보여줄 수 있다. NHK는 이 규격을 국제전기통신연합(ITU)에 제출하고, 2006년 7월에는 LSDI(Large Screen Display Imagery)의 확장인 ITU-R BT.1769로 승인받은 바 있다. NHK는 방송기술 R&D비용을 2007년 대비 32.6% 증가한 79억엔의 투자계획을 수립하고, ‘슈퍼하이비전’의 연구에만 18억엔을 확보하고 있다. SHV 개발 분야에 있어서는 약 3,300만화소의 풀 스펙 컬러 촬영이 가능한 카메라의 연구를 비롯해, 가정용 디스플레이의 전력 절약화 기술 등을 중점 개발할 예정이다.

국내에서는 2008년 1월 차세대방송표준포럼 3DTV 분과내에 UDTV 워킹그룹을 설치하여 본격적인 기술과 규격에 대한 방향 설정을 시작하고 있으며, 한국전자통신연구원에서는 국책연구의 일환으로서

“차세대DTV 핵심기술 개발”과제를 2008년부터 수행예정에 있으며, 이 과제 내에서 UHD TV AV부호화 및 전송과 관련되어 핵심기술의 확보를 꾀하고 있다.

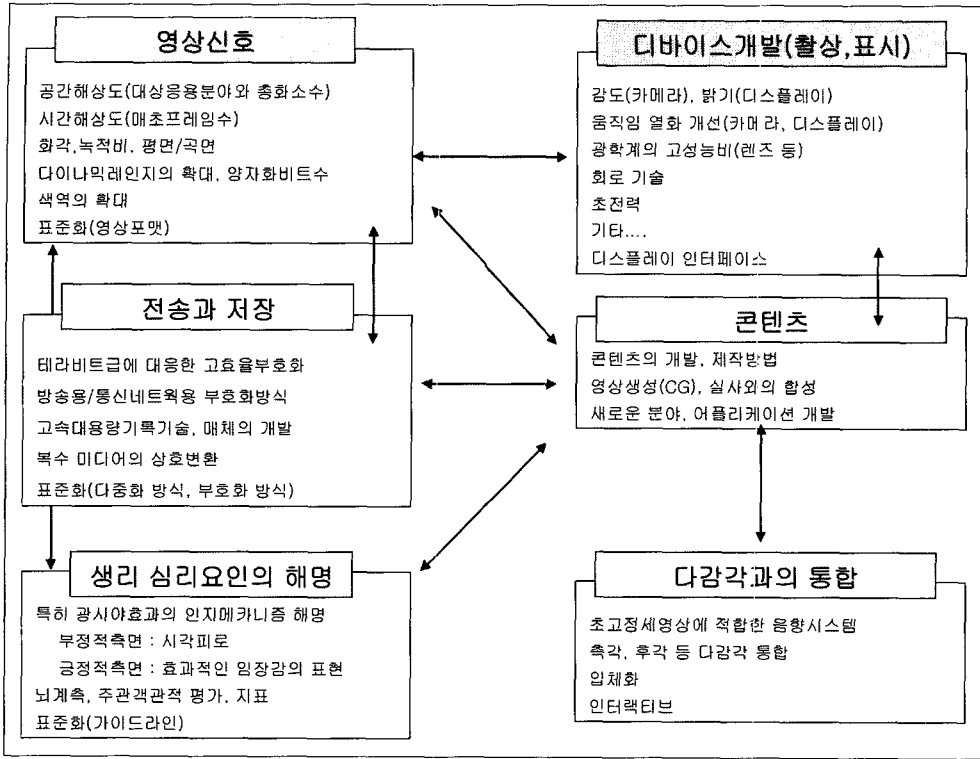
IV. UHD TV 요소 기술

HDTV와 마찬가지로 UHD TV에서도 영상획득부터 디스플레이에 이르기까지 많은 신호처리 과정을 거치게 된다. 이들 신호는 앞서 살펴본 것과 같이 HDTV와 대비하여 수십 배의 데이터를 갖게 되기 때문에 전 과정에 걸쳐 신호처리 및 저장장치 등에 있어 한 단계 뛰어넘는 기술의 개발이 요구된다. <그림 5>는 주요 분야에서의 필요한 요소기술과 연구내용, 기술분야별 상호연관성을 요약한 것이다.

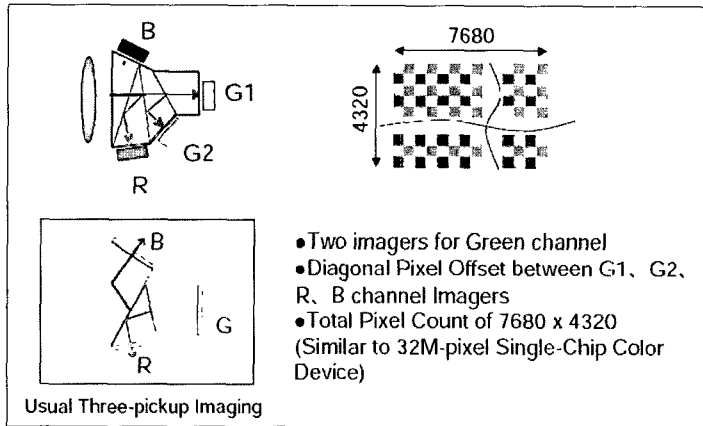
1. 영상획득 시스템

8K 슈퍼하이비전영상의 한 화면은 7,680x4,320 화소, 즉 약 3,300만화소로 구성된다. 이와 같은 대용량의 동영상용 촬상 소자는 지금까지 존재하고 있지 않아, 종래에는 <그림 6>과 같이 800만 화소 4판 소자를 옆으로 이동시킨 방식(녹2장, 적 청 각 1장, 총 4장의 촬상 소자를 이용, 녹의 2장의 소자를 상대적으로 경사방향으로 1/2화소 만큼 이동시켜 프리즘에 부착하는 것으로, 수평 수직방향에 등각적으로 2배의 해상도를 얻는 방식)을 채용한 카메라로 시제품을 개발하였다.

JVC는 2007년 10월 씨텍 2007(CEATEC JAPAN 2007)에서 더 작아지고 가벼워진 4K 카메라의 프로토타입을 선보였다. 이 제품은 해상도가 4K(3,840×2,048픽셀)이며 3CMOS를 장착해 피사체의 미묘



〈그림 5〉 UHDTV의 주요기술분야와 요소기술 (출처:URCF Forum)



〈그림 6〉 8K 영상획득 장치의 구조

한 색조나 질감까지도 충실하게 고화질로 재현할 수 있고 이전의 4K 모델보다 무게를 10kg(기준 JVC

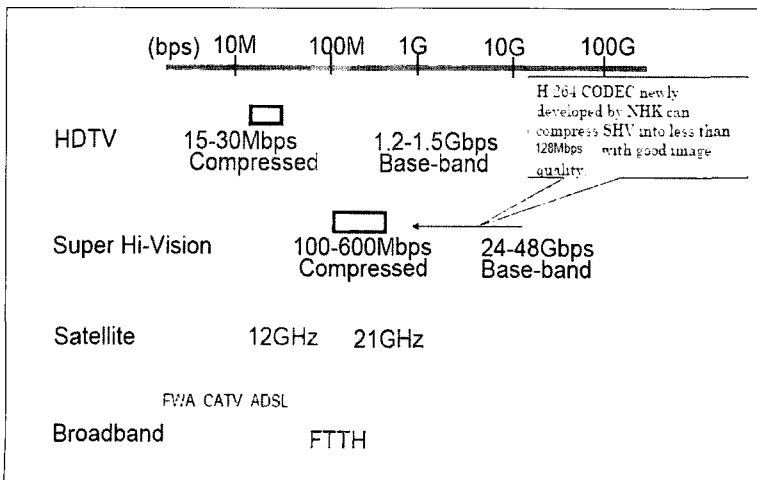
4K카메라 무게의 3분의 1 가량)정도 줄인 것이 특징 이고, 크기는 일반적인 4K 카메라의 2/5에 불과하

〈표 2〉 3,300만화소 촬상소자 특징

	시제품 촬상소자	종래의 소자
광학포맷	2.5인치	1.25인치
수광면크기	수평 29.8mm 수직 16.4mm	수평 16.6mm 수직 9.2mm
유효화소수	7680x4320	3840x2160
화소크기	3.8 μ m각	4.2 μ m각
신호출력방식	저압차동방식(LVDS)	저전압CMOS(LVCMOS)
신호출력수	12bit 16병렬	10bit 16병렬
주사방식	순차주사	순차주사

다. 이 촬상소자의 특징은 CMOS (Complementary Moeta-Oxide Semiconductor) 기술을 사용하여, 고속, 광대역의 신호출력과 아날로그-디지털변환 등의 기능을 촬상소자에 집적하고, 화소사이즈, 렌즈의 해상도 특성이나 사이즈, 촬상소자의 감도, 다이내믹 레인지 등 카메라의 성능을 종합적으로 고려, 38 μ m 각으로 한다. 고속전송에 적합하며 저소비전력의 LVDS(Low Voltage Differential Signaling)를 출력 신호방식으로 채용한 것이다.

영상획득장치 분야에서 핵심이 되는 것은 3,300만 화소에 이르는 대용량의 영상을 세밀하게 촬상 가능하도록 하는 소형의 소자 개발이다. 기존 카메라에서 사용된 촬상 소자 크기를 유지할 경우, 단위 셀에서의 광량이 적어지게 됨으로 소자의 빛에 대한 감도를 향상시켜야 한다. 또한 이를 무손실압축으로 전송하거나 저장하기 위한 신호규격, 소형 대용량의 저장매체의 개선이 필요하다.



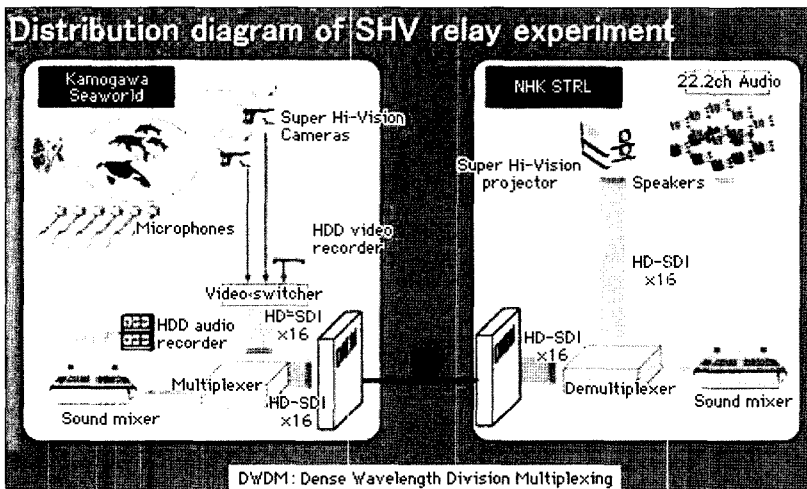
〈그림 7〉 매체별 가용 전송데이터량

2. 전송기술

8K UHDTV 신호는 비압축의 형태로는 약 50Gbps의 전송속도가 요구되며, 이를 전송하기 위해서는 100~600Mbps로 압축을 시켜야 한다. 위성방송의 경우 21GHz에서 이와 같은 대용량 데이터의 전송이 가능해지며, 유선망에서는 FTTH, 혹은 채널분당에 의한 전송량확장으로 디지털케이블을 이용하는 것을 고려할 수 있다(그림 7).

NHK의 자료에 의하면, 위성방송의 경우 현재의 위성디지털방송에서 이용되는 12GHz대역에서는 1채널당 최대전송속도가 약 52Mbps정도로서 슈퍼하이비전 방송의 실현은 곤란하다. 일본에서는 21GHz대역이 전국을 하나의 위성으로 서비스가 가능하며, 또 채널의 플랜이 세워져 있지 않고, 광대역 채널로서 확보할 수 있는 가능성이 높기 때문에 서비스망으로서 유력시되고 있다. 2025년 예정하고 있는 본 방송개시까지는 압축 부호화기술의 진보에 따라 전송속도는 약 200~400Mbps정도까지는 가능할

것으로 예상한다. 200Mbps정도로 압축 가능한 경우에는 최대 3채널의 슈퍼하이비전방송이 서비스된다. 위성방송 입장에서는 우선 고려되어야 하는 것은 강우감쇄에 의한 영향이다. 현행 BS디지털의 12GHz대역과의 비교 예로서는 dB치로 약 3배의 감쇄가 예상된다. 소규모의 경우에는 문제가 없지만, 집중호우나 국지강우, 태풍 등에는 위성방송의 수신에 불가능할 가능성이 크다. 일본의 경우 현재의 45cm 수신안테나를 현행 BS디지털방송에 이용할 때 방송에 영향을 미치는 강우감쇄의 발생시간은 1년에 약 3시간 정도이지만, 21GHz대 방송의 경우에는 약 35시간 정도로 예측되고 있어, 위성방송을 우선적인 방송망으로 검토하고 있는 NHK에서는 강우감쇄보상기술의 도입이 필수적이라 생각하고 기술개발을 진행 중에 있다. 이중 가변빔 패턴은 심한 강우가 단시간에 또 산발적으로 발생하는 것에 착안하여, 비가 내리고 있는 지역을 향해 송신출력을 증가시켜 강우감쇄를 보상하는 것이다, 전국을 일률적으로 증력하면, 중계기를 포함, 위성 규모가 크게 되기



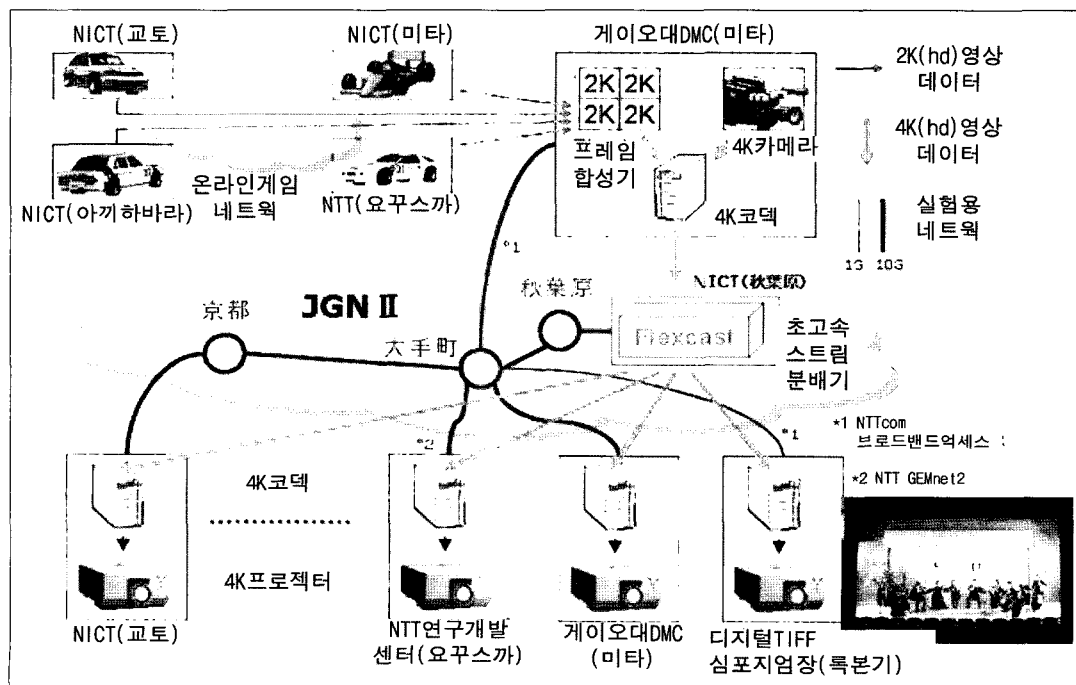
〈그림 8〉 슈퍼하이비전의 원격지 전송 실험 개요

때문에 현실적이지 않으나, 위성방송수신에 영향을 미칠 정도의 강한 경우는 국지적으로 밖에 일어나지 않기 때문에 어느 일정시간 특정개소에 증력하는 것을 현실적인 대책으로 생각하고 기술개발 중이다.

유선망 활용기술에 있어서는 자국의 가가비트망(JGN II)를 이용하여 수백km 원거리 전송실험을 진행중에 있으며, 중요 이벤트에 대해서는 실제로 현장과 시연장을 연결하여 일반인을 대상으로 한 실험을 진행하고 있다. <그림 8>은 NHK연구소와 260km 떨어진 치바현의 가모가와 시월드수족관을 연결, DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing) 기술을 사용하여 비압축 AV 신호의 long-haul 광전송실험 개요를 나타낸 것이다.

또한 2006년 12월에는 NHK 홍백전을 IP 망을 통하여 동경과 오사카를 연결하여 450인치 스크린

에 시연, 인코더는 비디오 신호를 24Gbps에서 180~600Mbps로, 오디오 신호를 28Mbps에서 7~28Mbps로 압축 전송하는 실험을 2006년 12월 시행하였다. NTT는 2006년 4K디지털시네마 품질의 초고정세영상을 광역다지점 라이브 중계하는 실험을 제19회 동경국제영화제에서 시행하였다. 이 실험에서는 백본망으로는 연구개발기가비트네트워크(JGN II), 액세스망으로는 NTT의 GEMnet2와 NTTCom의 브로드밴드액세스(BBA)를 이용, 비압축 디지털 콘텐츠(약 6Gbps)를 JPEG2000부호화로 평균 400Mbps로 실시간 압축하고, 오류정정부호화, IP 스트림화하여, 각 IP패킷을 Flexcast라는 NTT에서 개발한 장비를 이용하여 캡슐화하여 4K영상스트림으로 변환하고, 이를 네트워크상에 배치한 분배기를 통해 10개 장소로 전송하였다(그림 9). 또한 2007년에



<그림 9> NTT의 4K영상 스트림 다지점 라이브 중계전송 실험 개요

는 복수의 4K영상을 실시간 편집, 미국을 경유하여 북유럽까지 6Gbps급의 4K콘텐츠를 500Mbps로 부호화하여 라이브 중계실험을 실시하였다.

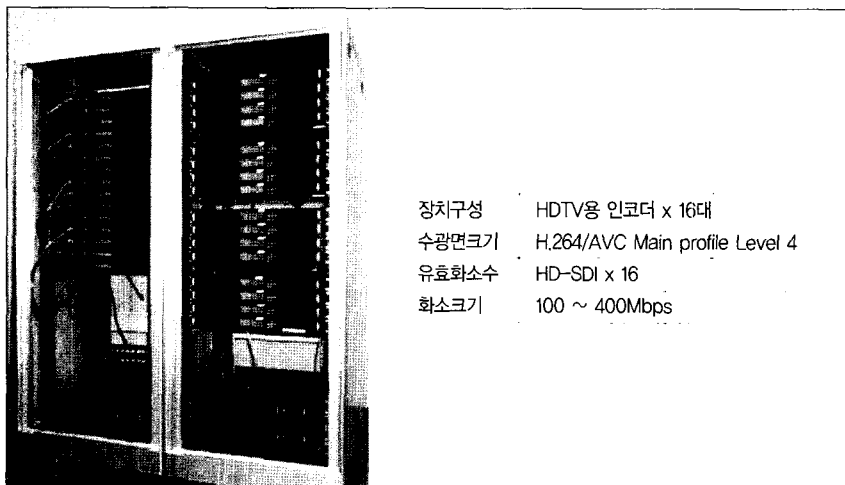
디지털케이블에서는 DOCSIS3.0에서 채널 본딩을 지원하고 있기 때문에 여러 채널을 묶어(1채널당 45Mbps)전송로를 구성하는 경우 수백Mbps도 서비스가 가능해진다. 전송과 관련해서는 제한된 대역폭내에서 전송량을 극대화할 수 있는 변복조 기술이 요구된다. 1024QAM을 이용하는 경우 3~4개 채널의 본딩으로 가능해질 것으로 생각되기 때문에 1024QAM기술의 개발도 검토가 필요하다.

3. 부호화 기술

UHDTV는 화소수가 HDTV의 16배에 달하는 초고정밀 영상시스템으로 단순한 데이터량만으로도 수십배에 달한다. 이를 위성이나 상용 IP회선에 의한 방송을 실현하기 위해서는 고품질을 유지하면서 효율적으로 압축할 수 있는 부호화 기술이 필요하

다. 일본 NHK는 2006년 MPEG-2 방식에 따른 부호화 장치를 개발하여 “2006년 NHK홍백전”을 IP회선으로 도쿄~오사카간의 중계실험을 하였으며, 2007년에는 (주)후지쯔와 공동으로 H.264/AVC 방식에 의한 부호화 장치를 개발한 바 있다. 이 장치는 화면을 16분할하여, 각각을 HDTV용 인코더 유닛으로 압축하는 것으로서, 16대의 유닛이 동기해 100~400Mbps로 제어 가능하도록 하고 있다(그림 10). 각 인코더 유닛은 신호처리 프로그램의 갱신이 가능한 디바이스로 구성하고 있어, 유닛 마다의 정보량의 할당 제어 등, 신호처리 방법의 변경이 가능하여 향후 개발하는 화질 개선 방법 등을 용이하게 적용할 수 있다. 이들은 부호화 처리를 행하기 전에 입력영상의 부호화의 복잡성을 예측, 정보량의 할당을 세세하게 제어함으로써 슈퍼하이버전 영상신호를 고품질을 유지하면서 1/100~1/200으로 고압축하는 것이 가능하도록 한다.

가정 먼저 규격화와 함께 상용화가 진행되고 있는 디지털시네마에서는 부호화 방식으로JEG2000



(그림 10) H.264/AVC 압축 부호화 장치 및 주요 특징

(표 3)은 4K, 8K 소스데이터량과 압축데이터량

Parameter	4K(3840 x 2160)			8K(7680 x 4320)		
	4:4:4	4:2:2	4:2:0	4:4:4	4:2:2	4:2:0
Sampling structure for source coding	4:4:4	4:2:2	4:2:0	4:4:4	4:2:2	4:2:0
Frame rate(Hz)		60			60	
Bit/pixel		10			10	
Source bit rate (Gbps)	14.9	9.95	7.46	59.7	39.8	29.9
Approximate Target encoding bit rate for H.264(Mbps)	100	66	50	400	265	200
Approximate Target encoding bit rate for H.262(Mbps)	200	135	100	800	530	400

* 여기에서는 단지 10bit인 경우만 고려하였음

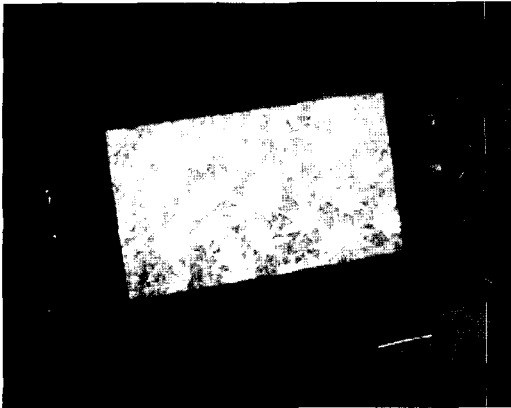
을 사용하고 있다. 방송분야에서 많이 채택하고 있는 MPEG-2에 비해 압축성능이 2배 정도 뛰어나, IPTV를 포함한 많은 멀티미디어 서비스분야에서 채택되기 시작하고 있는 H.264/AVC는 Main/High profile level 5.1에 4K까지 정의가 되어 있다. 따라서 대부분의 부호화기의 개발은 JPEG2000 혹은 AVC를 병렬로 연결하여 진행이 되고 있으나, 아직 독립적인 부호화 기술의 개발은 시작되지 않고 있다.

〈표 3〉은 8K UHDTV에서의 소스데이터량과 압축데이터량을 나타낸 것이다. 현재로서는 최고의 압축성능을 가지고 있는 H.264/AVC를 이용할 경우 4K의 경우에는 50~100Mbps, 8K의 경우에는 200~400Mbps 정도로 압축이 이루어져야 함을 알 수 있다.

4. 저장 기술

최근의 멀티미디어 콘텐츠가 인터넷에서 보편화 되기 시작함에 따라 저장장치의 용량도 증대되고 있으며, PVR기능을 갖는 수신기도 보급되고 있다. 이러한 경향은 시간이 흐름에 따라 더 많은 저장용

량을 갖는 멀티미디어기기를 요구하게 될 것으로 생각된다. 8K 콘텐츠의 데이터량을 계산하여 볼 때 full spec.(8K, 4:4:4, 12bit)의 경우 72Gbps 정도로 32.4TB/h 가 소요되어, 2시간 이상의 기록 재생을 위해서는 적어도 60TB 정도의 기록장치가 요구된다. 특히 스튜디오에서 영상편집 및 백업을 위해서는 상당량의 기록장치를 요구하게 됨으로 소형, 대용량의 기록장치에 대한 기술 개발이 필요하다. 일반적으로 프로그램 제작을 위해서는 약 200시간 정도의 분량을 촬영 저장한 후 편집 제작을 하게 된다. 이 경우 19인치의 40U랙 600여대가 소요된다. 1Tbit/inch²의 기록밀도를 갖는 장치라 하더라도 60랙 정도가 소요되기 때문에 현재의 기술을 break-through 할 수 있는 기술과 장치가 요구된다. 최근 일본 소니는 레이저광을 이용해 초 미세 영역에 데이터를 쓰도록 하여 저장용량의 기존의 5배 정도(기록 밀도를 2.54cm²(1인치×1인치) 당 1TB까지 구현) 늘려주는 하드디스크 드라이브 관련 원천기술개발을 발표한 바 있다(전자신문, 2008.3.3. “소니, 용량 5배 늘려주는 HDD 기술 개발”, 기사 참조).



〈그림 11〉 6.5인치(화소피치 0.3mm)의 초고정세 PDP 시제품

5. 디스플레이 기술

4K급의 디지털콘텐츠를 보여줄 수 있는 디스플레이의 개발이 상용품 수준으로까지 개발되어 있는 반면, 8K 디스플레이는 NHK에서 400인치급의 스크린에 4K프로젝터 2대를 사용한 시연에 머무르고 있다. NHK에서는 이를 위해 가정용 디스플레이의 실현을 목표로 초고정세 PDP의 연구를 진행하고 있으며, 핵심기술로서 초고정해상도화나 소전력화 등 기초기술의 연구와 고정세 PDP의 발광효율의 개선, 저전압에서 PDP를 구동 가능한 전극보호막의 개발 등이 이루어지고 있다. 2007년에는 방전셀구조(화소의 내부구조)를 개선하여, 발광효율을 2006년보다 1.5배 향상시킨 시제품을 발표하였다. 현재 대형화를 위한 기초검토로서 16인치 고정세PDP(화소피치 0.36mm)를 파이오니아 등과 협력 개발하고 있다(그림 11).

JVC는 주력사업분야인 프로젝터 제품군에서 풀 HD의 4배 해상도를 자랑하는 4Kx2K 프로젝터 'D-ILA 4K 2K'를 "CEATEC2007"에서 전시하였으며, 크기가 기존 제품의 3분의 1 수준에 본체 중

량은 10Kg에 불과한 소형화된 4K카메라와 4K/H.264플레이어 개발을 통해 HD월드에서 이른 '4K월드'를 실현한다는 방침이다. 4K D-ILA방식의 프로젝터 'DLA-SH4K'는 2008년 1월 출시예정으로, 4,096×2,400 해상도를 제공하며 약 1,000만 화소수를 자랑해 대형 이미지를 재현하는데 적합하다. JVC 자체기술인 D-ILA방식을 적용해 LCD프로젝터의 장점인 색감표현과 DLP프로젝터의 장점인 명암표현을 둘 다 제공한다. 이 시스템은 밝기 3,500안시에 명암비 10,000:1를 채용했으며 특히 1.27인치 D-ILA 디바이스를 장착해 고해상도와 뛰어난 명암비를 실현한다.

세계 3위의 LCD 패널 공급업체인 대만의 CMO (Chi Mei Optoelectronics)에서 2006년 3월 3,840×2,610 해상도의 4K 판넬(V562D1)을 발표하였으며, 2007년 SHARP, ASTRODESIGN(DM-3400), MITSUBISHI(56P-QF60LCU) 등 주요 업체에서 시제품을 발표하기 시작하였다. 파나소닉은 CES 2008에서 4K해상도를 채용한 150인치의 PDP TV를 공개하였으며, 삼성전자는 3,840×2,610해상도를 갖는 울트라HD, 소니는 역시 829만화소를 갖는 4K제품을 전시한 바 있다. 〈표 4〉는 DM-3400의 주요 사양을 요약한 것이다.

슈퍼하이비전과 같은 대화면의 비디오를 흡수터와 같은 어두운 방에서 즐길 때에는 검정색을 얼마만큼 잘 재현하느냐가 중요하게 되며, 높은 콘트라스트비가 필요해진다. 종래의 프로젝터에서는 콘트라스트비가 수 천대 1 정도이지만, 이를 비약적으로 높이는 표시장치의 연구가 진행 중에 있다. 통상의 RGB프로젝터의 광출력을 휘도용 소자에 투사한 후 광도변조시켜 검정표시에서는 투사형광이 2단계 감쇄되고 검정을 보다 검게 재현 가능한 방법을 적용, 콘트라스트비로서 약 100만대1을 실현하고 있

(표 4) Astrodesign사의 DM-3400의 주요 사양

DM-3400			
Display	Display resolution		3840x2160 (1920x1080 x4ch)
	Brightness		500cd/m ²
	Contrast		1200:1
Input	HD-SDI		ITU-R BT.1769 HD-SDI:8ch(Dual Link supported)
	DVI		DVI-I 4ch
Interface	Color space		Bit depth
HD-SDI single Link	YPbPr	10bit	1920x1080p59.94i/60i(up-converted to 3840x2160)
Four HDSDI single Links	YPbPr	10bit	1920x1080(3840x2160) 23.98p/sF 24p/sF 29.97p 30p 50i 59.94i 60i 2048x1080(4096x2160) 24p/sF 23.98/sF
			1920x1080(3840x2160) 23.98p/sF 24p/sF 29.97p 30p 50i 59.94i 60i
Four HDSDI dual Links	RGB	10bit	1920x1080(3840x2160) 23.98p/sF 24p/sF 29.97p 30p 50i 59.94i 60i
	YPbPr	10bit	1920x1080(3840x2160) 50p 59.94p 60p 2048x1080(4096x2160) 24p/sF 23.98p/sF
Four DVI	RGB	8bit	1920x1080(3840x2160) 59.94p 60p
Two dual DVI	RGB	8bit	1920x1080(3840x2160) 59.94p 60p
Other			
AES/EBU audio		Output x 3 (HD-SDI embedded audio output)	

다. 특히 어두운 부분의 계조특성이 개선된다. 인간의 시각특성으로는 휘도와 비교하여 색의 해상도는 낮기 때문에, 제이변조부의 RGB프로젝터에 이용하는 표시소자는 저렴한 저해상도의 것으로 하고, 제2 변조부의 휘도용 소자만을 고분해상도로 하는 것으로 고해상도화를 구현하기도 한다(그림 12).

또한 UHDTV에서 22.2음향시스템의 특징은 수평방향(중간층)의 10채널에 추가해, 상층의 9채널, 하층의 3채널로 2개의 LFE등, 수직방향의 음향 효과에 착안한 것이다(그림 2). 종래의 ITU-BS775-1에 준거한 5.1ch시스템이나 6.1ch/7.1ch시스템 등에는 전후 좌우의 음의 왕래에는 대응 가능하지만, 상하의 음상표현이 어렵다, 특히, 슈퍼하이비전의 대형스크린에는 대상영상의 상하의 움직임을 표현하기 위하여 상하의 음상이동을 만들어 내는 것으

로 입장감을 향상시킬 수 있다.

예를 들면 청중의 위쪽으로부터 천사가 춤을 추며 내려오는 등의 장면의 재현이 가능하다. 게다가, 스피커수가 많고, 1채널에의 의존율이 낮아지기 때문에 최적한 청취포인트가 넓어져 객석 후방 등에서도 입장감을 유지한 음향재현이 된다. 소형스피커의 개발이나 7.1/5.1ch스테레오에의 최적화된 다운믹스 방법의 개발이 필요하다.

V. 결론

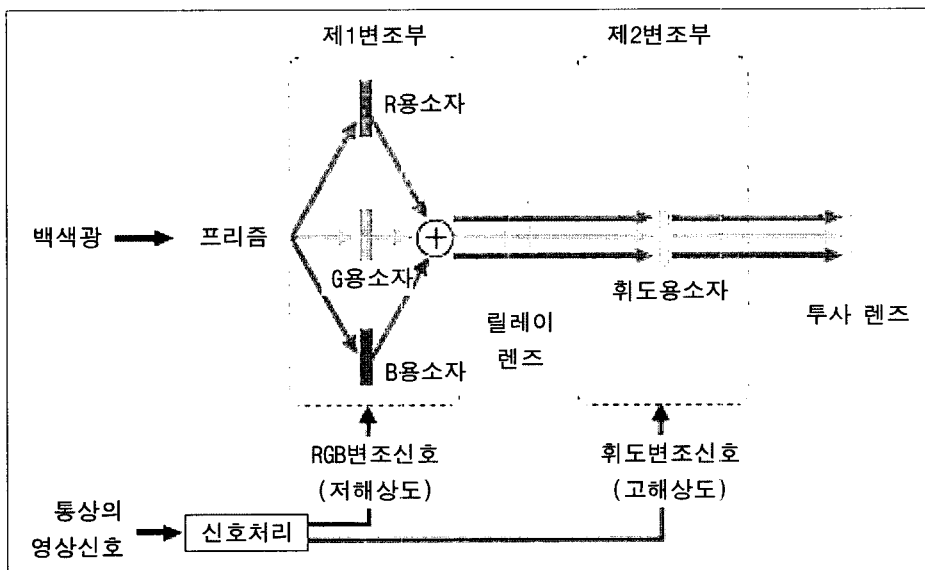
풀 HDTV 이후의 서비스로서 UHDTV의 기술개발 동향에 대해, 가장 앞서있는 일본의 사례를 중심으로 디지털시네마와 연계하여 정리를 하였다. 일

본은 1995년에 기술개발에 착수하여 2025년에는 위성을 이용한 상용서비스를 계획하고 있으며, 정부차원에서 중점연구분야로 선정하여 기술개발에 적극 투자를 하고 있는 상황이다. 일본은 영상카메라 및 디스플레이에 대해서는 상당한 기술경쟁력을 보유하고 있기 때문에 HDTV에서의 기술우위를 계속 유지하고자 하며, 디지털TV에서의 국제표준화 실패를 만회하기 위하여 국제표준화에 전략적으로 접근을 하고 있다.

새로운 어플리케이션의 등장은 이를 지원할 수 있는 코덱을 요구하게 된다. MPEG-2는 방송용으로 개발이 되었으며, H.263은 비디오 컨퍼런싱을 위해 개발이 되었다. H.264는 저20kbps의 저비트율로부터 20Mbps의 HDTV까지 다양한 응용에 적용이 가능하다. 현재로는 AVC를 이용한 압축 및 전송 실험에 머물러 있으나, 4K/8K에 적합한 새로운 부호화 방식의 연구가 필요한 시점인 것으로 여겨

진다. 비디오 압축효율의 향상과 함께 전송에 있어서도 방송프로그램을 시간적으로 확산시켜 전송/저장하고, 나중에 데이터의 빠짐이나 오류를 보정하는 장주기 인터리빙방식이나, 콘텐츠를 미리 단말에 다운로드 시킨 후 특정시간에 방송되는 콘텐츠와 결합하여 동작하는 비실시간 방송과 같은 새로운 형태의 서비스 방식, 위성 뿐 아니라 디지털케이블, FTTH에 적용 가능한 전송효율을 올리기 위한 기술의 개발이 함께 이루어져야 할 것이며, 우리나라가 강점을 갖고 있는 디스플레이 분야의 기술을 십분 발휘하여 앞으로 다가올 4K, 8K 시대를 준비할 필요가 있다.

풀 HDTV이후의 서비스는 디지털시네마(4K)에서 UHD(4K), UHD(8K)로 전개될 것으로 생각된다. 아직 디지털시네마에서도 4K가 본격적으로 시작되지는 않았지만, 블루레이와 같은 차세대 저장매체의 등장과 이미 보급되기 시작한 4K 카메라



(그림 12) 초고콘트라스트 프로젝터의 구조

라를 이용한 양질의 헐리우드 영화가 보급이 되기 시작하면, 다양한 콘텐츠를 배경으로 우선적으로 오프라인에서 4K 디스플레이에 대한 수요가 증가하기 시작할 것이다. 이는 VOD(Video on Demand)와 같은 온라인 서비스에서도 지상파 방송이나 케이블 방송과의 차별화 전략으로서, 혹은 프리미엄 채널의 하나로서 등장을 하게 될 것으로 생각된다. 4K는 상용화 수준의 카메라, 디스플레이와 함께 전송측면에서도 현재의 기술을 좀 더 향상시키면 현실 서비스망에서도 수용 가능한 수준에 와 있다. 반면

8K는 상용화 단계까지는 아직 요원하며, 특히 저장 매체에 있어서는 획기적인 전환이 있어야 할 것으로 생각된다.

따라서 일본에 비하여 늦게 시작한 우리나라로서는 4K를 중간 목표로 설정하고 디지털시네마 콘텐츠와의 호환(변환) 등에 대한 기술, AVC 보다 성능이 뛰어난 4K/8K 부호화 기술, 새로운 전송시스템 기술개발과 인터페이스를 포함한 100인치급의 초고화질용 디스플레이 기술에 집중하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

참고 문헌

- [1] G. J. Sullivan, P. Tpowala and A. Luthra, The H.264/AVC Advanced Video Coding Standrad:Overview and Introduction to the Fidelity Range Extensions, Proc. SPIE on Applications of Digital Image Processing XXVII, 2004
- [2] ITU-R BT. 1769, Parameter values for an expanded hierarchy of LSDI image formats for production and international programme exchange, 2006
- [3] ITU-T J.601, Transport of Large Screen Digital Imagery(LSDI) applications for its expanded hierarchy, 2005
- [4] M. Maeda, Y. Shishikui, F. Sugino-shita, Y. Takiguchi, T. Nakatogawa, M. Kanazawa, K. Mitani, K. Hamasaki, M. Iwaki and Y. Nojiri, Steps Toward the Practical Use of Super Hi-Vision, Proceedings of 2006 NAB BEC, p.450- 455. 2006
- [5] M. Ghanbari, D. Drawford, M. Fleury, E. Khan, J. Woods, H. Lu and R. Razavi, Future Performance of Video Codes(SES2006-7-13), Video Networking Laboratory, 2006.
- [6] SMPTE, Ultra High Definition Television-Image Parameter Values for Program Production, SMPTE 2036-1-2007, 10p, 2007
- [7] 三谷 公二, テレビ映像の高精細化とそれを支える撮像技術の動向, IEEJ Journal, Vol. 125, No. 9, p.578-581, 2005
- [8] <http://www.astrodesign.co.jp/english/product/goods.asp?code=DM-3400>
- [9] http://www.cmo.com.tw/opencms/cmo/products/lcd_tv/
- [10] http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2007080702011257730001
- [11] <http://www.etnews.co.kr/news/detail.html?id=200801170169>
- [12] <http://www.etnews.co.kr/news/detail.html?id=200801140141>
- [13] <http://news.media.daum.net/society/media/200711/02/mediatoday/v18705428.html>
- [14] <http://news.media.daum.net/economic/goods/200710/03/aving/v18324582.html>
- [15] <http://www.nhk.or.jp/str1/open2007/tenji/t03.html>
- [16] http://www.nhk.or.jp/digital/en/super_hi/03_1_super.html
- [17] http://www.nhk.or.jp/digital/en/super_hi/03_2_super.html
- [18] <http://www.ntt.com/release/2006NEWS/0010/1023a.html#01>
- [19] <http://www.phileweb.com/news/d-av/200711/13/19802.html>
- [20] <http://www.sony.jp/products/Professional/SXRD/sxrd.html>
- [21] <http://www.watch.impress.co.jp/av/docs/20070620/victor.htm>
- [22] <http://news.media.daum.net/digital/it/200803/02/inews24/v20179782.html>

필자소개



안충현

- 1995년 : 일본 치바대학교 대학원 졸업(공학박사)
- 1995년 : 일본 치바대학교 공과대학 정보공학과 조수
- 1996년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 주관심분야 : 영상처리, RS/GIS, Computer Vision, DMB, 3DTV, UDTV