

UHD 비디오 연구 및 산업 동향과 차세대 고효율 비디오 압축 코덱 기술 개발 및 표준화 동향

□ 김문철 / KAIST 전기 및 전자공학과

I. 서 론

방송, 엔터테인먼트, 인터넷, 개인 미디어 등의 분야에서 영상의 해상도(spatial resolution) 증가와 더불어 고품질로의 영상 콘텐츠 서비스가 발전되어 왔다. 디지털 방송 분야는 SDTV와 HDTV로 나뉘어 해상도 차이에 따른 별도의 방송 서비스가 이루어지고 있으며, 디지털 카메라의 경우, 이미지 획득 센서 및 접적 기술의 발전으로 카메라의 지원 영상 해상도가 1400만 화소 이상의 개인용 디지털 카메라가 이미 출시되어 판매되고 있으며, 핸드폰에 탑재된 카메라 모듈에서도 정지영상의 경우 이미 1000만 화소 이상의 해상도와 720p HD 해상도의 동영상을 획득을 지원하는 제품들이 개발되어 판매되고 있다. 뿐만 아니라 디지털 TV 수상기는 이미 1080p 해상도에 240 Hz 프레임율의 비디오까지 지원하는 제품들이 ‘Full HD’ DTV라는 이름으로 출시되고 있다.

심지어 가정용 디지털 캠코더와 감시 비디오 장비들도 1080p HD 해상도를 지원하는 제품들이 시장에 출시되고 있는 실정이다. 한발 더 나아가 최근에는 공간 해상도의 가로 화소수가 4K에 이르는 디지털 시네마 콘텐츠, 4K 빔 프로젝터, 4K 모니터 및 카메라가 현재 출시되어 판매되고 있다.

이러한 영상 콘텐츠 산업의 발전은 고해상도를 넘어 초고해상도를 지원하는 방향으로 발전하고 있으며 사실감과 현장감을 더욱 느끼게 하는 초고선명/초고품질의 디지털 멀티미디어 콘텐츠에 대한 신규 수요 및 엔터테인먼트 산업의 시장 규모 확대에 대한 기대가 커지고 있다.

본 고에서는 초고해상도 비디오 연구 및 산업 동향과 이러한 서비스를 위한 핵심기술 중의 하나가 될 것이며, 향후 관련 산업에 막대한 영향을 끼칠 차세대 고효율 비디오 압축 기술에 대한 연구 개발 동향 및 표준화 동향에 대해 소개한다.

II. UHD 비디오 연구 현황 및 관련 산업 동향

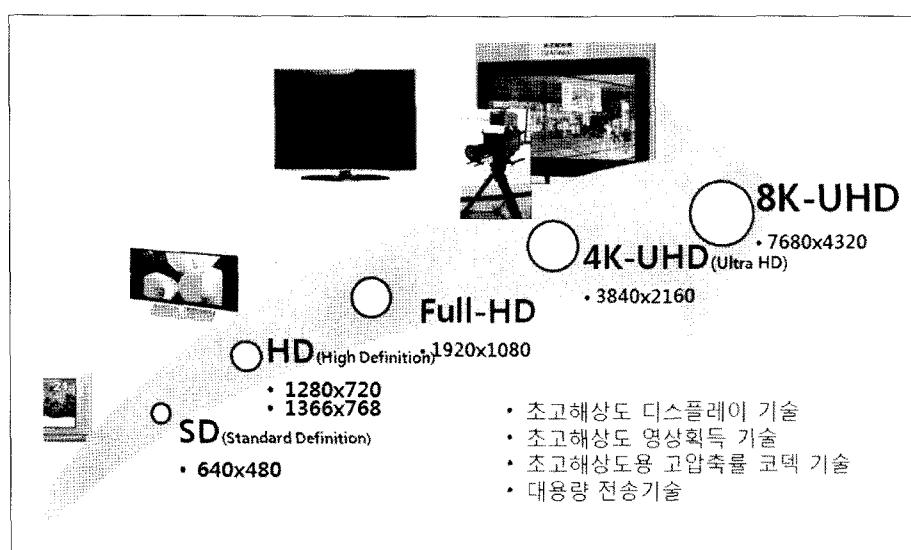
1. 해상도에 따른 서비스의 변화 및 초고 해상도 비디오의 정의

현재 영상 콘텐츠 및 관련 장비 산업은 고해상도 (HD: High Resolution)급까지 비디오 콘텐츠를 지원하는 것이 대세이다. 디지털 방송은 30Hz의 1080i(interlaced) HD 비디오까지 지원되며, 감시 비디오 분야도 VGA(640x480)급 비디오에서 HD급 비디오까지 지원되는 등, HD급 비디오 콘텐츠 생성 및 소비가 보편화되었으며, 향후 2K 수준의 HD 해상도를 넘는 초고해상도 비디오 서비스의 보편화와 더불어 관련 부품 및 장비 산업이 새로운 성장 동력이 될 가능성이 매우 높다고 할 수 있겠다.

2K급 HD 해상도를 넘는 초고해상도 비디오의 명

칭으로서 일본에서는 UD(Ultra Definition), SMPTE 표준화 단체에서는 UHD(Ultra High Definition)으로, HNK는 8K급 비디오를 SHV(Super High Vision)로, ITU에서는 EHRI(Extremely High Resolution Imagery) 또는 LSDI(Large Screen Digital Imagery) 등으로 혼용되어 불리며, 국내에서는 차세대방송표준포럼 산하 UHDTV 작업반에서는 4K급 비디오를 4K-UHD, 8K급 비디오를 8K-UHD로 구분하여 명명하기로 잠정 결정하였다. 전 세계적으로 HD급 이상의 공간 해상도 비디오에 대해 아직 통일된 명칭은 없으나 본 고에서는 영상 해상도의 가로 화소수가 4K급 및 8K급인 비디오를 각각 4K-UHD와 8K-UHD로 구분하여 사용한다. <그림 1>은 영상 공간해상도 증가에 따른 영상 콘텐츠의 발전 방향을 나타낸다.

앞에서 전술한 바와 같이 차세대방송표준포럼 UHDTV 작업반의 정의에 따르면 초고해상도 (UHD: Ultra High Definition) 영상이란 고해상도 (HD: High Definition) 영상 화면의 가로와 세로의



<그림 1> 고해상도 미디어 기술의 진보

폭인 1920x1080픽셀(2K 해상도)보다 각각 두 배 이상의 크기를 갖는 영상을 의미한다. 더 자세히는 HDTV 해상도의 4배(3840x2160)에 해당하는 초고해상도 영상을 4K-UHD, 16배에 해당하는 초고해상도 영상을 8K-UHD로 구분한다. 초고해상도 텔레비전(UHDTV: UHD Television)이란 최대 70mm급 영화 수준의 화질과 22.2 채널의 오디오로 극장급의 초고품질로 제공되는 방송 서비스를 의미 한다[1]. <그림 2>는 응용분야별 각 영상화면 해상도의 상대적 크기 비교를 나타낸다.

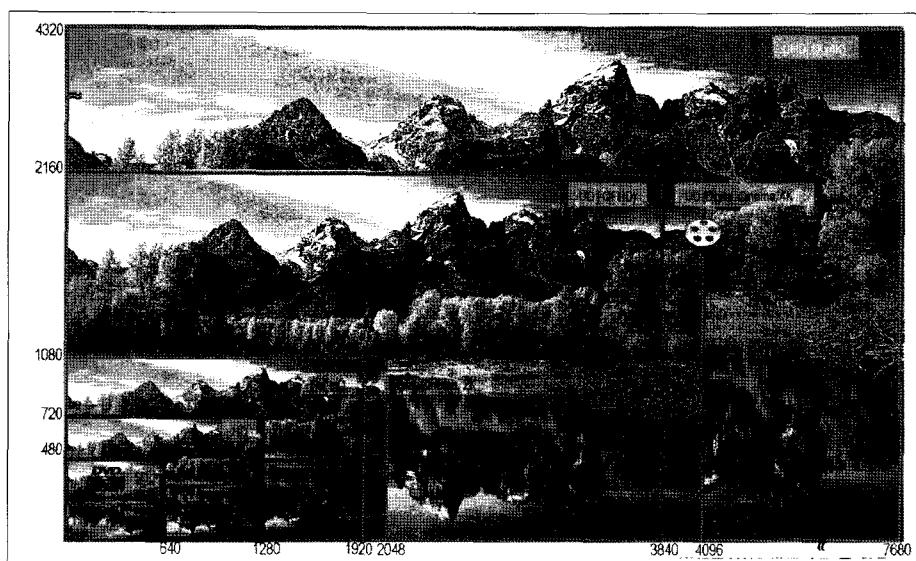
2. 국내 · 외 연구현황

1) 일본

일본은 현재 UHDTV 연구에서 가장 기술이 앞선 나라로서 그 시작은 1993년 일본 우정성의 전기통신기술 심의회가 미국 ATSC(Advanced Television System Committee)에서 정한 '차세대 TV' 성능을

농가하는 기술개발을 목표로 제안한데서 시작됐다. 비록 이때 NHK 등이 추진한 아날로그 방식의 UHDTV 기술은 방송기술이 디지털로 진화함에 따라 국제표준화 규격으로는 인정되지 않았다. 그러나 2005년 NHK에서 제안한 슈퍼하이비전은 2007년 말 미국 영화텔레비전 기술자협회(SMPTE)에서 기본적인 파라미터를 규정하는 잠정적인 표준규격으로 승인되었으며, 2008년 1월 14일자 요미우리 신문에 따르면 일본 정부는 2015년 일반 가정 방송 개시를 목표로 NHK에서 제안한 슈퍼하이비전 시스템의 개발을 민간기업과 공동으로 추진하기로 하여 2008년에만 연구비 3억 엔을 투입하였다.

한편 슈퍼하이비전 방송에서 발생하는 막대한 정보를 효율적으로 압축하고 송신하는 기술을 2011년까지 해결하여 차세대 국제방송기술 표준화에서 선점하려는 노력을 기울이고 있다. 일본 기업의 연구도 활발하여 마쓰시타의 자회사인 JVC의 경우 2003년에 주사선 2000개 급의 초고해상도 프로젝



<그림 2> 응용분야별 각 영상화면 해상도의 상대적 크기 비교 (그림 출처: [1])

터를 발표했으며, 2005년에 Sony는 DCI 규격의 프로젝터를 세계 최초로 양산했다. 2006년 Ceatec Japan 전시회에서는 Sharp는 64인치 UHD급 LCD를 소개했다.

(1) 슈퍼하이비전 [2]

슈퍼하이비전은 일본 공영방송 NHK의 주도로 개발한 텔레비전 시스템으로서 HDTV보다 폭과 높이가 각각 4배가 큰 7680x4320 화소수, 즉 8K급 초고해상도 텔레비전 시스템으로서 화소의 크기는 지름이 0.56mm로 HD급의 절반 정도이며, 시청자가 화소를 식별할 수 없는 거리는 HDTV의 경우 화면 세로 크기의 3배 정도임에 비해 UHDTV는 이의 절반 정도이다. 시청 거리에서 HDTV 영상의 수평 방향 시야각은 약 30도 정도임에 비해 UHDTV는 두 배인 60도 정도로 넓어져 시청자는 실제 풍경이 눈앞에 펼쳐진 듯한 현장감과 TV가 보여주는 세계 속에서 실제로 행동하고 있는 것 같은 몰입감을 느끼게 된다. 이 방송시스템은 2005년 Aichi 전시회, 2006년 라스베이거스 방송기자재 박람회 등에 등장하여 세계최초로 초고해상도 텔레비전 방송 시스템 프로토타입을 시연하였다. 일본 NHK에서 제안한 UHDTV는 150인치 TV에서 100도의 시야각을 구현할 수 있다. NHK는 2015년 UHDTV 시험방송을 시작으

로 2025년 본방송을 계획하고 있다.

① 슈퍼하이비전 영상획득

NHK는 2007년 5월 open house 행사에서 새롭게 개발한 CMOS 이미지 센서를 공개하였다. 이 센서는 초당 60 프레임의 영상과 7680x4320 화소를 처리하는 기능을 갖고 있다.

JVC는 2007년 10월 CEATEC 2007에서 더 작고 가벼워진 4K 카메라의 프로토타입을 출시하였다. 이 모델은 고속전송에 적합하며 저소비전력의 LVDS를 출력 신호방식으로 사용하였다.

② 슈퍼하이비전 압축

NHK의 UHDTV 화소수는 HDTV의 16배로서 표 1에서 볼 수 있듯이 UHDTV 영상신호 무압축의 경우 12~72 Gbps의 데이터 전송 대역폭이 필요하다. 따라서 방대한 영상의 고효율 부호화 기술의 개발이 필수적으로 요구된다. NHK는 2006년 MPEG-2 표준을 이용한 부호화 장치를 개발하여 IP회선을 통해 도쿄~오사카 간의 중계실험을 실시하였으며, 2007년 Fujitsu사와 공동으로 H.264/AVC를 이용한 각각 16개의 프로세서를 가진 실시간 인코더 및 디코더 프로토타입을 개발했다.

③ 슈퍼하이비전 전송

<표 1> UHDTV와 HDTV의 데이터양 비교

	영상 규격	데이터량
HD	1920x1080, YUV4:2:0, 8bit, 30fps	746Mbps
4K-UHD	3840x2160, YUV4:2:0, 8bit, 30fps	3Gbps(HD의 약 4배)
	3840x2160, YUV4:2:2, 10bit, 30fps	5Gbps(HD의 약 7배)
	3840x2160, YUV4:4:4, 12bit, 60fps	18Gbps(HD의 약 24배)
8K-UHD	7680x4320, YUV4:2:0, 8bit, 30fps	12Gbps(HD의 약 16배)
	7680x4320, YUV4:2:2, 10bit, 30fps	20Gbps(HD의 약 27배)
	7680x4320, YUV4:4:4, 12bit, 60fps	72Gbps(HD의 약 96배)

전송에 관하여 NHK는 각 가정에 프로그램을 공급하기 위해서 21GHz 대역의 위성 전송 경로를 사용할 예정이다. 위에서 설명한 위성 시스템으로의 전송 과정에서 와이드밴드 모듈레이터 원형은 다수의 UHDTV 채널을 처리할 수 있다. 실제 위성을 이용한 전송을 실험하기 위해서 NHK 및 NIICT (National Institute of Information and Communications Technology)는 초고속 데이터 전송용 WINDS 위성을 사용할 계획이다.

④ 슈퍼하이비전 디스플레이

현재 7680x4320 해상도를 지원하는 실험용 디스플레이조차 존재하지 않으므로 3840x2160의 4K-UHDTV 패널 4개를 이어서 사용하고 있다. 현재 JVC사는 NHK와 제휴를 맺고 고명암비를 갖춘 UHDTV용 프론트 프로젝터를 개발 중이다.

2) 미국

미국은 2002년 할리우드 주요 스튜디오들이 설립한 DCI(Digital Cinema Initiatives)사를 중심으로 디지털시네마 방식으로 차세대 방송 기술 개발 및 표준화를 진행 중이다. 디지털시네마란 영화의 제작과 이용방식에 관련된 분야들을 디지털로 처리하는 일련의 과정 또는 그 자체를 의미한다. 그래서 기존의 필름 영화와는 달리 콘텐츠를 디지털 제작, 압축, 네트워크를 통한 전송으로 영화관에 배포하며, 디지털 프로젝트를 이용한 상영 등의 과정을 거치게 된다. 디지털 시네마가 영화 시장에서 대두되는 이유는 바로 경제성인데, 국내 총 스크린 수를 약 2천개로 추산하고 한 스크린 당 15~20편의 영화를 연간 상영한다고 가정했을 때, 디지털 시네마로 필름 프린트 대체 시 연간 약 600~800억 원의 비용 절감 효과를 얻게 된다. 또한 2003년 필름 생산이 미국에서

공해산업으로 분류될 정도로 필름은 심각한 환경오염 문제를 야기할 수 있기 때문에 친환경 측면에서도 디지털 시네마가 각광을 받고 있다.

3) 유럽

세계 최대의 방송 국제 조직인 유럽방송연합 (European Broadcasting Union: EBU)은 차세대 방송시스템으로서 슈퍼하이비전 연구에 대하여 NHK 와 활발한 교류를 진행하고 있다. 2007년 2월 NHK는 영국의 BBC, 이탈리아의 RAI, 독일의 IRT와 공동연구협정을 체결하였고, 2008년에는 슈퍼하이비전 및 가상 스튜디오 기술에 관한 고효율 영상 압축 연구 기술을 BBC와 공동 수행하기로 하였으며, RAI 와는 21GHz 대역 위성방송 전송기술에 관한 공동 연구를 하기로 결정하였다. 그 외 독일은 여러 대의 프로젝터를 이용하여 대형 스크린에 투사하는 디스플레이 방식을 개발하여 2006년 독일 월드컵 때 관련 기술을 시연하기도 하는 등 UHDTV급 영상 시스템에 관한 요소 기술들의 개발에 적극적으로 나서고 있다. 유럽의 디지털시네마 연구는 ECDF (European Digital Cinema Forum)을 중심으로 디지털 시네마의 기술과 시장성, 내용 관련 부분들과 영화 이외의 콘텐츠 배급도 고려하는 E-Cinema (Electronic Cinema)에 중점을 두고 있다.

4) 대한민국

국내의 UHDTV 관련 기술개발은 아직 초기 단계에 머물러 있다. 차세대방송표준포럼 내의 3DTV 분과위원회 산하 UHDTV 작업반이 삼성전자, LG전자, 삼성종합기술원, KBS, KAIST 등이 참여하여 표준화 관련 이슈들을 논의하고 있는 수준이다. 한국 전자통신연구원(ETRI)에서는 UHDTV 압축 및 전송기술, 3DTV 및 UHDTV용 실감음향기술, 표준화

연구 등을 수행하고 있지만 아직 초기단계에 머무르고 있다. 산업체에서는 디스플레이 장치의 경우 삼성전자가 120Hz, 82인치의 4K급 디스플레이를 2008년 CSE 전시회에서 소개하는 정도이다. 한편 정부는 2009년 1월 13일 국가과학기술위원회, 미래기획위원회 합동 회의에서 방송통신융합산업 활성화를 신성장동력의 하나로 선정하고 디지털방송 핵심 원천기술 개발, 차세대 네트워크 핵심기술 개발, IPTV 기술 기반 강화 등 6개 연구개발 분야에 향후 5년간 2조 8천억 원을 투입하기로 하는 등 차세대 방송통신 분야에서 우위를 선점하기 위한 투자 계획을 발표하였다. 또한 2009년 1월 30일 방송통신위원회는 초고해상도 영상 등 대용량, 고품질의 융합서비스를 원활히 제공하기 위한 초광대역 정보고속도로를 오는 2012년까지 구축할 계획을 수립하였다.

5) 초고해상도 영상의 수요 동향

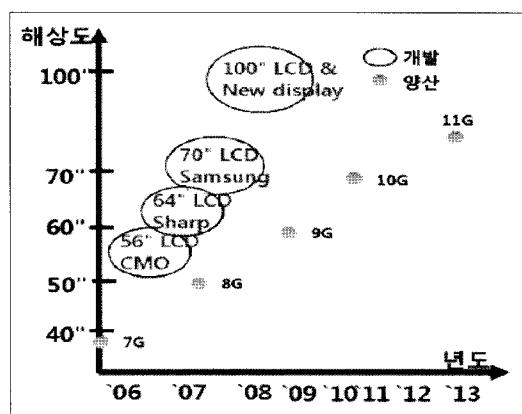
(1) 소비자의 고해상도 TV 선호 추세

현재 TV의 발전 방향은 디지털 기술의 발전에 따라 사실감과 현장감을 보다 만족시키는 고해상도 TV로 진화되고 있다. 삼성경제연구소에 따르면 2015년에는 60"급 이상의 TV 수요가 전체 평판 TV 시장의

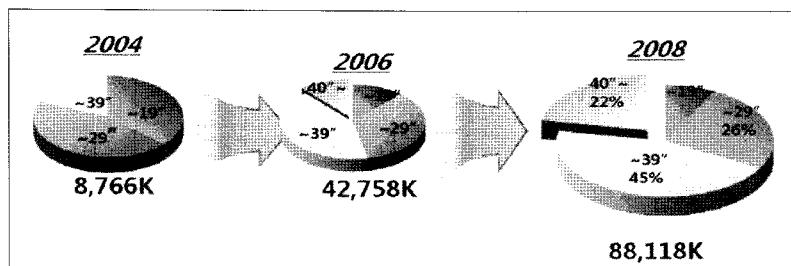
2.6%를 차지하게 될 전망이다. <그림 3>에 나타난 바와 같이 대형화면에 대한 사용자의 선호도가 지속적인 증가세에 있으며 고해상도 TV에 대한 소비자의 욕구 증대와 TV 교체주기를 감안할 때 UHDTV와 같은 새로운 서비스의 등장을 통해 고품질 방송 콘텐츠에 대한 향후 소비자의 기대에 부합할 것으로 전망된다 [6].

(2) 디스플레이 산업체의 전망

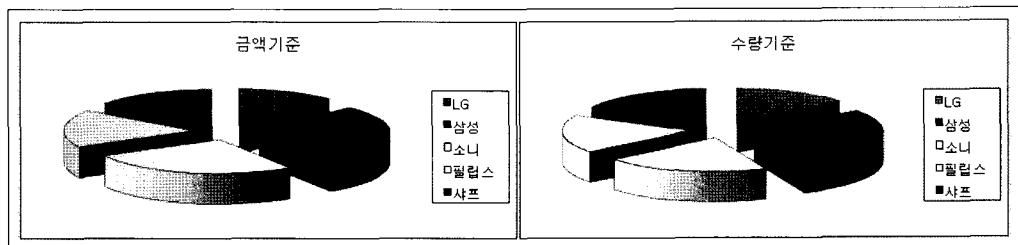
<그림 4>는 영상 해상도 크기에 대한 TV 개발 및 양산시기를 나타내고 있으며 이를 통해 UHDTV 영상 서비스의 등장은 필연적이라고 볼 수 있다. <그림



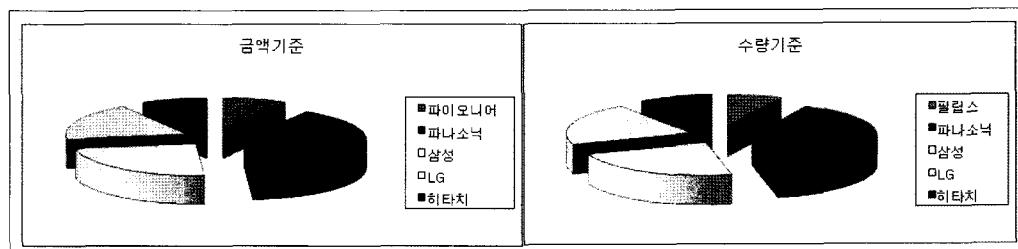
<그림 4> 해상도에 따른 TV 개발 및 양산시기 (출처: 삼성전자 DM R&D 센터 2008)



<그림 3> TV 크기에 따른 소비자 구매 선호도 (그림 출처: [6])



<그림 5> 기업별 LCD TV의 글로벌 시장 점유율(출처: Displaysearch 2007)

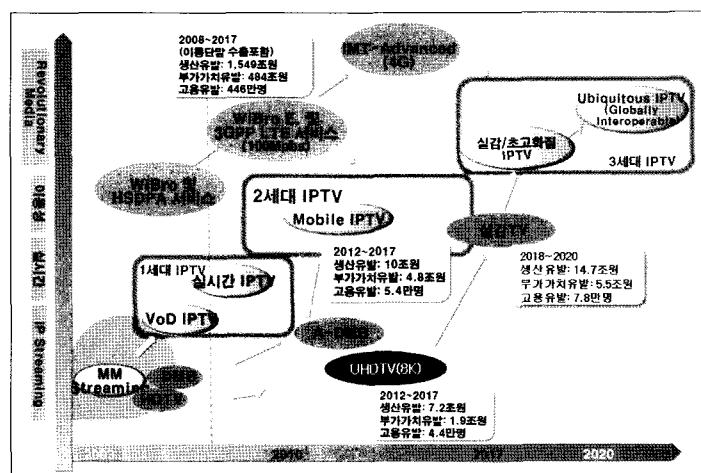


<그림 6> 기업별 PDP TV의 글로벌 시장 점유율(출처: Displaysearch 2007)

5>와 <그림 6>은 LCD TV와 PDP TV의 전 세계 시장 점유율을 각각 나타내고 있으며 국내 디스플레이 제조사들의 시장점유율이 세계 최고 수준임을 확인 할 수 있다. 이러한 상황을 계속 유지·확대하기 위

해서 차세대 디지털 방송 서비스 중 하나인 UHDTV 서비스 요소 기술들에 대한 연구가 시급한 상황이다.

① UHDTV 서비스의 고용창출 및 산업발전 효과



<그림 7> 방통 융합 주요 예상 서비스 (2008.11 ETRI 조사자료)

<그림 7>에서 볼 수 있듯이 방송통신융합의 서막과 더불어 2009년 현재 1세대 IPTV 서비스가 시작되고 유무선 통합망의 실현으로 2010년 이후에는 2세대 IPTV인 개방형 플랫폼 기반 모바일 IPTV 서비스로 발전될 것으로 전망된다. 그 이후 지속적인 인프라 고도화와 UHDTV 서비스의 등장으로 인해 2012년 이후 2017년까지 약 7.2조원의 생산 유발과 1.9조원의 부가 가치 유발, 그리고 4.4만 명의 고용 창출이 기대된다.

6) UHD급 방송 서비스에 대한 전망

<그림 8>과 같이 TV 방송은 품질 측면과 융합성 측면으로 진화하고 있으며, 품질 측면에서는 기존의 아날로그 방식의 TV 방송 형태에서 HDTV, IPTV 및 3DTV의 형태를 거쳐 2015년 이후에는 UHDTV의 방송 서비스 실현을 목표로 발전하고 있다.

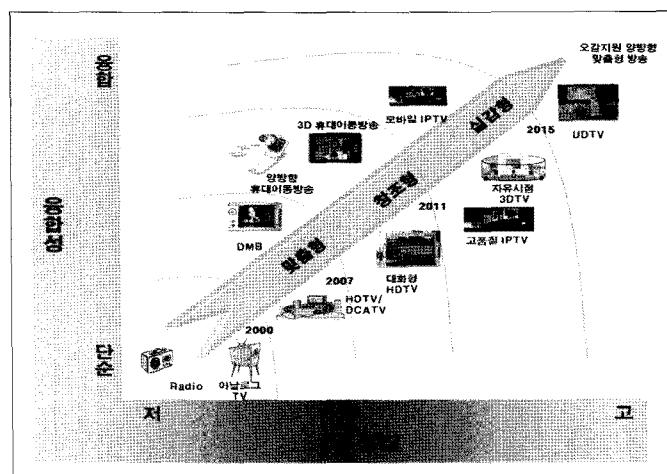
융합성 측면에서는 TV 방송과 결합된 형태의 어플리케이션이 등장하는 형태로 진화하는 것을 확인 할 수 있는데 DMB, 3D 휴대이동방송 및 모바일 IPTV 등을 예로 들 수 있다. 디지털 홈 시네마 규격

인 4K 이상의 영상 화면을 지원하는 UHDTV 서비스는 단순히 화면의 크기만 커지는 것이 아니라, 실감형 미디어 형태의 오감을 지원하는 양방향 맞춤형 방송으로 발전될 것으로 전망된다. 즉 UHDTV는 단순한 방송 수신기의 형태가 아닌 그 자체가 하나의 플랫폼으로서 양방향성을 지원하는 IPTV 패러다임과 3DTV 서비스 지원, 고품질 방송 서비스를 가능하게 하여 궁극적으로는 지식 정보의 생산과 공유 그리고 전달과 시청이 통합된 차세대 미디어 솔루션을 제공하는 핵심 수단으로 진화할 것으로 보인다.

III. ITU-T SG16/Q.6 (VCEG) NVC 표준화 활동

1. NVC 표준화 활동 현황

비디오 압축 부호화 관련 국제 표준화 활동을 대표하는 ISO/IEC SC29 WG11 (MPEG)과 ITU-T



<그림 8> TV 패러다임의 변화

SG16/Q.6(VCEG) 두 표준화 작업반이 합동 비디오팀(JVT: Joint Video Team)을 결성하여 성공적으로 표준화를 이끈 H.264/MPEG-4 Part 10 Advance Video Coding (이하 AVC) 규격은 비디오 압축 성능에 있어 팔목할 만한 기술적 진보를 이루어내었고, 이로 인해 산업 전반에 빠르게 표준이 확산되어 사용되는 좋은 결과를 도출하였다. AVC 표준은 2003년 1차 표준이 완성된 이후에 한국에서 세계최초로 DMB에 적용되기 시작하면서 모바일 TV, Blue Ray Disc, 디지털 캠코더, IPTV, 감시 비디오, 디지털 카메라, 모바일폰 카메라 등의 멀티미디어 기기에 빠르게 적용되었다.

그 이후 VCEG은 2005년 6월 VCEG 부산회의 이후에 JVT 활동과는 별개로 AVC 비디오 코덱의 압

축 성능 향상과 복잡도 개선을 지속적으로 추진해왔으며, 기술제안 및 평가를 통한 선별과정을 거쳐 우수한 성능을 보이는 비디오 부호화 툴을 통합하고 이를 지속적으로 개선할 수 있는 통합 SW 플랫폼인 KTA(Key Technology Area)를 개발하고 있다. 2009년 4월 37차 VCEG 요코하마 회의에서 KTA 버전 2.4(KTA2.4)를 발표하였다. 표 2는 KTA2.4의 주요 비디오 부호화 툴을 나타낸다.

2. KTA2.4 채택 기술 특성

1) 화면간 예측 부호화 (Inter Prediction coding)

(1) 경쟁 기반 움직임 벡터 예측 (competition-based motion vector prediction)

<표 2> KTA2.4 채택 부호화 툴

부호화 툴	상세 기술	제안 기관
Inter prediction	Competition-based motion vector prediction (AC06r1)	France Telecom R&D
	2-D non-separable AIF (AD08, AE16)	Hannover Univ.
	Separable AIF (COM16-C219, AG10)	Panasonic
	Directional AIF (DAIF) (AG21, AG22, AH17, AH18)	Nokia
	Enhanced DAIF (E-DAIF) (AI12, COM16-C125, COM16-C126)	Qualcomm
	Enhanced AIF (EAIF) (C464, AI38, AJ30)	Tandberg
	Switch interpolation filters with offsets (SIFO) (C463, AI35, AJ29, COM16-C126)	Qualcomm
	High precision filter (HPF) (AI33)	
	Single-Pass Encoding (AJ29, AK26)	Mediatek
	Enlarged MB	Qualcomm
Transforms and quantizations	Mode-dependent directional transform (MDDT) (AF15, AG11, AH20, AJ24, AI36)	Qualcomm
	Large block transforms (up to 16x16) (COM16-C123)	Qualcomm
	Adaptive prediction error coding (APEC) (AB06, AD07, AE15)	Hannover Univ.
	Adaptive quantization matrix selection (AQMS) (AC07, AD06, AF08, AI19)	Toshiba
	Rate-distortion optimized quantization (RDO-Q) (AH21)	Qualcomm
Entropy coding	Parallel CABAC (COM16-C405, AI32)	
In-loop filters	Block-based adaptive loop filter (BALF) (AI18, AJ13)	Toshiba
	Quadtree-based adaptive loop filter (QALF) (COM16-C181, AK22)	Toshiba
Post filtering	Post filter (AI34, COM16-C128)	Qualcomm
Enhanced bit operations	Internal bit depth increasing (IBDI) (AE13, AF07)	Toshiba

움직임 벡터는 잔차 신호 부호화시에 디코더에 전송해야 할 필수적인 정보이다. 현재 비디오 코덱에서는 움직임 벡터 값을 직접적으로 부호화하지 않고 움직임 벡터 예측치를 구하고 이와의 차분 움직임 벡터를 부호화하여 디코더에 전송한다.

QP 값이 크게 적용된 비트율에서의 부호에서는 움직임 벡터의 데이터 양이 전체 비트양의 40%까지 차지할 정도로 많은 비율을 차지하고 있어 예측 움직임 벡터를 정확히 계산하는 것이 부호화 효율 향상에 큰 영향을 미친다. QP 값에 따른 움직임 벡터의 데이터 양은 <그림 9>와 같다.

기존의 움직임 벡터 예측은 현재 부호화하고자 하는 블록의 주변 블록 움직임 벡터 중 중간(median) 값을 취하여 예측치로 사용하고 있다.

KTA2.4에 채택된 향상된 움직임 벡터 예측 기술은 현재 부호화하고자 하는 블록 좌측 및 상위 블록의 움직임 벡터들과 현재 부호화 블록과 같은 위치에 있는 이전 부호화 프레임으로부터의 움직임 벡터를 예측 움직임 벡터 후보 세트로 정하고 유효

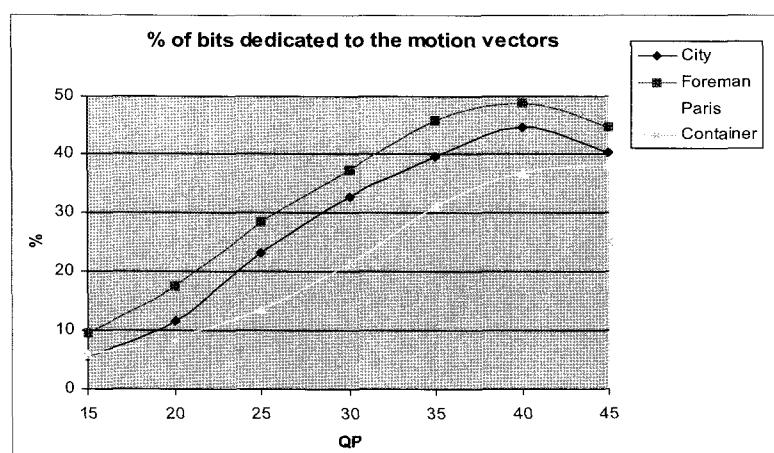
비용이 가장 적은 움직임 벡터를 최종 후보 벡터로 정하는 방식이다.

CIF, SD 및 720p 테스트 영상에 대해 QP 값 27, 32, 37, 40에서 평균적으로 약 6.1%의 비트율 감소의 성능 향상을 보였다.

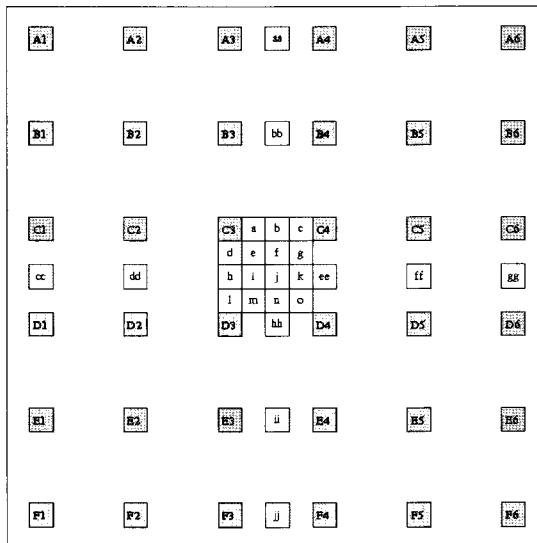
(2) 적응형 보간 필터 (AIF: Adaptive Interpolation Filters)

① 2-D non-separable AIF

H.264/AVC에서 사용되는 기존의 보간 필터는 고정된 필터 계수를 사용하므로 영상에 aliasing이 발생하는 경우 움직임 보상의 성능이 떨어진다. 이러한 성능 저하를 방지하기 위해 각 프레임마다 예측 오차를 최소화하는 필터계수를 각각 구하여 보간을 수행하는 방법이 제안되었다. 제안된 기술은 정수 픽셀 하나당 15개씩 존재하는 서브 픽셀을 보간하기 위해 서브 픽셀의 위치마다 각각 2D-6x6 tab 필터와 1D 6tab 필터를 선택적으로 사용한다. 보간에 사용되는 정수 픽셀들의 위치는 <그림 10>과 같다.



<그림 9> QP 에 따른 움직임 벡터의 데이터 양 (그림 출처: [10])



<그림 10> 보간에 사용되는 정수 픽셀 위치 (그림 출처: [11])

제안 기술은 우선 기존의 H.264/AVC 보간 필터를 이용하여 부호화를 수행하면서 예측 오차를 최소화하는 필터의 계수를 구한다. 얻어진 필터계수를 이용하여 한 번 더 해당 프레임에 대한 부호화를 수행하고 이 때 다시 필터 계수를 연산한다. 미리 설정한 임계치의 성능을 얻을 때까지 위와 같은 과정을 반복한다.

하나의 프레임을 보간하기 위해 9개의 2D 6x6 tab 필터와 6개의 1D 6tab 필터를 사용하기 때문에 총 360개의 필터계수가 필요하다. 필터계수를 전송하는데 따르는 비트를 감소시키기 위해 대칭적인 필터를 설계하여 사용한다.

이러한 2D non-separable Adaptive Interpolation Filter 기술을 P 프레임에 적용한 결과 H.264/AVC의 Baseline Profile에 적용 시 1dB, Main Profile (IBBP)에 적용 시 0.8 dB 까지의 코딩 성능이 향상된 결과를 보였다.

② Separable AIF

2D non-separable AIF는 코딩성능을 크게 향상 시켰지만 부호화 과정을 여러 번 수행함으로써 인코더의 복잡도를 증가시켰다. 이에 따라 2D non-separable AIF와 대등한 코딩 효율을 보이면서 복잡도를 감소시킨 Separable AIF가 제안되었다. 2D-non separable filter가 6x6tab 필터를 사용한 것과 달리 본 기술은 서브 픽셀을 보간하기 위해 1D-6tab filter만을 사용한다. 서브 픽셀의 위치에 따라 가로 방향 6tab 필터나 세로 방향 6tab 필터를 사용하여 보간을 수행한다. Separable AIF 기술도 Non-Separable AIF 기술과 유사하게 필터 계수 값을 전송하는데 필요한 추가 비트를 줄이기 위해 영상의 대칭성을 이용한다. Non-Separable AIF 기술의 대칭성과는 달리 Separable AIF 기술에서는 수직 필터 계산 과정에서 수평 필터링 된 복원 영상을 사용하므로 수평축의 필터 계수는 대칭성을 이용하지 않고 모두 전송하고 수직 축의 필터에 대해서만 대칭성을 활용한다.

실험 결과 부호화기 단에서 4x4 블록 단위 보간

시 24%, 8x8 블록 단위 보간 시 36%의 연산량 감소를 보였다. 그러나 이러한 상당한 연산량 감소에도 불구하고 코딩 효율은 2D non-separable AIF 필터에 비해 거의 저하되지 않음을 보인다.

③ Directional AIF

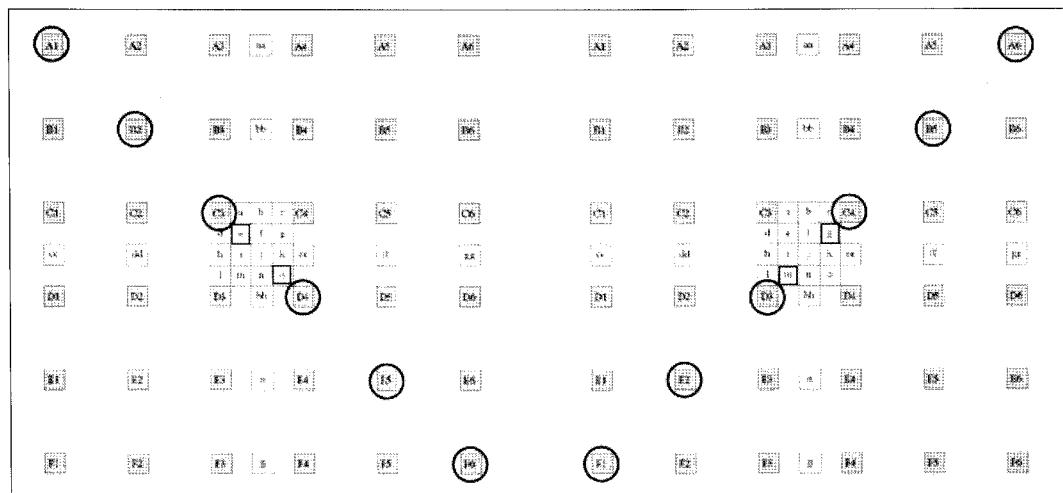
Directional AIF는 Separable AIF에 비해 복잡도를 더 줄일 수 있는 보간 필터 기술로 제안되었다. 본 기술에서는 서브픽셀 위치의 방향성을 고려하여 방향성을 갖는 1D 필터를 사용한다. 예를 들어 보간되는 서브픽셀이 아래 <그림 11>과 같이 대각선의 방향성을 갖는 경우 A1,B2,...F6의 방향성을 갖는 필터나 A6,B5,...F1의 방향성을 갖는 필터를 적용하여 보간을 수행한다. 이때도 마찬가지로 전송되는 필터 계수의 비트량을 줄이기 위해 필터 계수가 대칭성을 갖도록 설계한다.

제안된 기술은 non-separable AIF 기술과 비교하여 62%, separable AIF과 비교하여 49% 정도로 평균 연산량을 감소시킨다. 하지만 baseline 프로파일에서 H.264/AVC에 비해 평균적으로 0.293dB 성

능 향상이 있으며, 2D non-separable AIF 필터에 비해 평균적으로 0.027dB 성능 저하만 나타났다.

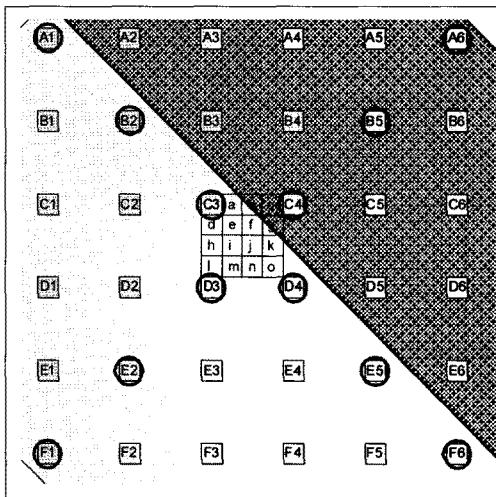
④ Enhanced DAIF

Enhanced DAIF는 보간을 수행할 때 프레임 단위로 DAIF, High precision filter 중 어떤 필터를 사용할지 선택적으로 결정할 수 있고 또는 서브픽셀 단위로도 위의 필터들 중에 어떤 필터를 사용할지를 선택적으로 결정할 수 있다. 프레임 단위로 필터를 선택할 때는 추가적으로 1bit의 값이 더 필요하고 서브픽셀 단위로 필터를 선택할 경우는 5bit의 추가 비트량이 더 필요하다. E-DAIF도 필터의 대칭성을 사용하여 필터 계수 전송에 사용되는 비트량을 감소시킨다. E-DAIF는 정수 픽셀에 대해서도 선택적으로 필터를 적용할 수 있다. 정수 픽셀에 사용되는 필터의 계수는 미리 테이블화 되어 있는 고정 필터 계수와의 차이 값만을 전송한다. 서브픽셀과 정수 픽셀에 대해 E-DAIF 필터를 사용하는 경우에는 추가적으로 offset 값을 전송할 수 있으며, 이러한 offset 값



<그림 11> DAIF의 방향성 구조 (그림 출처: [12])

또한 양자화 한 후 부호화 된다. offset 값의 미리 정의된 양자화 값 중 하나로 양자화 되며, 어떠한 양자화 값을 사용할 것인지는 인코더에서 부호화하여 전송해 준다. <그림 12>는 E-DAIF 방향성에 따라 사용되는 정수 픽셀의 위치를 나타낸다.



<그림 12> 방향성에 따른 정수 픽셀의 위치(그림 출처: [13])

용되는 정수 픽셀의 위치를 나타낸다.

⑤ Switch interpolation filters with offsets

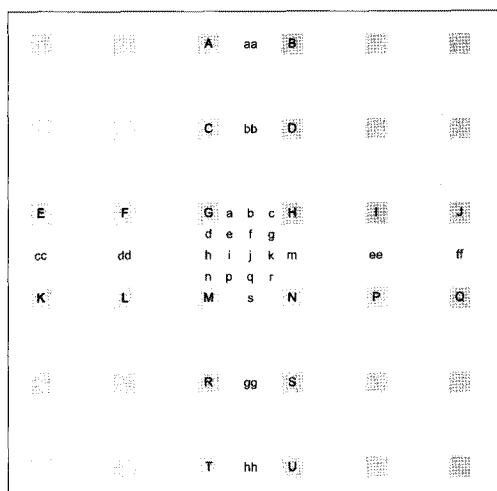
Switch interpolation filters with offsets 기술은 High precision filter와 고정된 필터계수를 갖는 보간 필터 2개 등 총 3개의 필터 중에서 각 서브픽셀 별로 적응적으로 필터를 선택하여 사용한다. 또한 dc_offset을 슬라이스 단위로 사용한다. DC_offset 계산은 참조 프레임들 중 바로 이전 참조 프레임에 대해서는 서브 픽셀 단위로 dc_offset을 전송하게 되므로, 현재 인코딩 하는 프레임의 motion vector 들 중 각각의 서브픽셀 값을 이용하는 경우를 모아서, 현재 블록과 참조 블록들의 픽셀 값의 평균을 계산한다. 프레임 단위의 offset도 해당 참조 프레임을 참조하는 매크로 블록의 평균 값과 참조되는 매크로 블록의 평균 값의 차이를 통해 계산한다.

실험 결과 IPPP coding structure에서 평균 5.53%의 BD-bitrate 감소를 확인할 수 있으며, 상대적으로 HD 영상에서는 10 % 비트가 감소되는 성능을 보임을 확인할 수 있다.

⑥ High precision filter

기존 H.264/AVC 보간 필터는 1/2 화소 위치에 있는 픽셀을 보간할 때 6tab 필터를 정수 픽셀에 적용하여 연산을 수행하고 1/4 화소 위치의 픽셀을 보간할 때는 필터링을 통해 얻어진 해당 1/2화소의 픽셀 값에 Rounding과 Clipping 과정을 거친 후에 Bilinear 필터를 적용하여 보간을 수행하였다. High precision filter는 1/4 화소 위치의 픽셀을 보간할 때 Rounding이나 Clipping 과정을 거치지 않은 값을 가지고 보간을 수행하고 1/4 화소의 값을 얻고 난 후에 Rounding과 Clipping 을 수행하여 연산 오차를 최소화 하는 기술이다. 아래 <그림 13>과 같이 기존 H.264/AVC에 사용된 것과 같이 음영으로 표시된 정수 픽셀 중에서 알파벳으로 나타낸 픽셀이 보간에 사용된다.

VCEG common condition에 따라 실험한 결과



<그림 14> High precision filter에 사용되는 정수 픽셀 (그림 출처: [14])

IPPP coding 구조에서 평균 4.25% 비트율 감소가 있음을 확인할 수 있다.

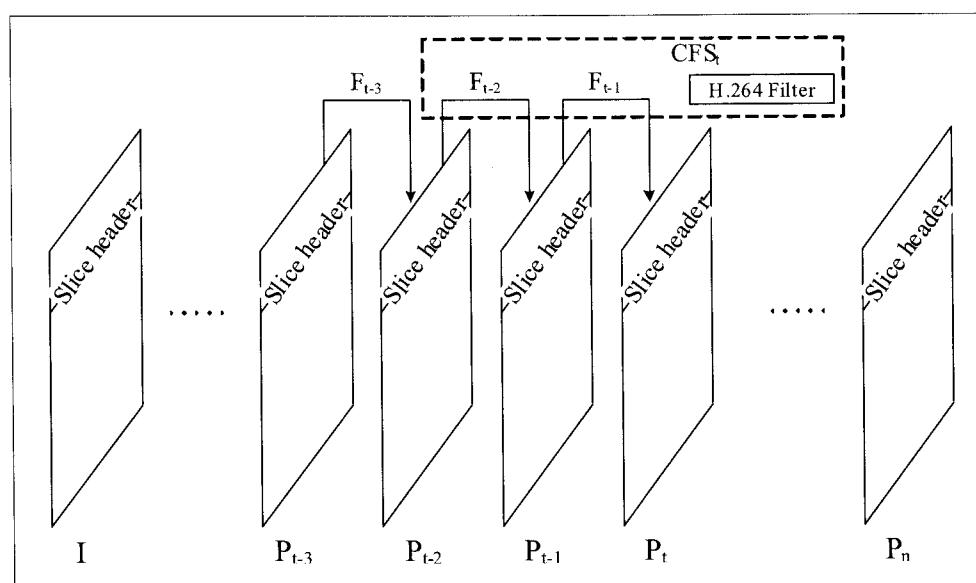
⑦ Single-Pass Encoding

앞서 제안된 AIF 기술들은 최적의 필터 계수를 구하기 위해 동일 프레임에 대해 여러 번의 인코딩 과정을 수행한다. 따라서 이에 대한 복잡도가 증가하게 되는데 Single-Pass Encoding 기술은 이와 같은 복잡도 문제를 해결하여 단일 인코딩 과정만으로 최적의 필터 계수를 구하고 적용함으로써 복잡도의 감소를 가져온다. 본 기술은 현재 프레임을 인코딩하면서 최적의 필터 계수를 계산하고 얻어진 필터 계수를 현재 프레임에 적용하는 것이 아니라 다음 프레임에 적용한다. 이에 따라서 2D-non separable AIF의 성능과 큰 차이 없이 복잡도를 감소시켰다. 본 기술은 코딩 성능의 향상을 극대화하기 위해서 competitive filter set(CFS)을 제안하였다. Competitive

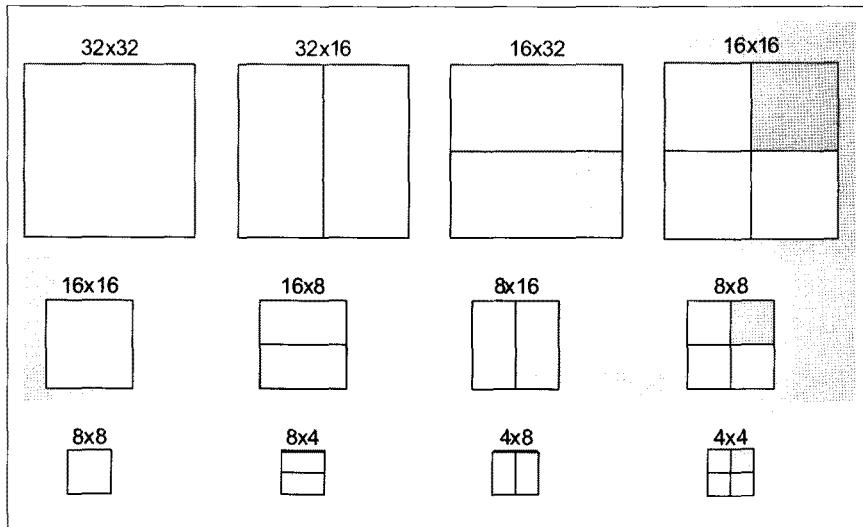
filter set 이란 이전 프레임에서 얻어진 최적의 필터 계수와 H.264/AVC의 High precision filter를 한 set으로 하고 이 set 안에서 최적의 필터를 MB 별로 선택하여 사용하는 것이다. 아래 <그림 15>는 CFS에 사용되는 이전 프레임들의 필터 계수를 나타낸다.

(3) 확장 매크로 블록

거의 대부분의 비디오 부호화 표준은 입력 프레임에서 하나의 데이터 처리 블록의 기본 단위를 매크로 블록으로 정의하고 가로x세로가 16×16 화소 크기를 사용하고 있다. 물론 움직임 예측이나 변환 커널의 크기는 16×16 매트로 블록을 분할하여 서브 블록으로 처리하고 있다. UHD 비디오와 같은 큰 해상도의 부호화에서는 블록의 처리 단위인 매크로 블록의 크기를 증가시킴으로써 부호화 효율을 향상시킬 수 있다는 것이 보고되었다[22]. KTA2.4에서는 64×64 , 32×32 , 16×16 크기의 부호화를 처리 할 수



<그림 15> CFS에 사용되는 이전 프레임의 필터 계수 (그림 출처: [15])



<그림 16> 확장된 블록 사이즈를 적용한 블록 사이즈의 구조 (그림 출처: [16])

있도록 매크로블록 크기를 확장하였다. <그림 16>은 확장된 블록 사이즈를 적용한 블록 구조를 보여준다.

2) 변환 및 양자화 (Transforms and quantization)

(1) Mode-dependent directional transform – 화면내 예측 잔차 신호 부호화

현재 AVC의 화면내 잔차 신호 부호화는 4x4, 8x8 및 16x16 블록 크기에 대해 9개(luma 기준으로 4x4와 8x8 화면내 예측) 또는 4개(16x16 화면내 예측)의 방향성 예측을 통해 잔차 신호를 구하고 4x4 변환(4x4 및 16x16 화면내 예측) 또는 8x8 변환(8x8 화면내 예측)을 통해 부호화 한다.

KTA2.4의 MDDT 화면내 예측 부호화는 기존의 화면내 예측 방법은 동일하나 변환 커널은 DCT 기반 정소 변환 커널을 사용하지 않고 KLT 기반 변환 커널을 사용하여 부호화 한다. 각 예측 방향성 별로 잔차 신호를 모아 훈련(training) 데이터를 구성하고 각 방향성에 대한 KLT 커널을 생성한다. 이렇게 생

성된 KLT 커널을 정수로 근사화하여 사용하고 이 과정에서의 스케일링 변화는 모두 양자화 과정에서 보상하여 처리한다. 현재 4x4, 8x8, 16x16 크기에 대한 KLT 커널을 사용하고 있다. 화면 내 예측 부호화만 수행했을 경우 약 10% 이상의 비트율 감소의 성능 개선이 있었다.

(2) Large block transforms – 화면간 예측 잔차 신호 부호화

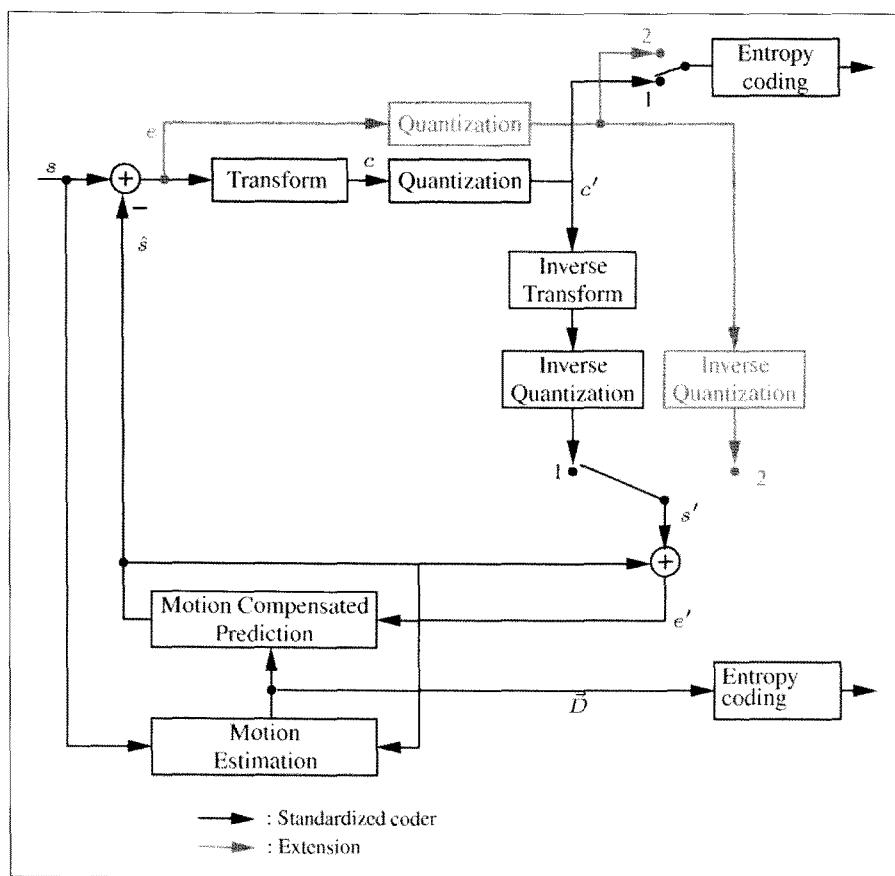
현재 AVC에서는 변환 커널은 DCT 변환을 정수로 근사화한 4x4와 8x8 정수 변환커널을 사용하고 있다. 여기서 8x8 정수 변환커널은 High profile에서 고해상도 비디오 부호화를 위해 추가적으로 정의되었다. VCEG에 제안된 여러 기술들은 UHD 비디오를 겨냥한 압축 효율 고도화를 지향하고 있고 변환 커널 또한 이러한 방향으로 크기가 증대된 커널이 제안되고 있다. 현재 KTA2.4에 채택된 변환 커널은 16x16 크기로서 역시 DCT를 근사화한 정수 변환

커널이 사용되고 있다. 따라서 4×4 , 8×8 , 16×16 정수변환 커널을 조합하여 4×4 , 4×8 , 8×4 , 8×8 , 8×16 , 16×8 , 16×16 변환이 가능하다. 부호화시 이들 중 최적 변환커널 선택은 역시 율-왜곡 비용에 따라 결정된다. 그러나 KTA2.4의 16×16 정수변환 커널은 직교성이 유지되지 않는다.

(3) Adaptive prediction error coding (APEC)

AVC 부호화는 화면내/화면간 예측 부호화를 통해 구해진 잔차 신호의 변환 부호화이다. 여기서 잔

차 신호는 high-pass filtering 신호이며, 움직임 예측 등을 통해 구해진 잔차 신호에 움직임 객체의 경계 부분이 내포되어 있을 경우 경계를 따라 잔차 신호가 임펄스 신호와 같이 크게 나타난다. 이러한 신호를 변환 부호화 할 경우 주파수 전 대역으로 애너지가 퍼져 변환 계수 전반에 양자화를 통해서도 무시할 수 없는 값이 분포되어 나타나게 된다. 이것은 엔트로피 부호화에 있어 효율을 크게 떨어뜨리는 효과를 발생하게 된다. 따라서 이런 경우에는 잔차신호를 변화하지 않고 그대로 양자화 하여 부호화 하



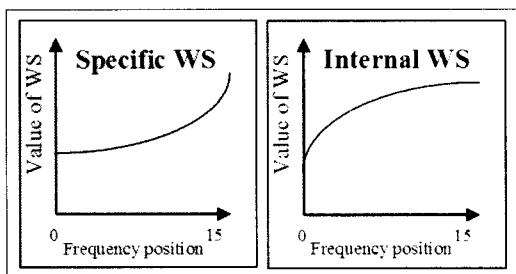
<그림 17> APEC 인코더 구조(그림 출처: [17])

는 것이 부호화 효율 측면에서 더 유리해 질 수 있다. APEC은 주파수 영역 또는 공간 영역에서 부호화 여부를 울-왜곡 관점에서 결정하여 부호화 할 수 있도록 옵션을 제공하는 기술이다. KTA1.2에서 3.14%의 비트율 감소와 0.14dB의 Y-PSNR 증가의 성능이 보고되었다. <그림 17>은 APEC 인코더 구조를 나타낸다.

(4) Rate-distortion optimized quantization (RDO-Q)

AVC 인코더는 분할 블록 모드에 대해 원영상과 복원영상 사이의 왜곡과 발생 비트량의 비용을 고려하여 최적의 부호화 블록 보드를 결정한 반면에, RDO-Q는 양자화 전 변환 계수와 양자화 후 변환 계수의 왜곡과 양자화된 변환 계수를 부호화 하는데 필요한 비트량을 고려하여 최적의 양자화 변환 계수를 결정하는 방식이다. 여기서 중요한 점은 양자화 과정에서 양자화 변환 계수에 대해 floor 또는 ceiling 을 수행한 후 울-왜곡 비용이 최소화 되는 floor 또는 ceiling을 최종 결정한다. QCIF, CIF 및 720p 테스트 영상에 대해 약 3.89%의 비트율 감소의 성능 향상이 있는 것으로 알려져 있다.

(5) Adaptive quantization matrix selection (AQMS)



<그림 18> weighting matrix에 따른 주파수 강조 특성(그림 출처: [18])

AQMS는 기존 AVC 양자화시에 변환 계수에 대해 변환계수의 주파수 대응 위치에 따라 미리 정의된 weighting matrix를 적용하여 양자화를 수행하는 방식이다. 초기에는 4개의 weighting matrix를 정의하여 선택적으로 사용하였으나 저 비트율에서는 weighting matrix 인덱스를 추가적으로 전송해야 하는 오버헤드로 인해 부호화 효율이 감소되는 것으로 나타나 현재는 2개의 weighting matrix를 사용하고 있다. <그림 18>은 matrix 별 주파수의 강조 특성을 보여준다.

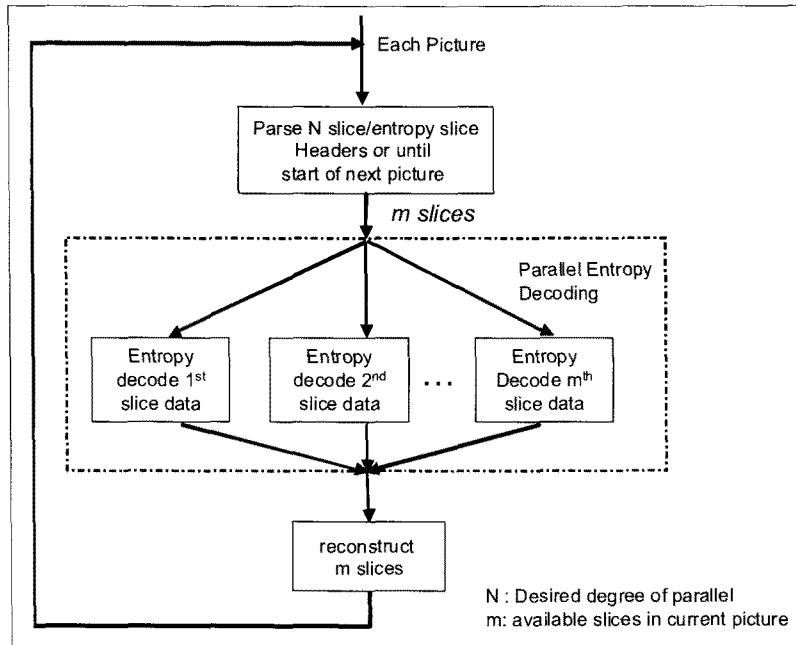
3) 엔트로피 부호화 (Entropy coding)

(1) Parallel CABAC

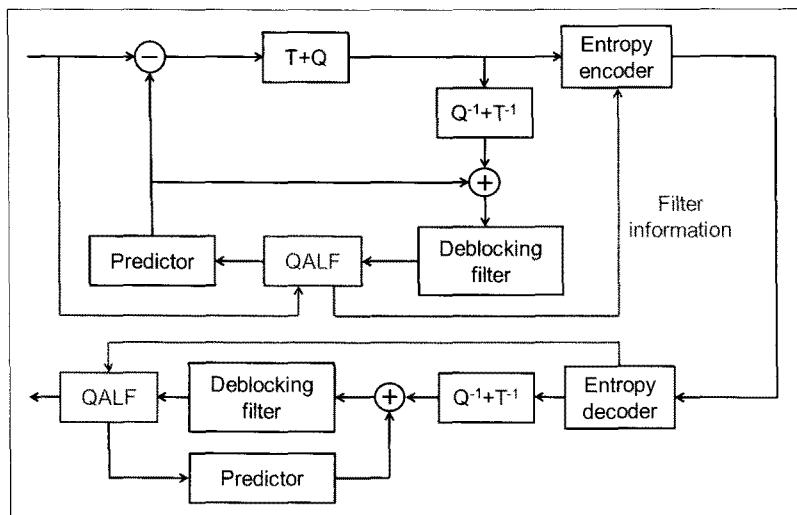
멀티코어 환경에 적용되도록 병렬처리가 가능한 디코더를 개발하기 위해 Parallel CABAC를 제안하였다. 엔트로피 디코딩이 병렬 처리가 가능하도록 ‘entropy slice’를 제안하였다. entropy slice는 다음과 같은 기능을 한다.

- entropy slice가 시작되는 지점에서 signaling을 한다.
 - 적응적 모델들은 entropy slice 안에서 초기화 되거나 갱신된다. 따라서 각각의 entropy model들은 자신만의 컨텍스트 모델을 갖는다.
 - 컨텍스트 모델 선택을 위해서 사용가능한 주변 블록들이 새로 정의된다. 서로 다른 entropy slice에 속한 블록들은 사용가능하지 않은 주변 블록으로 정의된다. 새로운 정의는 영상 복원에 사용되는 주변블록 정의에는 영향을 미치지 않는다.
- 위와 같은 특성으로 인해 entropy slice 별로 slice data를 분산 처리할 수 있다.

<그림 19>가 이와 같은 분산 처리 과정을 보여준다.



<그림 19> Parallel CABAC의 병렬 처리 과정 (그림 출처: [19])

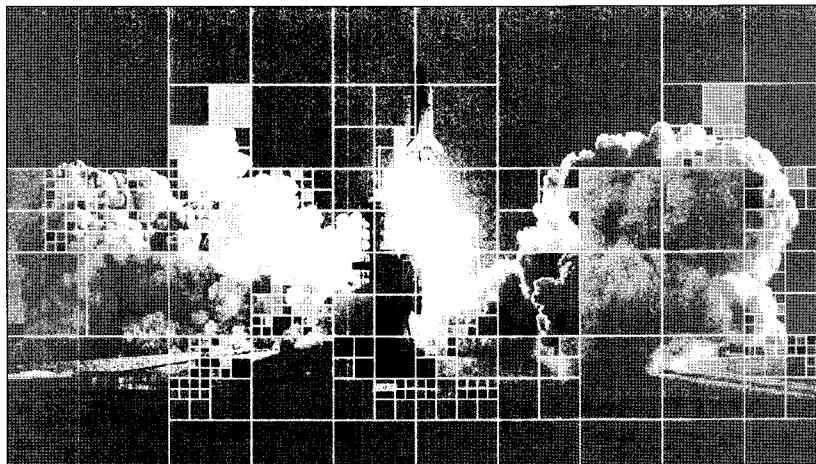


<그림 20> QALF 인코더 구조(그림 출처: [20])

4) 루프내 필터 (In-loop filters)

(1) Quadtree-based adaptive loop filter (QALF)

QALF는 기존의 BALF(Block-based adaptive loop filter)를 개선한 기술로서 AVC의 de-blocking filtering을 통해 얻어지는 복원 영상을 루프내에서



<그림 21> 블록 단위로 QALF이 적용된 프레임의 예(그림 출처: [20])

다시 wiener filtering을 수행하여 원 영상에 더 가깝도록 처리하는 방식이다. <그림 20>은 QALF의 블록 다이어그램을 나타낸다.

영상의 전 영역에 대해 wiener filter를 적용하지 않고 블록 단위로 적용하며, 적용 여부는 적용 전후의 율-왜곡 비용을 비교하여 최종 결정한다. 블록의 분할 및 각 블록의 wiener filter 적용 여부에 대한 정보는 quadtree를 이용하여 표현한다. QALF는 평균 약 7.27%의 비트율 감소의 성능 개선이 이루어졌다. <그림 21>은 블록 단위로 QALF가 적용된 프레임의 한 예를 나타낸다.

5) 후처리 필터 (Postprocessing filtering)

(1) Post-Filter SEI Message Extensions

기존 H.264/AVC에는 고화질의 비디오에 사용되는 후처리 필터의 계수를 전송할 수 있도록 post-filter hint SEI message가 존재한다. 본 기술에서는 고화질 영상에 사용되는 후처리 필터의 계수가 대칭성을 갖도록 설계하여서 필터 계수 전송에 사용되는 비트량을 감소시켰다. Common test condition에서

IPPP 구조에서는 8.3%의 비트율을 감소시켰고 IBBP 구조에서는 7%, 그리고 계층적 B 프레임 구조에서는 7.8%의 비트율 감소 효과를 보였다.

(2) Post-filter with reduced delay requirements

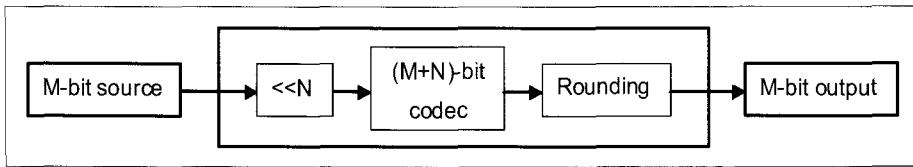
기존 Post filter는 연산을 통해 얻어진 필터 계수가 영상 전체에 걸쳐 한번만 전송되기 때문에 디코딩 시 delay가 발생하였다. 본 제안서에서는 post filter 계수를 프레임마다 전송함으로써 불필요한 delay를 줄이도록 했다.

KTA common test condition에서 Newoffset과 High precision filter를 같이 적용했을 때 기존 Post filter는 모든 영상 크기에 걸쳐 평균적으로 8.94%의 비트율 감소를 보였고 제안된 Post filter는 10.09%의 비트율 감소를 보였다.

6) 증가된 비트 수 기반 내부 연산 처리 (Enhanced bit operations)

(1) Internal bit depth increase for coding efficiency

일반적인 디지털 필터 과정에서 내부 연산의 비트



<그림 22> 영상 코덱에서의 내부 비트 수 증가 연산처리(그림 출처: [21])

수를 높이면 연산의 정확도가 높아지는 것이 알려져 있다. 따라서 부호화 과정에서 사용되는 보간 필터, 블록킹 현상 제거 필터, 그리고 가중치 예측 등에 사용되는 내부 비트수를 높여주면 부호화 성능이 향상 된다. M 비트를 갖는 영상 정보에 대한 비트 수 증가 연산 처리는 다음 <그림 22>와 같다.

M 비트를 갖는 영상 정보를 입력 받아서 N 비트 좌측 shift 연산을 통해 비트수를 증가시키고 M+N 비트 부호화기를 통해 부호화를 한다. 부호화 후 영상 정보를 출력할 때는 다시 M 비트로 rounding 연산 후에 출력한다. 본 기술에서는 내부 연산 비트로 12bit를 사용하였는데 이는 일반적으로 사용되는 8bit 영상이 입력으로 주어졌을 때 12bit 정도에서 성능 향상의 포화가 나타나기 때문이다.

실험결과 High profile을 사용하는 720p 영상에 대해 약 6.14%의 비트량을 감소시키는 성능 향상을 보인다.

동을 지속해 온 것과 별도로, MPEG 그룹은 2008년 프랑스 Archamps에서 개최된 제83차 MPEG 회의에서 AVC/SVC/MVC 이후의 새로운 비디오 표준화에 대한 논의를 시작하였다 [23]. 이를 위해 MPEG에서는 새로운 비디오 코덱에 대한 시장의 필요성과 요소 기술의 성숙도, 새로운 기술 논의에 대한 비디오 분야의 노출도(visibility)를 높이기 위해 몇 차례에 걸쳐 차세대 비디오 부호화 기술과 관련된 워크샵을 개최하였다. 2008년 10월 88차 MPEG 부산 회의에서는 국내 전문가들의 주도하에 활발한 워크샵 발표 참여가 이루어졌다 [24].

이에 앞서, 국내에서는 MPEG 포럼을 중심으로 e-mail reflector를 통해 AVC 비디오 코덱 보다 우수한 새로운 비디오 표준에 대한 필요성이 활발히 논의되었고, 여러 가지 논란이 있어 실행되진 못하였으나, UHD 비디오에 대한 새로운 비디오 표준의 필요성에 대해 MPEG 표준화 그룹에 국가 의견서를 제출하고자 하는 노력이 있었다. 국내에서는 이러한 새로운 비디오 코덱 표준화의 필요성에 대해 상당히 빨리 대응하였으며, 현재 국제적으로 많은 전문가들의 관심과 산업계의 참여가 이루어지고 있다.

IV. ISO/IEC SC29 WG 11 (MPEG) HVC 표준화 활동

1. High-performance Video Coding (HVC) 표준화의 시작

ITU-T VCEG 그룹의 H.264 표준화 이후 지속적인 부호화 효율의 성능 고도화를 위한 기술 탐구 활

2. HVC 비전

디지털 방송이나 DVD와 같은 저장미디어를 통한 HD 콘텐츠 서비스의 증가와 더불어 HD급 고화질 콘

텐츠를 쉽게 생성할 수 있는 장비의 보편화가 가속되고 있어 HD 콘텐츠의 생산, 전달 그리고 소비가 점점 증가되고 있다. 이와 더불어 네트워크 기술이 급속도로 발전해 왔으나 아직도 이러한 방대한 양의 HD급 콘텐츠를 소비자에게 경제적으로 전달하기는 어려운 실정이다. 특히, 4K-UHD급 콘텐츠와 미래의 8K-UHD 콘텐츠를 원활히 전달하기 위해서는 엄청난 네트워크 자원이 소요될 것으로 예상되고 있다. 네트워크 기술의 발전으로 인해 경제적으로 전달할 수 있는 대역폭의 증가보다, 비디오 부호화 기술의 진보로 인해 전달망의 자원 한계 문제를 경제적으로 극복하는 방안으로서 시장의 수요에 대응할 수 있는 기술적 대안이 될 것으로 보고 있다. 따라서, MPEG에서는 기존 AVC의 최고 조합인 High 프로파일 보다 큰 해상도의 비디오에서 충분히 큰 부호화 효율의 성능을 나타내며, UHD TV, 디지털 홈 시네마, HD 모바일 등과 같은 인터테인먼트 품질의 서비스에 적용 가능한 새로운 비디오 압축 기술이 필요하다고 판단하고 있다. MPEG은 HVC 개발에 있어 다음과 같은 일반적인 철학과 목표를 가지고 추진할 계획을 가지고 있다.

- HVC에 의해 지원되는 요구사항은 적어도 하나의 응용분야에 대응되어야 한다.
- 프로파일과 레벨의 입장에서 호환성을 위한 최소한의 적합성 포인트를 가진다.
- 기존 MPEG 표준과 역방향 호환성을 갖지 않는 새로운 HVC 표준의 정의는 충분한 성능 이득으로 정당화 될 수 있어야 한다.
- 인코더와 디코더의 복잡도 측면의 스케일러빌리티는 다음 사항을 고려한다.
 - 인코더와 디코더의 처리 복잡도의 비대칭 가능성
 - 연산불일치가 없는 완전한 디코더 규격
 - 최대 획득 가능한 품질과 인코더 처리 능력

사이의 스케일러빌리티

3. HVC 요구사항

1) 압축 성능

목표 응용에 대해 실질적으로 MPEG-4 AVC High 프로파일 대비 큰 비트율 감소가 요구된다. 즉, 기존 표준과 비교하여 전 비트율 구간에서 낮은 성능이 없어야 한다. 주관적인 시각적 무손실 압축이 지원되어야 한다.

2) 픽처 포맷

HVC 개발 노력은 적어도 VGA에서 4Kx2K 해상도까지의 프레임 기반 픽처 포맷에 맞추어질 것이다. 잠정적으로는 QVGA와 8Kx4K 해상도까지도 확대될 것이다.

3) 컬러 공간 및 컬러 샘플링

- 4:2:0 YCrCb 컬러 공간 및 화소 콤포넌트별 8 비트 표현이 지원되어야 한다.
- 4:4:4 YCrCb 및 RGB 컬러 공간이 지원되어야 한다.
- 화소 콤포넌트별 14 비트까지 지원되어야 한다.

4) 프레임 레이아웃

일반적으로 24에서 60Hz의 프레임 레이아웃이 지원되어야 한다. HVC는 172Hz까지 지원하는 AVC 신택스 만큼 프레임 레이아웃 면에서 유연하여야 한다.

5) 스캐닝 방법

모든 프로파일과 레벨에 대해 프로그래시브 스캐닝을 지원하여야 한다.

6) 복잡도

HVC 복잡도는 사용이 요구되는 예상 가능한 시점에 가용 기술의 제한 내에서 실행 가능한 구현이 허용되어야 한다. HVC는 다음 사항을 고려하여 복잡도와 압축 효율 사이의 타협이 가능하여야 한다.

- 복잡도 증가에 따른 적합한 압축 성능의 중대를 가져오는 동작 포인트
- AVC 대비 현저한 복잡도 감소와 더불어 AVC 보다 부호화 효율이 높은 동작 포인트

7) 저지연

HVC는 저지연 모드에서 동작 가능하여야 한다.

8) 임의접근 및 트릭 모드

저장된 비트스트림 내의 특정 위치에 임의 접근이 가능하여야 하고, 멀티 채널 서비스의 경우 빠른 채널 변경이 가능하여야 한다.

9) 에러 강건성

목표 네트워크로의 전송을 위해 비디오 비트스트림 분할 및 패킷화 방법이 개발되어야 한다. 비디오 계층은 적합한 에러 강건성 측정이 효과적으로 에러 복구를 위한 네트워크의 네트워크 계층에서 적용될

수 있도록 설계되어야 한다. 여러 강건성으로 인한 이득과 복잡도의 증가 그리고 부호화 효율 감소 사이에 적절한 밸런스가 가능하여야 한다.

10) 버퍼 모델

가상 참조 디코더를 포함하는 버퍼 모델이 목표 용용과 함께 규정되어야 한다.

11) 시스템 계층으로의 인터페이스

HVC 코덱은 목표 시스템과 전달 계층에 효율적인 적응과 통합이 가능하도록 설계되어야 한다.

12) 스케일러블 비디오 부호화

초기 고려대상이 되는 단일 계층 부호화 계층 위에 스케일러블 부호화 툴을 적용하는 것이 가능하도록 초기 상태의 설계에 고려하여야 한다.

4. HVC 표준화를 위한 테스트 영상 [26]

현재 영상 콘텐츠 및 관련 장비 산업은 고해상도 (HD: High Resolution)급까지 비디오 콘텐츠를 지원하는 것이 대세이다. 디지털 방송은 30Hz의 1080i

클래스 A: 2,560x1,600 (4Kx2K 해상도와 동일한 화소 해상도)

이름	원본 크기/프레임율	길이	절취 위치	소스/소유자/저작권
Traffic	4,096x2,048/30fps	10 sec	라인 80, 컬럼 1,200	Plannet Inc.
People on street	3840x2160/30 fps	5 sec	라인 480, 컬럼 540	Samsung Electronics
Park Joy	3840x2160/50fps	10 sec	라인 400, 컬럼 0	SVT

클래스 B: 1,920x1,080

이름	원본 크기/프레임율	길이	소스/소유자/저작권
Park Scene	1,920x1,080 /24fps	10 sec	Tokyo Institute of Technology, Nakajima Laboratory
Tennis	1,920x1,080 /24fps	10 sec	Tokyo Institute of Technology, Nakajima Laboratory
Kimono 1	1,920x1,080 /24fps	10 sec	Tokyo Institute of Technology, Nakajima Laboratory

클래스 C: 832x480

이름	원본 크기/프레임율	길이	소스/소유자/저작권
Mobisode 2	832x480/30fps	10 sec	NTT DoCoMo Inc.
Keiba	832x480/30fps	5 sec	NTT DoCoMo Inc.
Flowervase	832x480/30fps	10 sec	NTT DoCoMo Inc.

클래스 D :

클래스 C 테스트 시퀀스와 같으며 가로와 세로 해상도를 2씩 감소(가운 샘플링)시켜 832x480 크기를 416x240로 낮춘 해상도의 테스트 시퀀스이다. 테스트 시퀀스에 대한 자세한 설명은 [25]를 참고하면 된다.

(interlaced) HD 콘텐츠까지 지원되며, 감시 비디오 분야도 VGA(640x480)급 비디오에서 HD급 비디오까지 지원되는 등, HD급 비디오 서비스 및 콘텐츠 생성 및 소비가 보편화되었으며, 향후 2K급 HD 해상도를 넘는 초고해상도 비디오 서비스의 보편화 및 관련 부품 및 장비 산업이 새로운 성장 동력이 될 가능성이 매우 높다고 할 수 있겠다.

5. 향후 일정

2009년 제88차 MPEG Maui 회의에서 Call for Evidence가 발표되었으며 제안 기술에 대한 기술 평가를 위해 테스트 데이터 준비, 기술제안 기한 및 평가 기준이 아래와 같이 마련되었다 [26].



- 2009년 4월 30일 : 테스트 데이터 준비 및 AVC High profile Anchor 준비: 2009년 4월 30일
- 2009년 6월 22일 : Call for Evidence에 대한 기술 제안
- 2009년 6월 27일 : 압축 후 복원 영상, 부호화 비트스트림 및 실행 (바이너리) 디코더 제출
- 2009년 6월 29일 ~ 7월 2일 : Call for evidence에 대한 제안 기술 평가
- 2009년 7월 3일 : 기술제안 요청서(안) 발표 (Call for Evidence에 대한 기술평가 결과에 따라)

V. 결론

비디오 압축 기술은 디지털 시대에 멀티미디어 산업 전반에 매우 큰 영향을 끼쳤다. 방대한 양의 효율적인 압축을 통해 방송, 인터넷, 영화, 엔터테인먼트와 같은 서비스 분야 뿐만 아니라 카메라, 인코더/디코더 칩, 메모리, 저장 미디어, 전송 시스템, 멀티미디어 단말 등 방치/장비/부품 산업에도 큰 시장을 제공하였다.

HD를 넘어 향후 고품질 비디오의 수요 증가와 더불어 UHD 비디오 분야는 방송통신 서비스, 부품/장비 및 통신망 등 IT 산업과 디지털 홈 시네마, 영화, 엔터테인먼트 등 문화 콘텐츠 산업 전반에 막대한 변화를 몰고 올 새로운 신성장 동력 산업의 촉매제가 될 것으로 예상된다.

이러한 고품질 초고해상도 비디오 산업의 핵심 기술로서 차세대 비디오 압축 기술의 연구 개발 경쟁과, 표준화를 통한 기술 원천 기술의 가치있는 지적 재산권화, 이를 통한 향후 도래할 시장에서의 경쟁력 확보와 기술료 획득을 위해 전세계 많은 전문가들이 적극적으로 표준화 활동을 전개하고 있다. 이러한 국제 표준화 활동의 중심에는 ISO/IEC MPEG 그룹과 ITU-T VCEG 그룹이 있으며, 두 표준화 기구 모두

최근 크게 성공한 H.264/MPEG-4 Part 10 AVC 비디오 부호화 표준의 성능을 능가하는, UHD 비디오를 효과적으로 부호화 할 수 있는 차세대 핵심 비디오 표준 기술 선점을 위해 각축을 벌이고 있다.

전세계 DTV 시장 점유율 1위, 고기능 멀티미디어 및 고해상도 비디오 카메라 폰 생산 1위, 감시비디오 시장 점유율 1위 등 IT 산업 및 관련 세계 시장을

지속적으로 주도해야 할 대한민국이 국가적으로 대응하여야 할 매우 중요한 표준 분야가 아닐 수 없다. “표준을 주도하는 자가 시장을 선점 한다”는 평범한 진리를 다시 되새겨 보면 UHD 비디오 국제표준화 및 기술 개발, 상용화 및 관련 산업 형성에 대한 마스터 플랜이 국제표준화 대응 초기부터 전략적으로 이루어져야 할 것으로 본다.

● 참고문헌 ●

- [1] UHD AV서비스 요구사항, 차세대방송표준포럼 UDTV Working Group, 2008. 4.
- [2] "Super Hi-Vision", <http://en.wikipedia.org/wiki/4320p>.
- [3] "What is UltraHDTV?", <http://www.ultrahdtv.net/>.
- [4] 안충현, "UHDTV 기술개발 동향", 방송공학회지, 제13권 제1호, pp. 97~112, 2008. 3.
- [5] 정세윤, 조숙희, 김성훈, 이응동, 서정일, 강경록, 박상규, 최진수, "UHDTV 서비스 기술특히 동향 분석", 전자통신동향분석, 제24권 제1호, pp. 75~89, 2009. 2.
- [6] 이치호, "초선명 디스플레이의 개발 동향과 시사점", SERI 경제 포커스, 2008년 7월
- [7] M. Sugawara, K. Masaoka, M. Emoto, Y. Matsuo, and Y. Nojiri, "Research on Human Factors in Ultrahigh-Definition Television(UHDTV) to Determine Its Specifications", SMPTE Motion Imaging Journal, April 2008.
- [8] John Zubrzycki, Thomas Davies, Peter-Calvert Smith, Paul Styles, Bill Whiston, Yukihiro Nishida, Masaru Kanazawa, "Super Hi-Vision – the London–Amsterdam live contribution link", EBU TECHNICAL REVIEW, pp. 17–34, January 2009.
- [9] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol.13, pp. 657–673, July 2003.
- [10] Joel Jung, Guillaume Laroche, "Competition-Based Scheme for Motion Vector Selection and Coding", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AC06r1, Klagenfurt, Austria, 17–18 July, 2006.
- [11] Yuri Vatis, Joern Ostermann, "Prediction of P- and B-Frames Using a Two-dimensional Non-separable Adaptive Wiener Interpolation Filter for H.264/AVC", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AD08, Hangzhou, China, 23–27 October, 2006.
- [12] Dmytro Rusanovskyy, Kemal Ugur, Jani Lainema, "Adaptive Interpolation with Directional Filters", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AG21, Shenzhen, China, 20 October, 2007.
- [13] Nokia and Qualcomm, "Improvements on Enhanced Directional Adaptive Filtering (EDAF-2)", COM16 – C125-E, Jan 2009.
- [14] Yan Ye, Peisong Chen, Marta Karczewicz, "High Precision Interpolation and Prediction", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AI33, Berlin, Germany, 16–18 July, 2008.
- [15] Kai Zhang, Xun Guo, "Single-Pass Encoding Using Multiple Adaptive Interpolation Filters", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AK26, Yokohama, Japan, 15–18 April, 2009.
- [16] P. Chen, Y. Ye, M. Karczewicz, "Video Coding Using Extended Block Sizes", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AJ23, San Diego, USA, 8–10 October, 2008
- [17] Matthias Narroschke, Hans Georg Musmann, "Adaptive prediction error coding in spatial and frequency domain for H.264/AVC", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AB06, Bangkok, Thailand, 16–20 January, 2006.

- [18] Akiyuki Tanizawa, Takeshi Chujo, "Simulation results of Adaptive Quantization Matrix Selection on KTA software", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AC07, Klagenfurt, Austria, 17 – 18 July, 2006.
- [19] Sharp, "Entropy slices for parallel entropy decoding", COM16-C405-E, April 2008.
- [20] Takeshi Chujo, Naofumi Wada, "Specification and experimental results of Quadtree-based Adaptive Loop Filter", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AK22r1, Yokohama, Japan, 15–18 April, 2009.
- [21] Takeshi Chujo, Reiko Noda, "Internal bit depth increase for coding efficiency", ITU-T SG 16/Q.6 Doc. VCEG-AE13, Marrakech, MA, 15–16 January, 2007.
- [22] Jaeh Kim, Taeyoung Na, Changhee Kim, Bumshik Lee, Munchurl Kim, Changseob Park, Sangjin Hahn, Injoon Cho, "Enlarging MB size for high fidelity video coding beyond HD", VCEG-AJ21, Oct. 8–10, 2008, San Diego, USA.
- [23] ISO/IEC JTC1 SC29 WG11 (MPEG), "First Thought on New Challenges in Video Coding", N9785/MPEG83, Archamps, France, April 2008.
- [24] ISO/IEC JTC1 SC29 WG11 (MPEG), "Busan Workshop on New Challenges in Video Coding Standardization – Program", N9995/MPEG86, Busan, Korea, Oct. 2008 (<http://www.chiariglione.org/mpeg/tutorials/seminars/mpev-2008/index.htm>).
- [25] ISO/IEC JTC1 SC29 WG11 (MPEG), "Vision and Requirements for High-Performance Video Coding (HVC) Codec", N10361/MPEG87, Lausanne, Suisse, Feb. 2009.
- [26] ISO/IEC JTC1 SC29 WG11 (MPEG), "Call for Evidence on High-performance Video Coding (HVC)", N10553/MPEG88, Maui, USA, April 2009.
- [27] Steffen Kamp, Mathias Wien, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, M16462/MPEG88, April 2009, Maui, USA.

필자 소개



김 문 철

- 1989년 : 경북대학교 전자공학과, 학사
- 1992년 : University of Florida, Electrical and Computer Engineering, 석사
- 1996년 : University of Florida, Electrical and Computer Engineering, 박사
- 1997년 1월 ~ 2001년 2월 : 한국전자통신연구원, 선임연구원
- 2001년 2월 ~ 2005년 8월 : 한국정보통신대학원대학교 공학부 조교수
- 2005년 9월 ~ 2009년 2월 : 한국정보통신대학원대학교 공학부 부교수
- 2009년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 부교수
- 주관심 분야 : 비디오 코딩, 패턴인식, UHDTV, IPTV