

# UHD(Ultra High Definition) 콘텐츠용 실시간 획득, 저장 및 편집 시스템 기술 (Real-time System Technology for Capturing, Recording, and Editing Ultra High Definition Contents)

□ 김제우, 김동순, 신화선, 최병호 / 전자부품연구원 멀티미디어IP연구센터

## 1. 서론

최근 아날로그 방송의 디지털 전환에 힘입어 HDTV(Full-HD급) 영상 콘텐츠가 대중화되고, 시청자들이 고화질, 고해상도의 영상에 익숙해지면서 HDTV 이후의 차세대 영상 서비스에 대한 관심이 증가하고 있다. 최근 HDTV 이후의 차세대 방송 서비스를 준비하기 위해서 일본, 유럽 등 세계 주요 국가에서는 기술 개발과 준비 작업이 진행되고 있으며, UHD TV(Ultra-HD TV) 방송 서비스가 그 중 하나이다.

HDTV에 익숙해진 시청자에게 몰입감 및 현장감을 극대화하는 초고화질 및 초고해상도를 지원하는 UHD TV 방송은 가정에서 Full HDTV가 제공하는 화질보다 4배에서 16배이상 선명한 초고화질 영상

4K(3840x2160) ~ 8K(7680x4320)과 다채널(~22.2채널) 음질로 극장급의 초고품질 서비스를 제공하여 소비자의 고품질 욕구를 만족시킬 수 있는 차세대 방송을 목표로 한다. 그리고 UHD TV 방송은 해상도뿐만 아니라 색 성분당 10~12bit의 높은 비트로 색을 표현하고, 컬러 포맷도 4:2:2 또는 4:4:4를 지향하기 때문에 큰 화면에서 더욱 섬세하고 자연스러운 영상의 표현이 가능하고, 더불어 동일 디스플레이 크기에서 물리적인 화소의 크기가 더욱 작아지게 됨으로써 시청거리가 짧아져도 화소 간격을 인지할 수 없게 되며 기존 HDTV의 30도 시야각에서 최대 100도의 시야각으로 현장감을 최대화하는 초고품질 영상 서비스를 제공할 수 있다 [1][2].

또한, UHD TV 방송뿐만 아니라 필름 또는 디지털

※ 본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [10043450, 8K UHD 및 4K S3D 콘텐츠의 획득/저장/Ingest 및 전송용 비디오 서버 기술 개발]

털 카메라로 촬영한 영화를 디지털 파일 형태로 가공처리하고 포장해서 이 디지털 파일을 전송 매체를 통해서 디지털 영사기 및 홈시어터 등을 통해 보급하여 관람객 등에게 고화질의 디지털 영화 서비스를 제공하는 디지털 시네마에서도 4K급 UHD 디지털 시네마 콘텐츠가 현재 상영되고 있다[3].

그러므로, 차세대 영상 콘텐츠는 4K 이상 해상도의 UHD급 콘텐츠가 주류로 부상할 것이 확실시되며, 이를 위한 미디어 환경을 준비하기 위해서는 UHD급 콘텐츠의 획득, 제작, 배포, 및 소비(재생) 등의 미디어 생태계를 구축하면서 각 핵심 요소 기술에 대한 개발이 우선되어 한다. 특히, UHD급 콘텐츠를 제작하기 위해서는 4K 이상 UHD 콘텐츠를 카메라와 마이크 또는 외부장치로부터 실시간으로 입력받아 초고품질 압축 기법을 이용하여 실시간으로 디스크에 저장하고 빔 프로젝터 등 다양한 디스플레이와 다채널 스피커로 실시간으로 UHD 콘텐츠의 재생이 가능한 UHD 콘텐츠의 획득/저장 기술 및 시스템의 개발이 필수적이다.

그래서 본 고에서는 UHD 콘텐츠 획득/저장 기술의 요구사항을 분석하여 UHD 콘텐츠의 획득/저장 기술 동향 및 제품 동향을 살펴보고, 더불어 국내에서 최초로 개발한 전자부품연구원의 4K UHD 콘텐츠용 실시간 저장, 재생 및 편집 시스템의 소개를 통해 UHD 콘텐츠 획득/저장 기술의 현재와 미래를 살펴보고자 한다.

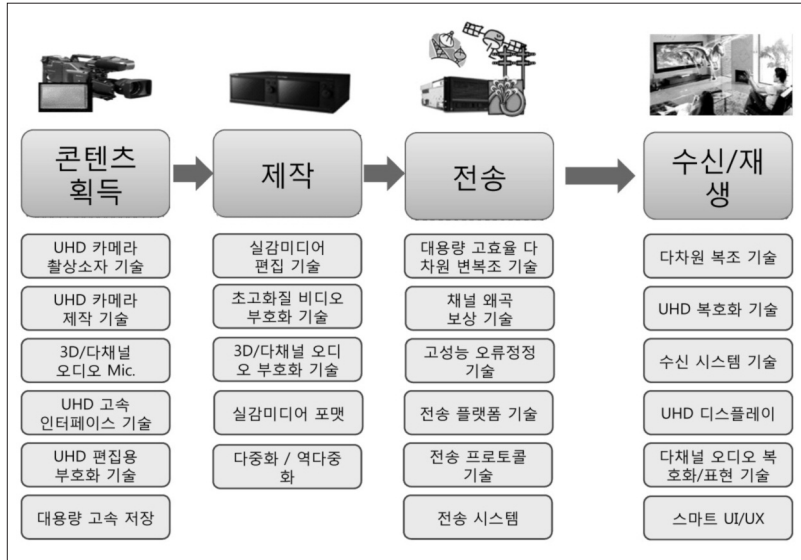
## II. 본 론

### 1. UHD 콘텐츠 획득/저장 기술의 개요

UHDTV 서비스 기술은 <그림 1>에 보인 것과 같

이 콘텐츠 획득 기술, 제작 기술, 전송 기술, 그리고 수신/재생 기술 등으로 나눌 수 있다. 콘텐츠 획득 기술 분야는 4K 또는 8K UHD 콘텐츠를 획득하기 위해 초고화질 카메라 기술, 카메라로부터 영상 데이터를 실시간으로 RAW 데이터 또는 편집용 압축 데이터로 저장하는 기술을 포함하고, 제작 기술 분야는 획득된 UHD 영상 및 오디오 데이터들을 하나의 완성된 프로그램으로 편집하고, 이의 전송을 위해 부호화 및 트랜스코딩하여 전송용 비트스트림으로 다중화하는 기술들로 구성된다. 전송 기술 분야는 매체에 따른 미디어 전송, 미디어 변환, 그리고 콘텐츠 관리 등의 기술을 구성되어 시청자에게 UHD 콘텐츠를 전송하고, 수신/재생 기술 분야에서는 전송된 UHD 콘텐츠를 수신 단말기(UHD STB, UHDTV 등)에서 다차원 복조 기술, 역다중화 기술, 복호화 기술, 및 UHD 디스플레이 기술 등의 과정을 거쳐 UHD 콘텐츠를 시청한다. 본 고의 UHD 콘텐츠 획득/저장 기술은 UHDTV 서비스 기술 중 콘텐츠 획득 기술에 해당하며 고속 인터페이스 기술, 대용량 고속 저장 기술 및 편집용 부호화 기술 등을 포함한다.

고속 인터페이스 기술은 카메라와 같은 촬영장비에서 획득된 UHD 영상 및 오디오 데이터를 실시간으로 저장장비, 인제스트장비 및 편집장비 등으로 전송하기 위한 물리적, 전기적 전송 기술을 포괄하고, 대용량 고속 저장 기술은 카메라와 같은 촬영장비 내부 또는 별도의 장비에서 고속으로 전송된 UHD 영상 데이터를 병렬 및 동기화 기술을 적용하여 실시간으로 저장하는 기술을 의미한다. 그리고 UHD RAW 데이터는 초대용량 데이터이기 때문에 이를 그대로 저장할 경우 수십 TB(테라바이트)의 저장 매체를 필요로 하기 때문에 저장 효율을 높이고 편집이 용이하도록 한 프레임마다 RA(Random



〈그림 1〉 UHDTV 서비스 기술

Access)가 가능하고 시각적으로 무손실이 되는 초고품질 영상 압축 기술을 적용하는데, 이를 편집용 부호화 기술이라 한다.

일반적으로 콘텐츠 획득/제작 분야에서 사용되는 영상 데이터와 시청자에게 전송되어 수신/재생 분야에서 재생되는 영상 데이터에는 차이가 존재한다. 획득/제작 분야에서는 스튜디오에서 편집 및 프로그램 제작을 위해서 초고품질의 영상을 사용하는데, 이를 스튜디오급 영상이라고 하고 HDTV에서는 주로 1920x1080 해상도, 최대 60fps 프레임율, 4:2:2 컬러포맷, 그리고 10bit 비트심도의 데이터를 사용한다. 그리고 수신/재생 분야에서의 HDTV 데이터는 1920x1080 해상도, 30fps 프레임율, 4:2:0 컬러포맷, 그리고 8bit 비트심도의 데이터가 전송되어 재생된다. 그러므로 UHD 콘텐츠 획득/저장 기술은 스튜디오급 영상을 기준으로 한다.

UHDTV 방송 서비스의 경우, 최소 4K 해상도, 60fps 프레임율, 4:2:2 컬러포맷, 그리고 10bit 비

트심도의 데이터 정도는 되어야 초고품질 방송 서비스가 가능하다는 의견이 주류를 이루고 있다. 또한 UHDTV 방송 서비스 기술 개발을 주도하고 있는 일본의 NHK는 SHV(Super Hi-Vision)이라는 명칭으로 8K UHDTV 방송 서비스를 목표로 8K 해상도, 최대 120fps 프레임율, 4:4:4 컬러포맷, 그리고 12bit 비트심도의 영상 데이터 서비스를 개발하고 있다. 그래서, UHD 콘텐츠를 실시간으로 획득하고 이를 저장하기 위해서는 〈표 1〉과 같은 데이터량을 처리할 수 있는 기술이 필요함을 알 수 있다.

〈표 1〉에서 보인 것과 같이 현재 방송되고 있는 HDTV 서비스에서 콘텐츠 획득과 제작 분야에서 주로 사용되는 영상 데이터량은 약 2.5Gbps 이상 필요하다. 그러나 전송한 바와 같이 초고품질 4K UHDTV 서비스에 대응하기 위해서는 기존 Full-HD 데이터에 비해 최소 4배 정도인 10Gbps 데이터량 이상을 처리해야 하고, 8K UHDTV 서비스인 NHK의 SHV 방송에 대응하기 위해서는 기존

〈표 1〉 영상 데이터량 비교

	해상도 (WxH)	프레임율(fps)	컬러포맷(YUV)	비트심도(bits)	데이터량(Mbps)
SD	720x480	30	4:2:0	8	124Mbps
HD	1920x1080	30	4:2:2	8	996Mbps
	1920x1080	30	4:2:2	10	1.25Gbps
	1920x1080	60	4:2:2	10	2.5Gbps
4K UHD	3840x2160	30	4:2:2	8	4Gbps
	3840x2160	60	4:2:2	10	10Gbps
	3840x2160	60	4:4:4	12	18Gbps
8K UHD	7680x4320	60	4:2:2	10	40Gbps
	7680x4320	60	4:4:4	10	60Gbps
	7680x4320	60	4:4:4	12	72Gbps
	7680x4320	120	4:4:4	12	144Gbps

Full-HD 데이터에 비해 약 29배 또는 58배 정도의 데이터 처리 기술이 필요하다. 즉, 초고품질 4K UHD급 콘텐츠를 획득 및 저장하기 위해서는 최소 10Gbps 이상의 데이터를 전송하고, 이를 저장하고, 그리고 부호화할 수 있는 고속 신호처리 기술이 요구된다.

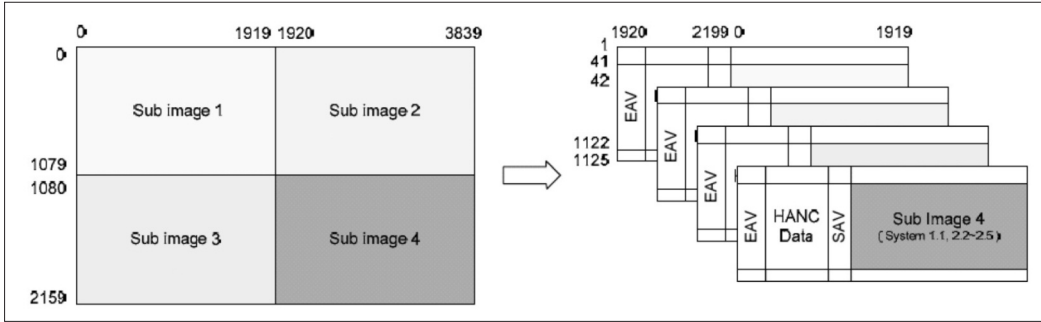
다음 절에서는 현재까지 개발된 UHD급 콘텐츠를 획득하고, 저장하기 위한 기술과 제품들에 대해 기술한다.

## 2. UHD 콘텐츠 획득/저장 기술 및 제품 동향

UHD 콘텐츠의 획득/저장 기술에는 전송한 바와 같이 고속 인터페이스 기술, 고속 저장 기술, 그리고 편집용 부호화 기술 등이 있다.

영상 데이터를 전송하기 위한 인터페이스 기술, 특히 방송장비 등에서 사용되는 기술은 주로 SDI (Serial Digital Interface) 기술이다[4]. SDI 기술은 SMPTE[5]에서 제정된 표준으로 영상 데이터를 전송하기 위한 인터페이스 표준으로, 전송해야 하는

데이터의 양이 증가하면서 지속적으로 인터페이스 규격을 개정 및 신규 제정하여 현재에는 10G-SDI 표준 규격까지 제정된 상태이다. HDTV 서비스용 방송장비에서는 한 개의 물리적인 커넥터(BNC 케이블 사용)로 최대 1.485Gbps 데이터 전송을까지 지원하는 HD-SDI(SMPTE 292M 표준) 또는 최대 2.970Gbps 데이터 전송을을 지원하는 Dual link HD-SDI(SMPTE 372M 표준) 또는 3G-SDI (SMPTE 424M 표준) 인터페이스 기술을 적용하고 있다. UHD 영상을 지원하기 위해 2009년에 제정된 10G-SDI(SMPTE 435 표준) 인터페이스 규격은 한 개의 물리적인 커넥터(광 케이블 사용)를 사용하여 최대 10Gbps 데이터 량을 전송할 수 있어 전송한 초고품질 4K UHDTV 방송 서비스에 적용될 수 있다. 이 규격은 HD-SDI 규격을 기반으로 다중 스트림을 조합하여 전송하는 방식을 사용하고 있어 〈그림 2〉에 보인 것과 같이 여러 개의 서브 프레임을 구성하여 최대 10Gbps까지 전송할 수 있다. 하지만 10G-SDI 인터페이스 기술은 현재 개발 중이기 때문에 UHD 콘텐츠를 획득, 저장하기 위해서 기존 HD 또는 3G-SDI 인터페이스를 4개 이상 사



〈그림 2〉 10G-SDI 규격의 영상 포맷 구성

용하여 4K급 UHD 콘텐츠의 전송 인터페이스로 사용하고 있다.

UHD 영상 데이터를 획득 및 저장하기 위한 인터페이스 기술이 HD급 인터페이스를 다중으로 사용하고 있기 때문에 이를 저장하기 위해서는 HD급 데이터를 서브프레임으로 한 다중화 및 동기화를 수행하여 UHD 영상 데이터로 조합하고, 조합된 데이터를 실시간으로 저장하기 위해 저장매체와의 버스 인터페이스 기술 및 저장 기술을 사용한다. 대용량 영상 데이터를 저장하기 위해서 저장 매체와의 인터페이스는 주로 PCI-e 버스[6]가 사용되는데, 현재 PCI-e 버스 기술은 Gen. 3까지 규격화 되어 있고 실제 제품은 x16 lane까지 지원하고 있다. 이것은 한 개의 물리적인 연결을 통해 초당 최대 16GB 데이터를 전송할 수 있어, 8K(7680x4320) 해상도에 12비트심도의 60fps 프레임율을 갖는 UHD 영상을 저장매체에 전송할 수 있다. 하지만 HDD 또는 SSD(Solid-State Drive) 등의 저장 매체의 읽기, 쓰기 속도가 아직 초당 500MB 이상을 지원하고 있지 않기 때문에 고속 저장을 위해서는 RAID 기술을 이용하여 다중의 저장 매체에 분산 저장하는 기술을 사용하고 있으며, 현재까지는 4K UHD 콘텐츠 데이터를 최대 60fps 프레임율까지

저장하고 있다.

UHD 영상 데이터를 RAW 데이터 형태로 저장하는 것은 영상 데이터 량의 문제, 저장 매체의 속도 문제 등으로 실시간으로 RAW 데이터를 저장하는 것이 용이하지 않다. 또한 전송한 이유로 편집용 부호화 기술이 적용되는데, 한 프레임당 편집이 가능하도록 부호화 기술 중 화면 내 중복성만을 제거하는 인트라 기술만을 사용하고 있다. 현재 HDTV 방송 서비스에는 JPEG, MPEG-2 및 H.264/AVC의 인트라 기술에 기반한 DNxHD[7], XDCAM[8], AVC-Intra[9][10], ProRes422[11] 등의 부호화 기술을 사용하고 있다. 〈표 2〉에 보인 것과 같이 UHD 콘텐츠의 편집용으로 부호화하기 위한 기술로는 현재 ProRes422와 AVC-Ultra[10] 기술이 존재한다. 이 기술들은 모두 H.264/AVC 기술을 기반으로 한 인트라 부호화 기술로, 4K UHD 영상을 손실 부호화하지만 초고품질의 영상 화질을 유지하기 위해 초당 440Mbps로 부호화할 수 있다. 영상 부호화 국제 표준을 제정하는 MPEG과 VCEG이 공동으로 작업하고 있는 JCT-VC에서는 UHD급 영상 부호화를 위한 차세대 영상 압축 기술인 HEVC[12] 기술을 표준화하고 있다. 향후에는 UHD급 영상의 편집용 부호화 기술에는 HEVC 기



〈표 2〉 편집용 부호화 기술들

기술	XDCAM	DNxHD	ProRes422	AVC-Intra	AVC-Ultra
개요	테이프 없는 전문 비디오 저장시스템. 2003년 소니 도입	고품질 비디오 편집용 코덱, Avid사 개발, SMPTE 2019 VC-3 표준 호환	편집용 손실 비디오 코덱, Apple 사 개발, 2007년 Final Cut Studio2에 도입	고품질 저장용 비디오 코덱, 파나소닉사 개발, H.264/AVC 표준 및 SMPTE RP 2027 만족	AVC-Intra 코덱의 확장 버전, 파나소닉 개발, H.264/AVC 4:4:4 intra predictive profile 지원
해상도	720x576(480), 1280x720, 1920(1440)x1080	1280x720, 1920x1080	~ 4K, any resolution 지원	1280x720, 1920x1080	~ 4K,
비트심도	8	8, 10	8, 10, 12	10	10, 12
컬러포맷	4:2:0, 4:2:2	4:2:2, 4:4:4	4:2:2, 4:4:4	4:2:0, 4:2:2	4:2:2, 4:4:4
프레임율	~ 29.97p	~ 60p	~ 60p	~ 29.97p	~ 29.97p
비트율	~ 50Mbps	~ 440Mbps	~ 754Mbps	~ 100Mbps	~ 440Mbps
저장포맷	MXF, MP4	MXF, etc	MXF, etc	TS, MXF, etc	TS, MXF, etc
응용분야	카메라, 저장장비, 편집장비 등	편집장비, 변환장비	편집장비, 변환장비	카메라, 저장장비, 편집장비	카메라, 저장장비, 편집장비

술을 기반으로 한 부호화 기술이 적용될 것으로 전망된다.

점차로 UHD급 콘텐츠의 제작 및 배급이 증가하면서 UHD 콘텐츠 획득 및 저장장비에 대한 수요도 증가하고 있다. 이에 대응하여 현재 시장에 출

시된 UHD 콘텐츠 획득 및 저장장비는 〈표 3〉에 보이는 것과 같이 요약할 수 있다. 모두 4K UHD 콘텐츠를 저장할 수 있고, 아직 8K 콘텐츠나 4K S3D(Stereoscopic 3D) UHD 콘텐츠를 저장할 수 있는 장비는 없는 상태이다. 대부분의 장비는 편집

〈표 3〉 UHD 콘텐츠 획득/저장장비들

	KiPro Quad	Hyperdeck Studio Pro	Gemini RAW	HR-7510
제조사	AJA video systems Inc.	Blackmagic Design Pty. Ltd.	Convergent Design, Inc.	ASTRODESIGN Inc.
해상도/프레임율	4K/Quad HD/2K/HD	~ 4K@30fps	~ 4K (Canon C500 호환) @ 30fps	~ 4K @ 60fps
컬러포맷/비트심도	4:2:2, 4:4:4 / 10	4:2:2 / 10	4:4:4 / 10	4:2:2 / 10 (2K 4:4:4 / 12)
인터페이스	SDI, HDMI, Thunderbolt	HD/3G-SDI, HDMI, Thunderbolt, USB	HD/3G-SDI	HD/3G-SDI
저장 매체	SSD	SSD	SSD	SSD
특징	RAW 지원, Debayer 기능 지원, ProRes422 코덱 지원 4K 모니터링 출력 지원	RAW 지원, PreRes422 코덱 지원, DNxHD 코덱 지원, Quicktime 및 MXF 파일 포맷 지원	RAW 지원, 다양한 RAW 포맷 지원 (ARRIRAW, Canon RAW 등) DNxHD 코덱 지원, 4K 모니터링 지원	RAW 지원, Canon RAW 포맷 지원, Debayer 기능 지원, 4K 모니터링 출력 지원

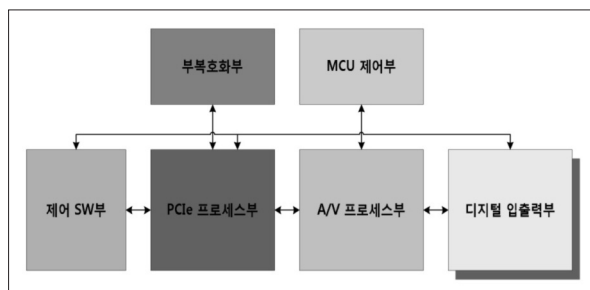
용 부호화 기술을 적용하고 있고, 고속 저장을 위해 저장 매체로 SSD를 사용하고 있으며, 인터페이스로 HD/3G-SDI 인터페이스를 4개 이상 사용하고 있다. 아직 대부분의 4K UHD 카메라들이 4K Bayer 포맷으로 출력하고 있어, 이를 위한 debayer 기능을 지원하고 있다. 즉, 현재 시점에서의 카메라 성능과 콘텐츠 품질에 적합한 제품이 나온 상태이고, 향후에는 점차로 더 나은 초고품질 콘텐츠를 지원하는 제품이 나올 것으로 전망된다.

### 3. 전자부품연구원의 4K UHD 콘텐츠 실시간 저장, 재생 및 편집 시스템

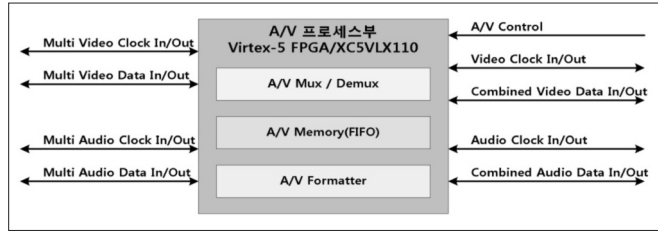
전자부품연구원에서는 2009년부터 산업원천융합기술개발사업 과제를 통해 4K UHD 콘텐츠 실시간 획득, 저장 및 편집 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 크게 UHD 콘텐츠 입출력 모듈, UHD 콘텐츠 편집 S/W, 그리고 UHD 콘텐츠 획득/저장/편집 시스템 세 부분으로 구성된다. UHD 콘텐츠 입출력 모듈은 SDI, HDMI 등 다양한 인터페이스 모듈을 통해 UHD 콘텐츠 획득/저장/편집 시스템으로 UHD 콘텐츠를 전송하거나, 반대로 UHD 콘텐츠 획득/저장/편집 시스템으로부터 UHD 콘텐츠를 전송받아 이를 복호화 등의 과정을

거쳐 UHD 영상 및 다채널 오디오 데이터를 인터페이스를 통해 외부출력하는 모듈이다. UHD 콘텐츠 편집 S/W는 저장된 UHD 콘텐츠를 사용자의 목적에 따른 후처리 편집 및 UHD 콘텐츠 정합, 스케일링 등의 기능을 수행하고, UHD 콘텐츠 획득/저장/편집 시스템은 PC기반 시스템으로 UHD 콘텐츠를 저장하기 위한 저장 매체, UHD 콘텐츠 입출력 모듈 및 편집 S/W를 포괄하는 통합 시스템이다.

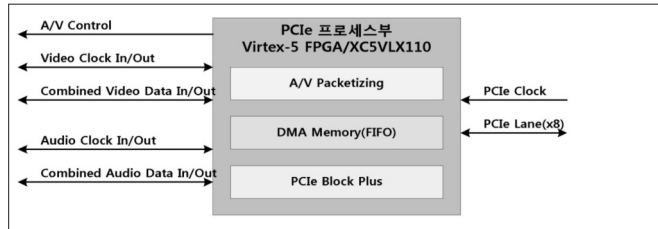
UHD 콘텐츠 입출력 모듈은 하드웨어 보드 형태로 구현되었으며, <그림 3>에 보인 것과 같이, 디지털 입출력부, A/V 프로세서부, PCIe 프로세서부, MCU 제어부, 무손실 부복호화부, 그리고 제어 S/W부 등으로 구성된다. 디지털 입출력부는 본 모듈의 입출력 인터페이스를 지원하는 블록으로 현재까지 4K급 UHD 콘텐츠를 하나의 신호 인터페이스로 전송할 수 있는 상용 모듈이 없기 때문에 기존 제품들과 마찬가지로 본 모듈은 3G-SDI, HDMI, DVI 등 기존 규격을 다중 채널로 사용하는 입출력 인터페이스로 설계 및 구성하였고, <그림 4>와 같이 A/V 프로세서부는 비디오 및 오디오 관련 IC와 인터페이스되어 A/V 데이터를 획득하기 위한 처리를 수행하는 블록으로 FPGA 내부 로직으로 구성된다. <그림 5>에 보이듯이 PCIe 프로세서



<그림 3> UHD 콘텐츠 입출력 모듈 구조도



〈그림 4〉 A/V 프로세서부 블록도 및 I/O



〈그림 5〉 PCI-e 프로세서부 블록도 및 I/O

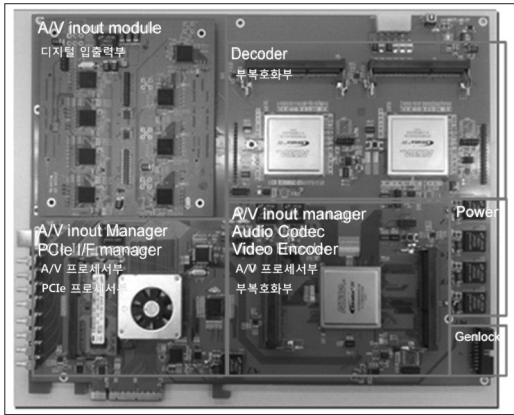
서부는 통합된 비디오 및 오디오 데이터가 입력되면 이 데이터를 PCIe transaction layer 포맷으로 변경하여 PCIe Lane을 통해서 저장 매체로 전송하고, 출력을 할 때는 입력 순서와 역순으로 수행한 후 A/V 프로세서부에 비디오 및 오디오 데이터를 전송하는 기능을 수행하고 FPGA 로직으로 구현하였다[13].

MCU 제어부는 주변 IC 및 FPGA의 초기 레지스터 설정 및 컨트롤을 하고 시스템 모니터링을 통한 FPGA 및 주변 IC의 동작 제어 기능을 수행하고, 제어 SW부는 본 모듈과 UHD 콘텐츠 획득/저장/편집 시스템 간의 통신 및 제어를 담당하는 D/D 및 Firmware를 의미하며, video monitoring, capture, play, preview 등의 기능을 수행할 수 있다. UHD 콘텐츠 입출력 모듈은 두 가지 형태의 UHD 콘텐츠 데이터를 저장할 수 있다. 하나는 RAW 데이터이고, 다른 하나는 무손실 부호화기를 통한 압축 스트림이다. 구현된 본 모듈은 4K 해상

도에 60fps 프레임율, 그리고 10bit 비트심도까지 입출력이 가능하다. 특히 10bit RAW 데이터를 저장하기 위해서 SDI 전송 포맷을 그대로 저장하면 일반적인 비디오 파일 포맷과 호환성이 떨어지기 때문에 V210[16] 포맷으로 변환하여 편집 S/W에서 사용하기 용이하도록 구현하였다. UHD 부복호화부는 대용량 UHD 비디오 및 오디오 데이터를 손실 없이 효율적으로 저장하기 위해 압축 및 복원을 수행하는 블록으로, 본 모듈에서는 비디오의 경우 JPEG-LS[14] 코덱을 적용하였고, 오디오의 경우 MPEG-4 ALS[15] 코덱을 적용하였다.

〈그림 6〉은 구현된 UHD 콘텐츠 입출력 모듈을 보인 것이다. 구현된 모듈은 크게 daughter B/D 형태인 입출력 모듈과 Altera Stratix-4 FPGA 3개와 Xilinx Virtex-6 FPGA 1개로 구성된다. 실시간 무손실 부호화를 위해 HW IP로 개발된 JPEG-LS 영상 코덱과 MPEG-4 ALS 오디오 코덱은 타 일기반의 분산 처리와 파이프라인 기법을 통해 최





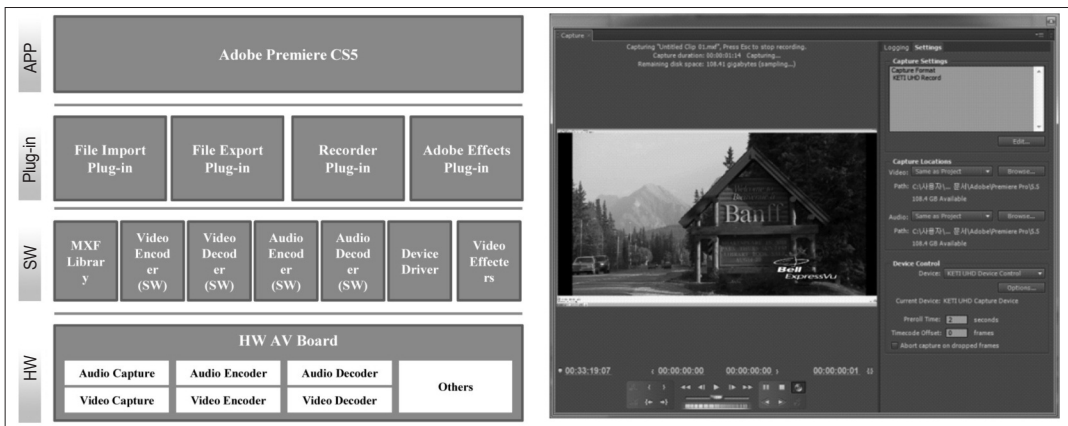
〈그림 6〉 구현된 UHD 콘텐츠 입출력 모듈 모습

적화하여 Stratix-4 FPGA에 탑재하였다.

UHD 콘텐츠 편집 S/W는 〈그림 7〉에 보인 것과 같이 기존 콘텐츠 제작 환경에서 많이 사용되는 상용 편집 SW인 Adobe 사의 Premier CS5 S/W를 기반으로 컴포넌트 플러그인 형태로 개발하여 UHD 콘텐츠의 획득, 저장, 그리고 편집 기능을 수행하도록 하였다. 개발된 플러그인들은 UHD 콘텐

츠 RAW 또는 압축스트림을 미디어 제작 환경에서 사용하기 위한 파일 포맷인 MXF 파일 포맷 라이브러리, UHD 비디오 인코더/디코더 엔진, UHD 오디오 인코더/디코더 엔진, 그리고 Video Effects 등이 있다. 뿐만 아니라 UHD 콘텐츠 입출력 모듈의 제어 S/W를 플러그인 컴포넌트화하여 UHD 콘텐츠 입출력 모듈 내의 UHD 콘텐츠 실시간 캡처, A/V 부호화 가속 및 A/V 복호화 가속 기능을 수행하도록 구현하였다.

〈그림 8〉과 같이 구현된 UHD 콘텐츠 획득/저장/편집 시스템은 Intel Xeon 멀티 CPU와 windows 7 64bit OS 환경에 동작하고, PCI-e 8X 버스를 데이터 전송버스로 사용한다. 저장매체는 다중의 SATA HDD를 RAID-5로 구성하여 개별 저장 매체가 갖는 저장 속도의 한계를 극복하였다. 〈표 4〉는 구현된 UHD 콘텐츠 실시간 획득/저장/편집 시스템의 사양을 보인 것이다. 본 시스템은 4K UHD 콘텐츠 입출력 모듈 2개를 동시에 지원 가능하며, 4K@60fps 콘텐츠를 2시간 이상 저장할 수 있다.



〈그림 7〉 UHD 콘텐츠용 편집 S/W 구성도 및 편집 S/W를 통한 실시간 획득 화면



〈그림 8〉 구현된 UHD 콘텐츠 획득/저장/편집 시스템 및 시연 모습

〈표 4〉 UHD 콘텐츠 획득/저장/편집 시스템 사양

분류	항목	사양
시스템	CPU	Intel i7 990X
	OS	Windows7 64bit
입출력	입력	광리시버, 3G/HD-SDI
	출력	광트랜스미터, 3G/HD-SDI
	해상도	2K, 4K, 8Kx2K
	오디오	22.2채널
지원포맷	영상	1920x1080p @30/60Hz 3840x2160p @30/60Hz 7680x2160p @30/60Hz
	오디오	22.2채널 16bit 48kHz
저장	저장매체	SATA-3 지원 매체
	저장용량	19.2TB
통신/UI	통신	RS-232, PCIe
	UI	GUI
기타	사이즈	about 680x680x500
	전원	110/220Vac 2개

## II. 결론

UHD 콘텐츠는 Post-HD 미디어 시대의 주류로 부상하고 있으며, 점차로 콘텐츠 제작 환경도 UHD급으로 진화하고 있다. 이러한 패러다임의 변화에 대응하여 선진국에서의 UHDTV 방송 서비스 등을 위한 기술 개발에 집중하고 있다. 특히, UHD 카메라, UHD 획득/저장 장치 등 콘텐츠 획득 및 제작 분야를 우선적으로 개발하고 제품화하고 있다. 본 고에서는 UHD 콘텐츠의 획득/저장 기술 동향 및 제품 동향과 함께 우리나라에서 개발한 4K UHD 콘텐츠용 실시간 획득/저장/편집 시스템을 소개하였다. 아직까지는 몰입감 및 현장감을 극대

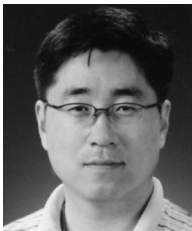
화하는 초고화질, 초고해상도로서의 UHD 콘텐츠인 8K급 UHD 콘텐츠 획득/저장 기술은 4K UHD 콘텐츠 획득/저장장비를 4대로 병렬 연결을 통해 획득하는 수준에 와 있는 상태이며 단일 획득/저장 시스템은 현재 개발 중에 있다. UHDTV 등 UHD

콘텐츠 서비스는 2015년 이후 본격적인 서비스가 전망되므로, 우리나라도 UHD 콘텐츠 서비스를 위한 기술 개발에 보다 집중해야 할 것으로 생각된다.

## 참고 문헌

- [1] 최해철, 정세윤, 최진수, 홍진우, “초고선명(UHD) 비디오 부호화 기술 동향”, 전자통신동향분석, 제24권, 제3호, 2009년 6월
- [2] 정세윤 조속희, 외, “UHDTV 서비스 기술 특허 동향 분석”, 전자통신동향분석, 제24권, 제1호, 2009년 2월
- [3] <http://ko.wikipedia.org/wiki> (keyword : 디지털 시네마)
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Serial\\_digital\\_interface](http://en.wikipedia.org/wiki/Serial_digital_interface) (keyword : SDI)
- [5] Society of Motion Picture and Television Engineers, <http://www.smpte.org>
- [6] [http://en.wikipedia.org/wiki/PCI\\_Express](http://en.wikipedia.org/wiki/PCI_Express) (keyword : PCI Express)
- [7] Avid, “Avid DNxHD Technology”, <http://www.avid.com/static/resources/US/documents/dnxhd.pdf>
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/XDCAM> (keyword : XDCAM)
- [9] Panasonic Broadcast & Television Systems Company, “AVC-Intra (H.264 Intra) Compression Technical Overview”, Jan, 2007.
- [10] <http://en.wikipedia.org/wiki/AVC-Intra> (keyword : AVC-Ultra, AVC-Intra)
- [11] Apple, “Apple ProRes white paper”, July, 2009
- [12] Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 8”, JCTVC-J1003\_d7, July, 2012
- [13] 김제우, 최병호, 장광수, “4K UHD 콘텐츠 실시간 입출력 시스템의 설계 및 구현”, Proc. IPIU2011, P-71, Feb. 2011
- [14] International Telecommunication Union, “T.87 : Information technology - Lossless and near-lossless compression of continuous-tone still images - Baseline”, Retrieved 24, October, 2011
- [15] ISO/IEC 14496-3:2005/Amd 2:2006, “Audio Lossless Coding (ALS), new audio profiles and BSAC extensions”, Oct, 2009
- [16] <http://wiki.multimedia.cx/index.php?title=v210>

## 필자 소개



### 김제우

- 1997년 : 서울시립대학교 제어계측공학과 학사
- 1999년 : 서울시립대학교 제어계측공학과 석사
- 1999년 ~ 현재 : 전자부품연구원 멀티미디어IP연구센터 책임연구원
- 주관심분야 : 멀티미디어 코덱, 비디오 코딩 알고리즘/최적화 구현, UHDTV

## 필자소개



### 김동순

- 1997년 : 인하대학교 전자재료공학과 석사
- 2005년 : 인하대학교 전자재료공학과 미디어시스템 박사
- 1999년 ~ 현재 : 전자부품연구원 멀티미디어IP 연구센터 책임연구원
- 주관심분야 : 임베디드 하드웨어, 멀티미디어 SoC Design



### 신화선

- 1998년 : 서울시립대학교 제어계측공학과 학사
- 2000년 : 서울시립대학교 전기전자공학부 석사
- 2000년 ~ 2005년 : 삼성전자 선임연구원
- 2005년 ~ 현재 : 전자부품연구원 선임연구원
- 주관심분야 : 멀티미디어 코덱, 멀티미디어 프레임워크, RVC, 멀티미디어 편집



### 최병호

- 1991년 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1993년 : 한양대학교 전자공학과 석사
- 2010년 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 박사
- 1993년 ~ 1997년 : LG전자 주임연구원
- 1997년 ~ 현재 : 전자부품연구원 멀티미디어IP연구센터 센터장
- 현재 : 실감방송분과위원
- 주관심분야 : 3DTV, UHDTV, 방송장비