

8K UHD 콘텐츠 인제스트 및 편집 비디오 서버의 구현

김제우, 신화선, 장성준, 이상설, 강주형
 전자부품연구원 멀티미디어 IP 연구센터
 {jwkim, L544, sjjang0626, sslee81, kangjh}@keti.re.kr

Implementation of Video Server System for Ingesting and Editing 8K UHD Contents

Je Woo Kim, Hwa-sun Shin, Sung Jun Jang, Sang-Seol Lee, Joohyung Kang
 Multimedia IP Research Center, Korea Electronics Technology Institute (KETI)

요 약

본 논문은 현재 서비스 시작 단계인 UHD TV 방송 서비스의 확산을 위해서 UHD 콘텐츠 제작 워크플로우에서 우선적으로 요구되는 UHD 콘텐츠의 실시간 획득, 저장을 하고 이를 편집할 수 있는 UHD 콘텐츠 인제스트 및 편집용 비디오 서버 시스템의 설계와 구현 방법에 대해 기술한다. 제안된 UHD 콘텐츠 비디오 서버 시스템은 최대 8K UHD 콘텐츠를 실시간으로 인제스트 및 재생하고, 또한 저장된 콘텐츠를 상용 편집툴과 연동하여 8K 콘텐츠를 편집할 수 있다.

1. 서론

최근 방송산업은 HDTV 이후의 방송 서비스로 UHD TV 방송 서비스를 대세로 인식하면서, 이에 대한 관련 기술 및 서비스 개발에 집중하고 있다. UHD TV 방송 서비스는 HDTV 에 비해 4 배 이상 해상도의 비디오와 10 채널 이상의 다채널 오디오로 몰입감과 현장감을 극대화한 초고품질 AV 서비스로 일본을 비롯한 선진국에서는 관련 기술의 표준화 및 서비스 개발을 주도하고 있으며, 우리나라에서도 2013 년부터 지상파, 케이블, 위성 매체별로 4KUHD TV 실험방송 및 상용서비스 중이다[1].



그림 1. UHD 콘텐츠 제작 워크플로우 (예, 방송 프로그램)

UHD TV 방송 서비스는 그림 1 에 보인 것과 같이 기존 HDTV 방송 서비스와 거의 동일한 제작 워크플로우를 갖는다. 즉, HD 콘텐츠 대신 UHD 콘텐츠를 획득/저장(인제스트)하고, 이를 방송프로그램으로 편집한 후 방송국 주조정실에서 송출하는 단계를 거쳐, 시청자들은 방송 프로그램을 시청하게

된다. 제작 워크플로우에서 UHD 방송 프로그램으로 제작하기 위해 UHD 콘텐츠를 녹화하는 인제스팅 장비, 녹화된 콘텐츠를 방송 프로그램으로 편집하는 편집 장비, 그리고 인제스팅할 때 또는 편집된 프로그램을 최종 출력(export)하기 위한 포맷 트랜스코딩 장비 등이 우선적으로 필요하다.

그래서 본 논문에서는 최대 8K UHD 콘텐츠를 실시간으로 입력받아 스튜디오 편집용 코덱으로 압축하여 인제스트 및 저장하고, 이를 상용 편집 툴과 연동하여 UHD 콘텐츠를 제작하기 위한 비디오 서버 시스템의 설계 및 구현에 대해 기술하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 UHD 콘텐츠 인제스트 및 편집용 비디오 서버의 설계에 대해서 살펴보고, 3 절에서는 이의 구현과 성능에 대해서 기술한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 8K UHD 콘텐츠용 비디오 서버의 설계

본 논문의 8K UHD 콘텐츠의 인제스트 및 편집용 비디오 서버 시스템은 그림 2 와 같이 하드웨어 시스템 구성으로 설계하였다. 즉, 비디오 서버 시스템의 전체 구성은 워크스테이션 기반의 서버 형태로, 메인 보드를 중심으로 PCI-e Gen. 3 버스 상에서 동작하는 2 채널의 4K UHD 영상을 입력받아 압축하고 또 이를 복원하여 재생할 수 있는 UHD 콘텐츠 저장/재생 H/W 보드 2 개, 트랜스코딩 가속을 위한 GPU 보드, 그리고 RAID 로 구성된 저장 매체 등으로 구성하여 8K 콘텐츠에 대응하도록 설계하였다.

그림 2 의 시스템 구성과 더불어 그림 3 에 보이는 것과 같이 기능 컴포넌트들을 설계하였다.

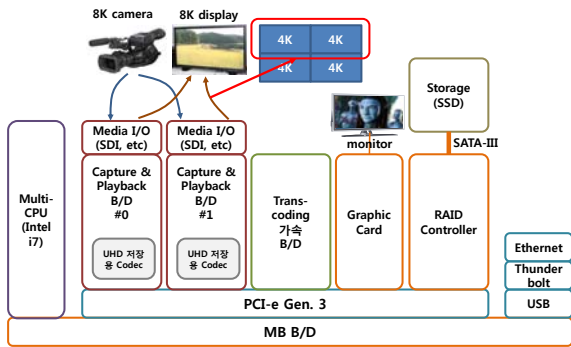


그림 2. UHD 콘텐츠 비디오 서버의 하드웨어 구성도

설계된 서버는 기능적으로 최대 8K UHD 콘텐츠를 획득하여 압축·저장하는 인제스트 기능, 인제스트된 콘텐츠를 컷편집, 효과 편집 등을 지원하는 편집 기능, 그리고 최종 프로그램을 검증하기 위한 재생 기능 및 트랜스코딩 기능을 지원하고, 이를 위한 컴포넌트들로 구성되도록 설계하였다. 즉, 세 종류의 독립적인 애플리케이션으로 서버가 동작할 수 있도록 설계하였다.

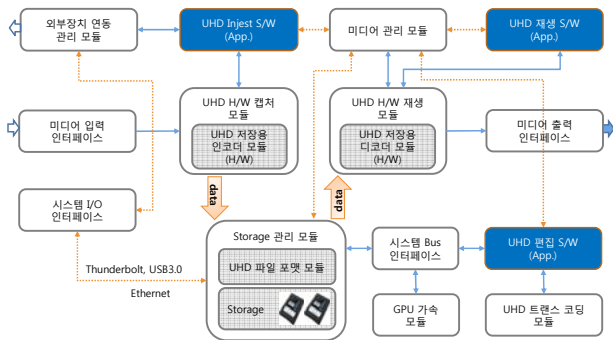


그림 3. UHD 콘텐츠 비디오 서버의 기능 컴포넌트 구성도

3. 8K UHD 콘텐츠용 비디오 서버의 구현

8K UHD 콘텐츠 비디오 서버 시스템의 인제스트 및 재생 기능의 지원은 UHD 콘텐츠 저장/재생 H/W 모듈을 통해 구현하였다. 구현된 UHD 저장/재생 H/W 모듈은 입출력 신호 인터페이스로 현재 방송 산업에서 대중적으로 사용하고 있는 SDI[2]를 지원하는데, 현재 UHD 콘텐츠를 지원하기 위해서는 3G-SDI 를 다중으로 사용하여야 한다. UHD 저장/재생 H/W 보드는 8 개의 3G-SDI 인터페이스(입출력으로 총 16 개)를 사용하여 2 채널 4K UHD 콘텐츠가 4K@60p raw 데이터 형태로 입출력하도록 구현하였다.

4K raw 데이터로 입력된 데이터는 저장용 코덱을 통해서 압축된 비트스트림으로 변환되는데, 저장용 코덱은 방송, 영화 등에서 raw 데이터를 그대로 저장하기에는 데이터 용량이 크기 때문에 저장 효율을 높이고 편집이 용이하도록 한 프레임마다 random access 가 가능하고 시작적으로 무손실로 압축하는 코덱을 의미한다. 구현된 저장용 코덱은 AVC-Intra[3] 코덱을 우선 적용하였고, HEVC intra only 코덱[4]을 적용할 수 있도록 저장/재생 H/W 보드를 설계 및 구현하였다. 압축된 비트스트림은 서버의 저장 매체로 전송하기 위해 PCI-e Gen.3 8-lane Bus 인터페이스로 구현하였다.

구현된 UHD 저장/재생 H/W 모듈은 그림 4 에 보이듯이 한 개의 base 보드와 4 개의 daughter 보드로 구성된다. 모두 5 개의 FPGA 로 구성되고 Xilinx Virtex-7 계열의 FPGA 를 사용하였으며, 특히 Virtex-7 V2000T FPGA 4 개는 4K UHD 저장용 코덱들을 적용하기 위해 사용하였고, base 보드의 FPGA 에는 코덱 제어, 스트림 버퍼 제어, 그리고 PCI-e DMA 및 콘트롤 IP 등을 적용하였다.

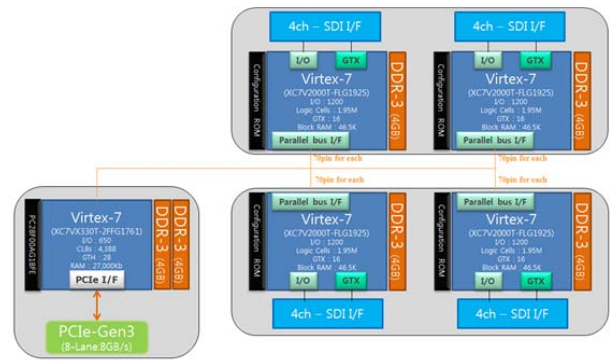


그림 4. UHD 콘텐츠 저장/재생 H/W 모듈 구성도

그림 5 는 UHD 저장/재생 H/W 모듈의 설계 아트웍과 실제 제작된 모습을 보인 것이다. 제작된 H/W 모듈은 저장용 코덱을 적용한 daughter 보드와 SDI 신호 인터페이스 보드로 인하여 6U 정도의 높이를 갖고 있어, 서버 시스템은 9U Rack 형태로 구성하였다.

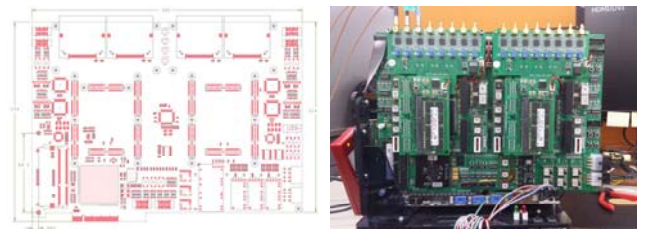


그림 4. UHD 콘텐츠 저장/재생 H/W 모듈의 설계도 및 구현 모습

저장용 코덱인 AVC-Intra 코덱은 V2000T FPGA 1 개당 4K UHD 콘텐츠를 처리하도록 HW IP 구현 및 타겟팅하였으며, 4K@60p 콘텐츠를 최대 800Mbps 로 압축/재생하는 성능을 검증하였다. HEVC intra only 코덱은 4 개 V2000T FPGA 를 통해서 4K 콘텐츠를 압축/재생 성능을 검증하였다.

일반적으로 제작을 위한 비디오 서버는 비디오는 저장용 코덱을 통해 압축저장하고, 오디오는 PCM raw 데이터를 채널별로 원본 저장하기 때문에 구현된 비디오 서버도 동일한 방식으로 UHD 콘텐츠를 저장한다. 저장을 위한 포맷은 방송산업에서 많이 사용하고 있는 MXF[5] 포맷을 적용하였다. 구현된 서버는 8K 콘텐츠를 4 개의 4K UHD 를 조합하여 구성되므로, 그림 5 에 보이는 것과 같이 4 개의 비디오 ES 를 MXF locator 를 통해 구성하고 4K 비디오를 개별적으로 저장하는 컨셉으로 인제스트를 하였다. 저장된 8K UHD 콘텐츠는 그림 5 에 보이는 것과 같이 편집 프로그램에서 MXF locator 를 통해 4K ES 들간의 관계를 분석하고, 이를 조합하여 8K UHD 콘텐츠로 출력하도록 하였다.

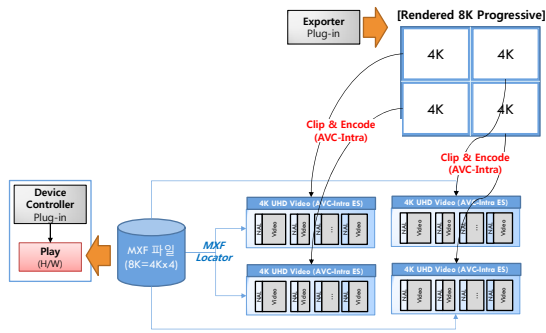


그림 5. 8K UHD 콘텐츠 저장 포맷 (MXF) 및 렌더링 모습

인제스트된 8K 콘텐츠의 편집은 상용 편집 프로그램인 Adobe Premier C6 기반으로 구현된 저장/재생 HW 모듈 및 8K UHD MXF 포맷 플러그인을 연동하여 편집을 지원하도록 구현하였다. 그림 6은 편집 프로그램의 UI를 보인 것이다.



그림 6. 8K UHD 콘텐츠 편집 프로그램 UI 모습

그림 7은 구현된 서버의 외부 모습과 테스트를 위한 모니터 시스템을 보인 것이다. 구현된 서버 시스템은 워크스테이션 메인보드와 인텔 CPU 환경에서 동작하고, 제작된 UHD 저장/재생 HW 모듈 2장과 RAID 기반의 SATA3 저장장치로 구성된다. 또한 인제스트 및 재생 애플리케이션과 더불어 상용 편집툴인 Adobe Premier CS6를 포함하여 인제스트 기능, 편집 및 재생 기능을 지원하고, HEVC 기반의 트랜스코딩 모듈을 지원하고 있으며, 최대 8K UHD 콘텐츠를 60fps까지 인제스트 및 편집을 수행할 수 있다.



그림 6. 8K UHD 비디오 서버와 검증용 모니터 시스템 모습

4. 결론

본 논문에서는 차세대 방송 서비스의 주류가 될 UHDTV

방송 시대에 대응하기 위해서 제작 워크플로우에서 우선적으로 필요한 UHD 콘텐츠 인제스트 및 편집용 비디오 서버 시스템의 설계와 구현에 대해서 기술하였다. 구현된 UHD 콘텐츠 비디오 서버 시스템은 최대 8K UHD 콘텐츠를 실시간으로 인제스트 및 재생하고, 또한 저장된 콘텐츠를 상용 편집툴과 연동하여 8K 콘텐츠를 편집할 수 있다. 향후에는 8K 콘텐츠의 저장/재생 및 인제스트의 성능을 향상시키기 위한 연구를 계속할 계획이며, 저장과 동시에 재생을 하기 위한 연구를 계획하고 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 방송통신미디어산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [10043450, 8K UHD 및 4K S3D 콘텐츠의 획득/저장/Ingest 및 전송용 비디오 서버 기술 개발]

참고문헌

- [1] 조속희, 김계우, 최진수, “UHDTV 방송 서비스를 위해 요구되는 비디오 부호화기의 성능 분석”, 방송공학회지, 제 18 권, 제 2 호, 2013년 4월
- [2] SMPTE 424M-2006, “3 Gb/s Signal/Data Serial Interface”, Apr, 2006.
- [3] SMPTE RP 2027-2007, “AVC Intra-Frame Coding specification for SSM Card Application” Jul, 2007.
- [4] ITU-T Rec. H.265, “High Efficiency Video Coding”, Apr, 2013.
- [5] SMPTE 377M-2004, “Material Exchange Format (MXF) - File Format Specification”, Sep, 2004