

UHD 영상/음향 데이터의 실시간 획득/재생 시스템에서의 SDI 내장 음향 데이터의 추출 및 합성을 위한 하드웨어 플랫폼 개발

*이상설 장성준 최정민 김제우

전자부품연구원

*sslee81@keti.re.kr

Development of Hardware Platform for Extracting & Composing of SDI Embedded Audio Data at Real-time Capture/Playback System of UHD Video/Audio

*Lee, Sang-Seol Jang, Sung-Joon Choi, Jung-Min Kim, Je Woo

Korea Electronics Technology Institute

요약

일반적으로 UHD 방송 편집 시스템에서 UHD 영상의 데이터양이 막대하기 때문에 실시간 전송을 위해 코덱과 함께 압축하여 편집 서버로 혹은 편집 서버로부터 스트림 형태로 전송한다. BT.1120 형태로 전송·송출된 SDI (Serial Digital Interface) 내장 음향 데이터는 영상과 달리 보조 데이터 영역에 다른 메타 데이터들과 함께 합성되어 전송·송출되기 때문에 추출 및 합성이 상대적으로 어렵다. 특히 재생을 위해서는 영상 코덱으로부터의 출력 영상과의 동기를 고려해야 하고 음향 데이터를 BT.1120 표준에 맞춰 보조 데이터 영역에 합성해야하기 때문에 개발에 어려움이 있다.

이에 본 논문은 UHD 영상/음향 데이터의 실시간 획득/재생 시스템에서의 SDI 내장 음향 데이터의 추출 및 합성을 위한 FPGA (Field Programmable Gate Array) 기반 하드웨어 플랫폼을 제안하였다. 또한, 이를 위한 음향 데이터 추출 로직과 합성 로직을 HDL(Hardware Design Language) 설계하여 FPGA 내에 탑재하고 카메라/디스플레이/편집 서버와 통합하였다. 시험 결과 4K 60fps 데이터에서 정상적으로 영상과 음향을 분리/획득 및 합성/재생하였다.

1. 서론

최근 4K 이상의 UHD 영상 서비스와 더불어 16채널 이상의 다채널의 오디오를 구현하여 실 현장에서와 유사한 느낌을 구현해 내는 서비스를 필요로 하고 있다. 그러나 음향 데이터의 경우 입출력을 위한 인터페이스가 한정적이며, 인터페이스의 변경으로 인한 영상/음향간의 동기에 어려움이 있다. [1] 특히 방송용 편집 시스템의 경우에는 대부분의 영상 입출력이 SDI를 통하여 이루어지며, SDI 인터페이스에서 주로 이용되는 SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) 규격을 만족해야 한다. [2] 이에 본 논문에서는 오디오 데이터를 입출력 할 수 있는 하드웨어 플랫폼을 개발하고 효율적으로 음향 데이터의 송수신이 가능한 하드웨어 구조를 제안한다.

2. 하드웨어 플랫폼 개발

오디오 인터페이스는 멀티채널 UHD 콘텐츠용 녹화/재생 HW 보드 중 확장 보드 형태의 XLR 모듈을 개발하였다. 개발된 확장형 보드는 음향 데이터를 AES 형태로 입력 받거나 출력할 수 있는 기능을 구현을 위한 것이며, SDI 규격을 통하여 송신/송출이 가능하다. AES3 입출력 회로는 Xilinx社에서 제공하는 AES 규격을 참조 하였다.[3]

AES 출력은 pair형태로 LVCMOS25로 invert해서 출력하고, 이는 그림 1에서와 같은 회로로 구성하여 인터페이스 변경이 가능하다.

AES3입출력을 위해서는 FPGA와 연결시 Level shifter가 필요하기 때문에 Single Ended로 24채널x 2를 구성하고, AES in/out보드에 level shifter와 드라이버를 이용하여 XLR 인터페이스 보드를 설계하였다. 하드웨어 플랫폼에서는 입력은 RS-422 Transceiver를 이용하고, 최종 개발한 AES/EBU 인터페이스 보드는 그림 2와 같이 64 pin QSH connector로 연결되어 있으며 필요 없는 부품의 제거 등으로 보드 크기를 축소 또는 추후 확장 슬롯 형태로의 변경이 가능하다.



그림 1. AES 인터페이스 확장보드 : XLR 인터페이스 연결

3. 음향 데이터 추출/합성 하드웨어 개발 및 기능검증

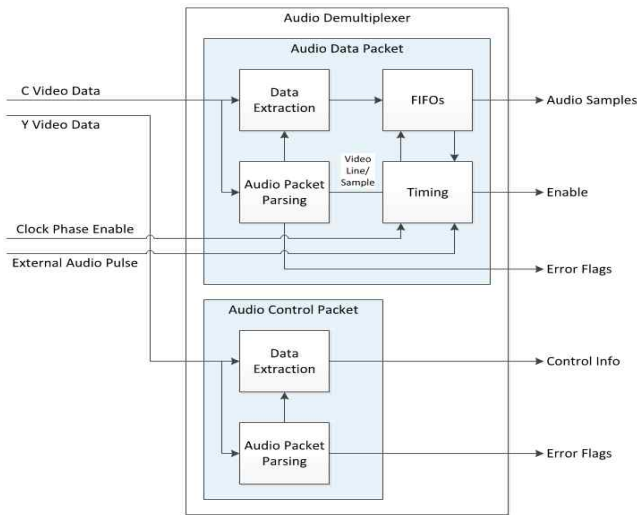


그림 2. 오디오 Demultiplexer 블록 다이어그램

앞서 설명한 바와 같이 하드웨어 플랫폼에서는 오디오 데이터를 AES3 또는 SDI-Embedded의 오디오를 획득하기 위해 AES 스트림 및 BT.1120 스트림의 Parsing이 필요하다. 이를 위해 AES 인터페이스를 이용할 경우에는 Serial AES 입력 데이터를 오디오 데이터로 변경하는 하드웨어 로직을 이용하여 오디오 데이터를 입력 또는 출력하였다 [3]. SDI 인터페이스를 이용할 경우 오디오 Demultiplexer를 구현하여 Valid와 함께 출력되도록 하고, 재생의 경우 Multiplexer를 구성하여 비디오 관련 SDI 신호와 함께 출력되도록 구현하였다.

Audio Demultiplexer는 BT.1120 스트림에서 Audio data를 검출하는 하드웨어 블록으로 Audio data packet block과 Audio control packet block으로 구분되며 Audio data packet에는 C(CbCr) video data를 Audio control packet에는 Y video data를 입력으로 사용하고 각각의 Audio packet parsing block에서 data packet/ control packet을 모니터링 한다. Audio packet parsing block에서 각각의 입력 Video Data(C, Y)를 모니터링 하다가 Audio data를 알리는 Ancillary Data가 입력되면 이후의 Data를 Audio Sample Data Format에 맞춰 Data Packet과 Control Packet을 구성한다. 구현된 Audio Data Packet block의 출력은 최종 Audio Sample Data로, Audio control Packet block의 출력은 Control 정보로 출력되어 사용한다.

Audio Multiplexer는 De-multiplexer와는 반대로 Video data stream의 horizontal blanking period에 packet 형태로 존재하는 Audio data에 새로운 Audio data로 삽입하거나 삭제하는 모듈로 크게 Audio Data Packet block과 Audio Control Packet block으로 구성된다. C(Cbcr), Y Video Data와 Audio Sample Data를 입력으로 취하여 Audio Ancillary Data Parsing을 통해 Audio Data를 확인하고 Audio Data Packet Construct/ Audio Control Packet Construct에서 나오는 신호에 의해서 Audio Data에 입력으로 받은 Audio Sample Data를 삽입 혹은 삭제가 결정되고 Audio Packet Multiplexer에서 기존 Video Data 유지 또는 Audio Sample Data 적용과 같은 새로운 Audio Data 합성이 이뤄진 후 Video Data가 출력된다.

설계된 오디오용 추출 및 합성을 위한 하드웨어의 특징은

3G-SDI, HD-SDI를 지원하고, 하나의 group은 4channel(@48KHz audio sample), 2Channel(@96KHz audio sample)을 지원하고 총 4개의 group까지 사용 가능하며 다양하게 조합하여 최대 16 channel까지 지원이 가능하다. 또한 AES 인터페이스 확장 보드로부터 입력된 AES 음향 데이터를 Overwrite mode로 동작하도록 overwrite enable을 이용하여 새로운 음향 packet을 Ancillary 영역에 영상 데이터와 동기를 맞춰 삽입 혹은 기존 packet으로 유지가 가능하다. [4, 5] 음향 데이터의 추출 및 합성을 위한 하드웨어는 HDL로 설계하여 시뮬레이션 검증하였으며, 검증한 결과는 그림 3과 같다.

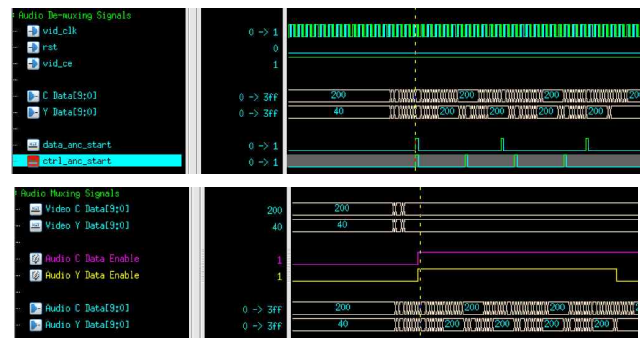


그림 3. 오디오 Multiplexing/De-multiplexing 검증 결과

4. 결론

본 논문은 SDI 채널을 통하여 최대 16개 채널의 오디오를 입출력할 수 있어 4K용 4개의 SDI 인터페이스로 최대 64채널의 오디오 출력이 가능한 하드웨어 구조를 제안하고, 확장형 인터페이스 구조를 적용하여 편집 서버의 오디오 입출력을 SDI 인터페이스 외에 XLR 인터페이스 또한 활용이 가능하도록 하드웨어를 설계하였다. 최종 시스템 검증은 4K-UHD 카메라를 통해 HDMI Video Data를 입력받아 HDMI to HD/SD Converter로부터 SDI를 입력받고 Xilinx Vivado 2014.4 툴을 이용하여 FPGA 플랫폼상에서 통합/검증하였다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송연구개발사업의 일환으로 수행하였음.[B0126 -15-1027(UHD방송용 통합 콘텐츠 제작서버 기술 개발)]

참고 문헌 (References)

- [1] "UHD 방송용 통합 콘텐츠 제작 서버 기술 개발," 연차보고서, 미래창조 과학부, 2016
- [2] M. Crepaldi 외 3명, "A Multistandard Digital HD/SD Audio Multiplexer with Modular Ancillary Packet Substitution," IEEE TCSVT, 2012
- [3] "Application note : xapp1014," www.xilinx.com, Xilinx
- [4] SMPTE 291M: Ancillary Data Packet and Space Formatting.
- [5] SMPTE 272M-1994: Formatting AES/EBU Audio and Auxiliary Data into Digital Video Ancillary Data Space.