

멀티채널 UHD 영상 녹화 및 재생 하드웨어 플랫폼을 위한 디바이스 드라이버 인터페이스 개발

*황보석 장성준 이상철 김제우 최병호

전자부품연구원

*seok.hwangbo@keti.re.kr

Development of Device Driver Interface for Multi-Channel UHD Video Record & Playback Hardware Platform

*Hwangbo, Seok Jang, Sung-Joon Lee, Sang-Seol Kim, Je Woo Choi, Byeong-Ho
Korea Electronics Technology Institute

요약

본 논문은 멀티채널 UHD(Ultra High Definition) 영상 녹화/재생 하드웨어 플랫폼과 서버 시스템간의 안정적인 스트림 데이터 전송을 위한 PCI Express 디바이스 드라이버 인터페이스를 제안한다. 멀티채널 기반의 하드웨어 플랫폼은 병렬 프로세스 제어가 가능하고, 서버와의 데이터 전송을 원활하게 해주는 디바이스 인터페이스가 필요하게 되는데, 본 논문에서는 PCI Express 인터페이스를 이용하여 해당 하드웨어 플랫폼을 인식하고, 쓰레드(Thread) 기반으로 멀티채널을 동작시키는 방식으로 인터페이스를 구현하였다. 본 논문에서 제안한 인터페이스는 효율적인 제어를 통해 하드웨어 플랫폼과 서버 시스템 사이의 실시간 데이터 전송을 가능하게 하였으며, 멀티채널 기반으로 안정적인 영상 콘텐츠 녹화 및 재생의 결과를 얻을 수 있었다.

1. 서론

최근 고품질 영상 콘텐츠가 크게 확대되면서 UHD(Ultra High Definition) 영상 및 방송에 대한 관심이 높아지고 있다. 국내 지상파 방송사들은 2017년 2월 수도권을 시작으로 2021년까지 전국으로 UHD 방송을 확대시킬 예정이라고 발표하였다[1]. 이에 따라, UHD 영상과 관련된 장비, 기술 및 서비스에 대한 연구·개발 지원이 증가되고 있으며, UHD 영상을 빠르고 안정하게 전송하기 위한 입출력 플랫폼 개발이 활발하게 이루어지고 있다[2].

이에 본 논문에서는 멀티채널 UHD 영상 녹화/재생 하드웨어 플랫폼과 서버간의 안정적인 스트림 데이터 전송을 위한 디바이스 드라이버 인터페이스를 제안하였다. 제안하는 디바이스 드라이버 인터페이스는 그림 1과 같이 UHD 영상 녹화/재생 하드웨어 플랫폼과 서버시스템의 통합 소프트웨어 간의 원활한 데이터 전송을 지원하고, 멀티채널의 병렬 프로세스를 제어할 수 있는 인터페이스로 구현하였다. 본 논문의 2장에서는 하드웨어 플랫폼의 사양 및 동작 방식과 디바이스 드라이버 인터페이스의 개발 내용에 대해 기술하고, 3장에서 구현 결과와 결론을 서술하였다.

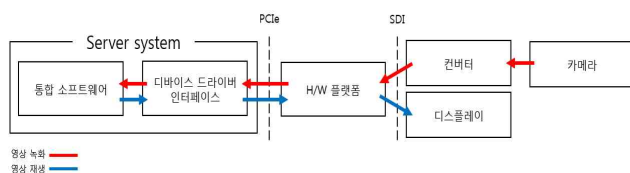


그림 1. 시스템 개요

2. 디바이스 드라이버 인터페이스 개발

2.1 멀티채널 UHD 영상 녹화/재생 하드웨어 플랫폼

본 논문에서 사용한 하드웨어 플랫폼[3]은 그림 2와 같으며, 자체 개발된 플랫폼으로 2채널 4K 60fps 영상을 동시에 안정적으로 녹화 및 재생하기 위해 PCI Express 3.0 인터페이스가 탑재되어있다. 또한, CODEC, SDI, PCIe 컨트롤 및 데이터 처리를 위한 제어 로직을 위해 총 3개의 FPGA(Xilinx Virtex 7 V330T 1개, Kintex 7 410T 2개)를 사용하고 있다.



그림 2. FPGA 기반 멀티채널 UHD 영상 녹화/재생 하드웨어 플랫폼

FPGA 기반 하드웨어 플랫폼의 영상 녹화 과정은 카메라로부터 녹화된 스트림 데이터를 인코딩(Encoding)하여 사전에 정의된 DDR 메모리 공간에 기록하게 되며, 재생 과정은 서버로부터 전달받은 스트림 데이터를 디코딩(Decoding)해서 디스플레이로 영상을 렌더링(Rendering)하게 된다. 해당 하드웨어 플랫폼은 최대 2채널까지 사용 가능한 상태로 목적에 따라 단일채널 녹화/재생, 멀티채널 녹화/재생

등 다양한 방식으로 사용될 수 있다.

2.2 디바이스 드라이버 인터페이스 설계 및 개발

UHD 영상 녹화/재생 시스템을 위한 디바이스 드라이버 인터페이스는 앞서 살펴본 그림 1과 같이 PCI Express bus를 통해 하드웨어 플랫폼과 서버간의 데이터 전송을 위한 제어 역할을 담당한다. 본 논문에서는 PCI Express 인터페이스를 이용하여 해당 하드웨어 플랫폼의 bus, device, vendor ID를 인식하고, 컨트롤 레지스터를 제어하면서 스레드(Thread) 기반으로 각 채널이 녹화/재생 동작 기능을 수행하게 된다. 이와 같은 내용을 바탕으로 표 1과 같이 디바이스 드라이버의 인터페이스를 정의하였다.

표 1. 디바이스 드라이버 인터페이스 API 목록

	기능	API
설정	드라이버 초기화	InitializeDriver
	드라이버 해제	DeinitializeDriver
	디바이스 검색	SearchDevice
	디바이스 정보 획득	GetDeviceInformation
	디바이스 리셋	ResetDevice
	레지스터 값 설정	SetControlRegister
	레지스터 값 읽기	ReadRegister
동작	레지스터 값 쓰기	WriteRegister
	전송 시작	StartTransfer
	전송 중지	StopTransfer

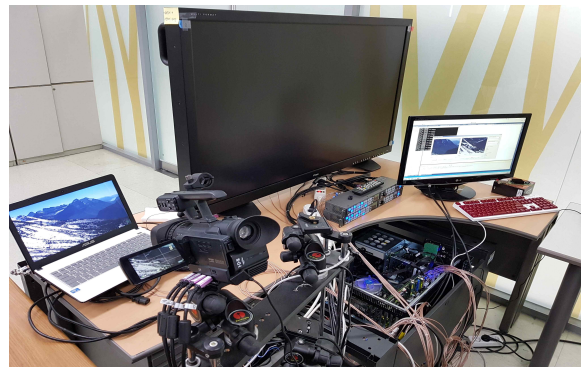
정의된 디바이스 드라이버 인터페이스는 영상 데이터 전송 과정 이전에 요구되는 PCI Express 드라이버 초기화/해제, 디바이스 리셋 등의 '설정' 기능과 서버 시스템-디바이스 사이의 영상 데이터 전송을 제어하고, 관리하는 '동작' 기능으로 구분되어진다. 특히, 동작 기능에서 전송 시작 명령이 내려지게 되면 디바이스의 채널이 녹화/재생 기능에 따라 폴링(Polling) 방식으로 DMA(Direct Memory Access)를 통해 데이터를 전송하게 된다. 데이터 전송에 있어 폴링 방식을 사용한 것은 각 채널의 스트림 데이터 전송 동작이 디바이스에 종속되지 않도록 하면서 정해진 요구에 따라 영상 데이터를 전송할 수 있다는 장점이 존재하기 때문이다.

단일채널이 녹화 기능으로 동작할 경우, 일정 주기마다 하드웨어 디바이스의 지정된 DDR 메모리에 기록된 스트림 데이터를 전달받게 되는데, 전송된 스트림은 통합 소프트웨어로 전달하여 인코딩 스트림, 오디오, 미리보기(Preview) 데이터로 저장된다. 이와 반대로 채널이 재생 기능으로 동작 하게 되면, 통합 소프트웨어로부터 전달받은 영상 스트림 데이터를 디바이스의 지정된 DDR 메모리에 일정량의 데이터를 반복적으로 전송하여 영상을 재생하게 된다. 추가적으로 재생 동작 이전에 큐(Cue) 프로세스를 수행하여 재생 스트림의 일부를 미리 디바이스로 전송해 재생에 대한 지연시간이 발생하지 않도록 하였다.

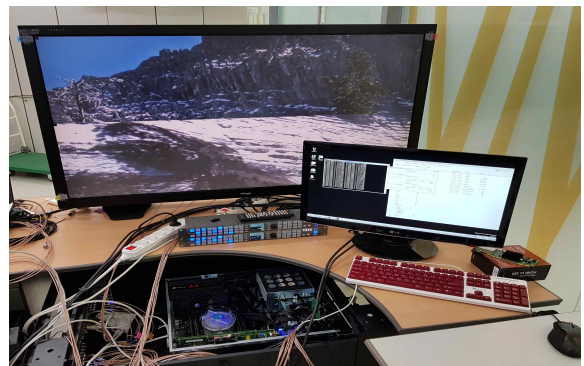
3. 구현 결과 및 결론

본 논문에서는 멀티채널 UHD 영상 녹화/재생 하드웨어 플랫폼과 서버 시스템 사이의 안정적인 데이터 전송, 효율적인 멀티채널 제어를 위한 디바이스 드라이버 인터페이스를 제안하였다. 제안한 인터페이스

기능의 올바른 동작을 실험하기 위해서 그림 3과 같이 서버 시스템과 실험 환경을 구축하였다. 실험 과정은 서버 시스템에서 테스트용 통합 소프트웨어를 이용해 외부 디바이스에서 출력되는 고화질 영상을 4k 카메라로 녹화한 후, 녹화된 영상을 디스플레이로 재생하는 방식으로 진행하였다. 실험 결과, 제안한 인터페이스를 통해 멀티채널 UHD 영상 녹화/재생 하드웨어 플랫폼과 서버 시스템 사이의 안정적인 데이터 전송이 가능했으며, 효율적인 멀티채널 제어가 가능하다는 것을 확인하였다. 추후에는 멀티보드 기반의 컴포넌트를 운영하기 위해 이를 통합 제어하는 인터페이스의 개발이 필요할 것이다.



(a)



(b)

그림 3. 멀티채널 UHD 영상 녹화/재생 하드웨어 플랫폼과 통합 소프트웨어 실험 환경 (a) 영상 녹화 및 저장, (b) 재생

Acknowledgement

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

References

[1] 정세윤, 김휘용, 최진수, "UHD 영상 포맷과 화질 및 실감 효과," 한국방송·미디어공학회, 방송과 미디어, 제 21권, 제 1호, 2016
 [2] 김지균, "2018 평창 동계 올림픽 UHD 준비 현황," 한국방송·미디어공학회, 방송과 미디어, 제 21권, 제 4호, 2016
 [3] Jang, Sung-Joon et al, "멀티채널 4K 초고해상도 영상 데이터의 실시간 획득 및 재생을 위한 FPGA 기반 하드웨어 플랫폼 개발," 2016년 한국방송·미디어공학회 하계학술대회, 2016