

국내 최초 다기능 4K UHD 비디오 서버 'Sirius4K'의 개발

박정기 SBS 뉴미디어개발팀 연구1실장

프로로그

SBS는 지난 2월 방송용 비디오 서버 개발 기술력과 현업 적용 노하우를 바탕으로 국내 최초의 다기능 4K UHD 송출용 비디오 서버인 Sirius4K 개발을 완료하였다. Sirius4K는 Apple 사의 ProRes 및 SONY 사의 XAVC 4K 포맷 영상을 모두 재생할 수 있으며, 실시간 4채널 HD-to-UHD 변환이 가능한 Upscaling Switcher 기능을 지원하는 등 다양한 자동 송출용 기능을 탑재한 4K UHD 비디오 서버로서, 국내외 우수 전시회에 출품되기도 하였다. 이에 기술 및 비용 면에서 탁월한 경쟁력을 가진 Sirius4K의 설계 사상과 주요 기능 및 외부 연동성에 대해 짚어 보고, UHD TV 시범 서비스 및 본방송용 송출 시스템 구축 시 핵심 장비로서의 역할과 시스템 설계 방향을 제시하고자 한다.

방송용 비디오 서버의 R&D 이력 (SBS)

SBS 뉴미디어개발팀 연구1실(실장 박정기, 박재현, 류경민, 하도영)은 2003년 SD 비디오 서버의 자체 개발 과제를 필두로 하여 각종 비디오 서버 관련 개발 과제를 수행하고 그 결과물들을 현업에 적용해 왔다. 2007년에는 국내 최초로 100Mbps의 압축률을 갖는 방송용 MPEG2



[그림 1] SBS의 비디오 서버 개발 관련 수행 과제 및 개발품

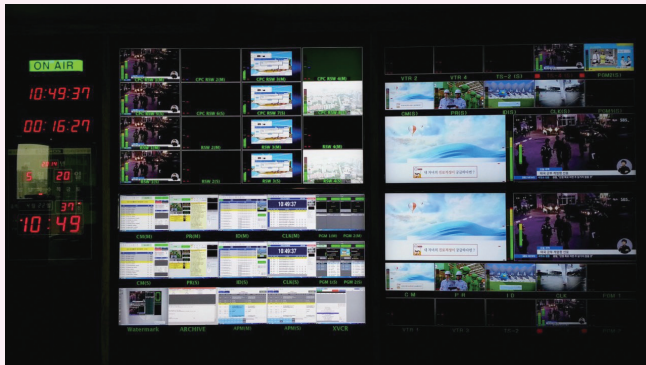
HD 비디오 서버를 개발하였고, 2010년과 2012년에도 각각 국내 최초의 고압축 XDCAM 50 HD 비디오 서버와 3D 비디오 서버를 개발하였으며, 올해는 10여 년 넘게 축적해 온 관련 R&D 기술력을 바탕으로 4K UHD 비디오 서버를 개발 및 출시하기에 이르렀다.



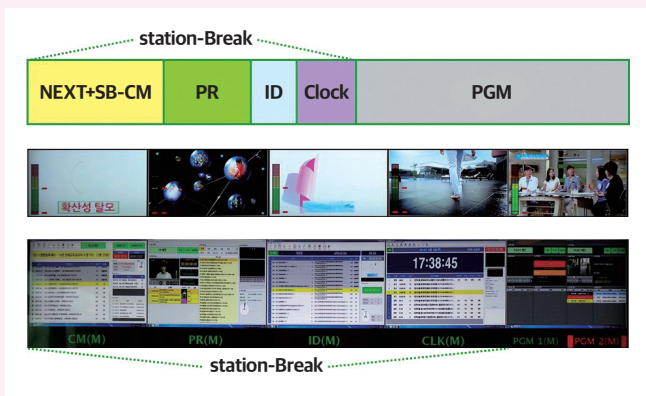
[그림 2] SBS 비디오 서버의 실행 화면 : HD(좌) & 3D(우)

자체 개발한 비디오 서버의 현업 적용 (SBS)

SBS가 자체 개발한 비디오 서버들은 주조정실, 인제스트룸 등 방송 현장에 100% 투입되어 현재까지 매우 안정적으로 운영되고 있다. [그림 3]에서는 SBS의 DTV 및 DMB 주조정실 월 모니터에 표시된 각종 비디오 서버의 사용자 화면을 확인할 수 있다. [그림 4]에는 송출 구간별 용도에 따라 개발된 “이어서+SB-CM”, “PR”, “Station-ID”, “시보”, “프로그램” 송출용 HD 비디오 서버의 비디오 출력과 사용자 화면을 차례대로 일대일 매칭시킨 현장 운영 사진을 표시하였다.



[그림 3] SBS 비디오 서버의 사용 현장 : DTV 주조정실(상) vs. DMB 주조정실(하)



[그림 4] 송출 구간별 용도에 따른 5가지 비디오 서버의 운영

국내 UHD 지상파 방송 현황

여기서 잠깐 국내 UHD 지상파 방송 표준화와 관련 현황을 짚고 가기로 하자. 2014년 국내에서는 DVB-T2 방식의 UHD 실험방송을 개시하였으나 일반표준으로는 채택되지 않았다. 올해 안에 미국에서 ATSC 3.0 방식의 CS(Candidate Standard)가 채택되리라 보고 있으며, 2016년 중반에는 미국 표준과 국내 표준이 확정될 것으로 예상된다. 이렇게 될 경우, 빠르면 2016년 이내에 시범방송을 개시할 수도 있으며, 2018년에는 평창올림픽의 UHD 본방송이 가능할 것으로 본다. 이 중 특히 시범방송 개시기에는 UHD 관련 장비의 대거 출현과 함께 UHD 송출용 비디오 서버의 현장 활용이 필수적이므로, 이에 대한 대비 차원에서라도 UHD 비디오 서버의 선제적 도입은 국내 방송 산업의 활성화에 크게 기여할 것으로 보인다.

지상파 UHD 방송 표준화

2014 DVB-T2 방식 일반표준 채택 불발, 실험방송 개시

2015 DVB-T2 실험방송 계속, 미국 ATSC 3.0 CS 채택 예상

2016 한/미 표준확정, 시범방송 개시 예상

2018 본방송 : 평창올림픽 UHD 중계 목표

[그림 5] 국내 UHD 지상파 방송 현황

UHD 비디오 서버 제품 현황

현재 UHD 방송 장비 시장에서 찾아볼 수 있는 대부분의 UHD 비디오 서버의 특징을 살펴보자면, 일단 대당 1~2억 원대의 매우 높은 가격대를 유지하고 있고, 재생 가능한 4K 미디어 포맷도 한 가지 계열의 특정 포맷만 지원한다. 또한 특별한 기능의 내부 장치는 탑재가 안 된 장비가 대부분인 상황이다.

UHD Video Server in Market

Very High Price

Do not Support Various 4K Formats

Do not Have Inner-Mounted Useful Devices

[그림 6] UHD 비디오 서버 제품 현황

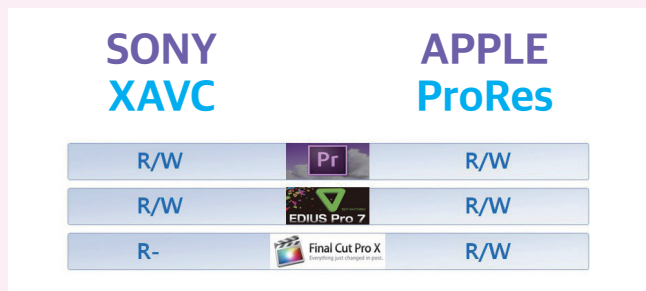
신규 4K UHD 비디오 서버 Sirius4K의 개발

올해 2월 초, SBS는 그간의 축적된 노하우를 바탕으로 다기능 4K UHD 송출용 비디오 서버를 개발 완료하였고, 그 제품명을 Sirius4K이라 명명하였다. Sirius4K의 개발을 위해 필요한 기술적인 세부 프로세스는 다음 장에서 소개하려 한다.

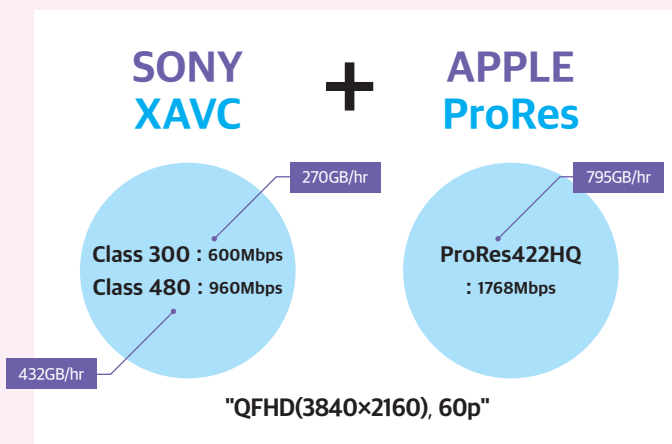
R&D 프로세스

4K 미디어 포맷 선정

비디오 서버의 개발을 위해 가장 먼저 필요한 과정은 4K UHD 미디어 포맷의 선정이다. 미디어 포맷, 즉 파일 포맷은 압축방식과 압축비트에 의해 따른 화질, 송출 성능, 저장 효율성 등을 결정하므로 시스템 설계의 가장 중요한 요소가 아닐 수 없다. 이러한 차원에서 Sirius4K는 SONY 사의 XAVC 포맷과 Apple 사의 ProRes 포맷을 모두 지원하도록 개발하였다. [그림 7]에서 보듯이 XAVC와 ProRes는 Premiere Pro CC, Edius Pro, FinalCut Pro X 등의 주요 NLE에서 공통으로 지원되는 포맷이므로 현재 가장 대중적인 UHD 미디어 포맷이라 할 수 있다. 따라서 이러한 2가지 계열 미디어 포맷의 지원 결정에 따라 Sirius4K는 XAVC Class300 및 XAVC Class480 포맷과 ProRes422HQ 포맷 파일을 모두 재생 가능한 세계 최초의 UHD 비디오 서버로 개발된 것이다.



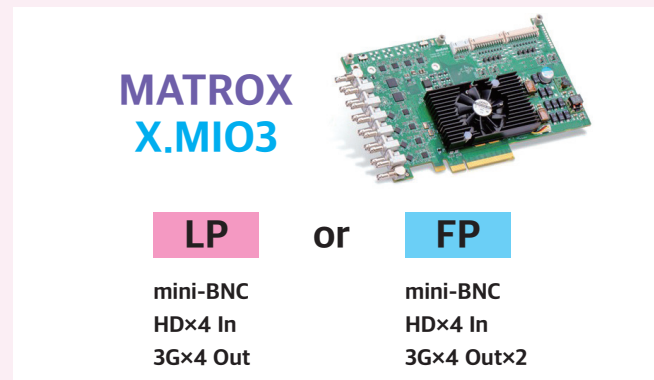
[그림 7] 4K 미디어 포맷의 NLE 호환성 비교



[그림 8] 세계 최초 양대 4K 미디어 포맷의 지원

4K 영상 입출력 보드 선정

두 번째로 필요한 프로세스는 UHD 영상 입출력보드를 선정하는 것이었다. Sirius4K에서는 개발용 코덱을 함께 지원하는 장점을 고려하여 Matrox 사의 X.MIO3 보드를 선정하였는데, 8개의 mini-BNC 입출력포트를 가진 LP 모델과 12개의 mini-BNC 입출력포트를 가진 FP 모델이 있다. LP 모델을 이용한 Sirius4K의 경우, 기본 설정에 의해 4개의 mini-BNC는 HD 영상 입력으로 사용하며 나머지 4개는 Quad-3G의 UHD 영상 출력으로 사용된다.

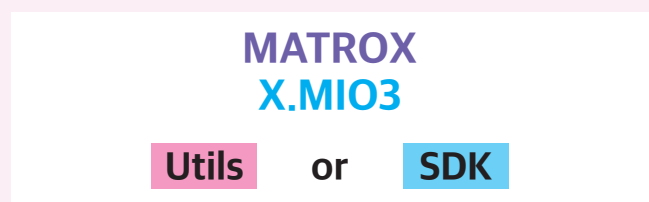


[그림 9] 사용된 4K UHD 영상 입출력 보드

하드웨어 구성 설계

다음으로 하드웨어 구성 및 사양 설계 작업을 수행하였는데, 고성능 Dual Dodeca-Core 시스템으로 설계하여 Hyper-Thread 사용 시 총 48개의 CPU Core가 동작하도록 하였다. 또한 1768Mbps의 높은 비트율을 갖는 ProRes422HQ 포맷 영상까지 원활하게 재생하기 위해, 최신 SSD와 RAID Controller를 채용하여 정밀 튜닝하는 과정도 필요했다. 주요 하드웨어 구성품의 사양은 아래와 같다.

- Dual Intel Xeon Dodeca-Core CPU
- 32GB DDR3 RAM
- X.MIO3 HBA & GPIO HBA
- SSD (for System & A/V Data) & RAID Controller
- Dual Power Supply



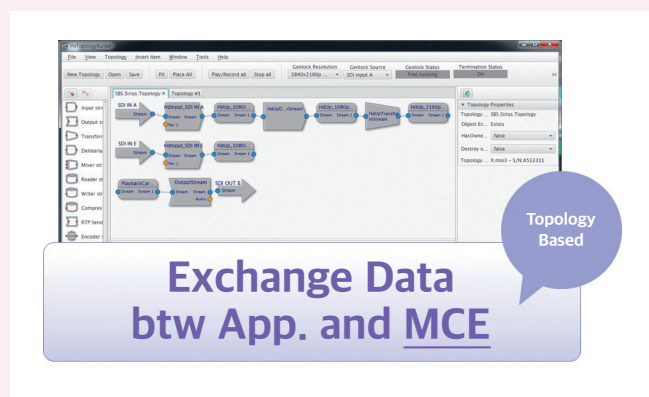
[그림 10] 비디오 엔진 및 SDK 버전

S/W 비디오 엔진 및 개발용 SDK 연구

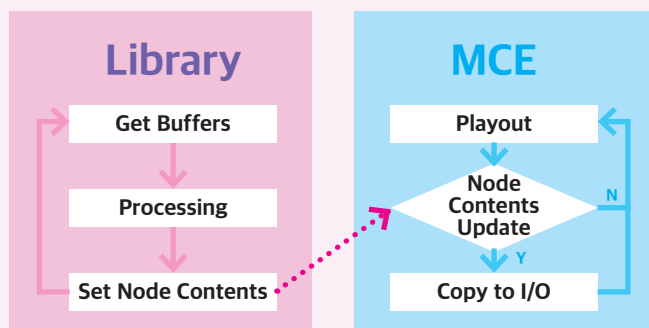
UHD 압축 Codec을 내장한 S/W 비디오 엔진은 Matrox 사가 제공하는 DSX 9.4 버전을 이용하였으며, 관련 API를 제공하는 개발용 SDK도 동일한 버전을 이용하여 X.MIO3 보드와의 호환성을 유지할 수 있었다.

Topology 기반 재생용 라이브러리 개발

DSX 9.4 버전에서 X.MIO3를 통해 UHD 미디어를 재생하기 위하여, 먼저 “4K 재생용 SBS 라이브러리”를 개발하였다. 그리고 이 4K 재생용 SBS 라이브러리는 “Topology”라는 기술을 이용하여 개발하였는데, 이것은 초기 Matrox 사 DigiSuite 계열 SDK에서 사용했던 “FilterGraph” 또는 유명한 시스템 시뮬레이션 소프트웨어인 “MATLAB”의 필터를 이용한 시스템 설계 기법과 유사한 개념이다. “Topology” 기법은 전체 시스템을 구성하기 위해 각 요소들을 방향성이 있는 “Node”로 연결하므로 세부 요소들의 I/O 연결이 직관적이며, 애플리케이션은 세부적인 코드 조작에 신경 쓸 필요 없이 MCE(Matrox Control Engine)만 인터페이스하여 원하는 재생 동작을 만들어 낼 수 있다. [그림 12]에 이렇게 개발된 4K 재생용 SBS 라이브러리의 동작 시나리오를 도식화하여 표시하였다.



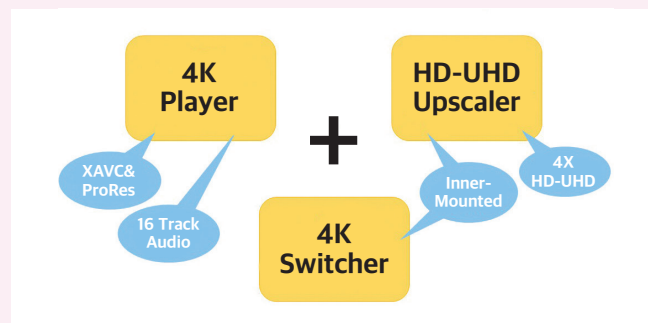
[그림 11] Topology 기반 기술의 특징



[그림 12] Topology 기반의 4K 재생용 라이브러리 동작 시나리오

송출용 애플리케이션의 개발

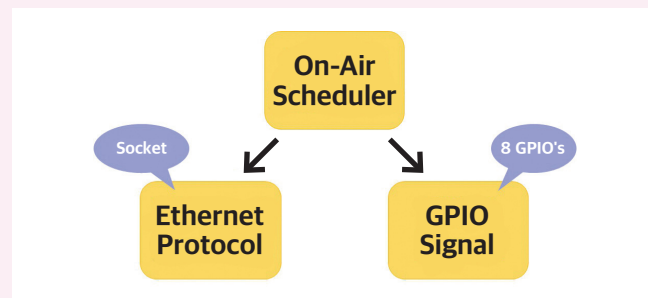
다음 절차로, 앞서 개발한 Topology 기반의 4K 재생용 라이브러리를 활용하여 4K 송출용 애플리케이션을 개발하였다. Sirius4K의 송출용 애플리케이션은 다른 제조사들과 달리 세계 최초로 별도의 외장 장치 없이, 실시간으로 4채널 HD-to-UHD 변환이 가능한 UpScaling Switcher 기능을 내장하였다. 즉, 현재 DTV에 사용되는 HD 비디오 소스를 4채널까지 입력받아 실시간으로 4K UHD 포맷으로 변환한 후 내장된 4K Switcher를 통해 출력시킬 수 있으며, 이 기능은 UHD와 HD 콘텐츠가 혼재해 있는 현 상황에서 매우 경제적인 4K UHD 송출 시스템 구축을 가능하게 해 준다. 참고 사항으로, 기술적으로는 내부의 Upscaler를 사용하여 기존 HD 미디어 포맷의 파일을 재생하면서 실시간으로 UpScaling 하여 4K UHD 영상으로 출력하는 것도 가능하다.



[그림 13] 송출용 애플리케이션의 구조

원격제어용 애플리케이션의 개발

추가로, 앞의 송출용 애플리케이션에 대해 Load/Play/Pause/Stop/Switch 기능의 송출 스케줄링 및 외부 제어가 가능한 원격제어용 애플리케이션을 개발하였다. 이 원격제어용 애플리케이션은 네트워크 소켓 통신을 통해 송출용 애플리케이션을 제어하는 등 간단한 APC(Automatic Program Controller) 기능을 수행하며, GPIO 입출력 처리도 가능하다. 원격제어용 애플리케이션은 UHD 비디오 서버 플랫폼 상에서 송출 애플리케이션과 함께 수행할 수도 있고, 네트워크로 연결된 별개의 외부 시스템에 설치하여 사용할 수도 있다.



[그림 14] 원격제어용 애플리케이션의 구조

코덱 라이선스의 획득

애플리케이션이 개발되었다고 해서 모든 프로세스가 끝난 것은 아니다. SONY 사의 XAVC 코덱은 라이선스가 무료이지만, ProRes 코덱은 Apple 사로부터 라이선스를 획득해야만 사용할 수 있다. 즉, ProRes 포맷을 재생하는 코덱을 이용하기 위해 비디오 서버 제조사는 Apple 사와 NDA(Non-Disclosure Agreement)를 우선 맺은 다음, SLA(Software License Agreement)를 체결하는 과정이 반드시 필요하다. SLA를 체결한 후에는 XAVC 코덱과 ProRes 코덱을 모두 사용할 수 있는 Matrox 사 X.MIO3 LP(FP) 550 모델을 구입할 수 있게 된다. 만약 XAVC 코덱만 사용하여 한다면, Apple 사의 라이선스 획득 절차가 필요 없으며, X.MIO3 LP(FP) 500 모델을 도입하여 시스템을 구성하면 된다.



[그림 15] 코덱 라이선스의 획득 절차

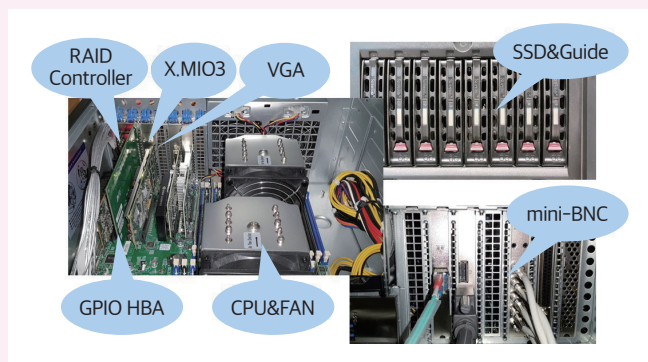


[그림 16] 코덱 라이선스 관련 제품 비교

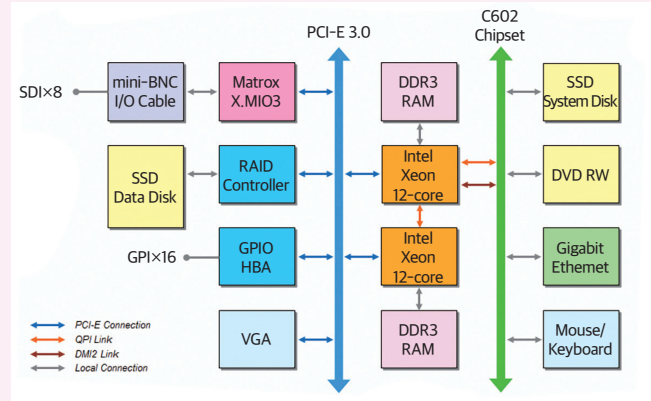
Sirius4K의 특징

하드웨어적 특징

[그림 17]에 Matrox X.MIO3 LP 550 모델을 채용한 Sirius4K의 실물 하드웨어 구성을 사진으로 나타내었으며, [그림 18]에는 기본 시스템 하드웨어의 블록 다이어그램을 표시하였다.



[그림 17] Sirius4K의 하드웨어 구성



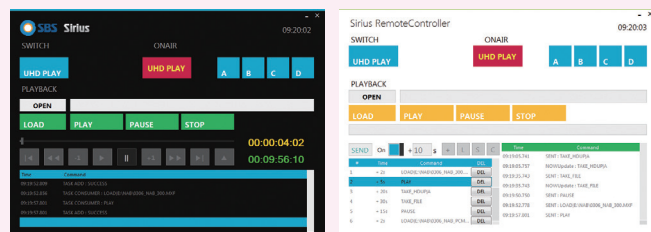
[그림 18] Sirius4K의 하드웨어 블록 다이어그램

소프트웨어적 특징

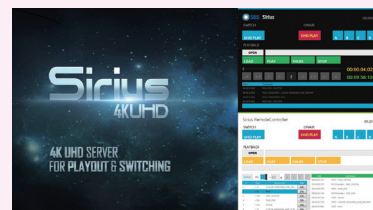
Sirius4K의 소프트웨어가 가진 특징을 요약하면 아래와 같다.

- Load, Play, Pause, Stop, FF, Rew, Scrub 명령 수행
- Native SONY XAVC / Apple ProRes422HQ codec 지원
- Real-time HD to 4K Deinterlaced Upscaling 가능
(ex. 1080i at 29.97 to 2160p at 59.94)
- Real-time Input Switching (Live or Clip) 가능
- Remote Control (TCP/IP, GPIO, VDCP) 지원

[그림 19]에는 개별 애플리케이션의 사용자 화면을 표시하였으며, [그림 20]은 UHD 비디오 서버 플랫폼상에서 송출 애플리케이션과 원격제어 애플리케이션을 함께 실행하는 예를 나타낸 것이다. 앞서 언급한 바와 같이, 원격제어용 애플리케이션은 네트워크로 연결된 외부 시스템에 설치하여 실행할 수도 있다.



[그림 19] Sirius4K의 송출(좌) 및 원격제어(우) 애플리케이션



[그림 20] 송출 및 원격제어 애플리케이션의 동시 실행 화면

테스트 및 시연

개발된 Sirius4K는 XAVC 및 ProRes422HQ 포맷에 대해 각각 10일 이상의 룰런 테스트를 수행하였으며, 올해 4월 미국 라스베이거스에서 열린 NAB 2015와 5월 KOBA 2015 전시회에 출품하여 국내외 방송인들의 많은 관심을 받았다.



[그림 21] Sirius4K의 룰런 테스트 수행



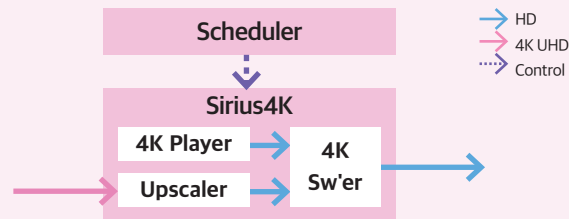
[그림 22] NAB 2015 전시 출품(제휴회사 TVLogic 부스) 및 관련 뉴스 방송 장면

개발 기대 효과

Sirius4K 개발의 기대 효과를 요약하면, “Versatile & Economical”로 압축하여 표현할 수 있을 것이다. “4K Player + Upscaler + 4K Switcher” 기능을 비디오 서버 내부에 탑재함으로써, 방송 시스템 구성을 단순화하고 UHD 시범방송 및 본방송에 직접 투입이 가능하다. 그리고 Sirius4K를 사용하면, 현재 실시간 길이의 9배 이상이 소요되는 TS Encoding 프로세스가 제거되어 UHD 송출 워크플로우를 대대적으로 개선할 수 있고, 4K 재생용 라이브러리를 확보함으로써 애플리케이션 라인업 다양화가 매우 용이해졌다. 또한, 자체 개발을 통해 시스템 구축 비용을 기존 제품 대비 40% 이하로 대폭 절감 가능하며, 무엇보다도 국내외 최초의 선제적 개발을 통해 한국 방송 기술의 고도화에 기여할 수 있다는 데 그 의의가 크다고 사료된다.

향후 계획

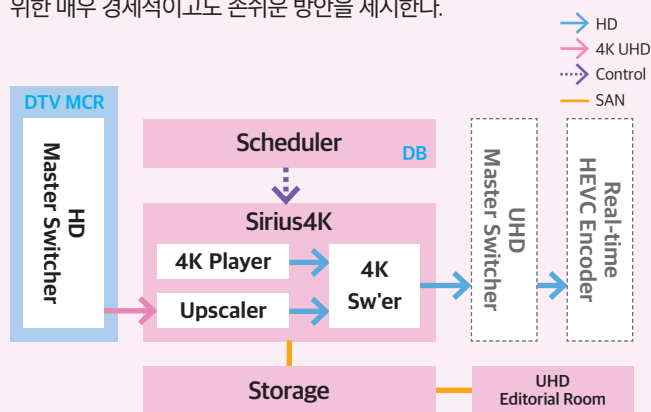
향후에는 좀 더 실제 방송 현장에 쉽게 적용 가능하도록 기능을 개선할 예정이다. 특히 송출 중인 4K 미디어 리스트에 대해 실시간으로 수정 편집이 가능한 “Dynamic Playlist” 기능을 우선적으로 추가할 예정이며, 현장 사용자들의 요구 기능을 적극적으로 수용하여, 4K UHD 시범방송과 본방송 현장에도 직접 투입할 계획이다.



[그림 23] Sirius4K를 이용한 베이스 시스템

Sirius4K를 활용한 UHD 방송 시스템의 설계

끝으로, UHD 방송 송출 시스템의 실무적인 구축을 돕기 위하여 Sirius4K를 이용한 기본 설계 팁을 소개하고자 한다. 먼저 [그림 23]에는 Sirius4K의 기본 애플리케이션을 이용한 베이스 시스템을 표시하였다. “Scheduler”는 원격제어용 애플리케이션을 나타내며, “Control” 라인을 통해 송출 스케줄링 및 제어 명령 전송을 수행하는 형상을 보여 준다. [그림 24]에서는 이러한 Sirius4K의 베이스 시스템을 이용하여 보다 더 실질적인 UHD 시범방송 시스템을 구성한 예를 나타내었다. 여기서는 UHD 편집실에서 제작된 4K 미디어 파일을 SAN(Storage Area Network)으로 구성된 공유 스토리지에 저장하면, 이를 Sirius4K의 4K Player가 직접 재생할 수 있다. 그리고 DTV 주조정실 HD 신호를 Upscaler에서 UHD로 변환한 출력과 4K Player의 출력을 편성 스케줄에 따라 자동 Switching 하여 UHD Master Switcher로 보내내게 된다. 이 구성은 특히 UHD 완전 전환 이전의 과도기에 HD 및 UHD 콘텐츠를 혼합하여 4K UHD로 방송하기 위한 매우 경제적이고도 손쉬운 방안을 제시한다.



[그림 24] Sirius4K를 이용한 UHD 시범방송 시스템 설계

에필로그

원래 Sirius는 밤하늘 별자리 중 “큰 개 자리”를 이루는 알파성(한 별자리 내에서 가장 밝은 별)의 고유명으로 지구 상에서 관찰할 수 있는 가장 밝은 별이다. 이번엔 SBS가 개발하였고, 계속 수정 보완해 나아갈 Sirius4K도 밤하늘의 가장 빛나는 Sirius 별처럼 곧 도래할 UHD TV 시대에 우리 방송기술이 나아갈 방향성을 제시하는 중요한 초석이 되었으면 하는 바람이다. 🌌