

백서

XF405

신제품 4K UHD

컴팩트 캠코더

목차

	페이지
개요	
1.0 소개	1
2.0 이미징 시스템	2
2.1.1 1.0형 4K CMOS 이미지 센서	2
2.1.2 1.0형 4K 렌즈	4
2.1.3 ND 필터 시스템	6
2.1.4 듀얼 픽셀 오토 포커스	6
2.1.5 초점 가이드	8
2.1.6 손떨림 보정 기능	8
3.0 비디오 프로세싱	9
3.1.1 4K UHD YCbCr 422 컴포넌트 비디오 세트의 형성	10
3.1.2 게인 설정값	10
3.1.3 다이내믹 레인지	11
4.0 오버샘플링 HD 프로세싱	11
5.0 기록 코덱	13
5.1.1 XF405의 기록 옵션	13
5.1.2 비디오 압축 코덱	13
5.1.3 압축 코덱의 선택	15
5.1.4 기록 파일 구조	16
5.1.5 특정 비디오 포맷 및 기록 시간	17
5.1.6 오디오 기록	18
6.0 외부 기록	19
7.0 원격 비디오 제어	20
8.0 요약	20
9.0 참조	21

개요

7년 전 캐논은 소형·경량의 바디로 완전한 HDTV 방송 화질을 생성하는 파일 기반 캠코더 XF305 (아래 그림)를 출시하였습니다. 이 고성능 캠코더의 중심에는 통합 20:1 줌 렌즈와 세 개의 1/3형 CCD (각각 1920 x 1080 샘플링), 50 Mbps 4:2:2 MPEG-2 레코딩이 있었습니다. XF305의 인기는 현재까지도 이어지고 있습니다.



신제품 XF405 4K UHD 캠코더와 기존 XF305 HDTV 캠코더와의 크기 비교

신제품 XF405도 "XF" 시리즈이긴 하지만 XF405와 XF305 간에는 확실한 차이가 있습니다. 가장 뚜렷한 차이는 두 렌즈의 전체적인 크기와 본질이 다르다는 것입니다. XF305는 줌, 초점 및 조리개의 세 개 제어부를 가지는 18:1 줌을 채용하는 반면 XF405는 하나의 수동 링을 사용하는 15:1 줌을 채용하고 있으며 이 링을 줌이나 초점 제어로 전환하여 사용할 수 있습니다. 사용자 관점에서는 이 차이만으로도 두 캠코더를 구분할 수 있을 것입니다. 또한 두 제품은 기록 코덱에서도 차이를 보입니다. XF405 설계의 핵심은 저예산 다큐멘터리 및 독립 영화 제작, 행사나 웨딩 촬영, 웹 기반 프로그래밍, 런 앤드 건 방송 TV 뉴스 제작에 대응하는 소형·경량의 4K UHD/HD 생성 시스템을 구현하는 것이었습니다. 본 백서에서는 이 신제품 캠코더의 근본이 되었던 다양한 설계안에 대해 상세하게 설명합니다.

1.0 소개

2010년 캐논은 방송 뉴스를 포함, 다양한 프로그램 장르의 HDTV 제작을 지원하는 XF305 디지털 캠코더를 출시했습니다. XF305는 각각 1920 (H) x 1080 (V) 포토사이트를 가지는 1/3형 CCD를 세 개 활용하는 트라이센서 시스템을 채용하고 있었는데, 이 CCD 이미지 센서는 몇 년 후 캐논 1/3형 CMOS 센서로 교체되었습니다. 이외에도 캠코더는 두 개의 SD 메모리 카드에 기록되는 MPEG-2 YCbCr 4:2:2 코덱을 내장하였습니다. XF305와 XF300은 7년이 지난 지금도 여전히 높은 판매율을 보이고 있습니다.

HDTV가 전 세계적으로 구축되어 있는 시대지만 SDTV로부터의 전환은 여전히 많은 지역에서 계속 진행 중입니다. 미국의 경우 HDTV는 약 20년 전부터 도입되었습니다. 도입 후 디지털 모션 이미징 기술 발전의 속도는 점점 빨라졌으며 콘텐츠 크리에이터의 열망 또한 더욱 커지게 되었습니다. 초기 HDTV 시대에 일어난 각기 다른 기술의 급격한 발전은 TV 시스템 해상도 발전에 있어 끊임없는 탐구와 관심을 불러일으키게 되었습니다.

그 결과 국제 표준화 기구는 4K UHD와 8K UHD의 세부 제작 표준으로 방송 TV에 대한 장기 청사진을 마련하게 되었습니다 [1].

이러한 역동성에는 현재 활발하게 경쟁 중인 4K UHD TV의 전 세계적인 발전과 HDTV의 대안으로 이 TV를 확보하려는 시장의 움직임이 포함되어 있습니다. 이러한 움직임은 앞으로 새로운 4K UHD 서비스가 자리를 잡는 동안 내부 업스케일링이 HDTV 프로그램 시청에 뛰어난 방식을 제공하는 것을 기반으로 하고 있습니다. 이와 같은 경쟁은 4K UHD TV의 가격을 급격하게 떨어뜨렸습니다.

4K UHD는 지난 몇 년간 전 세계적으로 눈에 띄는 존재감을 갖게 되었습니다. 아직 미국에서는 4K UHD 서비스를 공중파 방송으로 제공하고 있지 않으나 많은 방송사가 제작 포맷을 조용히 실험 중에 있으며 현재 4K UHD 방송 TV 서비스를 실시하는 국가는 한국이 유일합니다 (2017년 실시). 케이블 방송 중계도 도입을 추진 중에 있습니다. 그러나 유럽과 미국의 위성 통신 시스템도 초기 UHD 방송 서비스 중계를 제공하고 있습니다. 4K UHD의 발전이 진행 중에 있는 것입니다.

캐논에서 XF405를 출시한 것도 이런 맥락에서 비롯되었다고 할 수 있습니다. 초기 4K UHD 시대에 XF405의 출시 목적은 비용 효율적인 4K UHD (3840 x 2160) 제작을 지원하면서 1920 x 1080 및 1280 x 720 표준에 따른 현재의 HD 제작을 용이하게 하는 것이었습니다.

XF405는 XF305의 트라이센서 이미징 시스템에서 인상적인 도약을 이뤄낸 제품입니다. 광범위한 Cinema EOS 포트폴리오에서 대형 영상 포맷 단일 센서 이미징의 기술 발전을 활용하여 제작한 이 새로운 캠코더는 캐논이 독자적으로 개발한 단일 1.0형 4K CMOS 이미지 센서를 채용하고 있습니다. 본 백서에서는 이 센서와 새로운 1.0형 4K 줌 렌즈의 긴밀한 통합에서 비롯되는 성능과 작동성의 장점에 대해 자세히 설명할

예정입니다.

이외에도 중요했던 것은 4K UHD와 HD 이미지 캡처를 전 세계에 구축된 MPEG-4 AVC/H.264 압축 알고리즘에 기반하기로 한 핵심 결정이었습니다. 4K UHD 캠코더의 확산으로 보다 정교한 코덱을 활용하여 영화와 TV 드라마 제작을 위한 고성능·고비트 심도의 디지털 비디오를 녹화할 수 있게 되었습니다. 그러나 XF405의 구체적인 목표는 저렴한 비용과 긴 기록 시간을 갖춘 초고화질 4K UHD를 제공하여 디지털 모션 이미징 포맷의 초기 채택을 지원하는 것입니다. 본 백서에서는 MP4 컨테이너 내에서의 MPEG-4 AVC 압축 사용에 대해서도 설명할 것입니다.

2.0 이미징 시스템

2.1 새로운 1.0형 CMOS 4K 이미지 센서

이미지 센서의 크기와 수는 모든 디지털 모션 이미징 카메라 설계에 중심이 되는 결정입니다. 캐논은 XF305를 이을 제품을 개발하는 단계에서 이 부분을 충분히 검토하였습니다. 단일 1.0형 CMOS 이미지 센서를 채용하기로 한 최종 결정은 2018년 4K UHD 캠코더 출시에 있어 중요하게 고려된 다음 특성에 따른 것이었습니다.

- 1.1 **고감도** – 1.0형 이미지 포맷 크기의 더 큰 포토사이트 크기 (3.2 x 3.2 마이크로)에 의해 가능
- 1.2 **하이 다이내믹 레인지 및 저노이즈** – 1.0형 이미지 포맷 크기에 수용 가능한 더 큰 포토사이트 크기에 기반
- 1.3 **더 얇은 피사계 심도** – 2/3형 이미지 포맷 크기 (그보다 더 작은 1/2형 및 1/3형 포맷보다도)보다 얇은 피사계 심도로 최근 방송 뉴스를 포함, 다수의 방송 프로그램에서 선호되는 영화와 같은 느낌을 영상에 부여
- 1.4 **4K UHD 해상도** – 3840 (H) x 2160 (V)의 ITU-R BT.2020 제작 표준에 따름

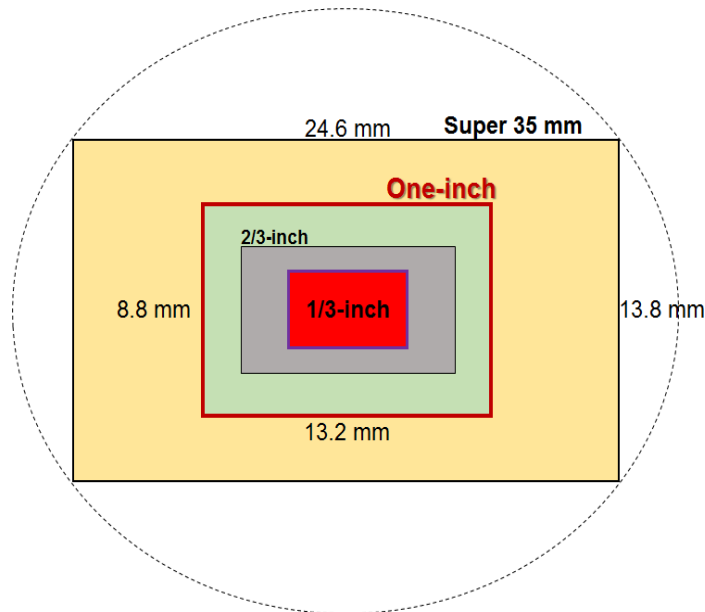


그림 1 기존 이미지 포맷 크기와 비교하여 1.0형 이미지 센서의 활성 이미지 영역을 개략적으로 나타낸 도해

그림 2에서는 1.0형 이미지 포맷의 활성 이미지 영역에 대해 보다 자세히 살펴볼 수 있으며 이전 모델인 XF305의 1/3형 이미지 포맷 크기와 기존의 2/3형 이미지 포맷 크기와의 차이를 확인할 수 있습니다.

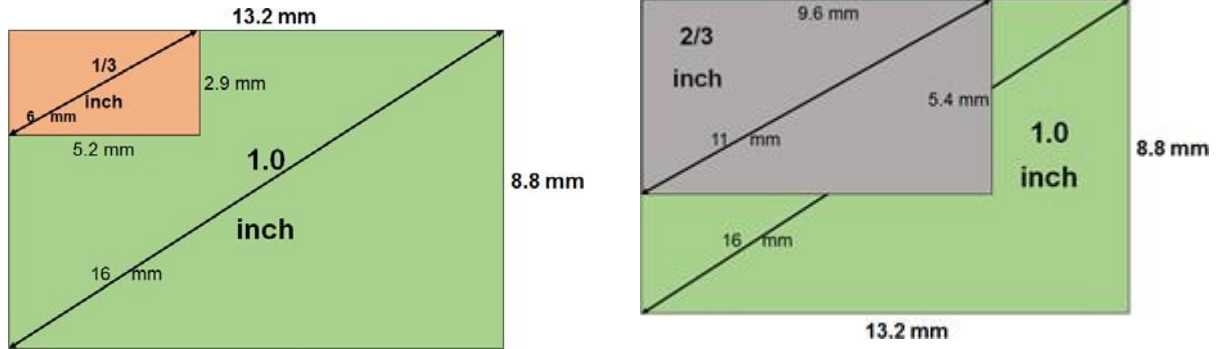


그림 2 1.0형 이미지 센서의 활성 이미지 영역과 대각선 크기를 1/3형 및 2/3형 센서와 비교한 도표

1.0형 이미지 센서의 영역은 1/3형 센서 영역의 7.5배가 넘으며 4K UHD에서는 HDTV 1/3형 이미지 센서의 2.7 미크론 제곱에 비해 3.2 미크론 제곱의 포토사이트 크기를 가지고 있습니다. 1.0형 이미지 센서의 영역은 2/3형 이미지 센서 영역의 2.25배에 해당합니다.

비교 감도

단일 대형 1.0형 이미지 센서가 가지는 차별화된 이점은 XF405와 1/3형 트라이센서 XF305의 최소 조도 사양에서 분명히 드러납니다.

XF405	3840 x 2160 @ 60P	1.7룩스 [오토 슬로우 셔터 ON, 셔터 1/30초]	XF305
	1920 x 1080 @ 60i	4.7룩스	셔터 1/60초

XF405의 최소 조도 사양은 4K UHD 비디오 포맷 (60 프로그레시브 fps)에 대한 것이며 노출 시간은 매우 짧으나 단 1.7룩스의 조도에서 풀 루마 신호 레벨을 전달할 수 있습니다.

HDTV 제작으로 제한되는 XF305의 경우 1080라인 인터레이스드 비디오 포맷과 관련하여 노출 시간이 훨씬 김에도 불구하고 풀 루마 레벨을 전달하는 데는 약 4.7룩스가 필요합니다.

XF405는 매우 어두운 곳에서 촬영 시 적외선 영상을 제공합니다.

2.2 1.0형 4K 렌즈

15:1의 완전한 줌 렌즈는 Full 4K 광학 성능과 더불어 광각, 넓은 초점 범위를 제공하여 다양한 장르의 프로그램 서비스를 지원합니다. 또한 기존 XF305의 작은 1/3형 이미지 포맷과 비교하여 크기가 더 큰 이미지 포맷에서 조리개가 닫힐 때 발생하는 렌즈의 회절 현상도 대폭 저감되었습니다.

초점 범위: 8.3mm -- 124.5mm
(25.5mm -- 382.5mm, 35mm 환산 기준)

광학 감도: F-2.8 – F-4.5

조리개날 수: 9

손떨림 보정: 내장 시프트 IS

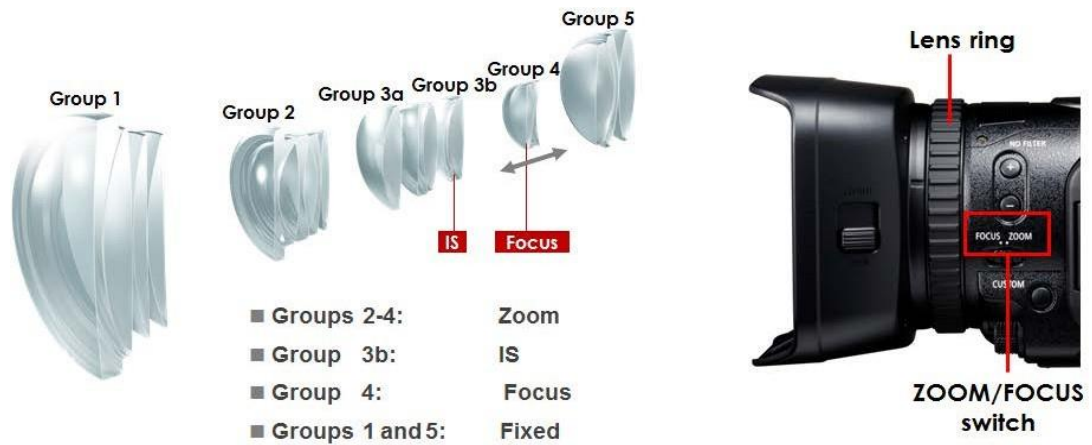


그림 3 14군 18매 렌즈와 줌/초점 제어 링

여러 개의 비구면 소재가 렌즈 군에 탑재되어 전체 줌 범위에서 발생하는 각종 수차 현상을 보정하고 4K 화질을 구현합니다. 3개 군으로 이루어진 주밍 시스템은 렌즈의 크기는 줄이고 초점 범위에서의 색 수차 현상을 저감합니다. 한 개의 수동 제어 링에는 초점이나 줌 기능을 할당할 수 있는데, 이는 렌즈의 전체 크기를 줄이고자 하는 설계 목적에도 부합합니다. 세밀하게 제어되는 링의 토크는 안정적인 조작이 가능합니다.

렌즈의 초점 범위는 캐논의 광학 어댑터 액세서리 사용 시 양끝의 단에서 확장 가능합니다 (그림 4).

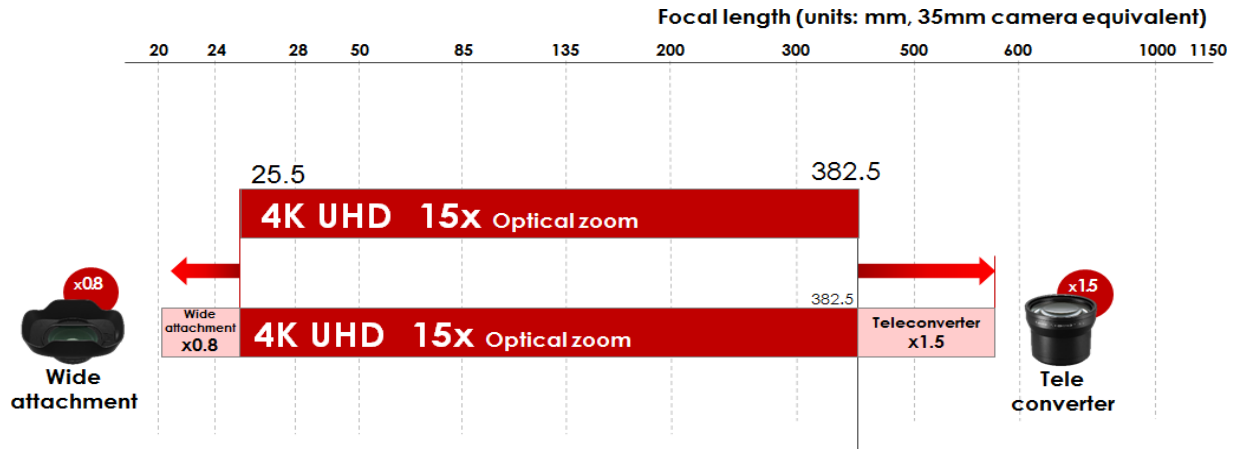


그림 4 XF405 렌즈 (35mm 환산)의 초점 범위와 광학 액세서리를 장착하여 사용 시 확장 가능한 양쪽 끝 단의 범위 표시

XF405를 1080P HDTV 모드에서 작동하도록 설정했을 때 2:1 디지털 줌을 적용하면 유효 초점 거리를 확장할 수 있습니다. 이 디지털 줌은 4K 화소 구조에서 비롯된 HD 이미지 구조로 765mm의 초점 범위를 제공함으로써 고성능을 보장합니다.

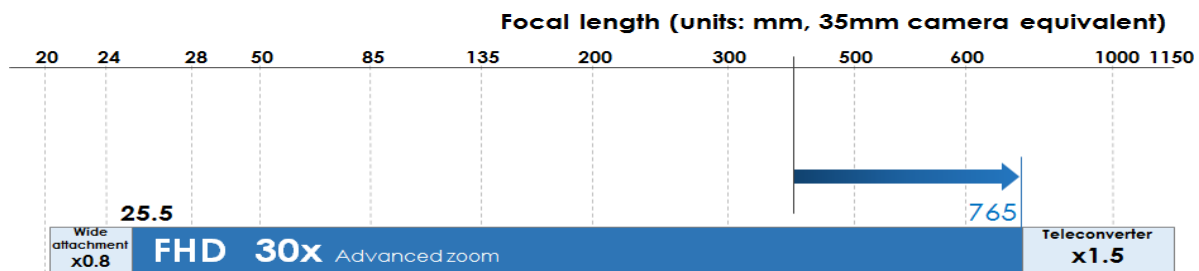
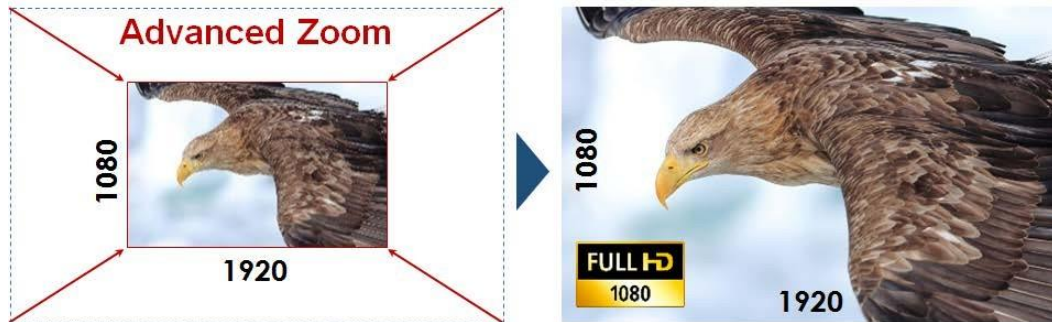


그림 5 XF405는 1080P HDTV 영상 생성 시 유효 줌 범위를 디지털 방식으로 30:1로 확대할 수 있습니다

2.3 ND 필터 시스템

일반적으로 저가의 전문가용 캠코더는 ND 필터가 없으나 XF405는 ND 필터를 내장하여 CLEAR 이외에도 세 가지 ND 필터 옵션을 제공합니다.

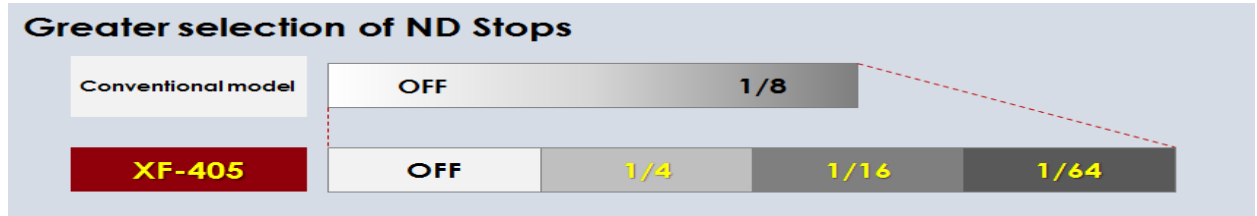


그림 6 XF405의 내장 ND 필터 옵션

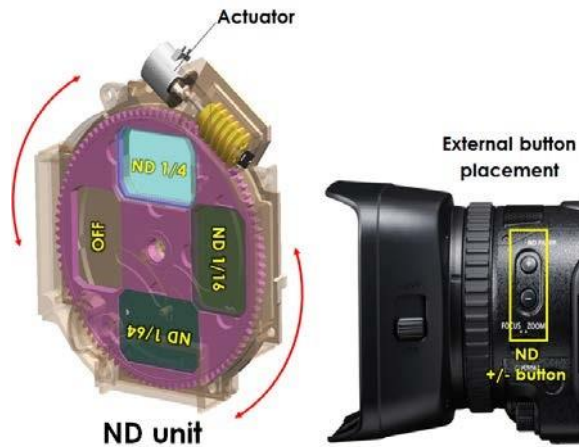


그림 7 세 가지 ND 필터의 세 가지 옵션 중 하나를 선택하는 데 사용되는 내부 터릿 메커니즘

2.4 듀얼 픽셀 CMOS 오토 포커스

진정한 게임체인저 기술이 등장할 때가 있습니다. 혁신적인 캐논 듀얼 픽셀 CMOS 오토 포커스 기술은 전 세계적인 명성을 얻고 있습니다. 수십 년간, 특히 촬영 감독들에게서 비롯되었던 "오토 포커스" 관련 오명 (특히 촬영감독들 사이에서)은 이 특별한 캐논 시스템을 경험한 사람들 사이에서 크게 줄어들었습니다. 안정적이면서도 매우 정밀하게 작동하는 이 시스템은 각각의 모든 화소에서 혁신적인 위상 검출 기능을 사용하여 이미지 센서 자체에서 초점을 감지합니다. 각 포토사이트는 두 개의 독립적인 포토다이오드가 있어 AF의 위상차 감지를 실행하며 각 포토사이트의 유효 다이내믹 레인지를 더욱 향상시킵니다 [2]. 이미지 센서의 데이터는 강력한 알고리즘을 통해 처리되어 렌즈 초점 주변의 서보 룩을 닫는 제어 신호를 생성합니다.

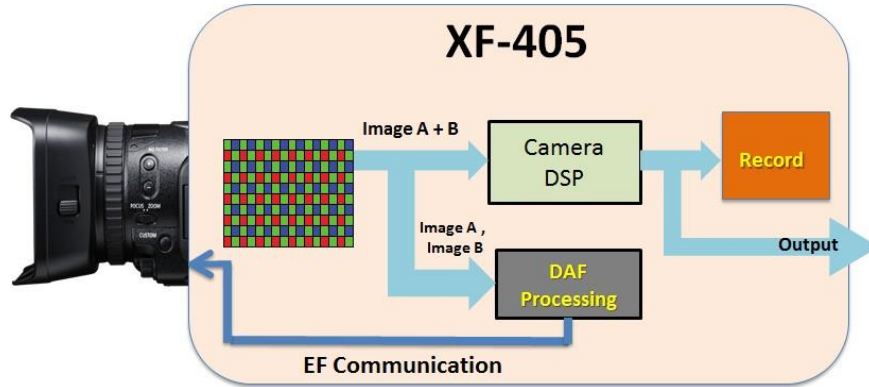


그림 8 듀얼 픽셀 CMOS AF 제어 룹의 원리

듀얼 픽셀 CMOS AF 오토 포커스의 작동 성능은 직관적 제어를 지원하는 정전 용량 기능을 채용한 3.5형 LCD 패널로 더욱 강화되었습니다. LCD 스크린에서 두 피사체를 연이어 터치하면 한 장면 내에서 두 피사체 간에 락 포커스를 실행할 수 있습니다.



그림 9 정전식 터치 스크린인 LCD 모니터는 메뉴를 쉽게 선택할 수 있으며 제어부를 간편하게 실행할 수 있습니다 (가상 이미지)

XF405에 채용된 새로운 듀얼 픽셀 CMOS AF 시스템은 반응 시간을 "Speed"와 "Response"의 두 단계로 "조정"할 수 있는 메뉴를 제공하며, 각 옵션은 Fast/Normal/Slow로 설정 가능합니다. 이와 별개로 포커싱 동작이 시작되는 속도를 선택할 수 있는 독립적인 RESPONSE 설정은 장면 내 두 피사체 간에 더욱 창의적인 락 포커스를 실행할 수 있도록 합니다.

2.5 초점 가이드

전통적이고 창의적인 수동 초점 조작을 원하는 영화 촬영감독을 위해 렌즈 초점 제어 기능을 포함하는 오토 포커스 제어 룩에서 듀얼 픽셀 CMOS AF 데이터 처리를 활용하는 개방 룩 시스템으로 듀얼 픽셀 시스템을 전환하여 카메라의 뷰파인더에서 정밀한 신호를 전송할 수 있도록 하였습니다 (그림 10).

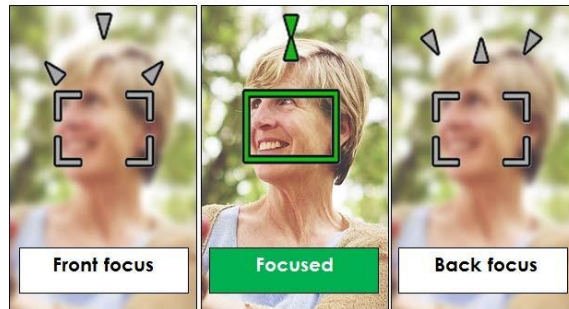


그림 10 뷰파인더가 원하는 수동 초점 방향을 신호로 전송하여 선택한 피사체에 정밀하고 확실한 포커싱이 이루어졌음을 녹색 커서로 표시합니다

2.6 손떨림 보정

시프트 IS 기술은 초점 거리가 긴 렌즈에서 발생하는 약한 진폭 장애와 진동을 보정합니다. 이 기술의 경우 렌즈 군이 렌즈 시스템의 뒤에 위치함으로써 해당 렌즈 군의 가로 또는 세로 (또는 두 가지 모두) 방향의 물리적인 시프트를 수반, 광선의 경로에 필요한 보정을 실행합니다. 보정은 광학 렌즈 시프트와 전자식 보정의 조합에 의해 실행되며 이미지 회전과 요 및 피치 방향으로의 카메라 움직임은 각속도 감지 (피에조일렉트릭 진동 센서 사용)와 센서 기반의 무브먼트 벡터 감지의 조합으로 보정됩니다.

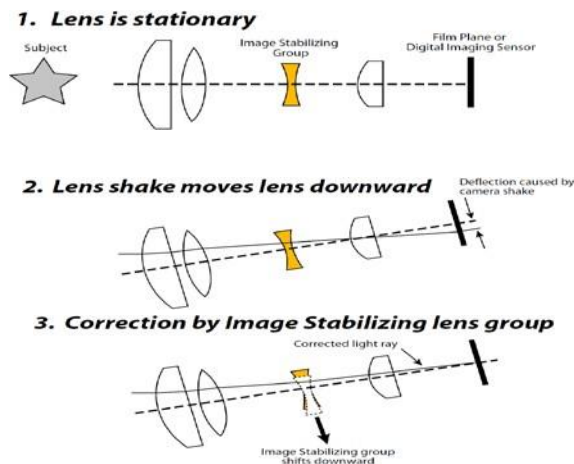


그림 11 시프트 IS 광학 보정 시스템의 원리

위의 그림 11은 렌즈 카메라 시스템이 갑작스러운 물리적 방해 받을 때의 시프트 렌즈의 보정 동작을 통해 보정 원리를 설명하고 있습니다. 이 시스템은 5축 손떨림 보정 (그림 12 참조)을 실행합니다.



그림 12 XF405에 탑재된 손떨림 보정 기능의 5가지 독립 축

손떨림 보정은 0.5Hz - 20Hz (1Hz는 초당 한 번의 무브먼트 사이클)의 움직임에 효과적입니다. 간단한 카메라 흔들림 (0.5Hz - 3Hz)은 물론 움직이는 차량이나 헬리콥터에서 촬영 시 겪는 엔진의 진동 (10Hz - 20Hz)에도 뛰어난 대응력을 보입니다.

3.0 비디오 이미지 프로세싱

디지털 영상 프로세서의 두 최신 세대인 DIGIC DV6를 통해 4K UHD 영상과 Full HD 영상의 전문적인 영상 처리를 지원합니다.



그림 13 레코딩 시 두 개의 DIGIC DV6 프로세서가 인코딩 전 모든 영상 처리를 실행

이 두 개의 프로세서는 영상 처리와 작동 조정에 있어 다음을 실행합니다.

- 3.1 4K 이미지 센서의 데이터 디베이어링
- 3.2 8 메가픽셀 RGB로 업샘플링
- 3.3 오버샘플링 HD 프로세싱
- 3.4 리니어 매트릭스
- 3.5 OETF Wide DR (800%) 및 기타 선택 가능한 옵션
- 3.6 다양한 "룩" 설정
- 3.7 고 비트 심도 컴포넌트에서 YCrCb @ 8bit로의 변환
- 3.8 MPEG-4 /AVC 인코딩 및 MP4 파일 래퍼 형성

- 3.9 듀얼 픽셀 CMOS AF
- 3.10 초점 가이드
- 3.11 초점 설정 터치 패널
- 3.12 1080P HDTV의 디지털 줌 확대 관련 처리
- 3.13 12G SDI 연속 비디오 출력
- 3.14 HDMI 비디오 출력 준비

3.1 4K UHD YCrCb 422 비디오 컴포넌트 세트의 형성

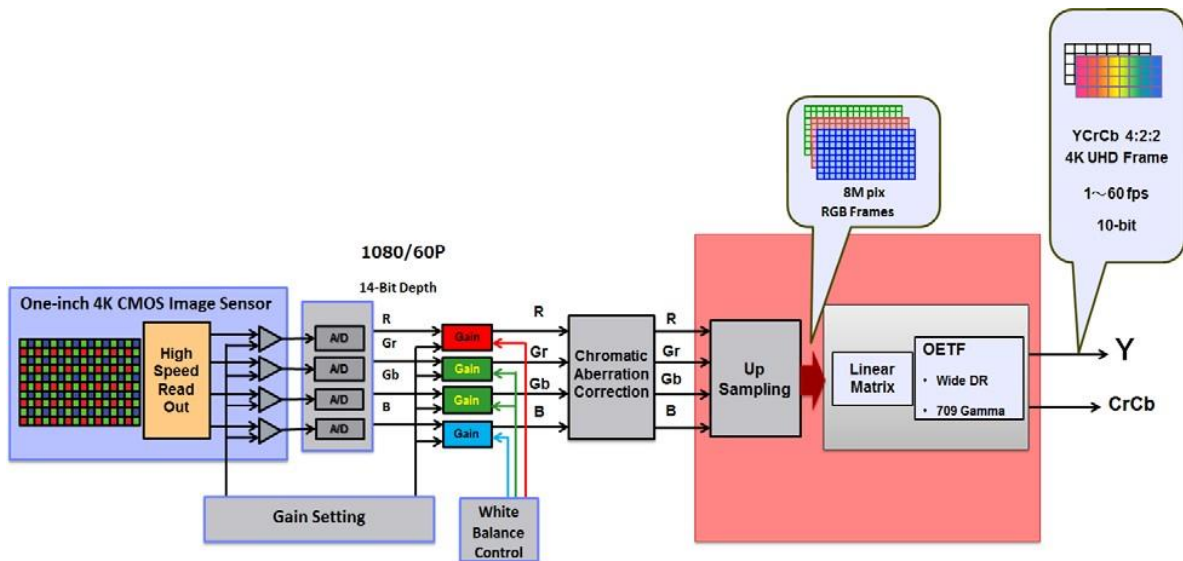


그림 14 기록 시 MPEG-4 AVC/H.264 AVC 코덱으로 전송되는 4K YCbCr 4:2:2 비디오를 생성하는 비디오 프로세싱 시스템 표시

3.2 계인 설정값

일반 Gamma	0 – 39dB, 1dB 단위
Wide DR (800%)	9 – 39 dB, 1dB 단위

3.3 다이내믹 레인지

XF405에는 OETF 옵션이 있어 선택할 수 있습니다. 캠코더는 일반 HDTV 촬영을 위한 표준화된 Rec 709 전송 기능을 제공하며, "Wide DR" 채용으로 가장 높은 다이내믹 레인지를 구현합니다 (그림 9).

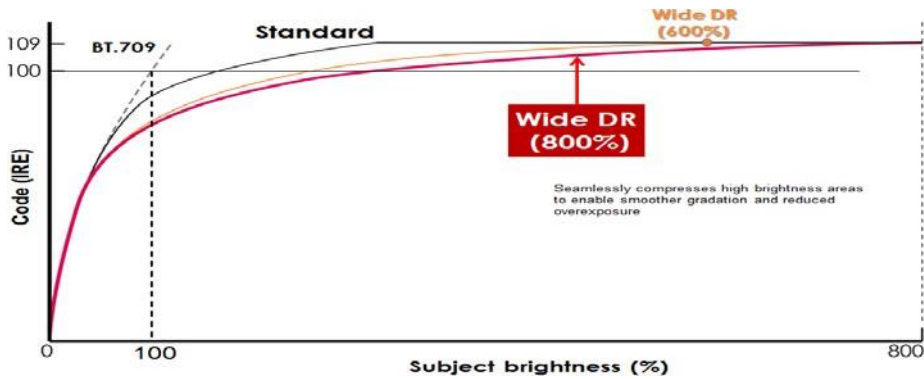


그림 15 XF405에서 선택 가능한 다양한 OETF 전송 특성

4.0 오버샘플링 HD 프로세싱

이 과정은 디베이어 프로세싱으로 시작하여 4K/UHD Bayer 프레임에서 세 개의 8 메가픽셀 RGB 프레임을 생성합니다. 이러한 디베이어 프로세싱은 일차 측파대 (원래 이미지 센서 샘플링으로부터)를 더 높은 주파수로 이동시켜 다음 2K/HD YCrCb 4:2:2 프레임으로의 다운샘플링 전 핵심적인 선필터링이 가능하도록 합니다.

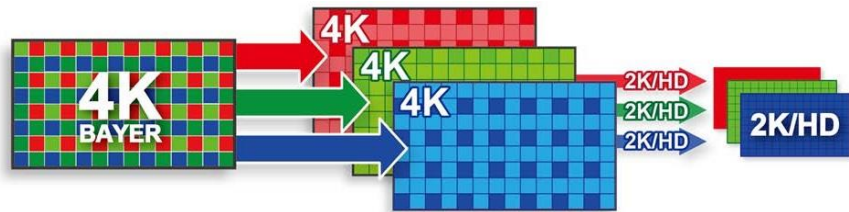


그림 16 HD 프로세싱의 오버샘플링 원리

이러한 샘플 레이트 변환 과정의 최종 결과는 고감도 ISO 설정값에서 노이즈에 더 주관적인 양성의 출현 및 최소의 에일리어싱을 가진 세 개의 2K/HD RGB 컴포넌트를 생성하는 것입니다.

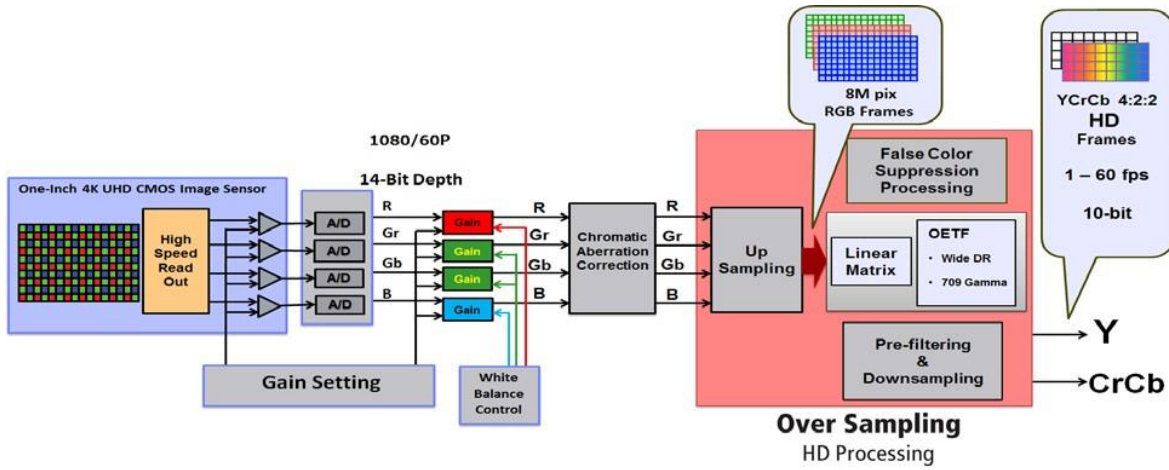


그림 17 코덱으로 전송되는 HD YCrCb 4:2:2 컴포넌트 비디오 세트의 형성

이후 세 개의 RGB HD 컴포넌트에는 리니어 매트릭스가 적용되어 제작에 선택된 특정 색역을 나타내게 됩니다. 이 다음으로는 높은 비트율의 리니어 컴포넌트를 10bit 코딩에서 비선형 세트로 디지털 매핑하는 카메라 OETF(광전자 전달 함수)의 적용이 이어집니다. 그 후에는 매트릭스화되어 기록 코덱으로 전송되는 10bit YCbCr 422 컴포넌트 세트를 생성합니다.

4.1 YCbCr 4:2:0 @ 8bit 컴포넌트 세트로의 변환

DIGIC DV6 영상 프로세서 내부에서는 이미지 센서의 독립적인 비디오 컴포넌트 4개가 위에서 설명한 HD 오버샘플링 과정을 거친 RGB 4:4:4 컴포넌트 비디오 세트에 변환되며, 그림 18에 기재된 기능 목록에 따라 고 비트 심도에서 처리됩니다.

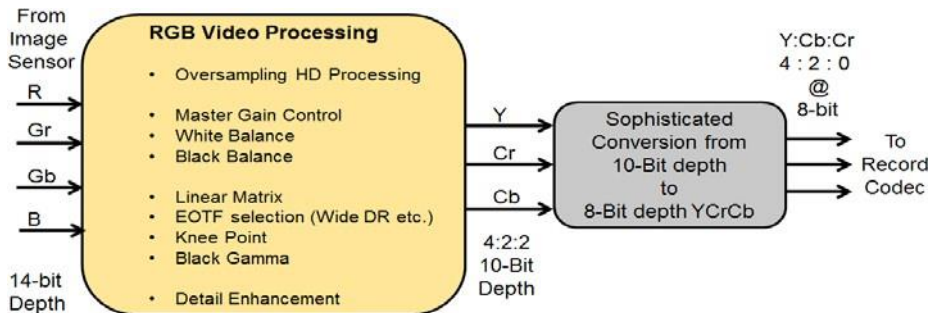


그림 18 DIGIC DV6 프로세서 내에서 RGB 비디오 컴포넌트는 완전히 처리되고 YCbCr 420 @ 8bit 컴포넌트 세트에 변환됩니다

비디오 컴포넌트 세트의 모든 과정은 고 비트 심도에서 진행되어 최종 비디오 화질의 완전성을 보장합니다. 8bit YCbCr 4:2:0 컴포넌트 세트로의 변환은 비디오 처리에서의 모든 미묘한 차이를 보호하는 정교한 디지털 라운딩 과정을 사용합니다. 이 과정에서는 톤 계조를 최적화하는 독자적인 기법 (특히 Wide DR에서 생성되는 이미지일수록)을 사용합니다. 오버샘플링 HD 프로세싱과 비트 심도 변환의 최종 결과로 매우 높은 주관적 화질을 갖춘 선명한 비디오 컴포넌트 세트가 생성됩니다.

5.0 기록 코덱

5.1 XF405의 기록 옵션

XF405는 합리적인 가격으로 4K UHD를 촬영할 수 있도록 하는 데 중점을 두었습니다.

- 5.1.1 *온보드 기록* – 4K UHD Y:Cr:Cb 4:2:0 @ 8bit, 최대 60fps
- 5.1.2 *온보드 기록* – 1080라인 HD Y:Cr:Cb 4:2:0 @ 8bit, 최대 120fps
- 5.1.3 *외부 기록* – 4K UHD, 최대 60P – HDMI 커넥터 사용
- 5.1.4 *외부 기록* – 1080라인 HD, 최대 60P – 3G SDI 또는 HDMI 커넥터 사용

5.2 비디오 압축 코덱

XF405에서 사용되는 비디오 압축 코덱은 MPEG-4 국제 표준의 변형입니다. MPEG-4는 여러 개의 "Part"로 분할되는 정교한 압축 표준입니다. XF405와 관련된 특정 "Part"는 MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding)로 알려진 MPEG-4 Part 10입니다.

이는 비디오 콘텐츠의 기록, 압축, 배포에 있어 전 세계적으로 흔하게 사용되는 포맷입니다. H.264/AVC 표준 개발에 기초가 된 구체적인 안건은 MPEG-2와 같은 이전 표준보다 상당히 낮은 비트 레이트에서 주관적으로 우수한 영상 화질을 제공하는 것이었습니다. 이러한 낮은 비트 레이트는 표준형의 저가 SD 메모리 카드에서 매우 오랜 시간 동안 기록이 가능한데, 이 안건은 카드를 두 개 채용하는 XF405 설계에 있어 핵심이 되었습니다.

기술적 관점에서 MPEG-4는 "Profile"과 "Level"의 개념을 갖춘 폭넓은 유연성의 고효율 압축 시스템으로, 다양한 상황에 조정 가능한 정확한 성능 레벨과 기술 능력을 지원하기 위해 고안된 것입니다.

세 가지 기본적인 Profile과 그 용도는 다음과 같이 정의할 수 있습니다.

- **Main Profile:** 방송, 패키지 미디어 (예: 블루 레이), 디지털 영화 촬영 및 스토리지 애플리케이션을 위한 메인스트림 소비자 프로파일입니다
- **Baseline Profile:** 컴퓨팅 리소스가 제한되어 있는 저비용의 애플리케이션용으로, 이 프로파일은 화상 회의 및 모바일 애플리케이션과 같은 저지연 실시간 애플리케이션을 위한 것입니다
- **Extended Profile:** 무선 및 유선 네트워크를 통한 IP 기반 비디오 스트리밍 애플리케이션용으로, 이 프로파일은 상대적으로 높은 압축 성능과 몇몇 추가적인 전략으로 네트워크상의 데이터 손실 가능성에 있어 견고함을 보입니다

각 프로파일에는 전체 압축 포맷과 관련된 여러 개의 기술 전략이 있는데, 서로 다른 프로파일을 결합하여 특정 레벨의 성능과 작동 기능을 형성하고 다양한 용도에 맞게 조정할 수 있습니다. 각각의 관련 레벨은 키 압축 알고리즘 매개변수에 대한 제약 조건의 집합을 지정합니다. 이러한 조합은 MPEG-4의 "Toolkit"라고 부르며, 애플리케이션, 성능 및 비용 측면에서 정확한 코덱을 구성합니다. 그림 18은 XF405에서 사용되며 코덱의 기초가 되는 세 가지 기본 Profile을 나타낸 것입니다.

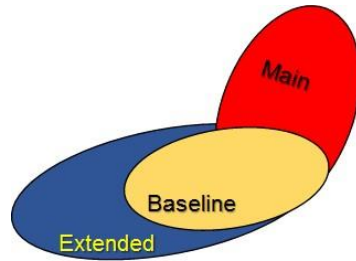


그림 19 XF405/400 카메라의 고성능 코덱의 기초가 되는 MPEG-4 AVC 프로파일 조합

TABLE 1 MPEG-4 AVC / H.264 PROFILES and LEVELS

Profiles / Levels	Baseline	Extended	Main	High	High 10	High 422	High 444
8-bit	●	●	●	●	●	●	●
4:2:0	●	●	●	●	●	●	●
10-bit	●	●	●	●	●	●	●
4:2:2	●	●	●	●	●	●	●
4:4:4	●	●	●	●	●	●	●

Green = Yes Red = No

표1은 캐논이 다양한 캐논 카메라에서 채택한 기본 Level과 Profile을 요약한 것입니다.

참고: 이 세 가지 프로파일에서 사용되는 레벨은 이외에도 많습니다.

XF405의 기록 코덱의 기초 형성에 채택된 네 개의 프로파일은 표1에서 청색으로 표시되어 있습니다. 표준에서는 이 조합이 4:2:0 @ 8bit여야 한다고 규정하고 있습니다. 전체적으로 낮은 기록 데이터 속도를 구현하여 장기 기록을 지원하는 데 매우 핵심이 되는 부분이기 때문입니다.

5.3 XF405 압축 코덱의 맥락

MPEG-4 표준화 개발 작업이 수년간 진행되면서 빠르게 증가하는 디지털 모션 이미징 시스템의 정교함에 대응하기 위해 프로파일과 레벨이 추가되었습니다. 그림 19는 추가된 프로파일들을 간략하게 요약한 것입니다. 이 프로파일은 기본 프로파일에 구축되어 있으며 프로페셔널 캠코더 라인업에 표준의 변형을 채용하기 위해 캐논이 채택했던 일반 접근 방식도 확인할 수 있습니다. 예를 들어 프로파일의 모든 요소를 동원한 것은 EOS C700 및 EOS C300 Mark II 하이엔드 디지털 시네마 캠코더에 채용된 매우 정교한 캐논 XF-AVC 코덱의 기반입니다. 여기서 중요한 것은 이러한 각 프로파일에서의 여러 기술 "Tool"의 활용이 XF-AVC 고유의 기술적인 특성을 정의한다는 것입니다.

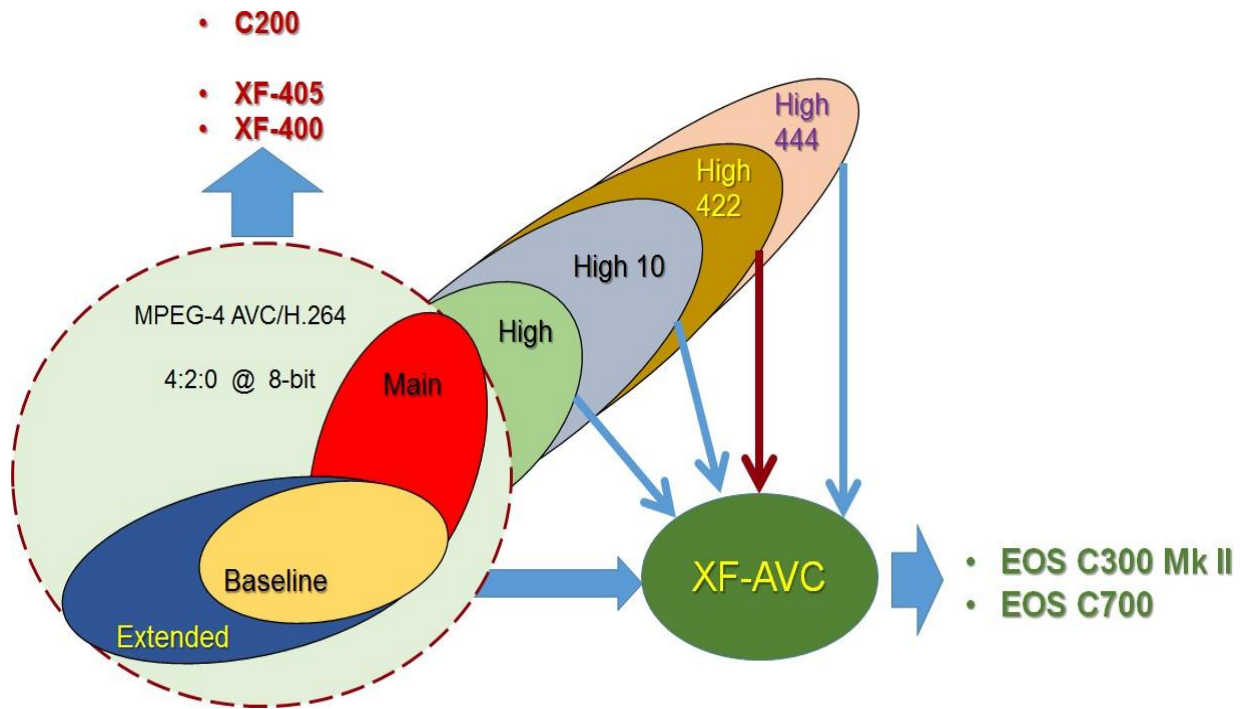


그림 20 *XF405 및 시네마 EOS 코덱에 대한 MPEG-4/H.264 표준 내의 변형 배치에 대한 간단한 개요*

5.4 XF405의 기록 파일 구조

XF405에 사용되는 파일 구조는 **MP4**로, 이는 **MPEG-4 Part 14**를 축약하여 표기한 것이며 비디오와 오디오를 저장하는 데 가장 일반적으로 사용되는 디지털 멀티미디어 컨테이너 포맷 [.MOV 및 .QT 파일에서 사용되는 QuickTime File Format (QTFF) 기반]입니다. 이 컨테이너가 중요한 점은 자막이나 스틸 이미지와 같은 기타 메타데이터도 저장할 수 있다는 것입니다.

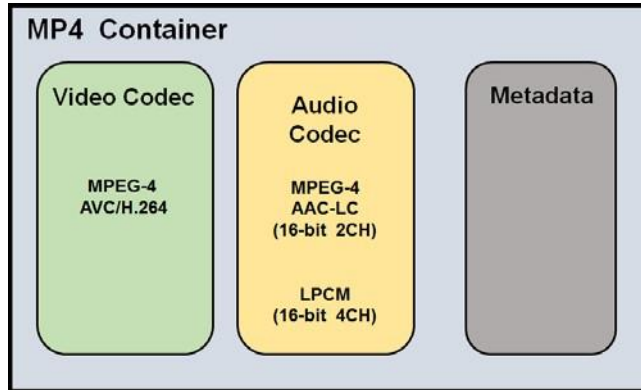


그림 12 XF405 기록에 사용되는 MP4 컨테이너 도해. 비디오 및 오디오 트랙에 개별적인 압축 기능을 포함하고 있습니다

캐논은 XF405 캠코더가 다양한 용도로 사용될 수 있도록 MP4 컨테이너를 채택하였습니다.

- 동영상 비디오, 오디오, 자막 및 스틸 이미지를 하나의 MP4 파일로 병합하여 다양한 기기에서 간편하게 재생 가능



그림 22 FTP로 최대 100개 클립까지 파일 전송이 가능한 이더넷 커넥터 (1000 BASE-T 대응). XF405는 USB 커넥터를 통해 GP-ES GPS 수신기로부터 수신한 정보를 기록합니다

- 높은 압축률로 더 작은 크기의 파일을 생성할 수 있어 MP4 미디어 파일을 이메일을 통해 타인에게 적시에 전송 가능
- 인터넷에서의 MP4 스트리밍 가능. 이는 작은 파일 크기와 낮은 대역폭에 의해 빨라집니다.

MP4의 전반적인 장점은 단일 파일로 저장할 수 있으며 이동, 복사 및 웹사이트 업로드가 매우 간편하다는 데 있습니다.

5.5 XF405에서 기록되는 특정 비디오 포맷

TABLE 1 XF-405 RECORDING FORMATS

Format	Color Sampling	Bit Rate (Mbps)	Frame Rate (fps)	Compression	Audio MPEG-4 (48 KHz)	File Format
3840 x 2160	4:2:0 @ 8-bit	150	59.94 / 29.97 / 23.98P	MPEG-4 AVC/H.264	AAC-LC 16-bit (2 CH) LCPM 16-bit (4 CH)	MP4
1920 x 1080	4:2:0 @ 8-bit	35	59.94 / 29.97 / 23.98P	MPEG-4 AVC/H.264	AAC-LC 16-bit (2 CH) LCPM 16-bit (4 CH)	MP4
		17	59.94 / 29.97 / 23.98P			
1280 x 720	4:2:0 @ 8-bit	8	59.94P	MPEG-4 AVC/H.264	AAC-LC 16-bit (2 CH) LCPM 16-bit (4 CH)	MP4
		4	29.97P			

참고: 2018년 상반기로 예정된 펌웨어 업데이트를 수행하면 XF405에 캐논 XF-AVC 코덱을 사용하는 기록 옵션을 추가할 수 있습니다. 성능은 현재 MP4 기록과 비슷하나 파일 메타데이터의 추가로 장점을 누릴 수 있습니다.



그림 23 XF405는 두 개의 SD 메모리 카드를 사용할 수 있으며 편리하게 배치되어 사용이 간편합니다

아래 표1에서 볼 수 있는 것처럼 낮은 비트 레이트는 인상적인 기록 시간을 나타냅니다.

TABLE 2 XF-405 Recording Durations

Format	SD Card Capacity	Recording Data Rate (Mbps)				
		150	35	17	8	4
3840 x 2160						
1920 x 1080			35	17		
1280 x 720					8	4
	8 GB	5 min	25 min	55 min	120 min	245 min
	16 GB	10 min	55 min	120 min	255 min	515 min
	32 GB	25 min	115 min	245 min	520 min	1045 min
	64 GB	55 min	240 min	495 min	1055 min	2115 min
	128 GB	110 min	485 min	995 min	2120 min	4245 min

5.6 오디오 기록

온보드 4채널 오디오 시스템은 사용자로 하여금 각 채널의 리미터, 입력 감도 및 기록 레벨을 설정할 수 있는 개별 설정을 갖추고 있습니다. AAC 2 오디오 채널 이외에도 XF405는 뛰어난 음질의 리니어 PCM 4채널 오디오를 제공합니다 (모두 MP4).



While using the built-in microphone (2 channel) to record the surroundings (ambient sound), the reporter's pin mic could record on 1 channel, and the subject being interviewed could speak into a mic on another channel, for a total of four channels.

그림 24 XF405는 2Ch AAC부터 4채널 LPCM까지 유연한 오디오 옵션을 제공합니다

6.0 외부 기록

XF405는 3G SDI와 HDMI 출력 인터페이스를 통해 외부 기록을 사용할 수 있는 기록 옵션도 제공합니다. 이는 직렬 비디오 출력 (3G SDI나 HDMI 포트에서)이 풀 10bit Y:Cb:Cr 4:2:2 (최대 60P 프레임 레이트)이며 오버샘플링 HD 프로세싱의 장점을 가지고 있다는 점에서 특히 강력한 옵션입니다.

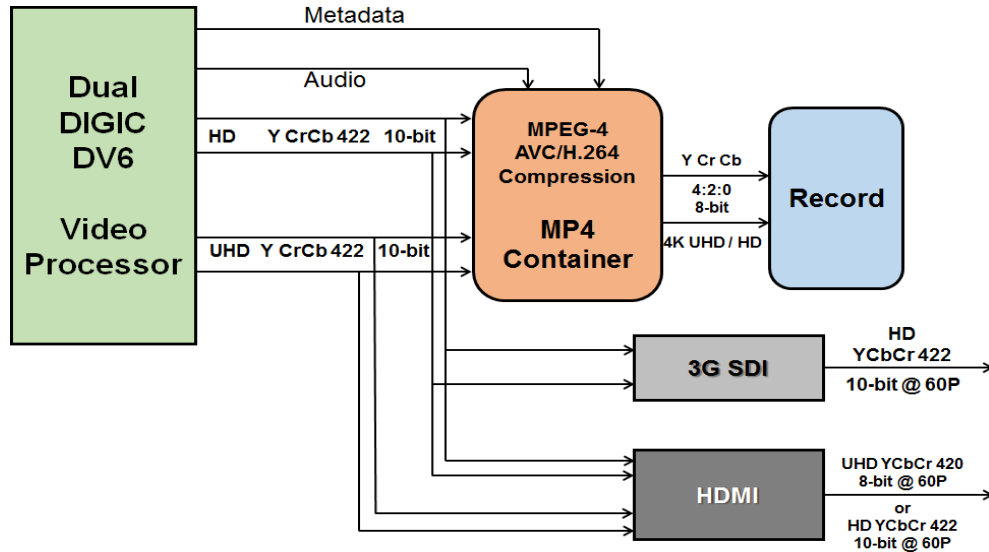


그림 25 온보드 기록 시 MP4 포맷의 형성과 외부 레코더에서 사용 가능한 외부 출력을 나타낸 개요도

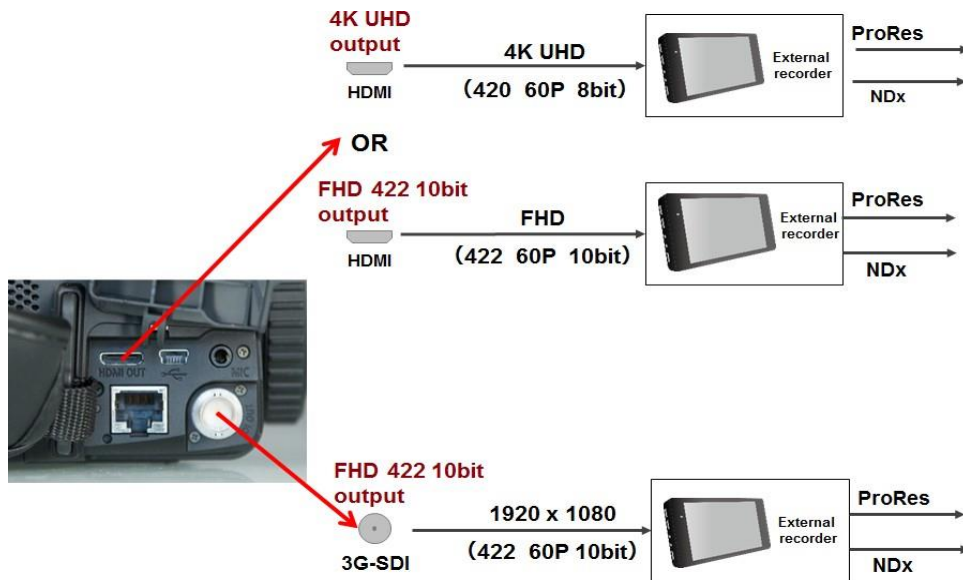


그림 26 두 출력 포트와 외부 레코더에 제공되는 비디오 인터페이스

7.0 원격 비디오 제어

RC-V100 리모트 컨트롤 패널을 사용하면 다양한 비디오 기능을 원격으로 제어할 수 있습니다. 중요한 특징은 렌즈의 조리개, 줌 및 초점도 원격으로 제어할 수 있다는 것입니다. 이는 크레인 촬영이나 기타 원격 촬영 등에 매우 편리하고 효율적으로 사용할 수 있는 기능입니다.

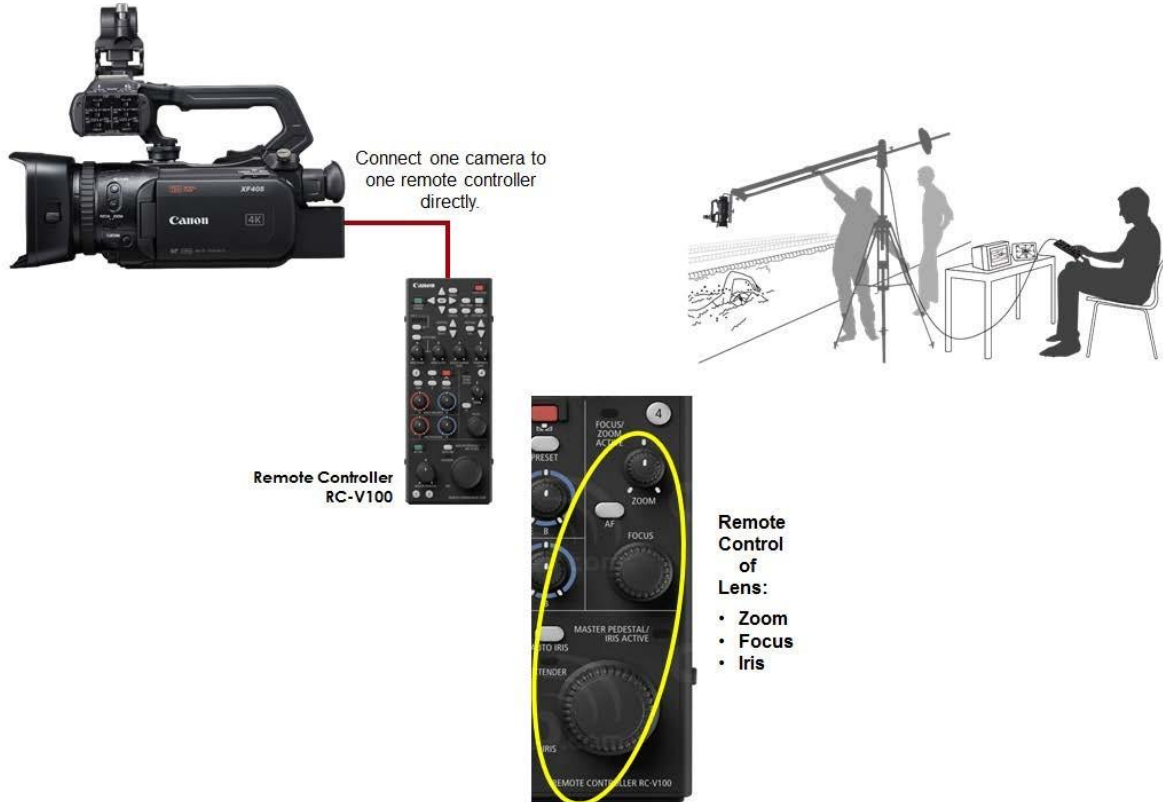


그림 27 캐논 리모트 컨트롤러 RC-V100을 XF405 캠코더에 바로 연결할 수 있습니다

8.0 요약

다양한 프로그램 장르에서 대형 포맷 이미징이 각광받고 있는 현재 TV 시대에 1.0형 이미지 포맷 단일 센서 캠코더는 빠른 성장세를 보이게 되었으며 많은 제조사가 이에 동참하게 되었습니다. 2015년 캐논은 MPEG-4 H.264 압축과 205Mbps 및 305Mbps 기록 데이터 레이트 모두를 갖춘 MXF 래퍼를 사용하는 4K 미니 캠코더 XC10을 출시하였으며 약 1년 후에는 업그레이드된 XC15를 내놓았습니다.

XF405/400 캠코더는 소형-경량의 4K UHD 영상 저널리스트 제작 시스템을 제공하며, 다양한 뉴스 보도 및 다큐멘터리에 적합하게 사용할 수 있도록 제작되었습니다.

XF405는 새로운 15:1 줌 렌즈와 캐논 1.0형 CMOS 이미지 센서를 탑재하여 인상적인 화질을 생성합니다. 이는 높은 기동성의 촬영을 지원하는 듀얼 픽셀 CMOS 오토 포커스를 갖춘 최초의 1.0형 이미지 센서입니다. 또한 캐논의 저감도 성능을 향상시키고 작동 감도를 높이는 각종 혁신적인 처리 기능을 위해 두 개의 DIGIC DV6 디지털 이미지 프로세서를 사용합니다.

XF405는 32GB SD 메모리 카드 기준 약 30분 상당의 4K UHD 기록 시간을 제공합니다. 또한 적절한 4K 슬로우 모션 효과도 지원하는데, 최대 120p에서 온보드 1080P HD 기록이 가능하여 인상적인 슬로우 모션 기능을 사용할 수 있습니다.

3G SDI 인터페이스를 통한 4K UHD 및 1080P HD의 외부 기록도 지원합니다. 후자의 경우 기록되는 비디오 화질은 YCrCb 4:2:2 @ 10bit (최대 60p)로 매우 높습니다.

내장 2채널 스테레오 마이크 이외에도 카메라에는 스테레오 3.5mm MIC 잭과 분리 가능한 핸들에 있는 팬텀 전원을 사용하는 두 개의 XLR 연결을 제공합니다. LPCM 모드에서 4채널 기록을 지원하여 인터뷰 등을 실시할 때 주변의 사운드까지 담을 수 있는 뛰어난 유연성을 제공합니다.

9.0 참조

[1] Recommendation ITU-R BT.2020 (Oct 2015) *"Parameter values for Ultra-High Definition Television systems for production and international program exchange"*

[2] 2016 HPA Tech Retreat *"Advances in CMOS Image Sensors and Associated Processing"*

Shin Kikuchi, Daisuke Kobayashi, Canon Inc. Semiconductor Device Product Design Division, Japan; Mr. Hitoshi Yasuda, Integrated Design Department, Canon Inc. Hajime Ueno, Senior Technical Specialist, ITCG, Canon USA Inc; Laurence Thorpe, Senior Fellow, ITCG, Canon USA Inc

[3] <https://www.cinema5d.com/canon-xf405-review-sample-footage-and-first-impressions/>