

## 2/3" 센서를 활용한 4K/UHD 카메라 활용방안 연구 : HD 렌즈 활용을 중심으로

김상일\*, 박성철\*, 권순철\*\*, 이승현\*\*, 알라릭하마커\*\*\*

### 요약

최근 UHDTV와 같은 고품질, 고화질을 기본으로 현장감을 제공하는 방송 디스플레이 환경이 요구됨에 따라 다양한 4K 카메라들이 출시되고 있다. 일반적으로 사용되고 있는 Super 35mm 센서의 4K/UHD 카메라는 광고, 드라마, 자연다큐멘터리, 교양 등 싱글 카메라 제작 시스템에는 활용도가 높다. 하지만 예능, 스포츠, 콘서트 등 멀티카메라 제작시스템에서는 거리에 따라 클로즈 업(close-up)이나 타이트 샷(tight shot)의 한계점을 가짐에 따라 방송 중계에 제약이 따른다. 또한 4K 렌즈는 기존의 HD 렌즈 군에 비해 부족한 실정이라 HD 제작 시 구현되었던 카메라 촬영 샷에 제한이 따른다. 따라서 이를 보완하기 위한 2/3inch 센서 4K/UHD 카메라의 활용이 요구되고 있으며, 다양한 렌즈군의 활용으로 UHD 영상 콘텐츠 제작이 요구되고 있다. 본 연구는 Grass Valley 사의 LDX 4K/UHD카메라를 사용하여 2/3" 센서에서의 HD급 렌즈 활용에서의 화질 테스트를 통해 활용 가능성에 대해 분석하고, 이를 효율적인 활용 가능성을 제시하였다.

키워드 : 4K, UHD, 2/3" 센서, B4 마운트

## A Study on the Utilization of 4K/UHD Camera with 2/3" Sensor : Focused on Application of HD Lens

Sang-il Kim\*, Sung-chul Park\*, Soon-chul Kwon\*\*, Seung-hyun Lee\*\*, Alaric Hamacher\*\*\*

### Abstract

Recently, there is more and more demand on broadcasting display environment that provides a sense of realism basically with high quality and high definition as in UHDTV, so various kinds of 4K cameras have been released. Super 35mm sensor 4K/UHD cameras being generally used can be usefully applied to the single camera-based system such as advertisements, dramas, nature documentaries, and culture programs. However, in the multicamera-based system such as entertaining programs, sports, and concerts, relay broadcasting may face limitations as there are restrictions of close-up or tight shots according to the distance. Besides, 4K lenses are not enough compared with the previous HD lenses' group, so there are limitations in camera photographing shots that have been realized in HD filming. Therefore, to complement this, the use of 2/3 inch sensor 4K/UHD cameras is being demanded, and it is also needed to use various lenses' groups to produce UHD image contents. Accordingly, this study used Grass Valley's LDX 4K/UHD camera to analyze its applicability based on the picture quality test at the use of HD lenses in 2/3 sensors and also the possibility of its efficient application.

Keywords : 4K, UHD, 2/3" Sensor, B4 Mount

### 1. 서론

※ Corresponding Author : Alaric Hamacher

Received : February 04, 2015

Revised : March 10, 2015

Accepted : April 17, 2015

\* PhD student of Kwangwoon University

\*\* Professor of Kwangwoon University

최근 UHDTV와 같은 4K를 지원하는 다양한

\*\*\* Prof. of Kwangwoon Univ.

Tel: +82-2-912-6683, Fax: +82-2-910-8932

email: [alaric.hamacher@virtual-experience.de](mailto:alaric.hamacher@virtual-experience.de)

기기들이 보급되며 본격적인 초고화질 시대로 접어들었으며, 4K 영상 제작이 활성화 되고 있다. 4K란 Full HD보다 약 4배 이상 선명한 초고화질을 지칭하며, UHD(Ultra High Definition)라고도 불린다[1][2].

UHD 방송 제작 장비와 UHD TV 출시 그리고 UHD 방송 정책으로 현재 UHD 방송은 현실화 되고 있으나 정작 UHD 방송을 위한 콘텐츠 제작현실은 그렇지 못하다. 4K 방송, 영화 제작을 위한 다양한 센서 크기의 카메라와 렌즈 등이 출시되고 있으나, 기존의 HD 제작 장비에 비하면 부족한 실정이며, 장비 구매 측면에서도 4K급 장비로 대체가 이루어 져야 하는 상황이다. 따라서 기존의 HD 장비를 활용하면서도 효율적인 4K 영상 제작 연구가 필요한 시점이다[3][4].

일반적으로 4K 카메라는 Super 35mm 센서를 가지고 있다. 하지만 스포츠 방송 중계와 같이 프레임에서의 보이는 피사체의 영상이 클로즈업 등 타이트 샷이 필요함에 따라 최근 Grass Valley LDX 카메라와 같이 2/3" 센서를 가지는 카메라가 출시되고 있다[5]. 또한 4K 카메라에 맞는 렌즈가 다양하게 출시되고 있으나, 방송 제작 환경에서의 기존의 HD 렌즈 군에 비해 부족한 실정이다. 따라서 4K 영상 제작은 현재 기존의 HD 제작 시 구현되었던 카메라 촬영 샷의 비해 제한이 따른다.

본 논문에서는 2/3" 센서를 가지는 Glass Valley의 LDX 카메라에서의 HD 렌즈를 활용한 방송 중계 활용 가능성에 목적을 두었다. 초점거리별 화질 및 색수차에 테스트를 통해 장르별 유효 초점거리를 제시한다. 이러한 연구과정을 통해 UHD 시대의 효율적인 방송 환경에 적합한 제작방식과 기술변화에 대한 이해의 폭을 넓히고자 한다.

## 2. 4K/UHD 카메라

### 2.1 4K, UHD 정의

방송 제작 환경의 변화는 고화질 영상 디스플레이의 발전사와 같다. 1920년부터 1960년을 거쳐 1980년까지의 흑백 방송 시대, 1980년의 컬러 방송, 다음으로 2000년의 디지털 방송(HD TV)이 지금까지 방송 발전의 흐름이다. HDTV와

3DTV로 넘어오며 UHD TV와 같은 고품질, 고화질을 기본으로 현장감을 제공하는 방송 서비스의 요구 사항이 더욱 증대되고 있다. 가정에서도 영화관처럼 더 크고 선명한 화질의 영상 필요성에 따라 디스플레이 장치의 대형화와 해상도가 지속적으로 발전하고 있다[6].

UHD TV는 지금의 HDTV보다 훨씬 더 크고 선명한 영상을 통해 사실감과 몰입감을 배가하고자 하는 영상 기술이다. <표 1>과 같이 국제전기통신연합 ITU(International Telecommunication Union)에서는 UHD TV의 여러 파라미터를 제시하였다. UHD TV의 3840 × 2160 해상도를 가지는 4K와 7680 × 4320 해상도를 가지는 8K는 기존의 HDTV보다 4배에서 16배까지 높은 화소수를 가진다. 또한 기존의 HD 파라미터에 비해 120 프레임 레이트까지의 높은 프레임 레이트와 10, 12 비트의 칼라 재현력 또한 우수하다. 이와 함께 다채널 음질을 제공함으로써 가정에서도 영화관 수준의 현장감을 경험할 수 있는 섬세하고 자연스러운 영상 표현이 가능하게 되었다 [7][8].

<표 1> UHD TV 파라미터

Parameter	Value	
Screen Ratio	16:9	
Resolution (H) × (V)	7680 × 4320	3840 × 2160
Bits per Pixel	20~36 bits	
Sampling	4:4:4, 4:2:2, 4:2:0	
Frame Frequency(Hz)	120, 60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001	
Scan Mode	Progressive	

<Table 1> UHD TV Parameter

### 2.2 4K/UHD 카메라 동향

4K 제작은 영화, 홍보영상, 다큐멘터리 제작과 같은 후반작업을 전제로 한 분야에서는 이미 구현되고 있으며, 대형 스크린에서는 4K RGB 이미지를 사용하여 1920 x 1080 HD 이미지 이상의 실질적인 장점을 제공하고 있다.

4K/UHD 카메라는 크게 극장용(Cine type) Super 35mm와 방송용(Broadcast type)의 2/3" 센서를 가지는 카메라로 구분할 수 있다. 현재까지 Super 35mm 센서를 가진 카메라가 주류가 이루고 있으나, 다양한 배율의 HD방송용 B4 렌즈를 그대로 사용 가능하며, Focus Following의 어려움 및 짧은 초점거리로 인해 다양한 영상구성의 한계 부분 등을 개선하기 위한 요구 사항들로 인해 최근 스포츠, 콘서트, 공개 방송 등 근거리 카메라 배치가 불가능한 방송에 이상적인 2/3" 센서를 가진 카메라가 출시되고 있다 [5][9].

대표적으로 2/3" 센서를 가지는 Grass Valley사의 LDX 4K/UHD 카메라는 기존의 HD 환경과 동일한 워크플로우를 가지며, 2/3" B4 마운트의 HD 렌즈 사용이 가능하다. <표 2>는 극장용 S35mm 카메라와 2/3" 센서사이즈를 가지는 Grass Valley사의 LDX 4K/UHD 카메라의 비교를 보여준다. Grass Valley사의 LDX 4K/UHD 카메라 Xensium-FT CMOS 센서의 사이즈는 2/3"로 같은 사이즈의 센서를 가진 HD방송용 B4 렌즈를 그대로 사용이 가능하다[5]. 반면 극장용 카메라의 경우 B4 렌즈 장착을 하기 위해서는 컨버터 사용이 요구되며, 이는 광학 품질 저하가 수반된다. 특히 광학적 조도손실로 영상 제작 환경으로 볼 때 야간 및 실내촬영에서는 막대한 제약 수반 따른다.

<표 2> 4K/UHD 카메라 비교

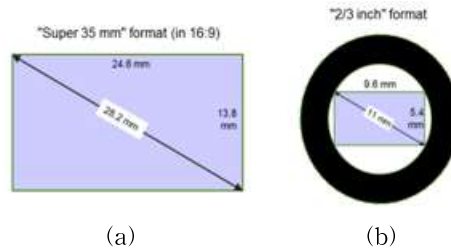
Item	Broadcast Type GV LDX UHD	CINE Type 4K S35mm Sensor
Sensor	FT CMOS	CMOS
Sensor size	3 × 2/3"	Single S35mm
Lens system	Broadcast type B4 mount	Cine type : PL mount B4->PL converter
Color separation	R, G, B separation filter by prism	Color pattern filter (Bayer type large format sensor)
Sensitivity (59.94Hz)	F11 (T12@24p)	Approx. F3.5 (T12@24p)

<Table 2> Comparison of 4K/UHD camera

### 3. Xensium-FT 2/3" 센서

일반적으로 디지털 영화 카메라에서의 예술적인 작품을 위한 높은 수준의 심도가 요구됨에 따라 Super 35mm와 같은 이미지 센서가 요구된다. 또한, 작품용 영화의 제작에서는 큰 사이즈의 센서를 사용하면서도 크기와 무게 등이 합리적인 프레임 렌즈나 아주 제한적인 줌 비율을 가진 줌렌즈가 사용되고 있다. 그러나 큰 이미지 센서 사이즈 때문에 발생하는 물리적 한계에 의한 제한적인 줌 비율로 인해 스포츠 중계나 오락 프로그램의 생방송 제작에는 사용이 제한적이다. 따라서 이를 보완하기 위한 2/3inch 센서 4K/UHD 카메라의 활용은 영상 제작 활용도가 높다. (그림 1)과 같이 Super 35mm 센서 4K/UHD 카메라는 2/3" 센서 4K/UHD 카메라에 비해 같은 초점거리 사용 시 화각의 차이를 가진다.

(그림 1) 화각비교 (a) Super 35mm 센서 (b) 2/3" 센서

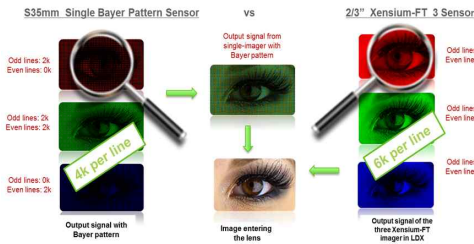


(Figure 1) Comparison of angle of view (a) Super 35mm sensor (b) 2/3" sensor

GrassValley 사의 LDX 카메라의 주요 특징은 자체 개발한 Xensium-FT 2/3" B4 타입의 3개의 이미지 센서를 사용한다. Xensium-FT 2/3" 이미지 센서는 CCD 센서와 동일하게 글로벌 셔터 동작을 수행함으로써 기존의 CMOS 센서가 가지는 롤링 셔터 현상 즉 짧은 노출 시간에서의 플래시에 대한 민감성과 움직임에 대한 이미지 왜곡 현상 같은 단점이 개선되었다. 또한 (그림 2)와 같이 Red, Green, Blue 3개의 2/3" 이미지 센서 전 대역폭을 사용하여 4K를 구현하여, 빔 스프리터(프리즘)를 통해 R, G, B 색 분리로

풍부한 색 영역을 확보할 뿐 아니라 1920 x 1080 해상도가 모든 3개의 채널에서 손실 없이 형성된다. 2백만 픽셀의 순차 포맷 출력은 어떤 1.5G 포맷보다도 탁월한 해상도를 제공하며, 4K, 1080i 또는 720P 와 같은 포맷으로 변환하기 위한 마스터 포맷으로 적합하다. 따라서 Xensium-FT 이미지 센서는 실황 방송 제작 분야에 필요한 해상도, 감도 및 신호대 잡음비 등의 최고 조합을 제공한다[5][10][11].

(그림 2) Xensium-FT 2/3" 3 센서



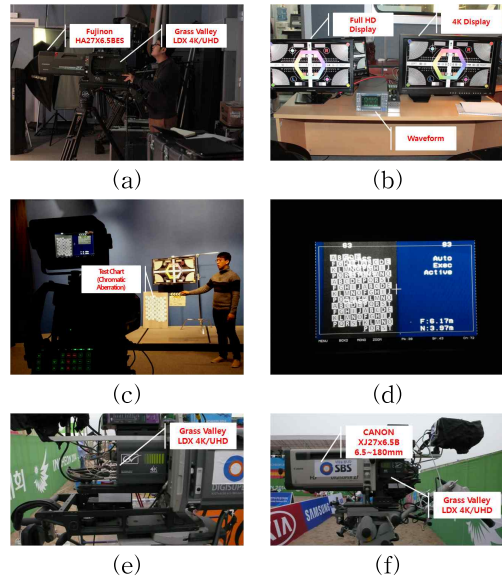
(Figure 2) Xensium-FT 2/3" 3 sensor

#### 4. 2/3" 센서 4K/UHD 카메라 활용 방안

본 연구는 Grass Valley 사의 LDX 4K/UHD 카메라(테코버전)와 HD급의 후지논(Fujinon) 사의 HA27X6.5BES 렌즈와 캐논(CANON) 사의 XJ75x9.3BIE 9.3~700mm 사용하여 2/3" 센서에서의 HD 렌즈 활용 가능성에 목적을 둔다. 실험 방법으로는 조리개 값에 의한 화질 변화 평가와 초점 거리에 따른 색수차 발생 평가 테스트를 진행하여 유효 활용 범위를 추출한다. 해당 테스트 결과 값을 가지고 ‘2014 인천 아시안 게임 비치발리볼’ 방송 중계에 활용하였다.

(그림 3)은 실내/외 테스트 실험 환경이다. 실내의 경우 카메라와 테스트 차트간의 거리는 15M로 설정하였으며, HD, UHD 모니터로 동시 관찰하였다. 같은 노출 조건을 유지하기 위해 조리개 값 변화 시 광량 조절을 하여, 디테일한 구간에서의 화질 차이를 구분하였다. 실외의 경우 줌렌즈를 이용한 초점거리별 테스트를 진행하였다.

(그림 3) 실험 환경

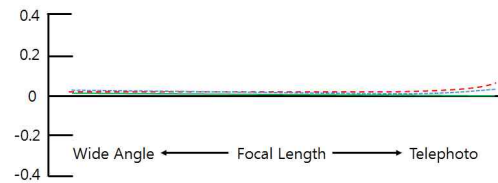


(Figure 3) Experiment Environment

#### 4.1 초점거리에 따른 색수차 변화

색수차는 분광-유리의 굴절율이 서로 다른 빛의 파장특성 때문에 일어난다. 대표적으로 축상 색수차와 배율 색수차가 있으며 (그림 4)와 같이 초점거리에 따라 색수차의 양이 변한다. 본 논문에서는 초점거리별 실내외 테스트를 통해 촬영 가능한 유효 초점거리 가이드를 제시 하는데 목적을 둔다.

(그림 4) 축상 색수차 변화

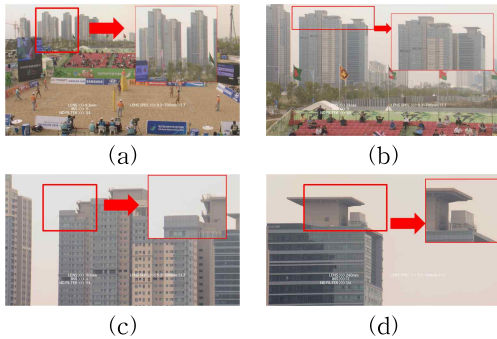


(Figure 4) Longitudinal chromatic aberration

(그림 5)는 XJ75x9.3BIE 9.3~700mm HD렌즈의 초점거리에 따른 색수차를 테스트 결과를 보여준다. F-number 값 11로 고정하였으며, 초점거리 9.3mm 광각부터 240mm 망원 계열까지 구간별 색수차 테스트를 하였다. 700mm의 30%인 210mm부터는 색수차가 줄어드는 것을 알 수 있

다.

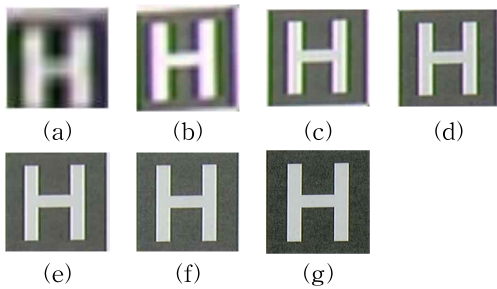
(그림 5) 초점거리에 따른 색수차 테스트(실외)  
(a) 9.3mm (b) 34mm (c) 110mm (d) 240mm



(Figure 5) Chromatic aberration test by the focal length(outside) (a) 9.3mm (b) 34mm (c) 110mm (d) 240mm

(그림 6)은 실내에서의 HA27X6.5BES HD 렌즈의 초점거리에 따른 색수차를 테스트 결과를 보여준다. F-number 값 8로 고정하였으며, 초점거리 9.3mm 광각부터 240mm 망원 계열까지 구간별 색수차 테스트를 하였다. 9.3mm 와 같은 광각 계열에서는 색 주변부에 색수차가 발생하는 것을 볼 수 있으며, 180mm의 30%인 54mm 부터는 색수차가 줄어드는 것을 알 수 있다.

(그림 6) 초점거리에 따른 색수차 테스트(스튜디오) (a) 6.5mm (b) 14mm (c) 29mm (d) 42mm (e) 60mm (f) 86mm (g) 125mm

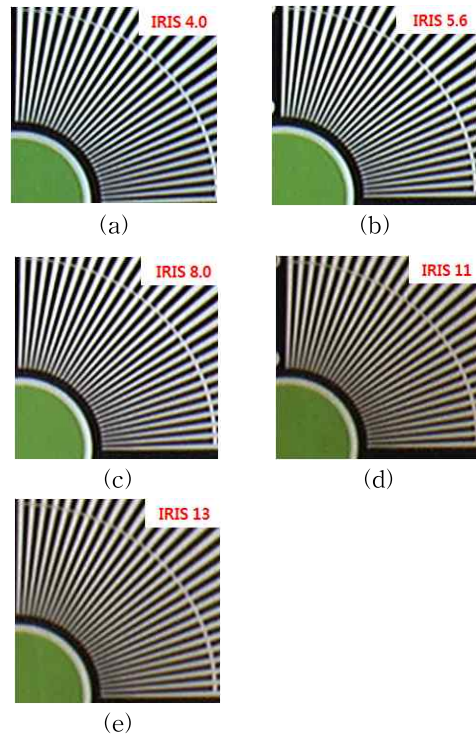


(Figure 6) Chromatic aberration test by the focal length(studio) (a) 6.5mm (b) 14mm (c) 29mm (d) 42mm (e) 60mm (f) 86mm (g) 125mm

#### 4.2 조리개 값에 의한 해상도 변환

(그림 7)은 조리개 값 변화에 따른 화질 차이를 보여준다. F-number 4.0부터 13까지의 1-stop 단계별 촬영하였으며, F5.6 ~ F 8.0 사이의 디테일 정보가 좋을 수 있다.

(그림 7) 조리개 값 변화에 따른 화질 (a) F4.0 (b) F5.6 (c) F8.0 (d) F11 (e) F13

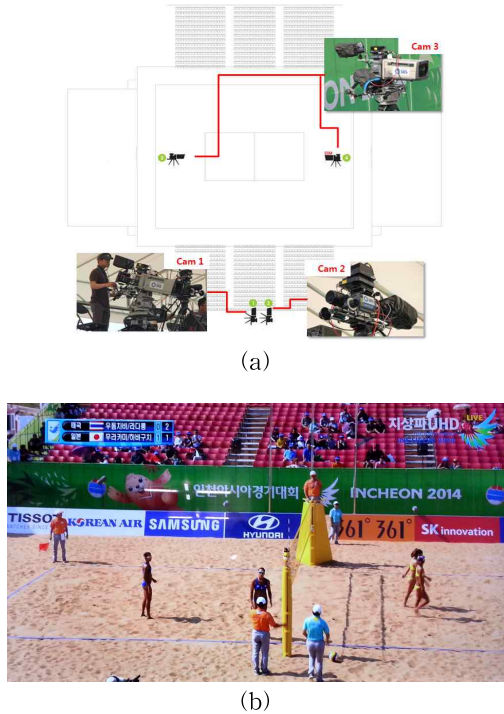


(Figure 7) Image quality by the iris (a) F4.0 (b) F5.6 (c) F8.0 (d) F11 (e) F13

#### 4.3 유효 초점거리에 따른 4K 방송 중계

조리개 및 초점거리에 따른 화질 테스트에 결과를 토대로 유효 초점거리 선별 후 2014 인천 아시안 게임 비치발리볼 방송 중계에 적용하였다. (그림 8)은 2014 인천아시안게임 비치발리볼 4K 카메라 세팅 환경과 중계 영상을 보여준다. Grass Valley 사의 LDX 4K/UHD 사용하였으며, HD 급 렌즈로는 ① Canon XJ 75X9.3B IE 9.3~700mm 1:1.7, ② Carl Zeiss Digi Zoom 6~24mm 1:1.7, ③ Canon XJ27X6.5B 6.5~180mm 1:1.5 종류의 렌즈를 사용하였다. 해당 영상은 SBS 53번으로 UHD 실험방송 되었다.

(그림 8) '2014 인천 아시안 게임 비치발리볼' 촬영 환경 (a) 카메라 세팅 (b) 중계 영상



(Figure 8) Shooting environment of '2014 Incheon Asian Game - Beach Valley Ball' (a) Camera setting (b) Live image

<표 3>은 인천아시안게임 비치발리볼에서 적용되었던 샷별 초점거리를 보여준다. 화질과 색수차를 최소화하는 적정 구간을 통해 2/3" 센서를 가진 UHD/4K 카메라에서의 HD 렌즈 활용 결과를 보여준다. 색수차가 발생하는 초점거리는 30% 이하이고, 촬영 시 HD 렌즈의 유효사용범위는 50% 이상에서 영상제작이 되었다. 따라서 해당 실험 결과는 HD 렌즈를 사용하여 UHD 콘텐츠 제작 가능성을 보였다.

<표 3> '2014 인천아시안게임 비치발리볼' 활용 초점거리

No	Lens	Working	Focal Length (mm)	Effective Area (%)
1	CANON XJ75x9.3BIE 9.3~700mm	Player 1Shot. GS	58~540	51%
2	CARL ZEISS DIGI ZOOM 6~24mm	Stadium Whole View FS	9~16	54%
3	CANON XJ27x6.5B 6.5~180mm	Player BS, WS	100~150	69%
4	CANON XJ27x6.5B 6.5~180mm	Player BS, WS	100~150	69%

※ 유효사용범위(%) = 최대사용초점거리 / 최대 초점거리

<Table 3> Practical Examples of '2014 Incheon Asian Game - Beach Valley Ball'

### 5. 결론

최근 방송 서비스는 UHD TV가 보급되면서 질 좋은 4K 콘텐츠 제작이 요구되고 있으며, 이에 따라 다양한 4K 방송 장비들이 출시되고 있다. 본 논문은 2/3" 센서를 가지는 Grass Valley사의 LDX 4K/UHD 카메라를 사용하여, HD 렌즈 활용 가능성에 대해 증명하였다. 조리개 F-number 값에 따른 화질과 초점 거리별 색수차 테스트를 통해 현 시점에서의 4K 카메라에서의 HD 렌즈 활용성에 주안점 두어 유효 촬영 파라미터들을 제시하고 방송 중계 결과를 보였다.

해당 결과는 2/3" 촬상 면을 가진 B4마운트 4K/UHD 카메라에는 FS(full shot)을 담당하는 카메라를 제외한 80%의 카메라에 HD 렌즈를 활용할 수 있음을 증명하였다. 프로그램 장르별 초점거리 유효 사용 범위를 통해 HD 렌즈의 활용은 고가의 4K 전용 렌즈 구매를 줄임으로써 UHD 전환에 필요한 예산을 절감할 수 있다. 또한 광각에서의 색수차 발생 문제를 보정하는 기능이 출시되고 있어 HD 렌즈의 활용범위는 확대 될 것으로 기대된다. 해당 논문은 HD 렌즈군의

활용으로 방송 인프라에서의 효율적인 가이드라인을 사용 가능할 것이라고 판단된다.

### References

[1] A. Hamacher, Soon-chul Kwon, and Seung-hyun Lee, "Production changes of UHD TV contents," Korea Society Broadcast Engineers Magazine, Vol.18, No. 2, pp.92-99, 2013.

[2] Kunic, Srecko, and Zoran Sego, "Beyond HDTV technology", ELMAR, 2013 55th International Symposium. IEEE, pp. 83-87, 2013.

[3] Bae, S. H., Kim, J., Kim, M., Cho, S., and Choi, J. S., "Assessments of subjective video quality on hev c-encoded 4k-uhd video for beyond-hdtv broadcasting services", Broadcasting, IEEE Transactions on, Vol. 59, No. 2, pp.209-222, 2013.

[4] S.Y. Jeong, S.H. cho, E.D Lee, S.H. Kim, J.S. Choi, and J.W. Hong, "UHDTV Technology Status and Prospects", The Magazine of the IEEK, Vol.36, No.4, pp.19-27, 2009.

[5] Weber, Klaus., "Beyond HD-The status of the image acquisition solutions for the next generation broadcasting formats", SMPTE Conferences, Vol. 2014, No. 10, pp.1-9, 2014.

[6] S.R Kim, J.K. Kim, and J.S. Choi, "UHDTV Broadcasting Technology Trends", Korea Communications Agency PM Issue Report, Vol.1, No.6, 2013.

[7] A. Hamacher, Sung-jin Lee, Yong-jung Kim, and Seung-hyun Lee, "A Study of Game Display Environment for UHD TV", Journal of Korean Society For Computer Game, Vol. 26, No. 2, pp.205-210, June 2013.

[8] Sang-il Kim, Sung-chul Park, Jung-ho Kim, Soon-chul Kwon, and Seung-hyun Lee, "A Study on the Workflow of Cinematography with 4K High Speed Camera", Journal of Digital Contents Society Vol. 15 No. 3, pp. 425-432, 2014.

[9] Thorpe, Larry., "New 35mm CMOS Image Sensor for Digital CINE Motion Imaging", Canon Whitepaper, Vol. 17, 2011.

[10] Alaric C. Hamacher, Sunil P. Pardeshi, Taeg Keun Whangboo, and SeungHyun Lee, "3D UHD TV contents production with 2/3 inch sensor cameras", SPIE Stereoscopic Displays and Applications XXVI, 2015.

[11] Klaus Weber, "LDX Series Cameras with Xensium-FT Imagers", Grass Valley Whitepaper, 2012.

### 김 상 일



2014년 : 광운대학교 대학원 (문화콘텐츠학석사)  
 현재 : 광운대학교 대학원 (홀로그래피3D콘텐츠박사과정)

1984년~1991년: (주)MBC  
 1991년~1998년: (주)SBS  
 1998년~2014년: (주)SBS A&T  
 2011년~현재 : (주)SBS A&T 실감방송TF 총괄  
 관심분야 : S3D, UHD, 초고속 콘텐츠 제작 등

### 박 성 철



2014년 : 광운대학교 대학원 (문화콘텐츠학 석사)  
 현재 : 광운대학교 대학원 (홀로그래피3D콘텐츠 박사과정)

1989년~ 1997년: (주)코오롱  
 1997년~ 2000년: 한교인터네셔널 대표  
 2000년~ 현재 : (주)한교아이씨 대표이사  
 관심분야 : 홀로그래피, PET FILM 등



**권 순 철**

2008년 : 광운대학교 정보콘텐츠대  
학원 (공학석사-디지털콘  
텐츠)

2012년 : 광운대학교 대학원 (공학  
박사-정보디스플레이)

2013년~현 재: 광운대학교 교수  
관심분야 : Stereoscopic, Holography



**이 승 현**

1993년 : 광운대학교 대학원 (공학  
석사-전자공학과)

1993년 : 광운대학교 대학원 (공학  
박사-전자공학과)

1993년~현재 : 광운대학교 교수  
1994년~현재 : ISU(International Stereoscopic Union)  
한국대표  
관심분야 : 패턴인식, 광정보처리, 3D 디스플레이,  
디지털홀로그래피



**알라릭하마키**

1994년 : Univ. Paris 7 Cinema  
and Audiovisual Studies  
(Master)

1999년 : Virtual Experience Production

2011년 : ZDF, 3D Consultant for  
public broadcaster ZDF

2013년~현 재: Professor in the graduate school of  
information contents, KwangWoon Univ.  
관심분야 : Stereoscopic, 3D, UHD