

일반논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제23권 제6호, 2018년 11월 (JBE Vol. 23, No. 6, November 2018)

<https://doi.org/10.5909/JBE.2018.23.6.866>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

## 원규격 기반 후반작업을 고려한 실사 VR 영상 촬영

김 철 현<sup>a)</sup><sup>#</sup>

### VR Image Shooting Considering Post-Production based Raw Format

Chulhyun Kim<sup>a)</sup><sup>#</sup>

#### 요 약

최근 VR 콘텐츠의 인기와 함께 다양한 촬영장치를 이용한 실사기반 VR 360 영상제작이 주목을 받고 있다. 과거 VR 콘텐츠 제작은 많은 작업이 필요해 연구소 수준에서만 가능했으나 최근 카메라의 소형화로 VR 실사 촬영이 콘텐츠 제작자들에게 보편화되고 있다. 본 논문은 오늘날 상황에서 유통되는 다양한 VR 콘텐츠를 비교 연구하고 비용면에서 개인화 실사 기반 360 영상제작의 장단점을 분석하고 있다. 기존 영상 촬영 전문가가 사용하기 어려운 단점을 지적하고 이를 위한 해결 방안을 제시하고자 한다. 액션캠이나 일체형 카메라보다 수동조작이 가능하고, 원규격(raw format) 지원 카메라에서 360 촬영이 영화식 후반작업에 더 적합하다는 것을 간단한 실험 촬영을 통해 증명하였다.

#### Abstract

With the popularity of VR content, actual image based VR 360-degree video production using various shooting devices has attracted attention in recent years. Requiring a lot of work, the existing VR content production was possible only at the level of the research institute, but the recent miniaturization of cameras has made the VR actual image shooting more common to the content creators. In this paper, we compare and study various VR contents distribute in today's context and analyze the strengths and weaknesses of robust actual image-based 360 video production in terms of cost. We are to point out the disadvantages that make it difficult for existing video shooting experts to use and suggest a solution for this. The experiment shooting proved that it can be operated more manually than action cam or integrated camera and 360-degree shooting on a raw format support camera is more suitable for film type post-production.

Keyword : VR, 360 image, post-production, raw-format, 360 shooting

a) 나사렛대학교 방송·영상콘텐츠학과(Korea Nazarene University Department of Broadcast & Image Content)

# Corresponding Author : 김철현(Chulhyun Kim)

E-mail: acts@kornu.ac.kr

Tel: +82-41-570-1857

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9421-8622>

\* 본 연구는 2018년도 나사렛대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

· Manuscript received August 29, 2018; Revised October 15, 2018; Accepted October 15, 2018.

#### I. 서 론

2014년, 페이스북이 오플러스를 인수하면서부터 가상현실(VR; virtual reality) 장치는 큰 관심을 받고 있다. 이 같은 VR 관련 기술은 19세기 초반부터 다양한 연구와 시도가 있었고, 1950년대부터 상업적 이용을 시도했다. 일반적으

로, 1950년대 중반에 모顿 헤일링(Morton Heilig)이 개발한 센소라마(Seonsorama)가 VR의 시초로 여겨진다. 센소라마는 약 140도 수직, 수평 화각, 양안식 입체영상, 이어폰을 이용한 스테레오 음원, 의자의 움직임, 진동, 약간의 냄새 그리고 바람까지 가능한 장치였다<sup>[1]</sup>.

이후 VR 기술은 군사훈련용, 오락기기 등에 일부 사용했고 오늘날처럼 대중화되지는 못했다. 최근 사용자 중심 VR의 인기는 높은 규격의 스마트폰 개발과 이를 응용한 제품들이 보급되면서부터이다. 오클러스 리프트, HTC 바이브, 소니 PSVR 그리고 구글 카드보드 등이 출시되면서 사용자가 급증하였다. 특히 구글 카드보드는 저렴한 가격과 스마트폰을 이용해 대중들에게 큰 인기를 얻었고, 곧 이를 응용한 저가의 스마트폰 전용 HMD(head-mounted device)가 출시되었다. HMD와 함께 사용하는 콘텐츠 대부분은 실사 영상을 360도로 촬영해 유튜브 같은 VR 지원 플랫폼을 이용해 배급하는 방식이다. 현재 유튜브 VR 채널의 콘텐츠 중 약 90% 이상이 실사 영상으로 만든 콘텐츠이다<sup>[2]</sup>.

대중들의 인기와 더불어 전문적인 영화제에서도 VR 영역이 등장하고 있다. 선댄스 영화제는 뉴프론티어 세션을 통해 매년 우수한 가상현실 영화들을 소개하고 있고, 최근 몇 년 사이 칸느 영화제, 베니스 영화제에서 VR 영화 경쟁 부문을 오픈하였다<sup>[3]</sup>. 우리나라의 경우 영화진흥위원회에서 해마다 VR 영화제작을 지원하고 있다.

대부분 VR 영상은 최소 5~14대의 액션캠을 이용해 촬영한 후 스티칭이라는 작업을 통해 360° 파노라마 영상으로 제작한다. 이렇게 제작된 영상은 HMD 장치에 탑재되어 360° 영상을 지원하는 플레이어에서 재생하거나 유튜브 같은 360° 지원 플랫폼을 이용해 배급된다. 초창기에는 이 같은 영상으로도 대중에게 큰 호기심을 불러일으켰고 다양한 콘텐츠가 배급되었다. 이후 일체형 360° 카메라 보급으로 콘텐츠 제작은 더 편리해졌다.

그러나 액션캠 혹은 소비자용 360° 영상 촬영장치는 영

화 수준의 화질로 구현하기에는 어려움이 있다. 오늘날 영화, 드라마에서 표준적으로 자리 잡은 색보정과 같은 작업을 하기에는 촬영장치의 한계가 있다. 본 논문에서는 이런 문제점을 살펴보고 현재 원규격과 후반작업을 지원하는 수준의 화질을 구현할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

2장에서는 현재 제작하는 360° 영상제작 방식에 대해 소개하고 실사 기반 제작에 있어서 기존 필름 촬영과의 차이점을 제시한다. 3장에서는 다양한 360° 영상제작방법에 대해 살펴보고 4장에서는 기존 360° 촬영의 문제점을 보완하는 방법과 실제 제작 사례를 통해 액션캠 방식과의 차이를 확인하고 5장 결론에서 향후 필요한 부분에 대해 제시하고 있다.

## II. 실사 기반 VR 360 제작 방법들

현재 VR 콘텐츠를 제작·배급하는 방법은 크게 3가지 정도로 구분된다. 첫 번째, 유니티 3D(Unity 3D), 언리얼(Unreal) 같은 게임 엔진을 이용해 제작하고, 이를 엔진을 지원하는 플랫폼으로 콘텐츠를 배급하는 방법이다. 이렇게 배급된 콘텐츠는 오클러스 리프트, HTC 바이브와 같은 고가형 HMD에서 구동된다. 두 번째 컴퓨터 그래픽 기술을 이용해 콘텐츠를 제작하는 제작 방식이다. 구글이 실험적으로 제작한 VR 단편영화 “Help”같은 경우이다. 물론 이 경우 적절한 실사와 혼합되어 제작되며 “Pearl”과 같이 애니메이션으로 제작되기도 한다. 세 번째, 여러 대의 액션캠 혹은 일체형 카메라를 이용해 파노라마 영상을 촬영하고 이를 360° 파노라마 영상으로 만들어 배급하는 방식이다.

이 세 가지 방법 중 가장 저렴한 방법은 실사영상을 촬영해 배급하는 방식이다. 2018년 5월 3째주 기준으로 유튜브 공식적인 360° 채널인 “가상현실”에 올라온 인기영상 50위 중 3편이 완전 CG영상이며 이 중 하나는 게임영상이다. 표

표 1. 유튜브 <가상현실> 채널 콘텐츠 분석  
Table 1. Analysis of YouTube <Virtual Reality> contents

Viewing angle		Stereoscopic		Major content making method				
180	360	Mono	Stereoscopic	Real pictures	Title & effects	CG & real picture mixed	Based on CG	
42	8	34	16	29	15	3	3	

1에 상위 50편을 분석한 결과를 제시하였다. 3편은 CG와 실사가 합성된 영상이며 나머지 44편은 실사에 약간의 효과 혹은 자막이 추가된 정도이다. 영상의 완성도는 CG 제작과 게임 엔진 활용이 더 뛰어나지만 비용 문제가 있다. 이런 이유로 360° 영상의 약 90%가 실사 중심으로 촬영한 영상이다<sup>[2]</sup>. 2장에서는 360° 콘텐츠 제작에서 주류를 이루는 실사 기반 제작 방법을 알아보고 개선 사항을 제시하고자 한다.

### 1. 여러 대의 액션캠을 활용한 360° 영상제작 방법

실사 기반 360° 영상제작은 여러 대의 카메라를 이용해 촬영한 영상을 스티칭(stitching)작업을 통해 하나의 파노라마 영상으로 제작하는 방법과 일체형 카메라를 이용하는 방법이 주로 사용된다.

먼저 여러 대의 카메라를 이용하는 방법은 액션캠이라는 불리는 소형 카메라와 이를 카메라를 연결할 수 있는 촬영 장치인 리그(rig)를 이용하는 방식이다. 360° 영상 촬영을 위해 최소 5~8대의 카메라가 필요하고 양안식 입체(stereoscopic)를 구현할 경우 14대 이상의 카메라가 필요하다. 이 경우 여러 대의 카메라를 연결해야 하기 때문에 작은 카메라가 유리하다. 이런 이유로 대부분 촬영에서는 액션캠이 사용된다. 그림 1에 히어로360사(360HEROES)가 개발한 여러 가지 VR 리그를 제시하였다. 모두 고프로라는 액션캠을 이용하는 방식이다.



그림 1. 히어로360사의 VR 리그

Fig. 1. VR rigs of 360HEROES

액션캠 촬영 영상은 스티칭 작업을 통해 하나의 파노라마 영상으로 제작된다. 그러나 스티칭 작업만으로 상품 가치가 낮다. 이유는 첫째, 최소 6대 이상 사용하는 액션캠의 색이 모두 불일치하기 때문이다<sup>[4]</sup>. 그림 2에 스티칭한 결과물이 보인다. 모두 7대의 카메라로 촬영한 이 영상에서 스티칭후 색상이 카메라마다 조금씩 다른 것을 확인할 수 있다. 둘째, 각각의 카메라마다 시차로 인해 빠른 피사체의 경우 카메라마다 위치가 다르게 획득된다. 그림 2에 보듯이 카메라가 만나는 부분에서 연결이 자연스럽지 않다. 이는 카메라가 빠른 속도로 이동하면서 카메라마다 동기화가 불안해 발생하는 문제이다.

여러 대의 액션캠을 이용하는 방법은 초창기 360° 영상 제작에서 가장 주목 받는 방법이었다. 그러나 카메라 동기, 색상 불일치 문제, 많은 카메라 사용으로 인한 빈번한 고장, 복잡한 스티칭 프로그램의 운영 등으로 대중적 활용보다 360° 영상 전문가들에 의해 운영되었다. 그리고 이 방법은



그림 2. 7대 카메라의 조도 불일치

Fig. 2. Inconsistency of illuminance at 7 action cams

영상제작 전문가들의 요구도 충족시키지 못했다. 이유는 액션캠이 촬영 전문가들이 운영하기에는 기능이 현저하게 부족하기 때문이다. 이런 이유로 360° 영상제작은 기존 영상제작 프로덕션보다 360° 영상제작 전문 프로덕션이 더 주목받고 있다.

## 2. 일체형 카메라를 이용한 360° 영상 획득 방법

앞서 언급한 문제점들을 해결하고, 일반 소비자들이 360° 영상을 쉽게 촬영할 수 있는 일체형 360° 촬영장치가 2016년부터 시장에 나타나기 시작했다. 초창기 제품들은 비디오의 경우 HD급, 정지영상은 4K 정도 해상도를 제공하는 제품들이었다. 이들 제품은 경량화, 소형화를 추구했으며 카메라 구동은 직접 모듈을 탑재하지 않고 스마트폰 앱을 이용해, 소비자들은 저렴한 가격에 360° 영상을 손쉽게 획득할 수 있었다. 하지만 초창기 제품들은 스티칭 결과물이 불안했다<sup>[4]</sup>.

이후 저가형 360° 카메라의 성능을 개선한 고가의 전문가를 위한 360° 카메라가 출시되었다. 최근 제품들은 결과물이 고화질 안정화되는 추세이다. 영상제작장비 판매 전문회사인 B&H는 자사의 홈페이지에 전문가용 360° 카메라와 일반인용 360° 카메라를 구분해 소개하고 있다<sup>[5]</sup>. 이런 전문가용 일체형 카메라는 UHD 4K 화질을 지원하며 실시간 전송 기능도 탑재하고 있다. 고가의 전문가용 일체형 카메라는 보통 4K 이상의 화질을 지원하며 일부 제품은 6K, 8K 해상도까지 지원한다. 360° 영상제작에 선도적인 구글은 JUMP 카메라를 개발하고 운영 중이다. 구입한 불 가능한 이 제품은 임대만 가능하다. 프로덕션에서 필요한 경우 구글에 신청하고 심사후 임대하는 방식이다<sup>[6]</sup>. 인스타

360사도 적극적으로 시장 선도를 위해 노력하고 있는 회사이다. 이 회사는 모두 5개의 360° 카메라를 발표했다. 이중 가장 고급 모델인 인스타360 프로(Insta360 Pro)는 8K 정지영상과 4K 동영상을 지원하고 라이브 송출도 가능하다. 그러나 4K 동영상이 양안 입체의 경우 24fps, 단안의 경우 30fps까지 지원한다. 후반작업의 경우 6K 해상도에 입체를 지원하지만 30fps가 한계이다<sup>[7]</sup>.

삼성은 360라운드(360 Round)라는 카메라를 발표했으며 모두 17대의 카메라를 장착하고 있다. 4K 해상도에 입체 라이브까지 지원하지만 30fps라는 한계가 있다. 오라포아이(Orah 4i)는 4개의 카메라 모듈을 장착하고 있으며 단안 4K 30fps를 지원한다. 최근 샤오미에서 YI 360 VR이라는 일체형 카메라를 발표했는데 5.6K 해상도에 30fps를 라이브로 지원한다. 샤오미 특성상 가격이 400불로 출시되어 입체를 지원하지 않던 4K 해상도 카메라들은 대부분 경쟁력을 잃게 되었고 실제로 노키아의 오조(Ozo)는 판매를 중단했다.

## 3. 기존 360° 영상 촬영의 문제점과 대안

일체형 360° 카메라 중 일부의 제품을 제외하면 4K 해상도로 30fps를 지원하며, 양안 입체의 경우 프레임률은 더 낮아지기도 한다. 여기서 고려할 점은 사람의 시지각 특성이다. 사람의 시지각 특성 중 임계융합주파수(CFF, critical flicker frequency)는 어두운 환경에서는 20Hz ~ 수Hz 깜빡임에서도 플리커를 느끼지 못하지만, 밝은 곳이나 면적이 넓어지면 프레임률을 높여야 한다. 이런 이유로 NTSC 방식이 60Hz의 프레임률을 가지게 되었고 유럽 텔레비전 방식인 50Hz가 임계융합주파수의 한계라고 할 수 있다<sup>[8]</sup>.



그림 3. 다양한 일체형 VR 360° 카메라  
Fig. 3. Various assembled VR 360 cameras

NTSC의 경우 시청거리가 화면 높이 3.3배이며 시야각의 약 10°인 점과 비교하면 360° 영상은 최소 90°에서 최대 120°의 넓은 시야각을 가지기 때문에 60Hz 이상의 프레임률을 가져야 한다. 일반적으로 PC 모니터 60Hz인 점과 비교해도 30fps 360° 영상은 시청자에게 불편할 것이다. 비록 일체형 카메라가 촬영은 편리하며 라이브 송출, 안정적인 동기화 등이 지원되지만 30fps 촬영으로 몰입감을 주는 360° 콘텐츠를 제작하기에는 부족하다<sup>[8]</sup>.

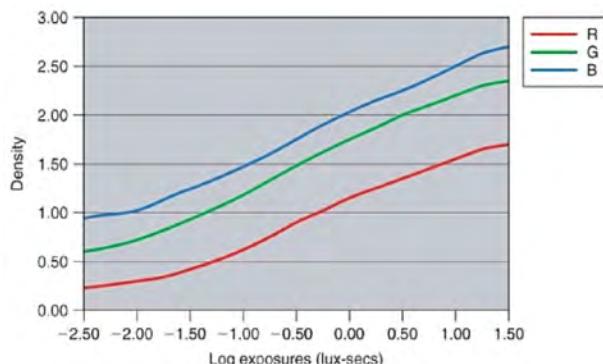


그림 4. 코닥 5218 컬러 네거티브 필름의 특성 곡선  
Fig. 4. Characteristic curves of Kodak 5218 Color Negative Film

기존 360° 촬영의 또 다른 문제는 후반작업을 고려한 전문 촬영이 어렵다는 점이다. 오래전부터 상업용 전문가 촬영의 경우 필름의 특성을 반영하여 촬영과 현상을 나누어 작업했다. 촬영단계에서는 현상단계에서 조절할 수 있도록 명부와 암부를 조절한다. 영화필름 전문회사인 코닥은 촬영 단계에서 암부와 명부를 압축해서 촬영하도록 필름을 생산하였다. 그림 4에 코닥 5218 네거티브 필름의 특성 곡선이 보인다<sup>[9]</sup>. 이후 컬러 타이밍(color timing) 거쳐 프린트 필름으로 복제되어 극장에 상영한다. 이런 특성은 비디오 제작에도 적용되어 디지털 시네마 이후 촬영은 후반작업을 염두에 둔 촬영이 업계표준이 되었다<sup>[10]</sup>.

하지만 기존의 일체형 혹은 여러 대의 액션캠을 이용한 촬영 방법은 세부적인 노출을 조절할 수 있는 전문 촬영이 어렵다. 또한 초점거리, 조리개 조절 등도 제한적이다. 이런 이유로 360° 영상 대부분은 영상미학적인 부분보다 경험 중심의 콘텐츠가 제작되고 있다. 360° 영상 플랫폼 중 가장 사용자가 많은 유튜브 360채널에 조회수 상위 50개의 콘텐-

츠를 분석하면, 롤러코스터 텁승이 8편, 공포 체험 영상이 7편, 스카이ダイ빙, 스쿠버ダイ빙 같은 익스트림 스포츠가 6편으로 대부분 상위콘텐츠가 간접적인 체험을 강조하는 내용이다. 이외에도 인기있는 영상은 결그룹 안무, 게임 영상 등이다. 반면 영상 미학적인 원리가 추구되는 영상은 적은 편이다. VR 분야에서는 선구적 작품으로 알려진 구글의 “HELP”마저 조회수 상위 50위에 들지 못한다.

이 같은 체험 위주의 360° 영상은 3D 입체영화처럼 잠시 일어나는 하나의 유행으로 끝날 위험이 있다. 3D 입체영화가 처음에는 새로운 경험을 주면서 많은 소비자들에게 매력적이었지만 곧 인기가 사라졌다. 영화의 시작도 이와 같은 우려가 있었다. 영화의 아버지인 뮤미에르도 영화를 하나의 산업으로 보고 당분간 인기를 누리겠지만 미래가 없다고 말했다<sup>[11]</sup>. 그러나 영화가 이런 예상을 깨고 대중적으로 지속될 수 있었던 것은 영상미학과 이야기구성 때문이다. 오늘날 VR 360° 영상은 촬영 특성상 미학적인 부분을 추구하기 어려우며 이런 한계로 대부분 이야기 중심의 콘텐츠보다 체험 중심의 콘텐츠가 주류를 이루고 있다.

### III. HMD의 종류와 장단점

360° 영상을 감상하기 위해서는 HMD가 필수적인데 이는 기존 영상과 360° 콘텐츠의 가장 큰 차이점일 것이다. 뮤미에르 이후 100년을 넘게 영상은 제작자가 컷의 사이즈, 편집, 길이 등 다양한 연출이 가능했다. 이는 연출자가 보여주고 싶은 부분을 보여주는 방식으로 카메라 뒤에 많은 제작진들과 장비가 같이 했다. 하지만 HMD에서 재현되는 360° 영상은 제작에 큰 변화를 줬고 몇 가지 요소들은 사용이 불가능하다. HMD를 통한 영상 재현의 가장 큰 특징은 상호작용(interactivity)이 강조된다는 점이다. 필리프 푸흐와 파스칼 귀통은 VR에서 사용자는 단순히 “관객 spectator”이 되는 것이 아니라 “행위자actor”가 된다고 말한다<sup>[12]</sup>. 관객은 더 이상 감독이 보여주는 영상에 제한되지 않고 현장 전체를 언제든 볼 수 있는 결정력을 지닌 행위를 할 수 있다.

이러한 상호작용에 큰 영향을 미치는 HMD는 360° 영상의 완성도에서 중요한 위치를 차지한다. 좋은 콘텐츠도

HMD의 기술적 약점으로 완성도가 떨어질 수 있다. 이는 같은 콘텐츠도 어떤 장치에서 재생하는가에 따라 관객의 평가가 극명하게 다를 수 있다는 것이다. 현재 대중적으로 사용하는 HMD는 크게 3가지로 구분된다. 구글 카드보드처럼 스마트폰을 넣어서 사용하는 방식, PC에 연결해 사용하는 방식 그리고 게임기 혹은 스마트폰과 연결해 사용하는 방식 등이 있다.

### 1. 스마트폰용 HMD

가장 저렴한 형태의 대중적인 HMD는 스마트폰을 이용한 HMD이다. 가장 보편적인 것은 구글의 카드보드이다. 구글이 VR 콘텐츠 보급을 위해 도면을 공개한 간략한 형태의 HMD이다. 공개된 도면을 이용해 사용자들은 직접 카드보드를 만들 수 있다. 카드보드는 자체에 재생장치가 없으므로 스마트폰과 같이 사용해야 한다. 구글이 공개적으로 만든 카드보드는 저작권이 전혀 없다. 개인이 만들거나 기업이 만들거나 상관없으며 이를 이용해 판매도 가능하다 [13].

이런 이유로 초창기부터 카드보드는 곧 상업적으로 이용되었으며 현재 국내에도 다양한 구글 카드보드가 판매되고 있다. 카드보드가 종이 기반이라 약하다는 단점을 극복한 플라스틱형의 제품도 판매 중이다. 구글은 카드보드를 이용해 VR 콘텐츠를 감상할 수 있도록 전용 앱을 제공하고 있으며 개발을 위한 SDK와 카드보드 전용 플랫폼도 제공하고 있다.

구글 카드보드는 VR 360° 영상이 대중적으로 보급되는 데 큰 역할을 했다. 몇 천원 정도의 금액으로 유튜브 360° 영상을 감상할 수 있게 했으며, 구글이 만든 VR 앱인 카드보드를 이용해 VR을 경험하게 했다. 하지만 다양한 상호 작용에는 한계가 있으며 스마트폰에 따라 성능에 큰 차이가 있다. 이 약점을 극복하기 위해 삼성은 자사 스마트폰 전용 HMD를 오클러스사(Oculus)와 함께 개발한 기어VR (GearVR)을 출시하였다. 이 장치는 삼성 스마트폰만 사용 가능하며 같은 삼성 제품이라도 서로 모델이 다르면 사용이 불가능하다. 이런 이유로 삼성 기어VR은 전용 HMD 제품으로 분류하기도 한다. 구글 카드보드에 비해 완성도가 높으며 전용 플랫폼을 제공해 게임, 영상 등 다양한 콘텐츠

를 제공하고 있다.

### 2. PC 기반 VR 장치

PC 기반 VR 장치는 입출력 기기를 중심으로 이루어져 있으며 중요한 구동은 PC에서 이루어진다. HMD에 모션인식 기능과 전용 컨트롤러를 가지고 있어 다양한 동작과 반응이 가능하다. 현재 주로 판매되는 것은 HTC사의 바이브(Vive), 오클러스사의 리프트(Rift) 그리고 가장 최근에 발표한 삼성의 오딧세이(Odyssey) 등이 있다. 이외에도 중국 제품들 그리고 오픈 소스 형태의 장비들이 있으나 시장 점유율은 낮은 편이다.

PC VR은 HMD 장치 중 가장 고가이며 완성도면에서 제일 좋은 평가를 받고 있다. HTC 바이브 프로는 표준 소비자가격이 1,000불을 넘는다. 또한 고사양의 PC 성능이 요구된다. 비용면에서 제일 고비용이지만 콘텐츠 완성도와 물입감이 뛰어나다. 기기마다 차이는 있지만 룸스케일을 적용해 실제 공간에서 활동하는 콘텐츠를 구현할 수 있는 것이 스마트폰 HMD와의 가장 큰 차이점이다.

2014년 처음 공개된 구글의 틸트브러쉬(Tilt Brush)는 3차원 입체공간에 그리기를 지원하는 프로그램으로 룸스케일 기능이 필요하다. 틸트브러쉬는 CES 2017에서 최고혁신상(Best of Innovations)에 선정될 만큼 VR의 퀄리콘텐츠로 인정받고 있다 [14]. 현재 틸트 브러쉬는 HTC 바이브와 오클러스 리프트에서만 사용 가능하다.

### 3. 기타 기기와 연결하는 HMD

소니의 PSVR(PlayStation VR)은 자사의 게임기 플레이스테이션4와만 구동된다. PC VR 제품들이 스팀 플랫폼을 이용한다면 PSVR은 자사의 플랫폼을 이용하여 기존 플레이스테이션이 사용하는 다양한 장치를 같이 사용할 수 있다는 장점이 있다.

최근에 오클러스사는 리프트보다 저렴한 오클러스 고를 발표했으며 소비자가격은 199불부터 판매중이다. 오클러스 고는 별도의 스마트폰을 HMD에 삽입하지 않고 사용하다. 다만 사용하는 앱 구매, 설정 등을 위해서 스마트폰이 필요하다.

레노버에서 발표한 미라지 솔로(Mirage Solo)는 이름처럼 독립형 기기라는 점을 강조하고 있다. 실제 구동에는 PC나 스마트폰 없이 가능하지만 처음 설정이나 앱구매에서는 여전히 PC 환경의 연결이 필요하다.

살펴본 HMD의 큰 문제점은 어느 장비가 표준적인 역할을 못한다는 점이다. VR 콘텐츠 제작은 촬영장비부터 재생 장치까지 표준이나 업계표준이 없는 상황이다. 이는 촬영, 편집자에게 어려운 일이다. 기존 영상제작은 필름 제작과 비디오 제작을 거치면서 표준이 잡혔으며 배급 역시 극장 표준과 방송표준이 있어 이를 충족시키면 된다. 하지만 VR 콘텐츠는 이 같은 표준이 없어 촬영과 편집에 어려움이 있다.

#### IV. 360° 콘텐츠 제작을 위한 제안

2절과 3절에서 VR 360° 실사 영상의 촬영과 재생에 대해 살펴보았다. 본 절에서는 앞서 살펴본 내용을 정리하고 문제점과 대안을 제시하고자 한다.

##### 1. 실사 기반 VR 360° 영상제작에서 문제점들

다양한 촬영장치와 프로그램들이 상용화되고 콘텐츠 제작에 활용되고 있으며 재생을 위한 HMD도 여러 종류가 있다. 360° 콘텐츠의 제작과 재생에 있어서 정해진 표준이나 업계표준이 없는 상황에서 양질의 콘텐츠 제작은 어렵다. 효율적인 작업흐름(workflow)를 제안하는 것도 쉽지 않다.

먼저 촬영에 있어서 기존 촬영감독 역할은 축소, 변형된다. 기존 촬영은 컷의 사이즈부터 길이, 조명, 사운드 등을 고려한 촬영이었다면 지금 360° 영상 촬영은 이런 부분이 제한적이다. 무엇보다 컷의 사이즈는 전혀 고려 대상이 아니다. 관객이 원하는 어느 방향이나 제공을 해야 하며 사이즈는 무의미하다. 사이즈 없는 촬영은 영상미학에 결정적 역할을 하는 조명에도 큰 제한을 준다. 진정한 360° 촬영에서 촬영 담당자들은 카메라가 설치된 360° 안에 들어갈 수 없는 상황이다. 기존 촬영은 카메라 앵글 외부에 소리, 조명 등을 운영했으나 360° 촬영은 이런 면이 제한적이다. 그러므로 촬영감독의 역할은 축소, 변형될 수밖에 없다.

촬영에서 또 다른 문제는 렌즈 운영이 제한적이라는 점이다. 렌즈는 촬영 초창기부터 영상미학에 필수적 요소였다. 하지만 실사 360° 촬영은 대부분 7~8mm 정도의 광각 렌즈 혹은 더 낮은 초점거리의 렌즈를 주로 이용한다. 이로 인한 공간 왜곡은 360° 콘텐츠의 큰 약점이다. 이런 제한으로 인해 360° 콘텐츠로 촬영된 공간은 실제 시야각보다 거리감이 과장되게 연출되어 관객에게 거부감을 준다. 특히 관객에게 익숙한 신체 왜곡의 경우 더 심한 거부감을 줄 수 있다. 이런 렌즈에 의한 왜곡은 3D 입체영상 촬영에서부터 문제였다<sup>[15]</sup>.

##### 2. 오늘날 영상제작의 후반과정과 360°을 위한 제안

촬영이후 후반 작업에서 일차색보정(primary color correction)과 이차색보정(secondary color correction)은 업계의 표준적인 방법으로 사용되고 있다<sup>[10]</sup>. 기존 영화 필름은 그림 5에 제시한 것처럼 암부와 명부의 영상을 확보하기 위해 에스곡선(s-curve) 모양의 필름 특성 곡선을 가지고 있다. 전통적인 영화 촬영은 네거티브 촬영을 하고 현상과 복제의 과정을 거쳐 최종 극장용 필름으로 만들어진다.

디지털시네마가 보급되면서 카메라의 성능도 점차 필름의 특성을 가지게 되었다. 그림 5에 소니사의 카메라가 지원하는 S-Log 곡선이 보인다<sup>[16]</sup>. 기존 필름과 유사한 곡선

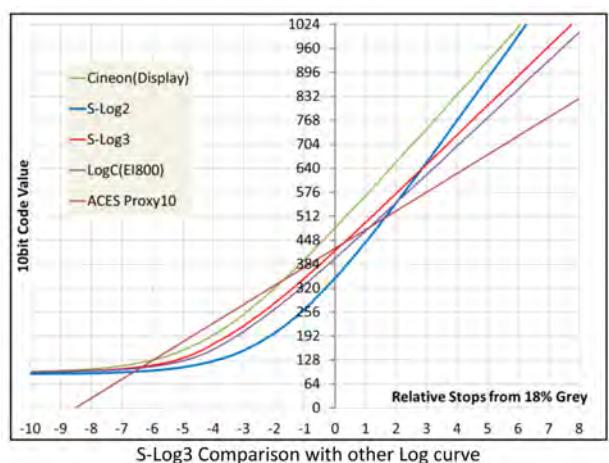


그림 5. 소니 S-Log3와 다른 Log 곡선 비교

Fig. 5. Sony S-Log3 Comparison with other Log curve

형식의 특성곡선을 볼 수 있다. 오늘날 전문적인 촬영은 그 곡선을 지원하는 카메라의 원규격(raw format)으로 촬영하고 후반작업에서 기본적인 일차색보정, 그리고 이차색보정을 실시한다.

그러나 실사 VR 촬영에서 주로 사용하는 액션캠은 같은 로그 곡선 기반의 원규격 촬영이 불가능하다. 대부분 액션캠은 촬영에서 중요한 노출, 포맷 등을 선택할 수 있는 영역이 빈약하며 정보도 공개되지 않는다. 그러므로 촬영 감독은 액션캠을 이용한 VR 실사 촬영은 액션캠보다 수동 기능과 원규격을 지원하는 카메라를 더 선호한다.

액션캠과 원규격 촬영을 차이를 비교 분석하였다. 액션캠 촬영은 샤오미사의 Yi 4K를 사용했으며 원규격 촬영은 소니사의 A7s 모델을 사용하였다. 소니사의 A7s 모델은 앞에서 제시한 S-Log2 원규격을 지원하는 카메라이다. 두 카메라의 촬영 조건을 표 2에 제시하였다.

두 카메라의 가장 큰 차이는 원규격(raw format)지원과

수동촬영 여부이다. 촬영 영상은 제주도 한라산 전망대로 하늘과 숲을 같이 촬영해 노출의 차이가 심한 곳이다. 원규격 카메라는 명부(high light area)와 암부(low light area)를 마치 필름의 곡선처럼 압축해 영상의 정보를 기록할 수 있다. 반면 액션캠은 자동으로 촬영하고 선형적 명암처리로 명부와 암부의 정보를 획득하기 어렵다. 그림 6에 두 카메라의 영상이 비교 제시되었다. 원규격 카메라는 전체적으로 대비가 낮은 편이다. 반면 액션캠은 전체적으로 대비가 높다. 일반 시청자는 대비가 높은 영상을 선호하지만 필름 작업의 전통을 따르는 영상제작자에게 대비가 높은 액션캠 영상은 후반작업이 까다롭다.

이런 차이는 히스토그램을 통해 더 잘 나타난다. 그림 7-좌 원규격 카메라를 보면 화이트와 블랙 영역이 극명하지 않고 명부가 완만한 형태를 이룬다. 반면 그림 7-우 액션캠은 화이트가 극명하게 일어나 영상의 많은 부분이 정보가 없음을 보여준다.

표 2. 액션캠과 원규격 지원 카메라 촬영 비교

Table 2. Shooting comparison of action cam and native support camera

Division	Model	Lens	Shooting Mode	File format	Resolution & Bit
Action cam	Xiaomi Yi 4K	200 degree fish-eye lens	Auto (Ultra Wide)	JPEG	4000X3000 24bit
Native support camera	Sony A7S	MK 6.5mm F2.0	Manual	RAW	4240X2832 48bit



그림 6. 액션캠과 원규격 촬영 영상비교 (좌) 원규격 카메라 영상 (우) 액션캠 영상

Fig. 6. Shoted images comparison of action cam and native support camera (Left) Native support camera image (Right) Action cam image

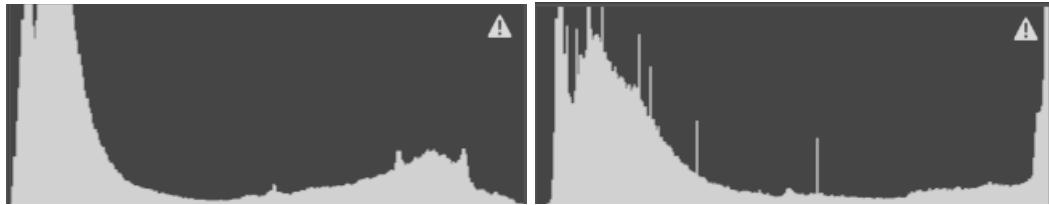


그림 7. 히스토그램 비교 (좌) 원규격 카메라 (우) 액션캠  
Fig. 7. Comparison of histogram (Left) Native camera (Right) Action cam



그림 8. 스티칭 영상의 색보정 전후  
Fig. 8. Before and after color grading of stitching image

간단한 비교 촬영을 통해 원규격 카메라가 액션캠보다 더 많은 영상 정보를 획득하고 이를 이용해 필름 촬영과 유사한 방식을 구현할 수 있음을 보였다. 실제 실험 영상을 이용해 스티칭한 180° VR 영상이 그림 8에 보인다. 색보전 전 영상(위)은 전체적으로 어둡게 느껴진다. 하지만 암부

정보가 확보되어 후반 작업을 거치면 아래 영상처럼 암부와 명부 전반적으로 정보가 충실하며 색 정보도 더 풍부함을 알 수 있다. 반면 액션캠 영상은 후반작업이 많이 어렵고 비슷한 결과물을 얻기 위해 몇 번의 이차색보정을 거쳐야 한다. 이 과정에서 화질 열화 등의 문제가 발생한다.

## V. 결 론

실험 촬영을 통해 원규격 촬영이 가능한 180° VR 영상을 구현해 보았으며 이는 쉽게 360° VR 영상으로 응용할 수 있다. 제안한 원규격 촬영과 후반 작업을 이용한 VR 360° 영상제작이 영화제 출품작같은 수준의 영상제작에 적용되고 있다. 최근 부천판타스틱영화제에서 상영된 VR 영화 9 Days의 경우 파나소닉사의 GH5s 카메라와 엔타니아 렌즈를 이용해 원규격으로 촬영후 후반작업을 통해 완성되었다. 하지만 대부분의 360° 영상이 사람의 시야각과는 크게 차이나는 짧은 초점의 렌즈를 사용해 원래 시야각보다 많이 과장된 거리감을 보이게 된다. 또 사람의 시야는 주시에 초점을 두지만 현재 360° 영상은 이런 영역을 구현할 수 없다. 이런 문제를 해결하기 위해 Light Field 미디어 기술을 VR 영상에 접목하려는 시도가 가속화되고 있으며 MPEG과 같은 표준화 단체도 MPEG-I(immersive) 표준화가 진행 중이다. 이 같은 변화는 가까운 미래에 콘텐츠 제작자들은 기존 100년을 이어온 영상 촬영의 문법과 방법의 변화보다 더 큰 변화를 맞이해야 할 것으로 예측된다.

## 참 고 문 헌 (References)

- [1] Jason Jerald, The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality, 1st ed. San Rafael, Morgan Claypool Publishers, pp.15-28, 2015.
- [2] C. Kim, "A Comparative Study for Virtual Reality 360° Contents

Shooting Equipments Based on Real World", Journal of Broadcast Engineering, Vol.21, No.5, pp.714-725, September, 2016.

- [3] J. Kang, "Study on Characteristics of Digital Realism Aspect for HMD based Virtual Reality Films", Journal of Digital Contents Society, Vol.18, No.5, pp.849-858, August, 2017.
- [4] Chulhyun Kim, "A Study for Virtual Reality 360 Video Production Workflow with HDR Using log Shooting", Journal of Broadcast Engineering, Vol.23, No.1, pp.63-73, January, 2018.
- [5] VR and 360 Video, <https://www.bhphotovideo.com/c/browse/360-spherical-virtual-reality-production/ci/29185/N/3705627361> (accessed Aug. 15, 2018).
- [6] Google Jump, [https://vr.google.com/intl/en\\_us/jump/](https://vr.google.com/intl/en_us/jump/) (accessed Aug. 15, 2018).
- [7] Insta360 Pro, <https://www.insta360.com/product/insta360-pro/?inspm=77c1c2.35e7ad.0.0> (accessed Aug. 15, 2018).
- [8] S. Han, HD Shooting for Becoming Professional Cinematographer, Korea Creative Content Agency, Seoul, pp.58-64, 2007.
- [9] Eastman Kodak Company, TECHNICAL DATA / COLOR NEGATIVE FILM: KODAK VISION2 500T Color Negative Film 5218 / 7218, KODAK Publication No. H-1-5218t, 2002.
- [10] G. Kennel, Color and Mastering for Digital Cinema, 1st ed, Focal Press, Waltham, pp.9-31, 2006.
- [11] S. Ho, Hollywood movies, CommunicationBooks, Seoul, pp.1-10, 2013.
- [12] Wonleep Moon, "VR and Cinema", Cine forum, No. 22, pp. 351-375, December, 2015
- [13] Google Cardboard, <https://vr.google.com/cardboard/index.html> (accessed Aug. 15, 2018).
- [14] CES Announces Best of Innovation Honorees for CES 2017, <https://www.ces.tech/News/Press-Releases/CES-Press-Release.aspx?NodeID=b3f9b5ce-9a0d-4c45-8243-fe4227f2fcc> (accessed Aug. 15, 2018).
- [15] B. Madiburu, 3D Movie Making-Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen, Focal Press, Burlington, pp.73 - 79, 2009.
- [16] Sony corporation, S-Log within Digital Intermediate workflow designed for cinema release, S-Log White Paper Version 1.12.3, 2010.

---

## 저 자 소 개

---

### 김 철 현



- 2007년 : 중앙대학교 첨단영상대학원 졸업(석사)
- 2011년 : 중앙대학교 첨단영상대학원 졸업(박사)
- 2013년 ~ 현재 : 나사렛대학교 방송미디어학과 조교수
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-9421-8622>
- 주관분야 : S3D, VR, 뉴미디어 제작