특집논문 (Special Paper)
방송공학회논문지 제25권 제4호, 2020년 7월 (JBE Vol. 25, No. 4, July 2020)
https://doi.org/10.5909/JBE.2020.25.4.518
ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

음악 공연 영상의 360 VR 카메라 배치에 관한 연구

남 상 훈[a)], 강 동 현[a)], 권 정 흠[b)‡]

A Study on the Arrangement of 360 VR Camera for Music Performance Video

SangHun Nam[a)], DongHyun Kang[a)], and JoungHuem Kwon[b)‡]

요 약

360 VR 기술은 관객이 이야기가 진행되는 공간의 내부에 존재함으로써 이야기에 참여한다고 인식하게 함으로써 몰입감과 현존감을 효과적으로 느끼게 할 수 있기 때문에, 영화뿐만 아니라 음악, 연극, 무용 등의 공연 예술에도 활용되고 있다. 논문에서는 2015~2020년에 Youtube에 공유된 음악 공연 콘텐츠의 360도 영상 중에서 실제로 무대에서 공연하는 라이브 형태의 공연을 촬영한 30개의 360도 영상을 무대의 형태와 카메라의 개수 및 특성을 중심으로 분석하였다. 스튜디오에서 촬영되는 뮤직비디오 촬영과는 달리 라이브 공연은 관객과 함께하는 공연이기 때문에 공연의 특성에 맞는 무대의 형태와 관객석의 배치가 우선되며, 360 VR 카메라를 사용하는 연출도 무대와 관객 환경의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 무대의 형태를 3가지로 분류하고 360 VR 카메라의 개수, 고정형과 이동형 카메라 사용 여부 등에 따라 주로 사용되는 카메라 배치와 특성을 분석하고 정리하였다.

Abstract

360 VR technology is used not only in movies, but also in performing arts such as music, theater, dance, and so on due to the characteristics of immersion and presence. The technology allows the audience can be perceived a feel of participation in a story. This study is conducted an analysis of the techniques of 360 video shooting in order to find the answers of the following questionaries: how to make viewers enhance to a better understanding of a space, how to make the viewer feel comfortable ceding control of the experience, how to generate greater empathy with a 360 video. Thirty cases were analysed 360-degree videos of live performances performed on stage among 360-degree images of music performance content shared on Youtube from 2015 to 2020. The result shows that live performances are performed with the audience, so the stage shape and the layout of the audience seats are preferred to the characteristics of the performance. It was also shown that directing using a 360 VR camera was also greatly affected by the stage and audience placement. The stage is manly classified into three types, and the camera layout and characteristics mainly used are organized according to the number of 360 VR cameras, whether fixed or mobile cameras are used.

Keyword : Virtual Reality, 360 VR, Music Video, VR Camera, Camera Arrangement

Copyright Ⓒ 2020 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.
“This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered.”

Ⅰ. 서 론

가상현실 기술은 입체 영상과 공간 음향을 사용하여 사용자가 공간감을 느끼게 하고 상호작용 기술을 결합하여 사용자가 몰입감(immersion)과 현존감(presence)을 효과적으로 느끼게 할 수 있다[1]. 사용자는 머리에 HMD(Head Mounted Display)를 착용하면 양안시차를 활용하여 시각적 입체감을 느낄 수 있으며, 머리전달함수(Head-Related Transfer Function)를 사용하여 만들어진 음향으로 거리와 방향성을 인지함으로써 음향적 공간감을 느낀다[2]. 초기에는 가상현실 콘텐츠를 사용하기 위해 HMD와 같은 고가의 장비를 사용하였다면, 최근에는 구글 카드보드와 삼성 기어 VR과 같이 스마트 기기를 고정하는 상자(case)를 사용하여 저비용으로 간편하게 가상현실 콘텐츠의 활용이 가능하다[3]. 특히, 360도 영상 콘텐츠는 가상현실 기기를 사용하지 않더라도 스마트폰에서 손가락으로 영상의 시점을 바꾸고 컴퓨터의 마우스를 사용해서 시점을 변경하면서 360도 전 방향을 시청할 수 있다. 이처럼 가상현실 콘텐츠는 다양한 기술적 방법과 사용자 인터페이스를 지원하면서 사용이 확산되고 있다. 사회적으로 용량이 큰 데이터를 빠르게 전송할 수 있는 유·무선 통신 인프라가 구축되며 가상/증강 현실 콘텐츠 서비스를 제공하고 있으며, 유튜브(YouTube)나 페이스북(Facebook) 등의 소셜 네트워크 서비스에서 사용자들은 직접 촬영한 360도 영상을 게시하고 다른 사용자들과 공유하고 있다[4].

360도 영상을 촬영하기 위해서는 여러 개의 카메라 렌즈가 장착된 360 VR 카메라를 사용하여 촬영하고, 각각의 렌즈에서 촬영된 이미지들을 연결하여 360도 영상을 제작한다. 초기에는 360도 영화를 촬영할 수 있는 전문가용 VR 카메라가 개발되었으며, 최근에는 휴대가 간편하고 스마트폰과 연동하여 일반인들도 쉽게 조작이 가능한 보급형 360 VR 카메라가 판매되고 있다. 360도 영상을 제작하기 위해서는 VR 카메라에 장착된 렌즈들에서 촬영된 영상을 렌즈들 사이의 위치와 방향의 상관관계를 계산해 중첩된 부분을 제거하고 매끄럽게 연결하여 하나의 영상으로 제작한다. 일반 사용자는 360 VR 카메라 회사가 제공하는 애플리케이션을 사용하여 360도 영상을 제작하여 사용할 수 있다.

기존의 영상 미디어에서는 삼인칭 시점에서 연출 공간과 배우들을 관찰하게 되며, 사각형 모양의 스크린에서 효과적으로 표현하기 위하여 미디어를 기획, 연출, 촬영 및 포스트 프로덕션 과정을 진행한다. 전통적인 공연의 경우에는 배우와 관객이 같은 공연장에 있기는 하지만, 무대와 관객을 분리하는 fourth wall이 존재하여 관객은 제삼자의 관점에서 공연에 참여하고 몰입한다. 360도 영상은 일인칭 시점으로 360도 전 방향을 볼 수 있어서 영상 공간의 내부에 존재하여 영상에 참여한다고 느끼게 하며, 사용자의 움직임에 따라 미디어가 변화하는 상호작용의 특성도 갖는다[5][6]. 가상현실 기술은 그림 1과 같이 관객이 삼인칭 시점으로 작품에 참여하는 단계를 일인칭 시점으로 작품 안에 존재함으로써 작품 진행에 참여하는 단계로 패러다임을 변화시킨다[7]. 가상현실 기술은 360도 전 방향을 나타낼 수 있어서 기존의 미디어보다 immersion, presence, embodiment와 같은 특징을 잘 표현할 수 있으므로 새로운 표현 방법을 가진 미디어를 만들 수 있지만, 360 VR 기술을 활용한 미디어 제작이 시작된 기간이 짧아서, 360 VR 기술을 활용한 콘텐츠 분석 및 연출에 관한 연구가 필요한 상태이다[8].

본 논문에서는 소셜 네트워크 서비스에 공유된 음악 공연 영상 중에서 360도 영상으로 촬영된 라이브 공연과 쇼케이스 콘서트를 무대의 형태와 360 VR 카메라의 배치를 중심으로 하여 360 VR 공연 연출에 관한 연구를 진행하였다.

Ⅱ. 공연 무대와 360 VR 카메라 배치

360도 영상은 관객이 일인칭 시점으로 영상 속의 공간을 경험할 수 있다는 기존의 미디어가 제공하지 못하는 특성

a) 창원대학교 문화테크노학과(Changwon National University, Department of Culture Technology)
b) 한국기술교육대학교 융합학과(Korea University of Technology & Education, Department of Future Technology)
‡ Corresponding Author : 권정흠(JoungHuem Kwon)
E-mail: rjhkwon@koreatech.ac.kr
Tel: +82-41-560-1474
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5660-4100
※ This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. NRF-2017R1D1A1B03034041) and a research grant(2019-0130) from Korea University of Technology and Education, Republic of Korea.
· Manuscript received May 28, 2020; Revised June 16, 2020; Accepted, June 16, 2020.

First person view (Half-Life: Alyx) Third person view (Moss)

그림 1. 시점에 따른 콘텐츠의 형태
Fig. 1. Content type according to viewpoint

을 활용하여 영화, 애니메이션, 공연에 이르기까지 다양한 분야에서 360도 영상을 제작하여 활용하고 있다. 360도 영상을 제작하기 위해서는 360도 전 방향을 촬영할 수 있는 촬영 장비가 필요하다. 3D 모델링 애플리케이션(마야, 3ds 맥스 등)과 게임엔진(유니티, 언리얼 엔진 등)을 사용하여 가상공간을 구성한 경우에는 가상카메라 기능을 사용하여 360도 영상을 제작할 수 있다. 현실 세계의 공간 또는 배우를 촬영하는 경우에는 여러 개의 렌즈가 달린 360 VR 카메라를 사용하여 촬영하고 포스트 프로덕션 과정을 거쳐서 360도 영상을 제작한다. 제작하는 영상의 분야와 목적에 따라 360도 영상을 연출하는 방법 및 스토리텔링이 다르게 적용되므로 제작되는 콘텐츠의 특성에 맞는 기획 및 연출이 진행되어야 한다. 본 논문에서는 음악 공연 콘텐츠의 360도 영상 중에서 실제로 무대에서 공연하는 라이브 형태의 공연을 촬영한 30개의 360도 영상을 무대의 형태와 카메라의 개수 및 특성을 중심으로 분석하였다. 표 1의 30개의 360도 영상은 2015~2020년에 Youtube에 공유된 동영상을 수집하였으며 동영상을 촬영한 고정형, 이동형 카메라의 개수와 특성을 분석하여 표 2와 같이 정리하였다.

표 1의 30개의 영상을 분석해 보면 360 VR 카메라를 1대만 사용한 경우가 약 47%로 가장 많았으며, 2대부터 4대 이상의 카메라를 사용한 공연들도 고르게 분포하고 있다. 360도 영상 촬영을 위하여 초기에는 특정 위치에 카메라를 고정하여 촬영하는 고정형 방식이 주로 사용되었으나, 근래에는 360 VR 카메라를 레일이나 지미집에 설치하여 360 VR 카메라를 움직이면서 촬영하는 방식도 함께 사용하고 있다. 표 2에서 고정형 카메라만을 사용했을 때는 'fixed', 이동형 카메라가 하나라도 사용된 경우는 'movable'로 분류하였다. 스튜디오에서 촬영되는 뮤직비디오와는 달리 라이브 공연은 공연자와 관객이 함께 소통하기 위한 목적이 중요하기 때문에 360도 영상 제작을 위하여 공연자가 완벽한 무대 연출에 따라 행동하지 않는다. 때문에, 라이브 형태의 공연에서의 카메라의 배치와 연출은 공연의 음악적 특성 및 공연장의 구조의 영향을 받는 것으로 나타난다.

표 2에서 보는 바와 같이 공연을 360도 영상으로 촬영하는 경우에는 고정형 360 VR 카메라 1대를 사용하는 경우가 가장 많다. 360 VR 카메라 1대로 전체 공연을 촬영하기 위해서는 가장 효과적인 위치에 설치해야 하며, 위치 선정에 영향을 주는 중요 요소는 공연장 무대와 관객석의 구조이다. 고정형 카메라를 1대를 사용하는 경우 무대의 모양에 따라 카메라를 설치하는 방법을 그림 2과 같이 3개의 유형으로 분류하였다. Type 1과 같이 무대와 관객이 분리된 형태의 공연장 구조에서는 공연자의 앞모습을 촬영하기 위해서 무대와 관객 사이의 공간에 좌우 대칭이 되는 중앙 위치에 카메라를 설치한다. 무대 전체를 촬영할 수 있는 중앙에 카메라를 위치시킴으로써 공연자의 정면을 촬영할 수 있으며 영상의 화각이 공연자가 무대를 이동하는 범위를 포함한다 (영상 번호 1, 15, 22, 23, 28). 제작된 360도 영상의 정면에서는 무대의 공연을 시청할 수 있으며 후면에는 관객들이 공연에 참여하는 분위기를 동시에 느낄 수 있다는 장점이 있다. Type 2는 360 VR 카메라를 무대의 중앙에 배치하는 경우로 주로 악기 연주를 하는 공연과 같이 무대에서 움직임이 거의 없거나, 댄스 그룹과 같은 다수의 공연자가 360 카메라를 중심으로 회전하며 노래를 부르는 연출

표 1. 360 VR 영상
Table 1. 360 VR video

No.1[9]	No.2[10]	No.3[11]	No.4[12]	No.5[13]
BTS - “RUN”	KYGO - STOLE THE SHOW	BTOB – Showcase Concert	The Philadelphia Orchestra	The Chainsmokers – “Don’t Let Me Down”
No.6[14]	No.7[15]	No.8[16]	No.9[17]	No.10[18]
DAWN - Performance	a-ha – “Take On Me”	Shawn Mendes - “There's Nothing Holdin' Me Back”	Jack Antonoff - “I Wanna Get Better”	Snoop Dogg - “Kush Ups (feat. Wiz Khalifa)”
No.11[19]	No.12[20]	No.13[21]	No.14[22]	No.15[23]
JoJo Siwa - “Kid in a Candy Store”	Queen + Adam Lambert - “All we hear is...”	Grafa - Live in Arena Armeec TRAILER	SYMPHONIACS – “Aerodynamic / Daft Punk”	Reddy – Univers Concert
No.16[24]	No.17[25]	No.18[26]	No.19[27]	No.20[28]
Nobel Peace Prize Concert Highlights	Depeche Mode FULL CONCERT	Samsung X Royal Blood FULL CONCERT	Post Malone - “Better Now”	ALADDIN - "Friend Like Me"
No.21[29]	No.22[30]	No.23[31]	No.24[32]	No.25[33]
Dvwn - “Insomnia”	Korean Trot Concert	B.A.P Concert Rehearsal	Jannabi - “About a Boy”	AMARANTHE - “GG6”
No.26[34]	No.27[35]	No.28[36]	No.29[37]	No.30[38]
Tyga - "Taste"	2019 KBS K-Pop Festival	Googoosh - “Gharibeh Ashen”	Kwon Jin-ah - “The End”	a-ha - “The Sun Always Shines”

표 2. 360도 영상의 카메라 분석
Table 2. Camera analysis of 360 degree video

Unit		2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
1	fixed	3 (10%)	1 (3.33%)	4 (13.33%)	2 (6.67%)	2 (6.67%)		14 (46.67%)
	movable				2 (6.67%)			
2	fixed		2 (6.67%)	1 (3.33%)		3 (10%)		6 (20%)
	movable							
3	fixed	1 (3.333%)	1 (3.33%)				1 (3.33%)	5 (16.67%)
	movable			2 (6.67%)				
4 or more	fixed			1 (3.33%)	1 (3.33%)			5 (16.67%)
	movable			2 (6.67%)		1 (3.33%)		
total		4 (13.33%)	4 (13.33%)	10 (33.33%)	5 (16.67%)	6 (20%)	1 (3.33%)	30 (100%)

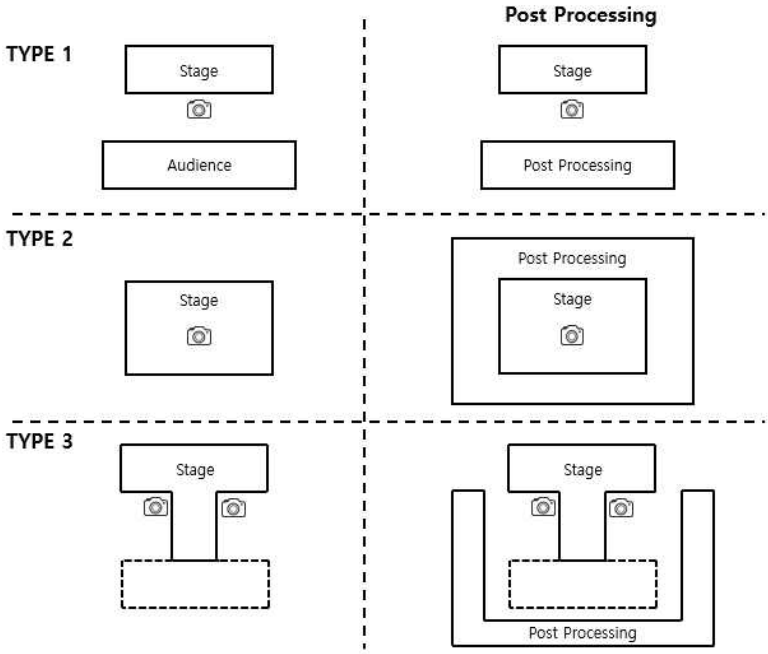

그림 2. 무대 형태에 따른 1대의 고정형 360 VR 카메라 배치
Fig. 2. A fixed 360 VR camera arrangement according to stage type

에 사용된다 (영상 번호 6, 14, 18, 25). Type 3은 T자형, I자형 무대로 구성되어 공연자는 주무대에서 공연 대부분을 진행하고, 돌출된 무대로 나와서 관객들과 가까운 거리에서 공연을 진행한다. 돌출된 무대로 인하여 대칭되는 중앙에 360 VR 카메라를 배치할 수 없으므로 주무대와 가까운 왼쪽 또는 오른쪽 구석에 배치한다 (영상 번호 2). 그림 2의 우측과 같이 포스트 프로세싱(post processing) 과정에서 무대와 관객 사이 또는 벽에 공연의 정보, 특수 영상 등을

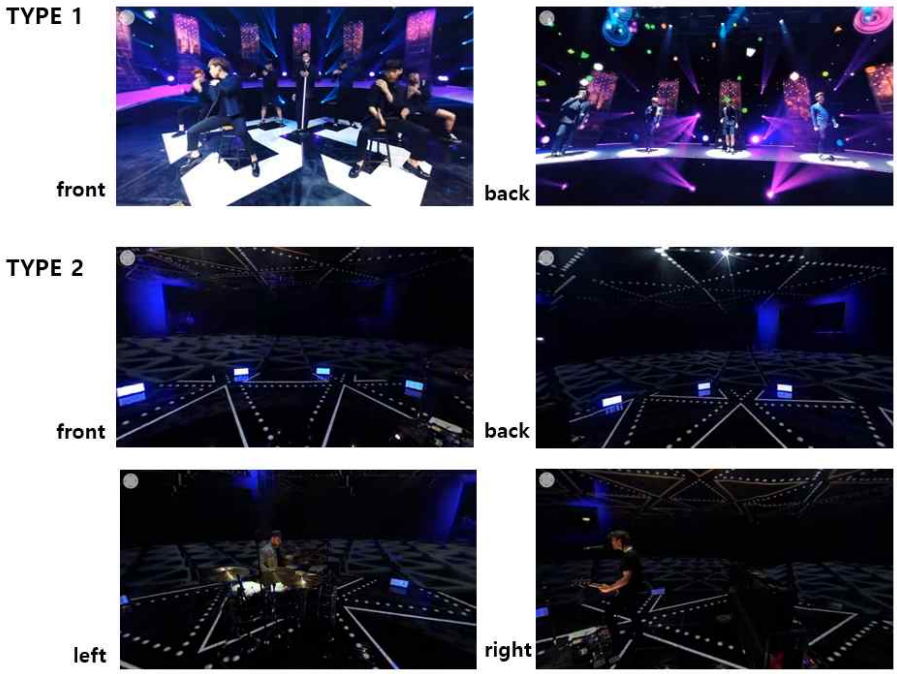

그림 3. 포스트 프로세싱을 활용한 360도 영상 무대 연출
Fig. 3. Directing 360-degree video using post processing

배치함으로써, 관객을 통한 현장감보다는 360 영상의 특성을 활용한 뮤직비디오를 연출하는 예도 증가하고 있다 (영상 번호 3, 10, 18). 그림 3에서 보는 바와 같이 영상 3번은 Type 1의 형태로 앞 방향에는 공연자가 무대에서 동적인 공연을 진행하고 있는 영상을 제공하고 관객이 위치하는 후방향에는 포스트 프로세싱을 통하여 합창하는 공연 영상을 배치함으로써 시청자가 두 가지 형태의 공연을 볼 수 있도록 편집하였다. 영상 18번은 Type 2의 형태로 무대를 중심으로 모든 방향으로 컴퓨터 그래픽을 사용하여 연출하여 관객이 보이지 않고 공연에 맞는 조명 및 모션 그래픽을 사용한 뮤직비디오를 연출하였다. Type 3의 경우에는 Type 1과 유사하게 앞방향에는 공연자가 라이브 공연 영상을 사용하고 Type 1보다 넓은 각도로 관객들이 있는 방향에 컴퓨터 그래픽을 활용한 특수 영상을 활용하고 있다.

공연에서의 360도 영상 촬영은 주로 설치가 간편한 고정형 카메라를 사용하고 있다. 360 VR 카메라를 고정형으로 사용하는 경우에는 공연에 방해되지 않도록 낮은 위치에 배치하게 되는데, 공연자의 눈높이가 아닌 바닥에서 위를 올려다보는 시점으로 영상이 촬영되어 시청자가 답답하게 느낄 수 있다. 최근에는 그림 4와 같이 360 VR 카메라가 이동할 수 있도록 레일 이동형 카메라, 케이블 캠, 지미집 (Jimmy Jib)을 활용한다. Type A는 카메라 레일을 무대 앞에 설치하여 공연자의 동선을 따라서 카메라가 이동하며 공연자를 가까이에서 시청할 수 있도록 연출한다 (영상 번호 8, 17, 20). 카메라 1대를 사용하는 경우에는 공연자가 이동하면 공연자를 시청하기 위하여 360도 영상의 방향을 움직여야 하지만, 레일 카메라를 사용하게 되면 공연자와 가까운 거리를 유지할 수 있다. Type B는 천장에 케이블 캠을 설치하여 1대의 360 VR 카메라를 사용하여 주무대 및 돌출무대까지 촬영할 수 있다 (영상 번호 12). Type C는 지미집을 무대의 왼쪽 또는 오른쪽에 설치하여 공중에서 무대 측면과 관중의 모습을 촬영할 수 있다 (영상 번호 9, 13, 26). Type B와 Type C는 공중에서 촬영함으로써 넓은 화각으로 공연장 전체의 분위기를 느낄 수 있다.

공연에 2대의 360 VR 카메라를 사용하는 경우에는 그림 5에서 보는 바와 같이 2대의 카메라를 각각 공연 무대의

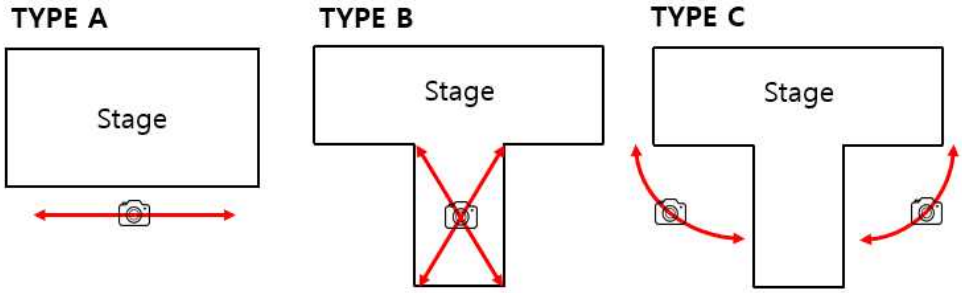

그림 4. 무대 형태에 따른 1대의 이동형 360 VR 카메라 배치
Fig. 4. A 360 VR Mobile Camera arrangement according to stage type

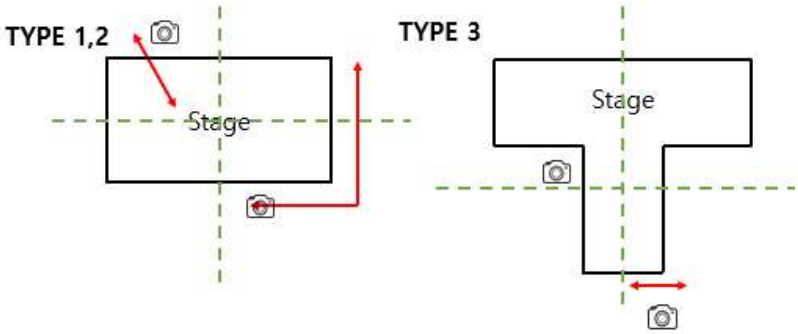

그림 5. 무대 형태에 따른 2대의 360 VR 카메라 배치
Fig. 5. Two 360 VR cameras arrangement according to the stage type

중앙을 기준으로 왼쪽과 오른쪽, 무대의 앞과 뒤쪽에 카메라를 분리해 배치하고 있다. Type 1, 2와 같이 사각형 무대에서는 카메라 1은 무대 앞면의 오른쪽 부분 또는 오른쪽면에 설치하고, 카메라 2는 무대 뒷면의 왼쪽 또는 무대의 내부에 설치함으로써 2대의 카메라를 서로 대칭되는 공간에 배치한다 (영상 번호 5, 7, 24, 29). 2대의 카메라를 대칭 공간에 설치하면 공연자가 무대를 이동해도 공연자와 가까운 위치의 카메라를 활용하여 촬영한 영상을 사용할 수 있다. Type 3과 같이 T자형 무대에서는 돌출된 무대를 중심으로 2대의 카메라를 대칭되는 공간에 배치한다 (영상 번호 11, 27). 카메라 1을 주 무대의 앞면 좌측에 설치하여 공연자가 주 무대에 있을 때는 공연자의 앞의 방향에서 촬영하고, 돌출 무대로 이동하는 경우에는 공연자가 이동하는 모습을 제공할 수 있다. 카메라 2는 공연자가 돌출 무대 앞쪽으로 이동하면 앞으로는 공연자의 앞모습과 뒤로는 촬영하는 역할을 한다.

공연 촬영에 2대 이하의 360 VR 카메라가 사용되는 경우에는 2대의 카메라를 사용하여 무대 형태에 맞추어 효과적으로 주요 공연자를 촬영하는 것에 초점이 맞추어졌다. 3대 이상의 360 VR 카메라가 사용되는 경우에는 앞에서 설명했던 무대 형태에 따른 고정형, 이동형 카메라 설정을 혼합하여 사용하며, 추가로 악기 연주자와 관객들을 촬영하기 위한 카메라를 배정하고 있다. 그림 6과 같이 무대 위에 밴드가 있는 경우에는 밴드 연주자 옆에 카메라를 설치함으로써 악기를 연주하는 모습을 가까이에서 시청하게 하였다 (영상 번호 4, 21, 30). 무대의 외부에 오케스트라가 위치한 경우에는 오케스트라 내부에 카메라를 배치하여 오케스트라 단원들의 연주 모습을 시청하게 하였다 (영상 번호 16). 또한, 그림 5와 같이 관객들 내부에 고정형 360 VR 카메라를 설치함으로써 관객들의 관람 분위기를 촬영하여 공연의 생동감을 전달한다 (영상 번호 8, 30). 지미집에 360 VR 카메라를 장착하여 이동함으로써 무대와 관객의 분위기를 동시에 전달할 수 있도록 촬영을 진행하고 있다 (영상 번호 8, 9, 13, 17).

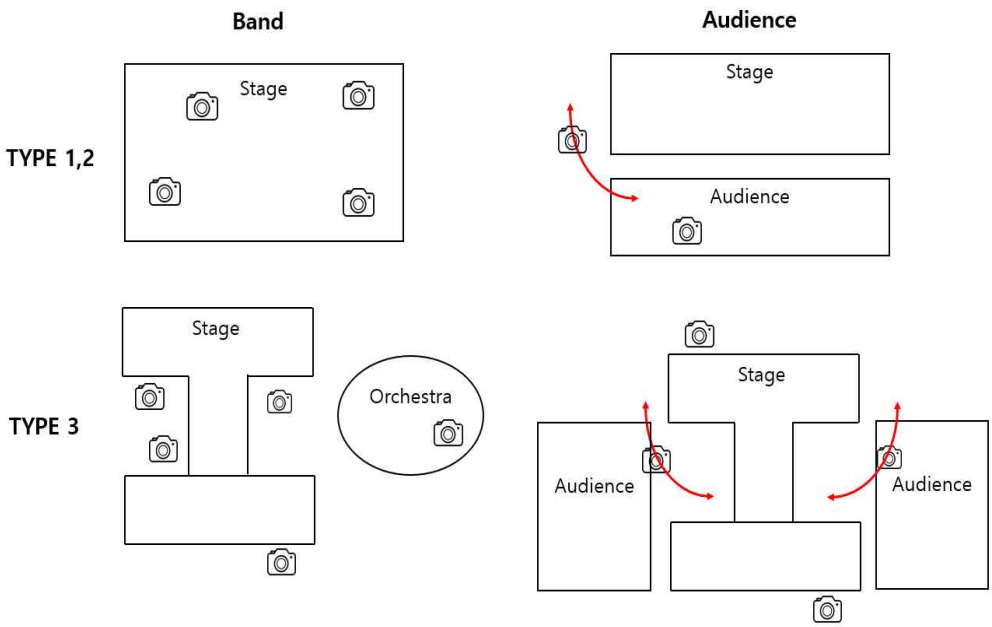

그림 6. 밴드, 관객 촬영을 위한 360 VR 카메라 배치
Fig. 6. 360 VR camera arrangement for band and audience shooting

Ⅲ. 결 론

논문에서는 2015~2020년에 Youtube에 공유된 음악 공연 콘텐츠의 360도 영상 중에서 실제로 무대에서 공연하는 라이브 형태의 공연을 촬영한 30개의 360도 영상을 무대의 형태와 카메라의 개수 및 특성을 중심으로 분석하였다. 무대 형태에 따라 3개의 유형으로 분류하였으며, 각각의 유형에 따라 고정형 카메라를 설치할 때와 이동형 카메라가 사용하는 경우에 따른 카메라 배치를 분석하였다. 라이브 형태의 공연에 사용되는 360 VR 카메라의 개수가 증가하고 있으며, 카메라의 개수가 증가함에 따라 연주자와 관객의 촬영을 목적으로 하는 카메라 연출이 나타나고 있다. 고정형 카메라의 낮은 시점을 보완하기 위하여 지미집을 활용한 이동형 카메라를 혼합하여 사용하는 경우도 증가하는 경향을 보인다. 라이브 무대의 경우에는 360 VR 카메라를 사용하여 촬영한 360 뮤직비디오가 스튜디오에서 촬영되는 360도 영상과 비교하여 숫자가 적은 상태라서 본 연구에서는 많은 샘플을 사용하지 분석하지는 못하였으며, 360 VR 카메라로 촬영되는 라이브 영상이 되어 증가하면 추가되는 자료들을 사용하여 연구를 계속할 것이다.

참 고 문 헌 (References)

[1] J. Jerald, The VR book: Human-centered design for virtual reality, Morgan & Claypool, 2015.
[2] C. C. Berger, M. Gonzalez-Franco, A. Tajadura-Jiménez, D. Florencio, and Z. Zhang, “Generic HRTFs may be good enough in virtual reality. Improving source localization through cross-modal plasticity,” Frontiers in neuroscience, Vol.12, No.21, 2018.
[3] W. Powell, V. Powell, P. Brown, M. Cook, and J. Uddin, “Getting around in google cardboard - exploring navigation preferences with low-cost mobile VR,” Proceeding of the 2nd IEEE Workshop on Everyday Virtual Reality, Greenville, USA, pp. 5-8, 2016.
[4] L. Sun, F. Duanmu, Y. Liu, Y. Wang, Y. Ye, H. Shi, and D. Dai, “Multi-path multi-tier 360-degree video streaming in 5G networks,” Proceeding of the 9th ACM Multimedia Systems Conference, Amsterdam, Netherlands, pp. 162-173, 2018.
[5] M. Shin, “Exploration and application of 360° VR-based dance contents,” The Korea Dance Education Society. Vol.28, No.3, pp. 183-197, 2017.
[6] P. Dawson, R. Levy, and N. Lyons, “Breaking the fourth wall’: 3D virtual worlds as tools for knowledge repatriation in archaeology,” Journal of Social Archaeology, Vol.11, No.3, pp. 387-402, 2011.
[7] K. Dooley, “Storytelling with virtual reality in 360-degrees: a new screen grammar,” Studies in Australasian Cinema, Vol.11, No.3, 2017.
[8] C. Tricart, Virtual Reality Filmmaking: Techniques & Best Practices for VR Filmmakers, Taylor & Francis, 2017.
[9] [2015 MAMA 360VR] BTS_ RUN, https://youtu.be/uglook6iETE

(accessed Mar. 31, 2020).
[10] KYGO - STOLE THE SHOW, STAY, The 2015 Nobel Peace Prize Concert https://youtu.be/ciXIDnNKhwo (accessed Mar. 31. 2020).
[11] BTOB CG SHOWCASE CONCERT https://youtu.be/0n8lEupovKM (accessed Mar. 31. 2020).
[12] Carnegie Hall 360 Video featuring The Philadelphia Orchestra https://youtu.be/YERHP5wp_zw (accessed Mar. 31. 2020).
[13] The Chainsmokers LIVE 360 @ Syracuse _ 2016 https://youtu.be/M3lncx8Yq3o (accessed Mar. 31. 2020).
[14] D△WN: the first ever YouTube Live 360 performance _ 2016 https://youtu.be/55zzK_w_xjY (accessed Mar. 31. 2020).
[15] a-ha – Take On Me – Virtual Reality (VR) 360 video https://youtu.be/RmZSC_mRCfo (accessed Mar. 31. 2020).
[16] Shawn Mendes 360° Performance of "There's Nothing Holdin' Me Back" | MTV Unplugged _ 2017 https://youtu.be/rWx_m1VAp_E (accessed Mar. 31. 2020).
[17] 'I Wanna Get Better' 360° Bleachers Performance | MTV Unplugged _ 2017 https://youtu.be/r1hvQZ4jXNY (accessed Mar. 31. 2020).
[18] Snoop Dogg feat. Wiz Khalifa - Kush Ups [Official 360 Concert video] _ 2017 https://youtu.be/ZMc6nPuDCJg (accessed Mar. 31. 2020).
[19] JoJo Siwa 360° Video 'Kid in a Candy Store' Live Performance | Nick _ 2017 https://youtu.be/b_e9EeFhWJ0 (accessed Mar. 31. 2020).
[20] Queen + Adam Lambert - VR The Champions "All we hear is..."_ 2017 https://youtu.be/NJQ0EReqMzw (accessed Mar. 31. 2020).
[21] Grafa 360 VR - Live in Arena Armeec – TRAILER https://youtu.be/Iq2pIwP9V7Y (accessed Mar. 31. 2020).
[22] Aerodynamic/Daft Punk - SYMPHONIACS (violin, cello, piano, electronic version/cover) Live @ 360 https://youtu.be/rbwX29PnZkQ (accessed Mar. 31. 2020).
[23] Reddy 'Universe' Concert https://youtu.be/mHxQvWa1fjU (accessed Mar. 31. 2020).
[24] Nobel Peace Prize Concert Highlights in 360 VR https://youtu.be/FroRecYNh1U (accessed Mar. 31. 2020).
[25] Depeche Mode - Berlin 17 March 2017 - 360-degree VR - FULL CONCERT https://youtu.be/c5QPyxVEmdw (accessed Mar. 31. 2020).
[26] Samsung X Royal Blood Live 360 Video | Full Concert https://youtu.be/nhbjEGbZu8A (accessed Mar. 31. 2020).
[27] Post Malone - "Better Now" in 360° (Live from Dallas, TX) _2018 https://youtu.be/3wp-M5TJ_tI (accessed Mar. 31. 2020).
[28] "Friend Like Me" 360° Performance - ALADDIN on Broadway _ 2018 https://youtu.be/k7Q3fkwq7Pw (accessed Mar. 31. 2020).
[29] [SEOUL 360] Busking in Ganghwamun, Seoul / 360 VR & ASMR SOUND _ 2018 https://youtu.be/LZltBe-DW3g (accessed Mar. 31. 2020).
[30] Korean Trot Concert 360VR https://youtu.be/0Kp445CXHV4 (accessed Mar. 31. 2020).
[31] B.A.P Concert Rehearsal https://www.vlive.tv/video/92460 (accessed Mar. 31. 2020).
[32] [I'm LIVE × VR360] Jannabi - "About a Boy" _ I'm Live _ 360° Video _ 2019 https://tv.naver.com/v/9959923 (accessed Mar. 31. 2020).
[33] AMARANTHE 'GG6' VR 360° live / Helsinki Ice Hall 16. 2. 2019 https://youtu.be/zzZ4jXUYkMg (accessed Mar. 31. 2020).
[34] Tyga - "Taste" in 360° from Wireless Festival with Melody VR_ 2019 https://youtu.be/_8jGqs1J_bw (accessed Mar. 31. 2020).
[35] [360 VR] The first part of 2019 KBS K-Pop Festival FULL https://youtu.be/2CAj5WrEO3o (accessed Mar. 31. 2020).
[36] 360° Virtual Reality Googoosh Concert at the Hollywood Bowl Los Angeles - Gharibeh Ashen https://youtu.be/OsfrLgnfvKA (accessed Mar. 31. 2020).
[37] [I'm LIVE × VR360] Kwon Jin-ah - ' The End ' _ 360° Video https://youtu.be/BXxdlq3qs1c (accessed Mar. 31. 2020).
[38] a-ha – The Sun Always Shines on TV – Virtual Reality (VR) 360 video https://youtu.be/AW1C-YnshpM (accessed Mar. 31. 2020).

저 자 소 개

남 상 훈

- 2012년 8월 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학 공학박사
- 2013년 ~ 2017년 : (재)실감교류인체감응솔루션연구단 선임연구원
- 2017년 ~ 2019년 : 서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 조교수
- 2019년 ~ 현재 : 창원대학교 문화테크노학과 조교수
- ORCID : https://orcid.org/0000-0003-4634-9948
- 주관심분야 : 가상현실/증강현실, 핸드 인터랙션, 디지털 인간, 인터랙티브 아트 등

저 자 소 개

강 동 현

- 2018년 ~ 현재 : 창원대학교 문화테크노학과 재학
- ORCID : https://orcid.org/0000-0001-6230-5959
- 주관심분야 : 가상현실, 영상, 인터렉티브 아트 등

권 정 흠

- 2010년 : Warwick Univ. Visualization (Ph.D)
- 2010년 ~ 2012년 : WKWSCI, 싱가포르 난양대학교. SG 연구교수
- 2012년 ~ 2017년 : 실감교류인체감응솔루션연구단 책임연구원
- 2017년 ~ 2018년 : 영산대학교 문화콘텐츠학부 조교수
- 2018년 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 융합학과 조교수
- ORCID : https://orcid.org/0000-0001-5660-4100
- 주관심분야 : AR/VR, HCI, Serious Game