

# XR Stage와 연계한 볼류메트릭 비디오 활용 전망

□ 이진서 / 정보통신산업진흥원

## 요약

2018년도부터 국내에서 많이 알려진 Volumetric Video(이하 볼류메트릭 비디오)는 지난 몇 년간 지속적인 개발과 변화를 해왔고 최근에는 데이터의 생성 방법을 보다 쉽고 가볍게 만드는 기술이 도입되면서 아직 대중적으로 보편화된 시스템은 아니지만 지속 성장을 하고 있다. 본 논고에서는 실제 사람을 기반으로 만든 볼류메트릭 비디오와 최근 국내외에서 많이 활용되고 있는 LED Wall을 이용한 ICFVX(In Camera VFX), XR Stage와 연계한 콘텐츠 제작 사례를 중심으로 볼류메트릭 비디오의 디지털 휴먼으로서 활용도와 더 나아가 게임엔진 기반의 가상 공간에서의 볼류메트릭 비디오 기술 적용 확대에 대하여 살펴본다.

## I. 서론

3차원 공간 내에 공간과 객체를 캡처하는 볼류메트릭 비디오 캡처 기술은 이미 10년 전부터 포토그래메트리(Photogrammetry)를 기반으로 한 측량과 포인트 클라우드(Point Cloud) 기법을 바탕으로 연구되어 왔고 이를 바탕으로 측정되고 생성된 3D 입체 데이터를 영상화 함으로 볼류메트릭 비디오 기술로 발전하게 되었다. Research and Markets의 예측에 따르면 볼류메트릭 비디오의 가능

성은 무궁무진하며 전 세계 시장은 2021년 15억 달러에서 2026년까지 49억 달러로 성장할 것으로 예상되며 이는 연평균 26.9%의 성장률을 나타낼 것으로 예상하고 있다. 이는 스포츠 및 엔터테인먼트 콘텐츠에 대한 향상된 시청 경험을 제공하는 볼류메트릭 비디오의 기능뿐만 아니라 쇼핑 및 전자상거래에서 AR에 대한 수요와 AR/VR 생태계에 대한 전반적인 투자 수준 증가와 같은 요인을 인용하고 있다.

볼류메트릭 비디오는 기존에 국내외에서 주로 활용되

는 모바일 디바이스 기반 AR 서비스와 같은 기능을 넘어서 몰입형 스토리텔링 서사가 가능하여, 단순한 영화나 엔터테인먼트 그 이상의 콘텐츠 제작을 위한 기술이다. 특히 최근에는 Unreal Engine 및 Unity Technologies와 같은 실시간 게임엔진이 콘텐츠 제작에 확대 활용되고 있는데 이러한 기술들은 콘텐츠 수용자의 상호 작용 및 VP(Virtual Studio) 기반 콘텐츠 제공 확대, 메타버스와 디지털 영상 콘텐츠의 미래를 예측할 수 있는 수단이며, 이러한 콘텐츠의 중심에서 볼류메트릭 비디오 역할의 가치가 커지고 있다.

볼류메트릭 비디오 기술과 더불어 최근 전 세계적으로 콘텐츠 제작 업계는 LED Wall을 이용한 XR Stage 기반의 VP 콘텐츠 제작 기술들이 부각되고 있는데, 이는 기존에 크로마(Chroma) 배경을 활용한 콘텐츠 제작 기술에 그 근간을 이룬다고 할 수 있다. 이러한 LED XR Stage 제작 기술은 LED의 하드웨어적인 발전에 따라 기존에 크로마 배경에서는 구현할 수 없었던 시각화와 N-Display 기술을 기반으로 ICVFX(In Camera VFX) 기술, 특히 이러한 기술들의 중심에는 게임엔진 기술을 기반으로 한 배경 제작과 이종 제작 장비 간의 유기적인 연동을 통해서 확장된 메타버스 공간의 개념으로 발전하고 있다.

볼류메트릭 비디오와 LED XR Stage 콘텐츠 제작 기술은 각기 독립적으로 존재하며 상호 융합의 접점이 그동안은 특별히 없었다고 할 수 있다. 일부 콘텐츠에서 실사와 볼류메트릭 콘텐츠를 접목하여 콘텐츠를 제작한 사례가 있으나, 이는 현장에 존재하지 않는 사람을 가상으로 소환시키는 효과를 만들어 내는 수준으로 볼류메트릭 비디오가 갖고 있는 장점의 일부분만을 사용하고 있다.

볼류메트릭 비디오를 XR 콘텐츠 제작 기술에 접목함으로써 게임엔진 기반 360도 가상 공간(배경)과 소규모 LED XR Stage 물리적 공간(LED Wall)의 효과적인 활용 사례를 통해 가상 공간, 디지털 휴먼(볼류메트릭 비디오), 콘텐츠 수용자의 시점(카메라)으로 만들어지는 콘텐츠의 경험이 넓은 의미에서 확장된 메타버스라는 개념의 새로운 콘텐츠 기획으로 발전이 가능할 수 있을 것이라 예상된다.

본 논고에서는 정보통신산업진흥원에서 운영하는 시스템을 활용하여 제작된 볼류메트릭 비디오와 LED 기반의 VP 및 ICVFX(In Camera VFX) 기술과 접목한 콘텐츠 제작 사례를 중심으로 볼류메트릭 콘텐츠의 특성과 결과물 생성에 따른 사용 방법 및 Unreal Engine에 적용하는 부분에 대해서 논해보고자 한다.

2장에서는 볼류메트릭 비디오 및 LED 기반의 XR Stage의 개념 및 특성과 관련하여 기술 동향을 소개하고, 3장에서는 이러한 시스템을 활용하여 LED XR Stage와 8i 시스템에서 생성되는 볼류메트릭 비디오 데이터 특징과 이를 응용한 LED XR Stage에서 기술 적용 과정을 통한 콘텐츠 제작과 메타버스 개념에서의 현장 실시간 콘텐츠(더 나아가 실시간 스트리밍 콘텐츠) 제작에 대해서 논할 예정이며 4장에서는 결론을 맺으면서 본고를 마무리 한다.

## II. 볼류메트릭 비디오와 LED XR Stage 기술 동향

### 1. 볼류메트릭 비디오의 개념 정리

볼류메트릭 비디오는 여러 대의 카메라, 센서 등을 이용하여 피사체(사람 혹은 공간)를 촬영하여 기존의 2D 촬영에서 깊이(Depth) 값을 포함한 3D 영상으로 만들어 주는 기술로 별도의 모델링 과정 없이 실제 사람을 3D 입체 형태로 구현해 주는 기술이라고 할 수 있다. 대중적으로 알려지기 시작한 시기는 2018년 CES를 기점으로 보고 있는데, 2018년 CES 기조연설에서 당시 인텔의 CEO Brian Krzanich는 'Free Point Video'라는 이름으로 <그림 1>에서와 같이 복셀(Voxel)의 개념과 LA Intel Studio에서 제작한 서부 영화의 한 장면을 발표하면서 볼류메트릭 비디오의 개념과 그 활용도에 대해서 발표를 하였다.

당시 이 비디오는 전 세계의 영상 제작자들에 큰 반향을 불러일으켰으며 이는 영상 제작에 있어서 사람을 포함한 공간 전체의 한 신(Scene)을 통째로 3D 입체로 캡처



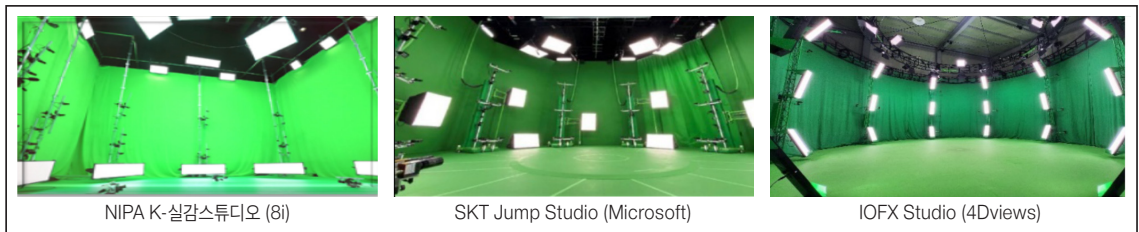
<그림 1> 2018년 CES 기조연설 발표자료, Intel

함으로써 연출자가 원하는 방향에서 장면을 보여줄 수 있는 기술이자, 인터랙티브가 되는 환경에서라면 콘텐츠 수용자가 원하는 방향에서 영상을 볼 수 있는 획기적인 기술로 평가받았다.

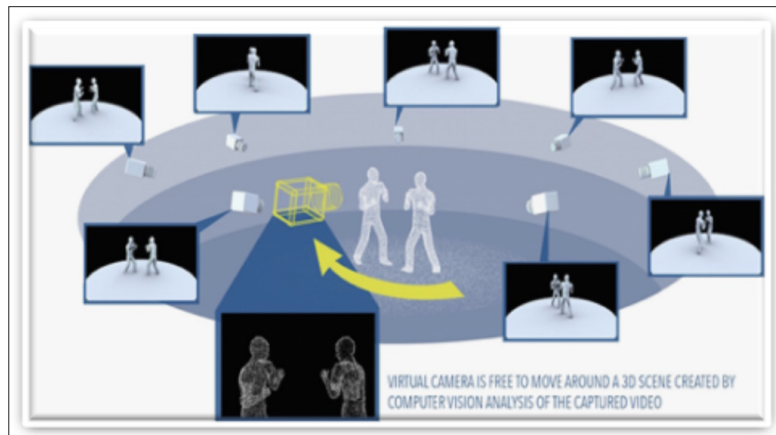
<그림 2>에서는 현재 국내에서 도입되어 있는 볼류메트릭 스튜디오 시스템을 나타내고 있는데, 국내에서는 2019년 LG U+가 8i사의 볼류메트릭 스튜디오를 국내에

최초로 도입하고 “나만의 스타”라는 AR 서비스를 제공하였으며, 2020년에는 정보통신산업진흥원과 SKT에서 각각 8i사와 Microsoft사의 볼류메트릭 스튜디오를 개소하였고, 이후 부산정보산업진흥원(MN-NH)과 최근에는 국내 VFX 전문 기업인 IOFX가 4DVIEWWS를 도입하였다.

볼류메트릭 비디오를 만드는 방법은 대표적으로 포토그래메트리 방식을 응용하여 영상을 추출하고 병합하는



<그림 2> 국내 주요 Volumetric Stage (출처 : 각 사 홈페이지)



<그림 3> Volumetric Video 촬영 개요 (출처 : Shape.att.com)



<그림 4> 볼류메트릭 비디오 기술 적용 사례

방식을 많이 사용하며, 깊이값의 추출을 위해 라이다 센서나 IR(적외선) 센서를 이용하기도 한다. 이 기술은 10년 전부터 포인트 클라우드를 기반으로 다양한 개발자들이 개발을 추진해 왔으나, 데이터양이 크고, 결과물을 병합하기 위한 렌더링 기술과 고성능 서버의 필요, 데이터 컨트롤 및 호환성의 어려움과 같은 이유로 상용화까지 시간이 필요했다.

해마다 1월 CES에서는 볼류메트릭 비디오 캡처와 관련한 새로운 기술들이 선보이는데, 2023년에는 <그림 4> SONY社에서 경량화한 Portable 볼류메트릭 시스템을 소개하였다. 최근 이러한 경량화한 이동식 볼류메트릭 시스템이 각광받고 있는데 이는 메타버스 플랫폼 상에 실제 사람을 보다 쉽게 활용하기 위함이라고 볼 수 있다. 이러한 경량화와 더불어 Canon社는 수년 전부터 스포츠 경기장 전체를 볼류메트릭 스튜디오화 하여 사용자 중심의 스포츠 중계 서비스를 테스트하고 있으며 게임 영상과 같은 메타버스 플랫폼 기반의 스포츠 중계 상용화를 준비하고 있다.

## 2. 볼류메트릭 비디오의 종류

볼류메트릭 스튜디오는 Voxel 혹은 Polygon 방식으로 결과물을 생성한다. Polygon은 우리가 일반적으로 알고 있는 3D 모델링에서 사용하는 방식과 유사하여, 생성된 데이터는 3D 모델링 프로그램과의 호환도 가능하며 대표적인 소프트웨어는 Unreal, Unity와 같은 게임엔진과 Maya, Blender와 같은 프로그램이 있다.

다만, 이러한 데이터가 3D 데이터이긴 하지만 우리가 일반적으로 알고 있는 3D 모델링 데이터와는 다소 차이점이 있는데, 예를 들어 볼류메트릭 비디오를 3D 모델링 데이터처럼 1 프레임(Frame)만 추출하여 리깅(Rigging)을 적용하는 것은 불가능하다. (최근에는 소프트웨어 기술이 고도화되면서, 볼류메트릭 비디오 데이터를 일부 리깅을 수정 가능한 프로그램도 나오고 있다.)

Voxel 데이터는 Pixel에 깊이값을 넣은 6면체 입체 Pixel이라고 할 수 있는데, 단순한 수치로 계산을 해도 Pixel의 6배 데이터를 갖게 된다. 데이터를 처리하는데 있어서 Polygon과 비교하여 시스템의 부하가 크고, 해상도를 2배 높이면 데이터는 기존 데이터의 8배가 늘어나는 등 데이터의 용량이 매우 커진다는 단점이 있고, Voxel 데이터도 수정(Edit)이 불가능하다. 다만 Voxel 데이터는 하나하나의 6면체가 RGB 데이터를 포함하고 있어, 맵핑(Mapping) 데이터로 처리하는 Polygon과 비교하면 Voxel 데이터가 보다 실제와 유사하다.

그러나 콘텐츠 제작에 있어서 응용 소프트웨어들이 Polygon 호환성이 좋기 때문에 Voxel 데이터를 SDK 등을 활용하여 Polygon 데이터로 전환해서 활용을 하고 있다.

## 3. 볼류메트릭 비디오의 특성

볼류메트릭 비디오의 특성과 관련하여서 우선 볼류메트릭 비디오가 갖고 있는 한계점을 먼저 논해보고자 하는데, 첫 번째로는 볼류메트릭 비디오 캡처를 위한 스튜디오를 구축하기 위해서는 대규모 투자가 필요하며 임대 스튜디오



오의 이용료 또한 높아, 시스템 활용 접근 장벽이 높다. 최근에는 포터블 방식에서부터 기술 고도화를 통해 시스템을 구축하는 방식도 다양해지고 구축 비용도 낮아졌지만, 여전히 구축을 하기에는 부담스러운 비용이며, 무엇보다도 기술적으로 가능한 부분과 불가능한 부분이 아직은 예측이 가능한 수준의 노하우가 축적되어 있지 않아 결과물 생성에 대한 품질 확보의 불확실성으로 블류메트릭 기술 접목을 하기 위한 투자는 여의치 않은 상황이다.

두 번째 단점으로는 현재의 데이터 처리 기준에서 데이터의 용량이 매우 크다. 정보통신산업진흥원의 ‘K-실감스튜디오’ 데이터를 기준으로 160만 Voxel로 생성한 결과물은 성인 1명을 기준으로 1분에 약 2GB 이상의 데이터를 생성한다. 또한 Asset의 개념이므로 2명 이상의 블류메트릭 비디오로 콘텐츠를 제작할 때 데이터양은 배수로 늘어나게 된다.

세 번째로는 블류메트릭 비디오 기술은 현재까지 완성된 기술이 아니며 보완할 점이 많은데, 특히 부피감 부족으로 인한 메쉬(Mesh)의 결손(머리카락, 옷깃, 모자챙, 얇은 장신구 등) 현상이 있고, 카메라에 측정 부족에 따른 부정확한 메쉬 형성 및 텍스처의 번짐(ex: 팔짱을 낀 상태에서 몸과 팔 사이 공간, 앞머리를 내린 상태에서 이마와 머리 사이에 공간 등) 현상이 발생한다. 이에 따른 촬영의 제한도 많은데 제작의 경험으로 볼 때 긴 머리의 경우 도구를 사용하여 고정하거나, 묶어 올려야 하거나, 얇은 골프채, 칼과 같이 움직임이 빠르고 얇은 객체를 캡처하기 위해서는 별도의 조치나 후 보정을 통해 보완이 필요하다.

이러한 블류메트릭 비디오의 한계점에도 불구하고 블류메트릭 비디오는 그 한계점을 넘어서는 특징을 갖고 있는 매력적인 기술이라고 할 수 있는데, 블류메트릭 비디오는 3D Asset의 개념에서 실존하는 사람을 움직임을 포함해서 가장 빠르게 제작할 수 있는 기술이라 할 수 있다. 우리가 일반적으로 제작하는 3D 제작 방식으로 실제 사람을 모델링에서부터 모션 캡처를 적용하고 최종적으로 구현하는 데까지는 투입되는 인력과 정밀도에 따라 편차가 있지만 일반적으로 3주 이상이 소요된다고 하면, 블

류메트릭 비디오 캡처를 이용할 경우 3분 내외의 정해진 동작은 2~3일 안에 생성이 가능하다. (앞에서 언급한 바와 같이 추가적인 리깅이 불가능하여 정해진 동작만 가능). 두 번째 블류메트릭 비디오의 장점으로는 현실과 같은 중력값의 표현이다. 3D 모델링에서도 의상의 재질 표현이나, 중력값을 데이터로 적용할 수 있지만 현실과 같이 적용을 하는 데에는 한계가 있는데, 블류메트릭 비디오는 실제 동작을 스테이지에서 구현하고 거기서 발생하는 자연스러운 옷의 구겨짐, 흘러내림과 같은 실제 중력에 의해서 발생할 수 있는 모습들이 현실과 같게 반영이 돼서 생성된다. 세 번째로는 데이터 가치이다. 수많은 사람들이 노고를 들여 실제 사람을 유사하게, 혹은 거의 같은 3D 모델링 Asset으로 구현하더라도, 이는 사진을 혹은 그림을 보고 그린 복제라고 할 수 있는데 반해 블류메트릭 비디오는 실제 사람을 촬영하여 생성되는 그 실제 사람과 동일한 Identity를 갖는다고 볼 수 있으며, 이는 데이터의 가치라는 측면에서 차이가 발생한다. 비교하자면 유명한 가수 혹은 보존가치가 있는 사람을 2D 동영상으로 촬영을 한 것과 2D 그래픽으로 드로잉한 애니메이션은 실존감의 가치가 달라지는 것과 마찬가지로 볼 수 있다.

메타버스는 플랫폼에서 그래픽 기술로 제작된 가상의 스타일라이즈드 캐릭터(Stylized Character) 애니메이션이나 3D Asset은 상상력을 자극하고 관심도를 높일 수 있는 가상 현실이지만 이는 이미 게임이라는 콘텐츠를 통해서 경험치가 있다. 그렇다면 실질적으로 콘텐츠 수용자가 보고 싶어하는 부분은 가상 현실에서 실제 현실에 존재하는 사람과 가장 유사한 디지털 휴먼이 보다 시선을 사로잡을 수 있을 것이며, 가상 공간 안에서 실제와 같은 사람을 표현하는 방법에 가장 근접한 기술은 블류메트릭 기술이라고 할 수 있다.

#### 4. LED를 기반으로 한 XR Stage

LED XR Stage는 우리가 일반적으로 흔하게 접할 수 있

는 대형 디스플레이용 LED Wall과는 기술적으로 구분이 필요한데, LED XR Stage는 단순히 배경을 ‘재생’하는 것이 아닌 CGI(Computer Generated Image)로 구현된 입체 공간(Space)과 카메라 그리고 카메라의 위치 및 렌즈 메타데이터 정보를 생성하는 트래커(Tracker), 이러한 각각의 제작 장비와 CGI를 연동하여 제어하는 미디어 서버 등 다양한 장비가 유기적으로 구동되어야 한다. 또한 앞에서 언급된 각각의 하드웨어와 소프트웨어가 제작 현장에서 신호가 일치되어야 하는데, LED XR Stage 제작에 있어서 젠록(Gen Lock<sup>1)</sup>)의 중요성이 강조되는 것도 이 때문이라고 할 수 있다.

게임산업에서 활발히 활용되던 Unreal, Unity와 같은 그래픽 엔진을 XR Stage 기반의 실시간 영상미디어 콘텐츠 제작에 적용하기 시작하면서, 실시간 영상 렌더링 기술은 실감형 공간 제작 및 카메라 반응형 인터랙티브 제작 기술의 핵심 요소로 중요성이 높아지고 있고 공간스캔 데이터 기술을 적용함으로써 배경을 보다 실사와 유사하게 구현을 하고 있다. 이러한 기술들은 인공지능 시뮬레이션 모델링을 활용하여 가상 공간에서 실제 현실과 유사하게 실시간 인터랙티브가 가능한 메타버스 기반의 제작 기술로 진화하고 있다.

LED XR Stage 제작은 기존의 콘텐츠 제작 방식과 비교를 하면, 제작의 사전 기획 단계에 보다 많은 시간을 투자해야 하는데, 사전 시각화(Pre-visualization)와 콘텐츠 Work-Flow 전반에 걸쳐 시뮬레이션을 하는 과정이 필요하다. 광고, 뮤직비디오와 같은 짧은 콘텐츠보다는 영화, 드라마와 같이 촬영해야 하는 장면이 많고 호흡이 긴 콘텐츠일수록 이러한 과정은 필수이다. 사전 기획 단계에서부터 전체의 제작 분량에서 LED XR Stage에서 촬영을 할 부분과 현장 로케이션 촬영을 할 공간을 구분하고, LED XR Stage에서 촬영 시 가상 공간의 구성과 CGI 제작 방향성 등이 검토되어야 LED XR Stage 촬영이 효과적이라

고 할 수 있다. 아울러 콘텐츠 제작 시 가상의 인물(디지털 휴먼 혹은 볼류메트릭 비디오)을 활용할 경우라면 이러한 사전 기획이 더욱 중요해지는데, 효율적인 촬영을 위해서는 볼류메트릭 비디오의 활용 방안과 이와 연계하는 촬영 각도, 샷(Shot)의 사이즈 등 촬영 기법적 측면과 연출적인 요소로 볼류메트릭 비디오의 활용도를 고려해야 한다.

또한 LED XR Stage의 선택(혹은 구성)이라는 측면에 있어서도, 전체 공간을 모두 가상화를 할 것인가 혹은 일부 배경만을 선택할 것인가의 방향성에 따라 LED Floor(바닥)의 필요 유무가 결정되는데, 일반적으로 뮤직비디오, 콘서트, 광고와 같은 콘텐츠에서는 바닥을 포함한 LED XR Stage를 많이 활용하고, 드라마, 영화의 경우에는 바닥을 세트로 구성하고 Wall을 중심으로 촬영하는 경우가 많다. 이 경우 보다 현실적인 조명 효과의 중요성이 높아지기 때문에 이를 위해서 상부(ceiling)에 고회도 LED를 조명용으로 사용하는 경우가 많다.

LED XR Stage를 활용한 콘텐츠 제작은 흡사 1990년대에 등장한 ‘비선형편집시스템(Non-linear Editing System)’의 과급력과 비슷하다고 볼 수 있는데, 이는 순차적 편집 작업 과정이 물리적 제한 없이 편집 작업 과정으로 바뀌는 후반제작작업(Post Production)의 획기적 변화를 가져온 것과 같이 촬영(Production) 단계에서 VFX와 CG 뿐만 아니라 순차적 공간이 아닌 물리적 제한이 없는 촬영 방식이라는 측면에서 비선형 병렬 방식의 작업 진행이 촬영 현장에서 가능하게 되었다.

### III. 볼류메트릭 콘텐츠를 활용한 XR 콘텐츠 제작

콘텐츠 제작을 위한 시스템 구성

- LED Wall : ROE Visual BP2V2, BM4

1) 젠록(Gen Lock, Generator Lock) : 여러 대의 장비를 사용할 경우 각 장비마다 다른 고유의 Sync Generator(동기 신호 발생기)로 인하여 시간차가 발생하는데, 이를 막기 위해 Master Sync Generator의 신호를 Slave Sync Generator(개별 장비 신호 발생기)에 연결하는 것

- LED Processor : Brompton Tessera SX40
- XR Engine(Media Server) : Disguise (Unreal v4.9)
- Volumetric Video Capture : 8i Purple Haze System
- 콘텐츠 영상 링크 : <https://youtu.be/c99RPtej4iw>

## 1. 사전 기획

콘텐츠 수용자에게 볼류메트릭 비디오 기술이 콘텐츠를 흥미롭게 만드는 것은 최종 콘텐츠의 정해진 관점이 없기 때문에 모든 각도에서 회전하여 보고 상호 작용할 수 있다는 것이다. 이것은 시청자 경험을 크게 향상시켜 몰입감을 높여준다. 현재의 볼류메트릭 비디오는 이 기능을 중점적으로 활용하는 기술로서 가치를 우선 생각해야 하며, 보다 실사에 가깝게 기술적으로 발전하여 실제 사람을 대체할 수 있는 기술로서 볼류메트릭 비디오는 그 다음의 해결 사안이다.

결국 볼류메트릭 비디오의 활용도와 제작에서의 효율성을 높이기 위해서는 LED XR Stage를 하나의 메타버스라는 공간의 개념으로 접근하여 기존의 제작 방식과는 다른 관점에서 접근해야 하며, LED XR Stage를 활용하건, 볼류메트릭 비디오를 활용하건 사전 제작 단계에서부터 콘텐츠 제작의 전체를 기획하고 설계하는 Work-Flow의 변화가 이루어져야 한다.

사전 시각화에서부터 공간, Asset 제작과 동시에 공간 내에서 카메라를 어떻게 활용할 것인지 혹은 카메라 장면의 구성을 어떻게 할 것인지에 대한 준비에서부터, 촬영 현장에서 불가능한 부분을 볼류메트릭 비디오 기술이나 ICFVF, XR 기술을 통해서 어떻게 해결할 것인지 콘텐츠 제작의 사전 단계에서 충분히 고려가 되었을 때 이러한 기술들이 제대로 진가를 발휘하게 된다고 생각된다.

볼류메트릭 기술과 LED Wall 기반의 XR Stage 기술의 접목을 추진하였는가 하는 배경에 대한 논의가 필요한데, 첫 번째는 메타버스 개념의 360도 공간 구현 및 활용 방안 확대를 위해 실사로서는 제작이 불가능한 부분의 해결 방안을 찾고자 하였고, 두 번째는 작은 LED XR Stage의 활

용도를 높이기 위한 수단으로 볼류메트릭 비디오의 활용 테스트를 하기 위함이었다. 이는 사전 시각화 및 계획 단계에서부터 제작의 효율성을 높이기 위해 어떻게 콘텐츠 구성과 단순히 효율성을 높이기 위한 가상 공간의 부분 제작이 아닌 360도 전체 공간 제작을 전제로 한다.

두 번째의 LED XR Stage의 활용 측면에 있어서는 XR 제작을 위한 LED Stage는 일반 LED Wall과 달리 구축 비용이 비싸며, 이러한 LED XR Stage를 대형으로 구축하기 위해서는 시스템 구성뿐만 아니라 물리적인 대규모 공간도 필요한데, 시스템 구성을 하기에는 한계가 있고 대안으로써 실제 사람으로는 ICVFX 촬영이 불가능해 LED Wall 바깥쪽의 물리적 공간을 활용하기 위한 수단으로 볼류메트릭 비디오의 활용 가능성을 테스트해 보고자 했다.

볼류메트릭 콘텐츠와 LED XR Stage의 효과적인 활용을 위해서 어떤 콘텐츠를 제작할지에 대해서 가장 우선적으로 검토를 했고, 첫 번째로 댄스 영상과 두 번째로는 골프 레슨 영상의 기획을 추진하였다. 댄스 영상의 경우는 움직임이 큰 댄스 영상을 무대 위에서 시연하면서 LED XR Stage 바깥 공간을 활용하고자 하였는데, 남녀 댄서를 구성하고 1명은 실제 사람이, 다른 한 명은 볼류메트릭 비디오로 구현하여 CGI로만 구현이 가능한 등장 장면 등을 표현하기 위한 효과를 중점적으로 테스트해 보고, 실제 사람과 동일한 복제된 디지털 휴먼(볼류메트릭 비디오)을 LED XR Stage 바깥쪽에 배치하여 공간을 넓게 활용한 군무 구성이 가능한지에 대한 테스트와 더불어 볼류메트릭 비디오가 실사와 동일한 무대 위에서 생기는 이질감을 앵글과 화면 구도를 통해 최소화하는 부분에 대한 테스트를 해 보고자 했다.

두 번째 골프 레슨 형태의 영상은 유명한 골퍼를 섭외했다는 가정하에 사전에 볼류메트릭 비디오로 제작된 본인의 골프 스윙 동작을 360도 자유 시점이 가능한 공간에서 본인이 직접 설명한다는 컨셉으로 제작을 하였는데, 이는 향후 OSMU로 볼류메트릭 비디오로 제작된 콘텐츠가 모바일(혹은 제3의 디바이스)에서 새로운 서비스로서 가치가 있는지에 대해서 콘텐츠 제작자들과 논해보고 싶

었으며, 기술적으로는 볼류메트릭 비디오가 디지털 휴먼 Asset으로 Unreal에서 컨트롤 제어 가능 여부(ex 일시 멈춤, 원하는 부분에서 재생 등) 및 얇은 골프채와 같은 결과물이 LED XR Stage에서 효과적으로 구현되는지에 대한 부분도 검증을 해보고자 했다.

## 2. 볼류메트릭 비디오 테스트

본 테스트 영상에서 이용한 8i 시스템은 데이터의 생성 방식이 처음 렌더링 결과물을 추출하면 포인트 클라우드 기반의 자체 Voxel 포맷으로 생성되며, 8i 시스템의 SDK가 Unity 포맷 컨버팅만 지원하고 있어 Unreal 기반의 작업을 위해서는 별도의 사전 작업이 필요했는데, 볼류메트릭 결과물 생성 시 Voxel 포맷과 더불어 Polygon 형태의 데이터 추출이 필요했다.

앞에서 언급한 바와 같이 볼류메트릭 비디오는 수정이 불가능하기 때문에 실질적으로는 실제 무대 시연과 영상을 LED XR Stage에서 실시간 합성(Composite)한다는 개념에서 기획을 시작하였는데, VFX 효과를 주기 위한 부분을 위해 걸어 나오는 부분, 멈춤 동작, 각각 남,여 개별 댄스를 추는 부분 등 전체적인 구성에 대해서 볼류메트릭 비디오로 제작할 부분과 실사로 촬영을 할 부분까지 출연자와 콘텐츠 구성에 대해서 논의를 통해 분할 촬영 (<그림 5>)을 진행하였다.

골프 스윙의 경우는 Unreal에서 볼류메트릭 비디오 제어를 사전에 일부 테스트하였으나 현장에서 발생할 수 있

는 특수 사항을 대비해서 골프 스윙을 구분동작으로 나누어 촬영하고 전체 스윙을 별도로 촬영하였으며, 얇은 객체인 골프채의 촬영을 위해서는 가급적 골프채를 어색하지 않은 범위에서 두껍게 제작을 해서 촬영하였다.(<그림6>)

8i 시스템은 볼류메트릭 비디오를 Polygon 파일인 GLTF(GL Transmission Format, 3D 모델을 표현하는 파일 포맷으로 JSON 표준을 기반으로 함)와 이를 패키징한 GLB(GL Binary) 형태의 3D 모델링 파일을 제공하는데, RAM 점유율이 높고 Unreal 엔진에 로딩 시 끊김 현상 등 활용에 어려운 점이 많아서 정보통신산업진흥원에서는 이러한 문제점의 해결을 위해 시스템의 고도화를 추진하여 메쉬와 텍스처(Texture)를 분리하고 이를 각각 h.265 Codec과 Draco 기반의 압축을 통해 시스템의 부하를 최소화하였다.

Unreal에서의 볼류메트릭 비디오는 일반적인 3D Asset 오브젝트와는 다른 파일 특성(텍스처 UV가 정돈되어 있지 않고, 임의로 생성된 볼류메트릭 메쉬는 방향성이 없이 뭉쳐 있음)이 있기 때문에 임포트하는 방식부터 테스트가 필요했다. 기본적으로 레벨에 액터를 배치하고 BP(Blue Print)를 이용해 메쉬와 텍스처 파일을 리스트로 받을 수 있게 설정하고 정렬되어 있지 않은 8i 시스템의 볼류메트릭 GLTF 파일의 재생 시 메쉬와 텍스처를 프레임 번호 순서대로 재정렬을 해야 한다.

또한 볼류메트릭 비디오 파일을 GLTF 형식으로 바꾸고 Unreal 엔진에 로딩할 경우에 볼류메트릭 비디오의 품질에 대한 문제점이 있었는데, 첫 번째는 볼류메트릭



<그림 5> 댄스 퍼포먼스 볼류메트릭 비디오 (좌측 캡처 영상 우측 실사 영상)



<그림 6> 골프 스윙 볼류메트릭 비디오



비디오 GLTF 압축률에 따른 재생 시 끊김 등의 문제였고, 두 번째는 볼류메트릭 비디오를 미디어 서버에서 AR Asset으로 사용함으로써 배경 조명과 볼류메트릭 비디오 조명의 차이에서 발생하는 차이점 해결이 중요한 문제였다.

볼류메트릭 비디오의 Unreal 엔진에 로딩 시 재생 품질의 문제는 볼류메트릭 비디오의 프레임 바이 프레임(Frame by Frame) 재생에서 발생하는 시스템의 과부하 문제 해결이 필요하며, 앞에서 언급한 GLB 패키징 포맷의 압축률을 조정하여 8i 시스템에서 생성되는 결과물 특수성을 고려하고 노드 단순화 과정을 통해 리소스의 부담을 줄이고, 이를 다시 Draco 기반 Retopology 방식을 적용하여 Polygon의 개수를 조정하고 분절된 텍스처와 사운드를 영상으로 단일화하는 과정을 통해서 볼류메트릭 품질과 압축률의 적정 비율을 찾는 과정을 반복하여 진행하였다.

또한 Directional Light로부터 생기는 문제점의 해결

이 매우 중요했는데, Directional Light로 인해 볼류메트릭 비디오와 배경의 밝기와 색감이 불일치되는 문제는 Direction Light 데이터를 모두 삭제하고 Point Light를 활용함으로써 해결을 해야 하는데, 볼류메트릭 비디오가 일반 배경보다 Directional Light 효과로 인한 변화 편차가 컸기 때문에 미세한 조명 효과를 통해서 볼류메트릭 비디오의 색감 및 톤을 조정해야 했다.(<그림7>)

### 3. XR Stage에서 볼류메트릭 비디오 연계

LED XR Stage의 경우는 촬영 시 물리적으로 제공이 가능한 규모가 가로 4m 높이 4m의 Wall 2개(좌우) 및 Floor 4m×4m로 제한되어 있었는데, 이는 LED XR Stage 위에 사람 두 명 정도가 올라갈 수 있는 규모로 댄스 퍼포먼스를 제작하기에는 다소 작았으나, 본 콘텐츠의 제작 의도가 소규모 LED XR Stage에서 공간을 넓게 활용하기 위한 볼류메트릭 비디오를 활용하는 것이기 때문에 규모 자체에



<그림 7> 볼류메트릭 비디오 Unreal에서 조명 적용 비교



<그림 8> LED XR Stage의 볼류메트릭 비디오와 실사 기본 세팅



는 크게 의미를 두지 않았다.

테스트 과정에서 가장 해결이 필요했던 부분은 8i 시스템에서 생성된 볼류메트릭 비디오를 XR Media Server로 활용할 ‘Disguise’에 최적화를 시키는 방법에 대해서 테스트를 하였고, 데이터의 용량 및 특성에 따른 끊김 현상들이 다수 발생하였으나 GLTF 파일의 압축 방식 변경 및 Unreal 엔진에서의 BP 조정, ‘Disguise’에서 세팅값 조정 등을 통해 최적화하였다. 또한 배경 공간(360도 전체로 구성된)의 최적화 작업을 통해 ICVFX에 따른 끊김 현상의 방지도 매우 중요하다.

볼류메트릭 비디오의 활용성 확인을 위해 첫 번째로 테스트를 한 영상은 무대 위에 실제 남성 댄서가 있는 상태에서 여성 댄서가 워프(Warp)로 등장하는 장면을 구현하였는데, 워프 효과, 볼류메트릭 비디오 등장을 BP를 통해 제어할 수 있었는데(<그림 9~10>), 이는 Unreal 엔진에서 볼류메트릭 비디오가 다양한 그래픽 효과와 연동할 수 있음을 확인할 수 있었다.

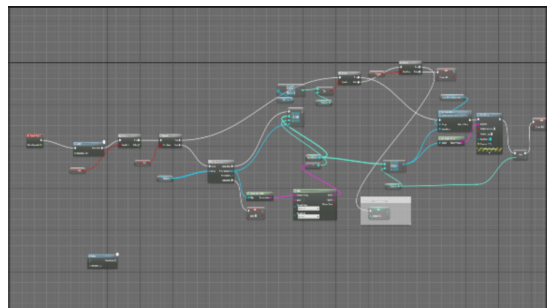
아직 국내에는 LED XR 제작에 특화된 배경 디자이너가 많지 않아 각각의 분야에서 전문가가 많지만 ICVFX를 이해하는 배경 제작 전문가가 거의 없는 상황이다. 촬영 현장에서 실제 눈으로 보여지는 LED 상에 영상이 ICVFX 카메라로 촬영되어 최종 결과물 영상으로 제작될 때의 품질은 다르다. 현장에서 보여지는 LED 상의 영상을 보고 품질을 의심하여 배경의 품질을 높이면 ICVFX 촬영 시 끊김이나 싱크 에러가 발생할 수 있다. 따라서 ‘배경의 제

작’-‘LED에 보여지는 배경 품질’-‘ICVFX로 촬영한 결과물의 품질’에 대해서 정확하게 예측하고 이에 필요한 최적화 작업이 매우 중요하다. 일반적으로 제작 현장에서 LED XR Stage를 디스플레이 장치로 생각하는 경우가 많은데, LED XR Stage 제작에 있어서 LED는 디스플레이 장치가 아닌 제작 도구라는 점을 인지해야 한다.

LED XR Stage에서의 볼류메트릭 비디오를 AR Asset으로 활용하여 LED 밖에 공간에 배치하여 공간의 활용도를 넓히고 동시에 LED 반대편에 공간을 360도로 활용가능성을 테스트하기 위한 카메라 이동을 시도하였는데(<그림 11>), LED Wall 배경의 반대편의 공간을 활용하기 위해서는 볼류메트릭 비디오(혹은 Full CGI 기반의 디지털 휴먼)를 활용하여 가능성 여부를 확인하였다. 다만 카메라가 LED XR Stage에 가깝게 다가가면서 생기는 문제점들(화면의 틀어짐, 모아레(Moire) 발생 등)은 촬영 현장에서 시간을 투자하여 보완할 수 있는 수준이라고 확인을 했으며, 기술적으로 충분히 해결할 수 있는 문제라고 볼 수 있다. 실제 사람이 아닌 CGI Asset(디지털 휴먼, 볼류메트릭 비디오 등)을 통해 LED XR Stage 바깥쪽 공간도 배경으로써 활용이 충분히 가능하다. 이는 LED XR 제작에 있어서 가상 공간을 하나의 메타버스라는 개념으로 인지한다면, 메타버스 공간 안에서 볼류메트릭 비디오(디지털 휴먼)의 활용을 통해 다양한 영상 구현이 가능할 것으로 예상된다.



<그림 9> 실사(남자)와 볼류메트릭 비디오(여자) 등장 장면



<그림 10> 볼류메트릭 비디오 등장용 BP



LED XR Stage를 기준으로 카메라를 90도 회전

LED XR Stage를 기준으로 카메라를 180도 회전  
(LED XR Stage에서 반대방향을 공간을 구현)

LED XR Stage를 기준으로 카메라를 90도 회전

LED XR Stage를 기준으로 카메라를 180도 회전  
(LED XR Stage에서 반대방향을 공간을 구현)

&lt;그림 11&gt; 블류메트릭 비디오를 활용한 360도 배경 활용

## IV. 결론

블류메트릭 비디오 캡처 기술과 LED XR Stage를 활용한 ICVFX 기술은 아직은 미완성의 기술이며, 콘텐츠 산업 전반에서 활용 확대를 위해서는 보완되어야 할 부분이 필요하다. 블류메트릭 비디오 기술은 콘텐츠 제작(촬영)에서부터 품질 확보, 대용량 데이터 처리를 비롯하여 플랫폼과 연계를 위한 콘텐츠 제작 표준도 아직 미비한 상황이다. 물론 블류메트릭 비디오 기술은 현재 기술 수준에서 디지털 휴먼(Deep fake 기반 디지털 휴먼은 논외로 한다는 전제하에)을 가장 빠르게 실제 사람을 복제할 수 있는 기술이지만, 블류메트릭 비디오의 품질 자체가 실사를 복제한다는 개념에서 본다면 Voxel 방식이던

Polygon 방식이던 최종 결과물이 그래픽 같은 느낌이 존재한다. 따라서 블류메트릭 비디오가 실제 사람의 대안으로 활용되는 것에는 무리가 있으며, 이는 또 다른 의미의 언캐니밸리(uncanny valley)를 극복해야 하는 문제가 발생할 수 있다.

중요한 점은 블류메트릭 비디오 캡처 영상의 디지털 휴먼을 그 자체로 받아들일 수 있는 콘텐츠 제작 기획과 방향성 확립이라고 할 수 있는데, 우리가 흔히 볼 수 있는 공상과학물의 상상 속 캐릭터(외계인, 괴물 등)를 보면서도 우리는 ‘왜 캐릭터가 실제 같지 않나’라는 의문을 갖고 콘텐츠를 수용하지 않는다. 이와 같은 의미에서 현재 블류메트릭 비디오는 실제 사람을 대체하는 극 사실감의 디지털 휴먼이 아닌 블류메트릭 비디오를 그 자체로 인식하거나,

제작의 특수성과 촬영상의 어려움을 극복하기 위한 연출적 수단으로 활용되어야 보다 효과적일 것이다. 연출적 의도에 의해 배경을 그래픽처럼 만든 공간에서 배경의 톤에 맞는 디지털 휴먼이 필요한 것과 같은 이치라고도 할 수 있다. 이러한 제작 환경에서 블류메트릭 비디오 기술은 실시간 XR 콘텐츠 제작과 메타버스 플랫폼에서 향후 실제 사람을 입체 Asset으로 가상 공간에 넣을 수 있는 대안이 될 것으로 기대된다.

결국 이러한 콘텐츠 제작의 시도와 기술적 발전, 게임 그래픽 엔진 기술이 점점을 이루고, 콘텐츠의 기획 의도에 적합한 제작 준비와 사전 시각화의 워크플로우(Workflow)가 정립이 되어야 미디어라는 관점에서 LED XR Stage와 메타버스 플랫폼이 2D 스크린의 확장된 미디어로 발전하게 될 것이며, 콘텐츠 수용자는 스크린 밖의 관찰자가 아닌 스크린 안의 참여자로 시점이 옮겨질 수 있을 것이라고 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Intel CES 2018 시연 영상 링크 <https://youtu.be/9qd276AJg-o>
- [2] 실감미디어 부호화 기술 동향, 한국전자통신연구원 최진수 외, 2019
- [3] COLLET, Alvaro, et al., High-quality streamable free-viewpoint video, ACM Transactions on Graphics (TOG), 2015
- [4] [https://arcturus\\_studio/blog/2022/04/05/what-is-volumetric-video/](https://arcturus_studio/blog/2022/04/05/what-is-volumetric-video/)
- [5] <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/technical/photogrammetry-and-volumetric-capture.html?wapkw=volumetric>
- [6] <https://d2.naver.com/helloworld/6152907>, 웹 3D 모델 최적화 기법 소개
- [7] <https://jp.pronews.com/special>
- [8] Portable Volumetric System: Reality into the Metaverse, CES 2023, Sony Official
- [9] <https://planeye.co.kr>, 백스포트 블류메트릭 비디오 자료
- [10] 버추얼 프로덕션 기술을 활용한 제작 기술 동향 연구 - 시각특수효과와 영화 중심으로(이동호), 2019
- [11] 메타버스 시대 XR STAGE를 활용한 콘텐츠 제작 현황과 전망, NIPA 이슈리포트(이진서, 이수진), 2021.12

## 저 자 소 개



### 이 진 서

- 2002년 : 동국대학교 영화영상학과 영상연출 전공 학사
- 2002년 ~ 2005년 : 동국대학교 미디어아트센터 실장
- 2006년 ~ 현재 : 정보통신산업진흥원
- 주관심분야 : 블류메트릭 비디오, In Camera VFX, 콘텐츠제작기술, 메타버스