

KBS R&D XR 시스템 구축 및 활용 동향, 그리고 요구기술 2

글. 양기선 KBS 미디어기술연구소 수석연구원

들어가며

총 2회에 걸쳐 <KBS R&D XR 시스템 구성 및 활용 동향, 요구기술>을 설명하고 있다. 지난 회에서는 온택트 동물원 제작을 위해 사용된 XR 시스템 구성에 대해 소개하며, 여러 가지 요구기술 중에 LED 분할 맵핑과 디스가이즈 기반의 가상환경 맵핑 셋업 과정을 설명하였다. 이번 회에서는 요구기술의 나머지 부분과 문제점, 해결방안을 설명하고 결론을 맺고자 한다.

요구기술

요구기술은 다음과 같다.

* 이전 호에서 설명한 내용

- LED 분할 맵핑
- 가상 환경 맵핑 셋업 (디스가이즈 기준)

* 이번 호에서 설명할 내용

- 카메라 셋업
- 카메라 트래킹 시스템 보정 (Stype RedSpy 기준)
- LED와 카메라 보정 (디스가이즈 기준), 카메라 보정, 컬러/딜레이 보정
- 엔리얼 콘텐츠 셋업 (엔리얼 기준)
- AR 셋업 (엔리얼 기준)
- 보조 운영 UI 툴 셋업 (엔리얼 기준)
- AR 셋업 (엔리얼 기준)
- 조명 셋업 및 가상 조명연동 (본 고에서는 생략, 향후 연구개발 분야임)

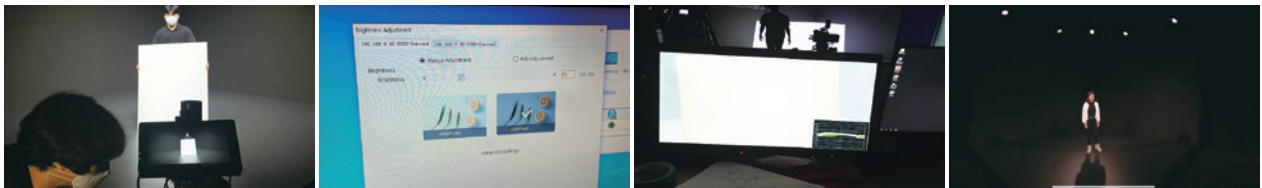
카메라 세팅

다음 사진은 지미집에 설치된 두 대의 F55 카메라 구성 모습을 보여준다.



카메라 설치 모습

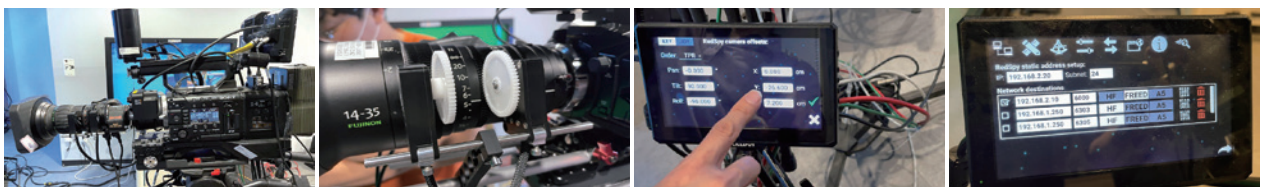
확장현실은 LED 외각의 AR 그래픽과 LED의 색보정이 매우 중요하다. 경계에서 색이 맞지 않으면 가상환경의 이질감이 커지기 때문이다. 이를 위해, 먼저, 카메라 단에서 어느 정도 화이트와 블랙톤을 맞추는 기능이 필요하다. 이때는 두 가지 장치, 즉, 카메라, LED 컨트롤러 밝기 조절을 통하여 블랙톤과 화이트톤을 맞추어야 한다. 히스토그램을 보며, 미디어 합성 표출장치의 최종 출력의 화이트와 블랙톤을 모니터링하며 맞추어야 한다. 카메라 블랙 레벨, 노출, 조리개 등을 조정하여 블랙을 맞추면, 이후에 조리개 수치는 달라지지 않아야 한다.



카메라 설정과 LED 스케일러 밝기를 통한 블랙 & 화이트톤 조정

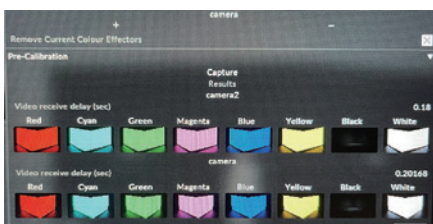
카메라 트래킹 장치 설정

RedSpy는 천장에 부착된 적외선에 반응하는 마커들을 인식하여 그 정보로부터 추적 카메라 센서의 정확한 위치를 계산하게 된다. 이 값은 카메라 센서의 거리정보를 더하여 실제 카메라의 센서 위치를 계산하기 위해 사용된다. 이 값이 카메라 위치 정보이다.



카메라 트래킹 장치 보정, 전송 IP 셋업, 기어 구성, 설치된 모습

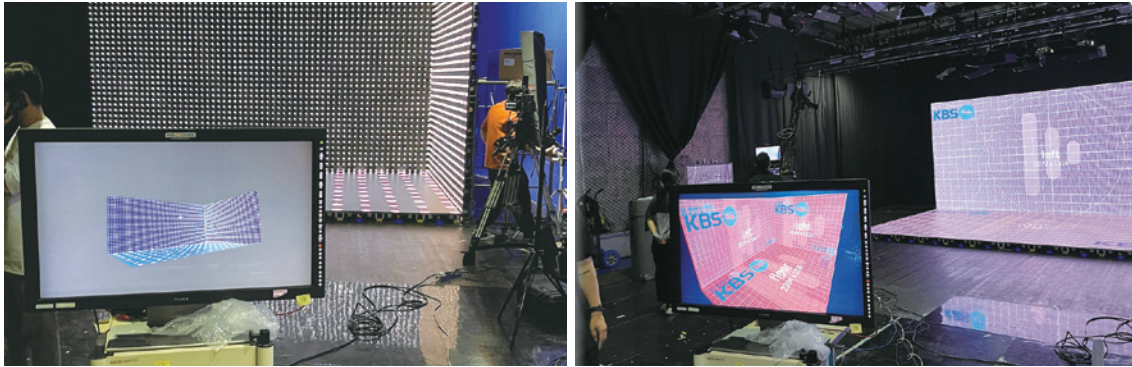
딜레이 보정 / 카메라 렌즈 보정 / 색보정



디스가이즈 자동 비디오 딜레이 보정 UI, 카메라 2대의 경우

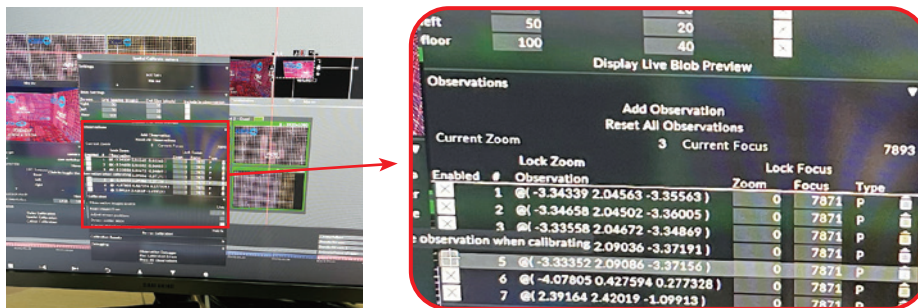
기본적으로 AR/VR 그래픽을 카메라 입력 비디오 영상과 합성 후에 재렌더링까지는 몇 프레임 정도 다양한 딜레이 이슈가 발생한다. 보통 가장 느린 정보에 맞추어 딜레이 없이 들어오는 신호들에 약간의 딜레이 조정을 수행한다. 디스가이즈는 이 정보를 대략 찾아 준다. 이 값을 기준으로 카메라 트래킹 정도의 딜레이 조정이 필요하다.

다음은 카메라 캘리브레이션 기능이 필요하다. 보통 카메라 트래킹 장치의 제조사마다 각 카메라에서 사용하고 있는 카메라 정보(초점, 줌값, 센서 사이즈 등) 기반으로 카메라의 줌 값마다 두 가지 정보, 카메라의 위치/회전 정보와 카메라의 왜곡 파라미터를 데이터로 제공한다. 이 값의 정확도가 AR 오브젝트를 카메라의 월드 좌표계 기준으로 자연스럽게 배치 후 매칭이 가능해진다. 디스га이즈는 어떤 카메라와 렌즈, 그리고 다른 트래킹 카메라 제조사의 제품이라 할지라도 그 카메라 정보(위치/회전, 렌즈 왜곡 오차) 값을 직접 만드는 기능을 제공하고 있어, 제작자가 카메라와 렌즈를 선택할 때 누구나 비상시에 직접 대응할 수 있다. 이 부분은 AR 제작을 할 때마다 전문 캘리브레이션 보정 기술자가 보통 필요한 작업이지만, 자동 카메라 캘리브레이션 기능은 그 부담을 크게 덜어준다.



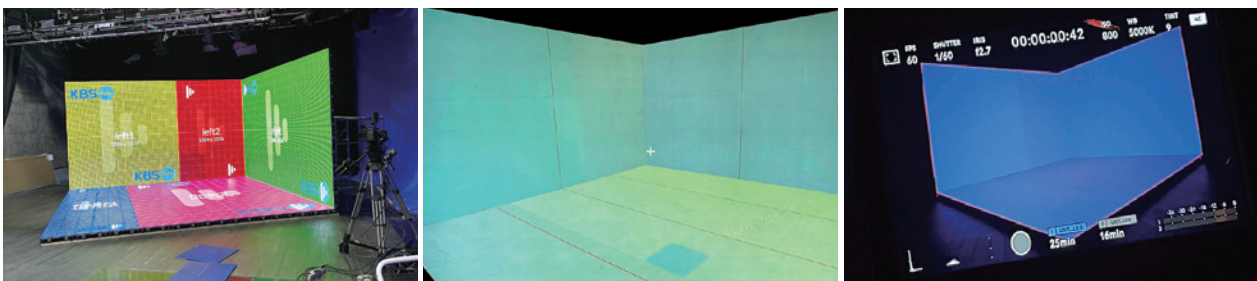
디스га이즈가 제공하는 카메라 렌즈 캘리브레이션 과정

캘리브레이션 결과로 추출된 렌즈 파라미터와 카메라의 위치, 회전 정보에 따라 카메라가 자리 잡은 결과를 확인할 수 있다.

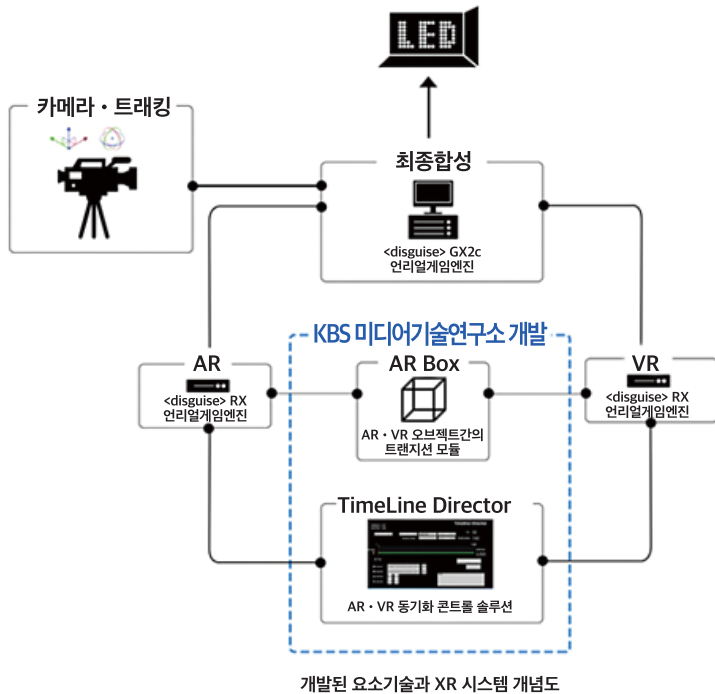


추출된 캘리브레이션 정보

다음 보정은 색보정 기능이다. LED의 제조일마다 패널의 특성이 달라 색이 달라질 수 있고, 카메라 특성이 달라 블랙/화이트 밸런스를 잘 못 맞출 경우 역시 색이 달라질 수 있다. 이 부분을 위해서 디스га이즈의 경우 각 LED 스크린마다 자신들의 컬러 LUT을 만들어 제공하고 있다. 이 역시, LED가 바뀔 경우 그 LED 특성에 맞는 보정을 다시 하여 사용하면 된다.



제조일이 다른 LED 색보정 결과



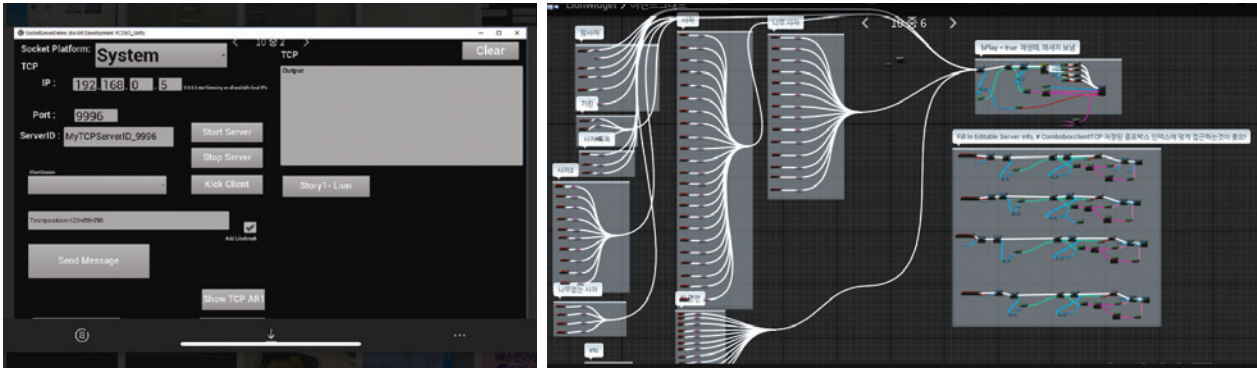
온택트 동물원은 9가지 동물들의 애니메이션을 컷 장면별로 촬영하는 방식으로 진행되었다. 세세한 동물들의 움직임을 제어하는 UI가 있으며, 그것은 언리얼의 위젯 기능으로 구현되어 있다. 보통 언리얼에서 제공하는 위젯 개발환경은 언리얼 기반의 UI를 만들기 위해서 제공하는 기능으로 거의 모든 동작을 시험 운영할 때나 혹은 게임 화면에서 메뉴나 VR에서 HUD(Heads-up Display) UI를 만들기 위해서 매우 자주 사용되는 사용자 메뉴 개발 환경이다.

온택트 동물원 역시 각 동물을 제어하는 사용자 UI가 다음 그림과 같이 준비되었고, 이 UI를 이용하여 AR과 VR 렌더링 머신을 동시에 동기를 맞추어 오브젝트 운영을 진행하였다.



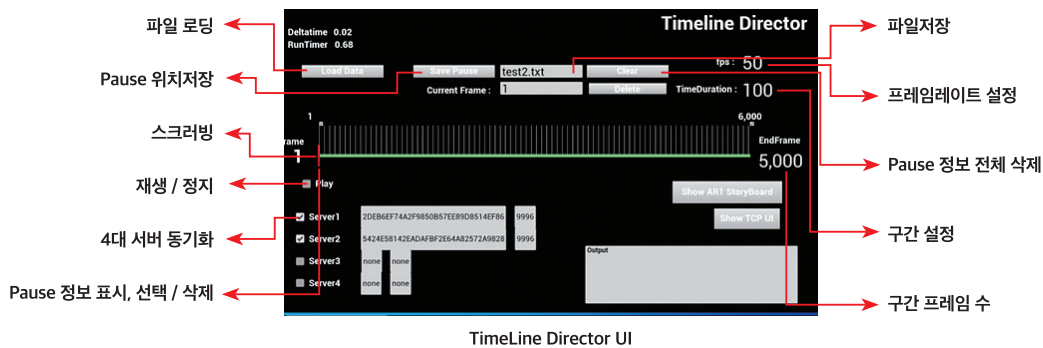
온택트 동물원 위젯 UI

두 대 이상의 렌더링 머신의 동물 객체를 동시에 운영하기 위해서는 별도의 TCP/IP 기반의 원격제어 방법이 필요하다. 우리는 4대의 서버를 동시 제어 가능한 모듈 SW를 개발하였다.



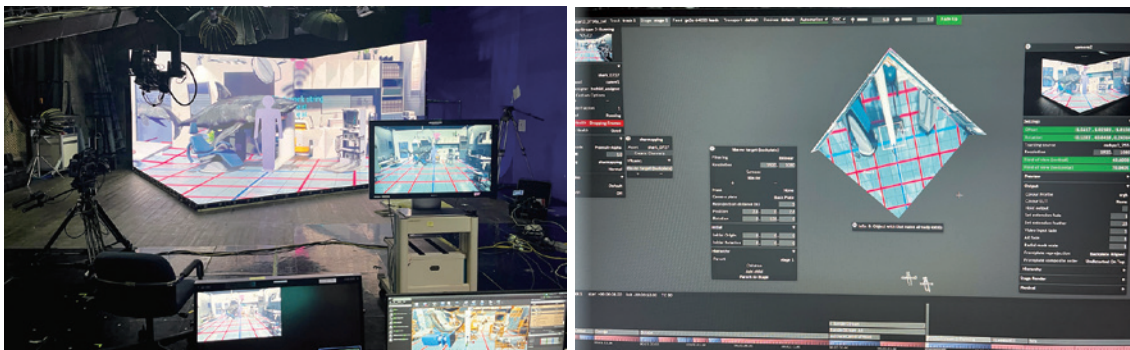
TCP/IP 수신부 연결, 위젯 메뉴의 메시지 전송 블루프린트 모듈

그리고 정해진 시퀀스 애니메이션을 원하는 타임에 재생, 멈춤 가능한 타임라인 디렉터를 만들었다. 보통 시나리오대로 사전 시퀀스 작업을 해놓은 장면이라면, 즉 미리 언리얼 시퀀스 작업을 해두었다면, 타임라인 디렉터를 이용하여 TCP/IP 기반으로 원격 장비에서 여러 대의 렌더링 머신의 시퀀스를 동시에 제어할 수 있다. 이후 원하는 컷 타임정보 위치에 포즈(Pause) 마킹만 추가하면 된다. 순차적으로 멈춤 재생 기능만으로도 운영에 많은 도움이 된다.



TimeLine Director UI

이외에도 운영을 위한 다양한 외부 인터페이스 장치도 필요에 대한 활용할 수 있다. StreamDeck와 디스га이즈는 OSC(Open Sound Control) 프로토콜을 지원하여, 다양한 미디 컨트롤러를 입력 이벤트 장치로 활용할 수 있다.



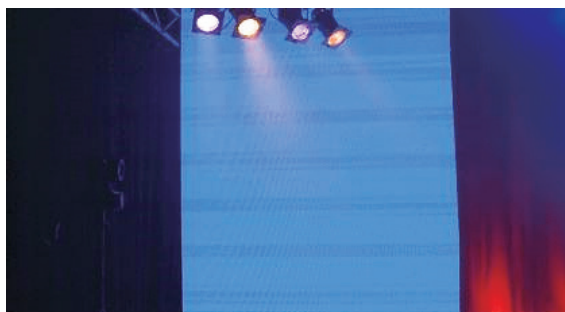
무대 원점 조정

이렇게 XR 제작을 위한 기본적인 시스템 구축이 완료되었다고 할 수 있다. 이제 언리얼 맵을 불러와 무대와 가상환경의 원점을 잡으면 촬영준비가 되었다고 볼 수 있다. 다음은 제작 중에 있었던 문제점과 그 극복방법을 설명하고자 한다.

문제점

- LED 플리커링 문제
- 바닥 LED 문제
- AR 합성 문제
- VR과 AR 가상 그래픽 컷팅 합성 필요

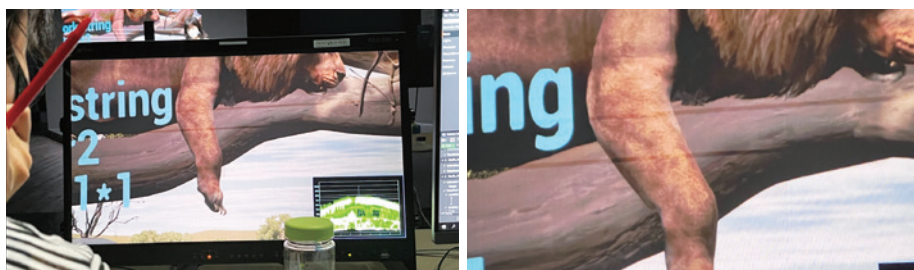
LED 플리커링 문제



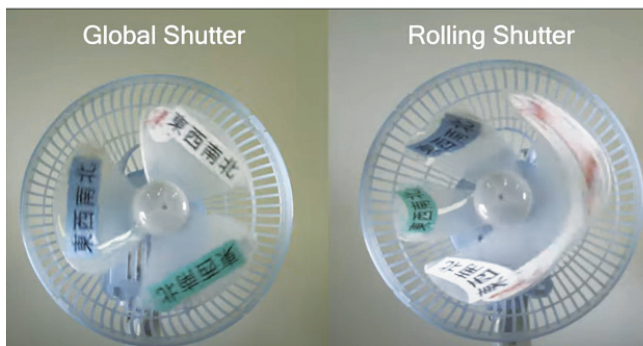
무대의 LED를 카메라로 촬영 시 발생하는 플리커링 현상

무대에서 보이는 카메라와 LED 스크린 간에 나타나는 줄무늬로 카메라와 LED 스크린 간 동기가 맞지 않아 발생한다. LED 스크린 주파수와 카메라 셔터스피드를 조정하여 효과를 완화 시킬 수 있으나 정확히 동기가 맞지 않을 경우, 특히 LED의 일관된 색에서 더욱 눈에 띈다.

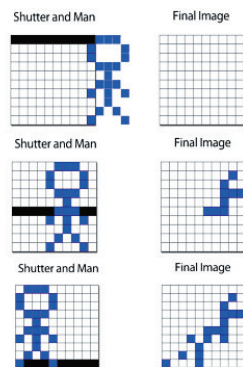
이런 플리커링 현상은 LED와 동기가 맞지 않는 현상과 카메라의 셔터 방식에 따라 그 효과가 크게 나타날 수도 있다. 일반적으로 카메라에서는 셔터 방식에 따라 글로벌 셔터와 롤링 셔터 방식으로 기종이 나뉠 수 있다. 롤링 셔터 방식을 아날로그 방식으로 셔터가 블라인드가 내려오는 것처럼, 아날로그 방식처럼 한 라인씩 빛을 받아들이게 하면 흘러가는 동영상 이미지를 보이는 듯한 효과를 내곤 한다. 보통 빨리 달리는 기차나, 날개가 돌아가는 선풍기를 촬영하면 이런 효과가 보일 수 있다.



온택트 동물원 제작 시 발생한 플리커링 현상



카메라 셔터 방식에 따른 젤리팩트 효과 예



Blackmagic URSA 4K 롤링 셔터 방식

Sorry F55 4K 글로벌 셔터 방식

셔터 방식 다른 카메라 예

본 촬영 전에 블랙매직 URSA 4K 카메라를 테스트하였다. 블랙매직 URSA 4K 카메라는 소규모 LED 스크린으로 실험하였으며, 거리에 따라 처음에는 플리커링 효과가 거의 나타나지 않았지만, LED 크기가 커지자 눈에 띄이기 시작했다. 이후에 글로벌 셔터 방식의 Sony F55로 교체 뒤, LED와 카메라의 동기를 맞춘 이후에는 깨끗이 사라졌다. 일부 프로그

램에서 LED 스크린 배경으로 인터뷰를 제작 시, RED 카메라로 제작하기도 하였으나 셔터스피드를 조정할 경우, 카메라의 성능에 따라 동기 신호와 관계없이 눈에 크게 띄지 않게 조정 가능한 카메라도 있었다. Sony F55가 글로벌 셔터라 하더라도 동기 신호를 서로 맞추지 않으면 플리커링 현상이 발생했다.

바닥 LED 문제

바닥 LED는 보통 전용의 바닥 LED를 사용해야 하지만, 해상도를 좋게 하고자, 옆면용의 2.5피치의 작은 LED를 사용하였다. 우리가 사용한 옆면은 1.875피치로써, 시장에서는 보통 대형 LED를 구성하는 대신 2.5피치 이상의 LED를 사용하지만, 우리는 스튜디오 규모가 작은 이유로 소규모 XR 제작에 맞추는 대신 LED 해상도를 한 단계 높은 스펙으로 채택하였다. 그러나 이런 문제는 해상도와 모아레 현상은 어느 정도 줌에서도 좋은 품질을 보일 수 있었으나, 바닥과 옆면이 서로 다른 LED 스펙으로 밝기를 맞추기 어려운 문제가 발생하였다. 이 경우에 보통은 전문적인 LED 소자의 밝기 특성을 맞추는 하드웨어적인 속성을 재설정하는 캘리브레이션이 필요할 수 있다. 너무나 특수한 상황을 위해, 제조사에서나 알 수 있는 소자 레벨의 정보를 찾는 것은 사실상 사용자 입장에서 재설정하기는 어려운 부분이다.

이 부분은 디스га이즈의 컬러 색보정 기능과 수동으로 최대한 옆면의 밝기에 바닥을 맞추고, 나머지는 후반작업을 통하여 바닥 색보정을 할 수밖에 없었다. 바닥은 조명이 직접 영향을 주기도 하기 때문에 XR 제작 시 바닥의 색을 주변과 맞추는 것은 대부분의 사례에서 어려움을 겪는 요소 중 하나이다. 전용 바닥 LED는 대부분 소자 간격이 크며, 파손을 줄이기 위해 GOB 타입일 경우가 높다. 다소 블러 효과가 보이기도 하며, 바닥 부분의 품질을 높이는 것이 여전히 해결해야 할 이슈 중 하나이다.



바닥 LED 밝기 이질감

AR 블렌딩 문제



AR 블렌딩 시 보이는 하이라이트 문제

일반적인 가상환경 제작에서 AR 객체들은 키가 빠진 카메라 비디오의 실사 위에 오버레이 되어 전경에 배치된 오브젝트들을 모두 지칭한다. 결국, 배경과 AR 오브젝트의 키 값을 가지고 배경과 키 값의 비율로 전경을 얼마만큼 RGB색으로 할지 결정하게 된다. 이때, 배경의 밝기에 따라 블렌딩 방식으로 인하여, 특히 AR 오브젝트 경계면에서 하이라이트 현상이 나타날 수도 있다. 이 부분은 다양한 알파 블렌딩 방법을 적용해 보거나, 크로마키 합성 시에도 나타나는 문제로 경계의 알파 키 부분을 더 세밀하게 깎아 줄 경우 제거된다. 디스가이즈는 ‘채널라우터’라는 기능을 지원하여 두 개의 AR 채널을 겹침으로써 그 영향이 대폭 줄어들어 해결할 수 있었다.



블렌드 하이라이트 제거 결과

AR 그림자 문제

AR의 그림자 이슈로 VR에서 AR 그림자를 처리하기 위해서는 특별한 그림자 평면을 활용해야 하며, AR과 VR에 AR 객체를 모두 그려 합성하기도 하고, 다양한 방법이 활용된다. AR 객체의 그림자 표현이 잘 되지 않으면 배경과의 이질감이 크다. AR 객체의 그림자는 실사 사람과의 연동 이슈도 존재한다. AR을 사용할 경우 거리감에 따른 입체감이 있으나 주변과 합성에 더욱 신경 쓸 필요가 있다.

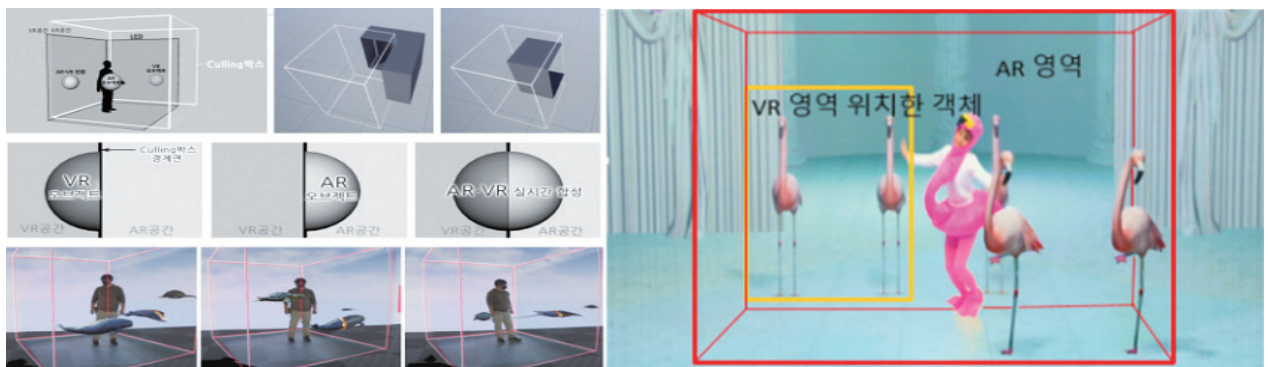
우리는 AR 그림자 문제를 VR에서 그림자를 만들어주고, VR 오브젝트를 숨기고, 최종적으로 AR 오브젝트를 오버레이 시키는 방식으로 해결하였다. 이때 중요한 것은 AR과 VR 렌더링 머신이 다를 경우 서로 동기 시켜 운영이 가능해야 하며, 개발된 타임라인 디렉터나 원격제어 UI를 통해서 동기 시켜 제어 가능하도록 이 문제를 극복했다.



붉은 격자 AR 오브젝트, 노랑 격자 VR 그림자

같은 오브젝트의 VR LED와 AR 트랜지션 문제

AR 객체가 실사 사람을 기준으로 뒤에 있다가 앞으로 오거나, 많은 AR 객체가 동시에 일정 영역에서 VR에서 AR로 전환될 경우, 일일이 운영자가 AR의 키 값을 조정하기는 어렵다. 이럴 경우를 위해 AR 컬링 박스를 개발하였다. AR 컬링 박스는 일정 영역의 경계에 들어오면 AR로 표현이 되고, 경계를 나가면 VR로 전환된다. AR 객체는 경계면에 접촉한 객체의 면을 따라 자연스럽게 전환된다. 그 결과는 AR 객체의 키 값을 온오프해서 표현하는 것보다 더 자연스럽다. 온택트 동물원에서 홍학과 군무를 추는 장면에서 많은 홍학의 움직임이 실사 연기자를 경계로 연기자 앞뒤로 빈번하게 움직이는 장면에서 매우 요긴하게 사용되었다.



AR 컬링 박스 개념도 적용 예, 홍학과 군무

그 밖의 XR 스튜디오의 활용방안

- 조명연동 현실감 있는 가상현실 XR 제작
- 미술 장치 활용한 현지 로케이션 재현 제작
- 크로마키 스튜디오처럼 사용 가능
- 인터뷰룸 활용 가능

조명연동 현실감 있는 가상현실 XR 제작

XR은 조명 컨트롤러와 연동하여 다양한 조명의 변화에도 실시간으로 후반 작업 없이 인물에 적절한 조명 변화를 반영하는 결과물을 얻을 수 있는 장점이 있다. 지난 누리호 발사 당시 특집 뉴스 타이틀 제작을 위한 XR 컷 제작 사례를 살펴보면, 연기가 연기하는 모션에 따라 AR 파티클이 날리고, 파티클은 AR 박스를 따라 VR과 AR 경계를 들락거리며 연기자 주변을 휘도는 특수 효과를 자연스럽게 표현할 수 있었다. 외부 조명 영향이 작은 XR LED는 가상 조명 변화의 타이밍과 유사하게 외부 조명을 세팅하는 것만으로도 실시간으로 후반작업 없이 인물의 자연스러운 가상현상의 조명 반영을 만들어 낼 수 있었다. XR 제작의 조명은 VR 제작에서 실제 조명 변화를 크게 주지 않던 것과 달리, 조명을 인물이나 피사체를 위해서 적절히 설치해야 더 좋은 품질의 XR 콘텐츠를 제작할 수 있다.



댄서에 반영되는 조명 효과

미술 장치를 활용한 현지 로케이션 재현 제작

최근 XR 기술은 사용하는 장르에 따라 필요한 부분에만 중점적으로 활용되고 있다. 앞에서 언급한 바닥 LED의 문제점으로 바닥에 집중하는 것보다는 바닥은 실제 미술 장치를 활용하고 배경에 집중하는 경향이 보인다. 때론 전경 오브젝트에 AR를 사용하여 더욱 입



바닥 미술 장치 설치 전후, 합성 결과(모니터)

체감 있는 효과를 낼 수 있다. 동굴이나 절벽 등 현지 제작이 어려운 장면을 시뮬레이션하는 XR 스튜디오에서의 제작은 스텝이나 배우, 준비하는 모든 사람에게 촬영이 어려운 상황을 반복적으로 재현하여 촬영할 수 있는 장점이 있다. 우리의 경우 바닥 LED도 사용하고 미술도 활용하며, 필요에 따라 AR로 바닥 혹은 주변 가상 오브젝트 역할을 대체하여 현실감 있는 장면을 만들 수 있었다.

크로마키 스튜디오처럼 사용 가능

크로마키 스튜디오는 사람이나 실물의 알파 키를 잘 따기 위해서 사방의 조명시설이 필요하다. 특히 크로마키 스튜디오 면의 그림자를 제거하기 위한 조명 설치 구조가 매우 중요하다. 그러나 3면 LED의 경우 LED 스크린만으로 충분하며, 인물을 위한 조명을 마음껏 사용하더라도 크로마키 작업이 가능한 장점이 있었다. 이것은 외부 조명이 자체 발광하는 LED 조명에 크게 영향을 주지 않기 때문이다.



필요에 따라 크로마키 촬영 가능

인터뷰룸 활용 가능



XR 인터뷰룸

인터뷰 샷은 방송에서 빈번하게 필요로 하는 장면으로 인터뷰 당사자를 배경으로 장식이 필요하기도 하고 관련된 장소 섭외나 장소 연출에 비용이 소소하게 많이 발생하는 요소이기도 하다. 이런 장소를 가상현실 기술을 이용하여 배경을 원하는 장면으로 만들어 줄 수 있고, 조명은 인물을 살리는 것에 집중하더라도 배경 VR 품질에 영향이 거의 없으면서, 때론 AR을 사용해 실시간으로 부가 정보까지 표출한다면 후반의 작업이 상당히 줄어들 수 있으며, 현장에서 거의 완성된 컷을 만들어 낼 수 있는 장점이 있었다.

맺음말

- XR 어린이 애니메이션 콘텐츠
- XR 인터뷰룸
- XR 현장재현 제작
- XR 조명연동 타이틀 제작

2021년은 좌측과 같이 작은 스튜디오 공간에서 할 수 있는 XR의 다양한 가능성을 제작해 보는 시간이었다. 미디어기술연구소는 함께 제작에 고생한 TV유치원 연출부, 후반제작부, 영상제작국, TV기술국, 외부 전문가 등과 함께 XR 제작 기술 관련해 많은 경험을 쌓을 수 있었다.

최근 XR은 몰입된 초대형 LED 공간으로 카메라가 직접 들어가 촬영하는 방식으로 광고, 드라마, 영화에서 많이 사용되고 있다. LED 안에서의 빛의 반영이 더욱 현실적인 실감 영상을 만들기 때문이다. 지금까지 XR 제작이 배경 VR과 전경 AR을 통한 자연스러운 합성에 치중되었다면, 요즈음은 콘텐츠에 더욱 집중되고 있는 분위기이다. 그렇기 위해서는 더 현장 같은 분위기를 만들어 내는 가상 조명 연동시스템, 가상 캐릭터, 실사 같은 사물 스캐닝 기술, 인터랙션 기술들을 접목하여 더욱 사실감 있는 표현이 가능해야 한다.

아마도, 앞으로 핵심 서비스로 근래 언급되고 있는 실감 메타버스 서비스 시대에는 기능상으로는 가상의 사용자가 원하는 모든 것이 가능한 곳이 될 것이다. 이런 VR 기술들을 이미 소비자들이 더 많은 경험을 하고 있으며, 방송 제작도 실시간 고품질 렌더링을 가능하게 하는 언리얼 엔진을 통해서 점차 영화 제작 품질만큼 발전되어가고 있다.

소비자들의 눈높이는 점점 높아지고 있다. 이에 맞추어 방송 가상환경 제작 환경과 콘텐츠 품질도 차츰차츰 높아가야 할 것이다. 관련 기술, 장치, 서비스를 앞으로 계속 예의 주시해야 하는 이유다. 📺



온택트 동물원 XR 제작 스템