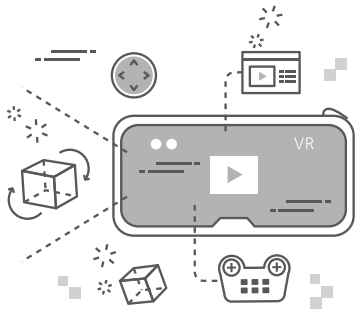
멀미 저감을 위한 머리 장착형 영상 장치 기반 가상현실 콘텐츠 제작 지침



이범렬 한국전자통신연구원 책임연구원
남승우 한국전자통신연구원 책임연구원
오희석 한국전자통신연구원 선임연구원
손욱호 한국전자통신연구원 책임연구원
정상권 (주)조이펀 대표이사

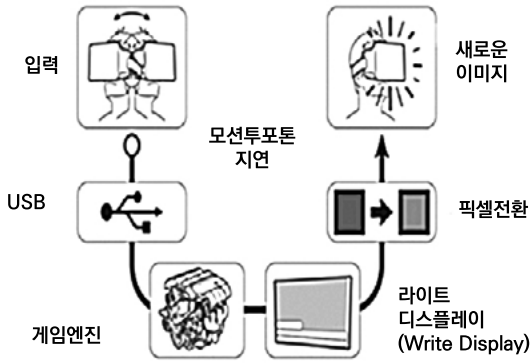
1. 머리말

HMD 기반의 VR 콘텐츠 시청 및 제작과 관련하여 VR 콘텐츠 산업 성장의 가장 큰 걸림돌에 해당하는 VR 멀미 현상을 줄이거나 제어하기 위해서는 몇 가지 고려사항이 있다. HMD 디스플레이 영상 생성 관점의 고려사항, HMD를 구동하기 위한 시스템과 디바이스 관점에서의 고려사항, HMD 화면에 디스플레이하기 위한 VR 콘텐츠 영상을 구성하기 위한 고려사항, VR 콘텐츠의 실행 및 구동 환경에 대한 고려사항 및 사용자 관점에서의 고려사항 등을 나누어 생각해 볼 수 있다.

VR 사용자에게 실세계의 경험과는 차별되면서도 실세계 경험 이상의 리얼한 현장감 및 몰입감을 제공하기 위한 VR 콘텐츠를 제작하기 위해서는 VR 콘텐츠 기획 단계에서부터 사용자의 급격한 몰입을 유도하는 방향에서 콘텐츠 기획을 진행하겠지만, 전형적인 VR 영상에서 사용자가 경험하게 되는 어지럼증, 구토감 등 멀미 현상을 제어하는 것이 VR 콘텐츠 본연의 몰입감을 극대화하기 위한 방안으로 VR 콘텐츠를 제작할 때 가장 비중 있게 고려해야 하는 요소가 된다고 할 수 있다.

또한 일반적인 VR 콘텐츠 경험 환경은 아직 HMD기반 시스템에서 디스플레이 디바이스의 정밀도나 원활한 VR 콘텐츠 구동을 위한 시스템 고사양 확보 등의 비용 상승 요소 개선이 필요한 상황으로 평가할 수 있다. PC 시스템 기반 HMD 구동 시스템뿐만 아니라 독립형 HMD 기반 VR 콘텐츠 구동 환경 확대와 더불어 VR콘텐츠 경험 환경은 날로 개선되고 있다. 그러나 보편적 시장 확대를 위한 HMD 구동 하드웨어의 보급과 대중화를 위해서는 사용자에게 안전하고 편리한 VR 콘텐츠 체험 경험 환경을 갖추는 것이 절실하다.

VR 콘텐츠 사용자가 VR 콘텐츠를 경험할 때 상대적인 관점에서 VR 멀미를 저감시키고 사용자의 인지적인 개인적 특성을 반영할 수 있는 수준의 VR 멀미도를 제어할 수 있는 방안으로써, VR 콘텐츠 제작 지침은 VR 산업 성장을 확대하기 위한 매우 중요한 요소로 부각되고 있다. 이에 관한 레퍼런스 제시를 통하여 체계화된 VR 콘텐츠 제작 프로세스를 확립해 나갈 수 있을 것으로 예상된다.



※ 출처: Georgi Yordanov Kostov, 2015

[그림 1] 모션투포톤지연

2. 표준 개요

2.1 필요성

VR 콘텐츠 체험을 통하여 사용자는 실제와 같은 경험을 안전한 환경에서 즐길 수 있다. 그러나 VR 콘텐츠 시청에 의한 눈의 피로, 멀미 등의 불편을 감수해야 하는데, 이는 VR 시장의 급격한 성장 전망에도 불구하고 VR 멀미 해결책이 미비하여 VR의 대중화 및 글로벌 시장 선점에 악재로 작용하고 있다. 이에 VR 시장 및 VR 사업 생태계의 안정적 정착을 위해서는 VR 콘텐츠 이용자의 시청 안정성 확보 및 고품질 콘텐츠 제작에 대한 산업계 현장에서 직접 활용 가능한 지침 마련이 시급한 실정이다.

2.2 목적 및 내용

본 표준의 목적은 HMD 기반의 VR 콘텐츠를 제작하는 프로세스상에서 기획 단계에서부터 제작 단계까지 사용자의 VR 멀미/피로도 현상을 저감시키거나 제어하기 위하여 고려해야 하는 VR 콘텐츠 제작 지침에 대한 기준을 제시하는데 목적이 있다. 표준의 내용은 VR 멀미가 저감된 VR 콘텐츠 제작을 위하여 시스템, 디바이스, 사용자 및 VR 구동환경 관점에서의 제작 파라미터를 도출하여 제시하고 있으며, VR 콘텐츠에 대한 사용자 관점의 시청 안전 지침은 별도의 표준에서 언급한다.

3. 제작 지침

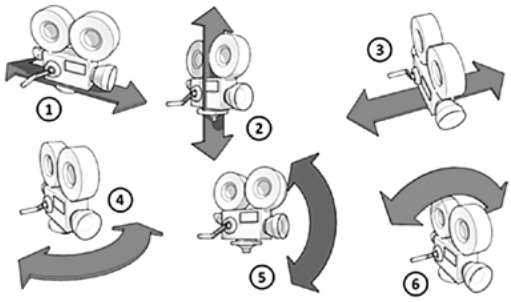
본 HMD 기반 VR 콘텐츠 제작 지침에서는 시청 안전에 대한 부분 보다는 VR 콘텐츠 영상 생성 및 콘텐츠 제작 관점에서 멀미 제어에 필요한 핵심 요소를 추출하고, 이에 대한 보편적 기준을 사용자의 VR 가상현실 콘텐츠 실감 경험치 상승 관점에서 제시하고자 한다.

3.1 지연시간 최적화

지연시간은 사용자 몸의 동작시간과 HMD상의 영상 신호가 표현되는 시간 간의 차이로 발생되는 지연시간이다. 보통 [그림 1]처럼 모션투포톤지연(Motion-to-photon Latency)으로 표현하며, 머리움직임 추적 반응시간, 렌더링, 영상전송, 디스플레이 응답속도 등에 따라 달라지게 되는데 사용자의 몰입감과 불편감을 느끼는 정도에 영향을 줄 수 있는 것으로 알려져 있다. 가상현실 콘텐츠에서 지연시간은 가

※ 출처: GoPro HD Hero 30fps vs. 60fps

[그림 2] 프레임률에 따른 움직임



※ 출처: SkechUP Help Center

[그림 3] 카메라 무빙

능한 20ms 이하로 유지하는 것이 적절한 것으로 알려져 있는데 이는 사람이 자극의 차이를 인지할 수 있는 시간의 25% 범위인 20ms 이하일 때 지연시간을 인지하지 못하는 것으로 알려져 있기 때문이다. 가상현실 기기의 지연시간은 최소화해야 하나 가상현실 기기의 처리과정 중에서 각 단계별 지연시간 발생이 불가피하며, 가상현실 지연시간 중 프레임 지연시간이 10ms 이상이기 때문에, 현 머리추적 기술 수준으로는 20ms 이하 달성에 어려움이 있을 수 있다.

3.2 프레임률 최적화

VR 콘텐츠의 프레임률은 초당 재생되는 프레임 수이며, HMD 영상장치의 재생률에 동기화되어야 한다. VR 콘텐츠 중 영상 기반 콘텐츠는 초당 30프레임 이상, 그래픽 기반 게임과 같은 콘텐츠는 초당 90프레임 이상 재생될 수 있도록 권장한다.

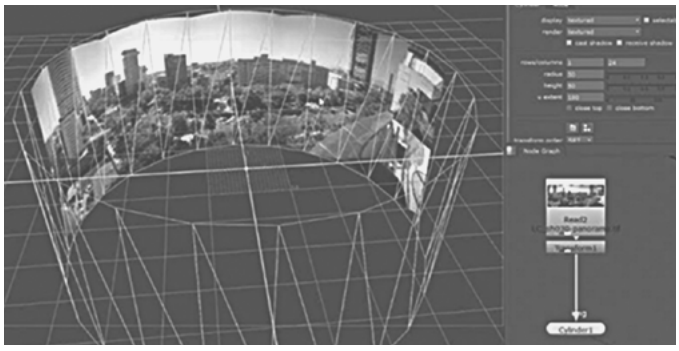
[그림 2]에서 보는 것처럼 프레임률이 낮으면 화면이 깜박거리거나 일그러지는 플리커링 현상이 나타남에 따라 이용자에게 두통, 눈의 피로, 광과민성 발작 등을 유발할 수 있다. 따라서 그래픽 기반 콘텐츠의 프레임률은 최소한 디스플레이의 재생률 수준은 되어야 한다. 위의 프레임률 기준은 일반 동영상 및 사용자 상호작용 콘텐츠를 부드럽게 보기 위한 하한선이며, VR 콘텐츠는 대부분 상호작용 콘텐츠이다.

3.3 가상 카메라 움직임 최적화

VR 콘텐츠 제작 시 [그림 3]과 같은 가상 카메라의 가속 움직임(전후/좌우 이동, 줌, 회전)은 가능한 빈도수가 낮도록 하고, 일정한 이동속도로 움직이기를 권장한다.

※ 출처: www.cubicpan.com

[그림 4] 카메라의 무시차지점과 회전중심축이 일치한 경우



※ 출처: 오토파노

[그림 5] 스티칭 오류 보정 작업 예시

VR 영상 제작 시 급작스런 카메라 움직임은 VR 콘텐츠의 시야각을 급격히 변화시켜 이용자에게 멀미 및 어지럼증 등을 유발한다고 알려져 있다. 인간의 전정기관 신경계는 움직임의 변화에 민감하여 VR 영상에서 카메라의 급격한 움직임을 최소화해야 한다. 그러나 카메라의 움직임 제작은 사용자 관점에서 VR 콘텐츠의 재미요소나 창의성에 영향을 미칠 수 있고, 콘텐츠 구성에 따라 적용 범위가 복잡하므로 일관성 있는 권장에 어려움이 있을 수 있다.

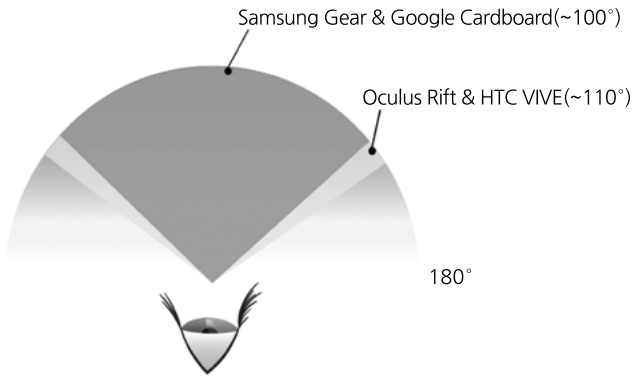
3.4 리그(Rig) 구성

360도 VR 실사 콘텐츠를 제작할 때 카메라 간 간격을 무시차지점(No-parallax point)에 근접하도록 리그 시스템을 구성하도록 권장한다.

무시차지점은 VR영상 제작 단계에서 카메라를 회전시켜가며 촬영할 때 각 프레임 간에 일정 영역이 중첩되도록 촬영하게 되는데 중첩되는 영역에 시차가 없어야 하는 것을 의미한다([그림 4] 참조). 카메라 리그를 구성할 때 카메라의 물리적인 부피로 인해 광학기기 간에 무시차지점이 일치하지 않는 현상이 발생한다. 360도 VR 실사 콘텐츠 제작 시, 카메라 구조에 의한 물리적 한계를 리그 시스템 설계를 통해 극복해야 한다. 무시차지점이 멀어질 경우, 시차가 발생하여 스티칭 오차율이 높아지게 된다.

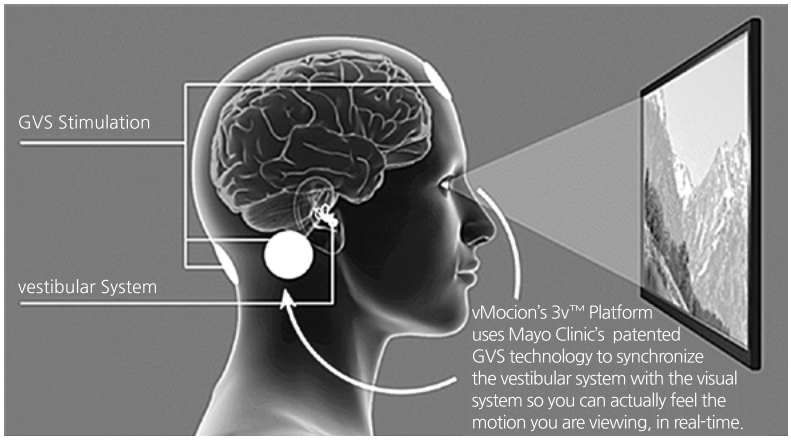
3.5 스티칭(Stitching) 최적화

스티칭은 다수의 카메라가 획득한 영상의 중복되는 부분을 없애고 이어서 붙이는 작업을 말하며, VR



※ 출처: OW! ENTERTAINMENT

[그림 6] 기기별 시야각



※ 출처: Mayo Clinic, 2016

[그림 7] 전정기관의 움직임 감지 및 VR 영상 동기화

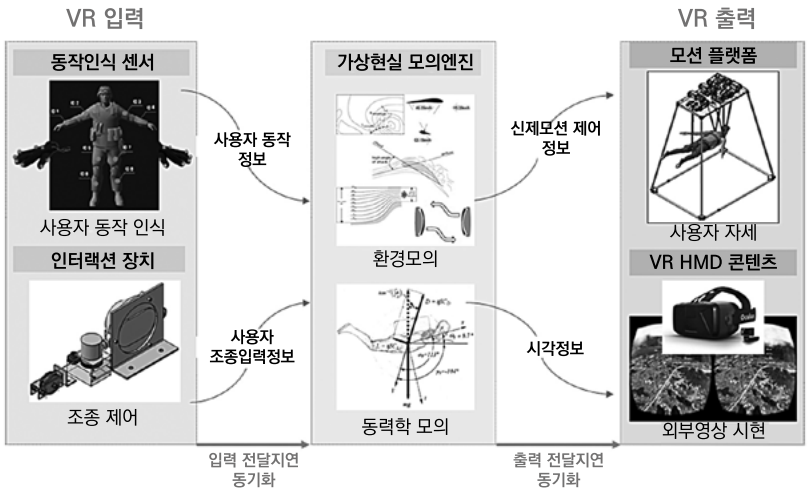
콘텐츠 촬영 및 후반작업 시 스티칭 오류를 최소화하기 위해 카메라 배치, 렌즈 왜곡, 카메라 싱크 등을 알맞게 조정할 수 있기를 권장한다([그림 5] 참조).

VR 촬영 영상의 스티칭을 제대로 하지 않으면 왜곡된 부분이 그대로 사용자의 시야에 노출되어 이용자의 몰입감이 저하될 수 있으며, 스티칭 작업 시 발생하는 오류로 인하여 영상 간의 경계면이 매끄럽지 않게 나타나 이질감이 나타날 수 있다.

3.6 시야각 조정

그래픽으로 만들어진 VR 영역을 나타내는 가상 카메라 시야각(cFOV)을 HMD장치에 의해 가시화되는 고정된 디스플레이 시야각(dFOV; [그림 6])에 가능한 한 일치시킬 수 있기를 권장한다.

가상 카메라 시야각과 디스플레이 시야각 간 스케일 차이가 발생하면 움직임 및 화면왜곡, 화질저하 등에 의한 불편감이 발생할 수 있다. 디스플레이 시야각을 줄일 경우 VR 멀미 저감이 가능하지만 VR 영



※ 출처: 과기정통부, VR 멀미 저감을 위한 휴먼팩터 파라미터 제어 기술 과제, 2017

[그림 8] 모션플랫폼 동기화 요소

상의 몰입감 및 시각적 상황인지력도 감소하게 된다.

3.7 감각불일치 동기화

VR 콘텐츠의 시각 경험과 체감 경험이 일치하지 않는 비동기화가 발생하면 이용자에게 어지럼증 및 불편감이 유발될 수 있으므로 VR의 시각적 경험과 체감효과를 동기화 시키는 콘텐츠 제작을 권고하고, 인터랙션 콘텐츠는 상황 예측이 가능한 요소를 삽입하도록 한다([그림 7] 참조).

사용자 감각의 비동기화 발생원인은 VR 영상의 시각적 경험과 인간의 내이(內耳) 전정기관에 대한 자극 간의 불일치, VR 영상의 시각적 경험과 사용자 고유 수용 감각 간의 불일치에 의한 것이 있으며, 고유 수용 감각은 인체 골격근에 의해 움직여지는 신체 일부분의 움직임을 감지하는 감각(손, 발 등의 사용자 신체의 위치와 운동을 추적 감지)이다.

3.8 모션플랫폼 동기화

모션플랫폼 탑승 사용자의 신체 움직임과 VR영상에서 제공되는 시각적 경험 간의 동기화를 위해 VR 입력과 VR 모션 출력 간의 전달지연시간을 150ms 이하로 권고한다.

모션플랫폼 탑승 사용자에게 VR 콘텐츠가 제공하는 시각 경험과 실 체감 움직임 간의 비동기화가 발생하면 사용자에게 어지럼증 및 불편감이 유발될 수 있다. 비동기화 발생원인은 사용자 조종 입력과 가상현실 출력 영상 움직임 간 및 사용자 동작인식과 VR 출력 영상 움직임 간의 불일치로 알려져 있다([그림 8] 참조).

3.9 사용자인터페이스 배치

사용자인터페이스를 사용하는 경우에는 3차원 객체화시켜 3차원 공간상에 배치하는 것을 권장한다.

VR 콘텐츠에서 사용자인터페이스가 카메라 움직임에 따라 화면 상에서 움직이는 사용자 메뉴인 전방표시장치(HUD) 형태로 보이면 멀미를 유발할 수 있으며([그림 9] 참조), 카메라에 붙어다니는 사용자 인터페이스는 불필요하게 사용자 시선을 계속 따라

※ 출처: 영화 아이언맨

[그림 9] HUD형태의 사용자인터페이스

※ 출처: Yamaha, ViReal, 2018

[그림 10] VR을 위한 입체 음향 기술

다니기에 불편함과 멀미감을 유발할 수 있다.

3.10 사운드 기준

사용자의 머리가 움직이는 방향에 맞추어 사운드의 위치를 조정할 것을 권장한다.

VR 콘텐츠 사용자가 고개를 돌리는 방향에 따라서 사운드 구성을 다르게 하면, 멀미 및 어지럼증을 적게 느낄 수 있다. 고개를 돌리는 방향에 맞추어 음향 자극이 가해질 때 실제 상황과 유사한 것으로 인지하게 된다([그림 10] 참조).

4. 맺음말

멀미 저감을 위한 VR 콘텐츠 제작 지침을 제시함으로써 HMD 기반 VR 콘텐츠 사용자가 겪게 되는 VR 멀미/피로도 저감을 위한 레퍼런스 환경을 구축하고, VR콘텐츠 사용자의 개인적인 생리적 특성에 따라 달라지는 VR 멀미 민감도를 개인화 관점에서 제어할 수 있는 기반을 마련하게 되었다.

멀미 저감용 VR 콘텐츠 제작의 레퍼런스가 될 수 있는 기준 제시는 향후 VR 콘텐츠 시청 안전 분야, 증강현실 및 혼합현실 콘텐츠 제작 분야로 확장해 나갈 필요가 있다.

또한 상용 VR 콘텐츠 등에 성공적인 적용 사례를 확대해 나감으로써 실용적인 지침이 될 수 있는 여건 마련이 필요할 것으로 보이며, 지속적인 산업체 피드백을 통하여 VR 콘텐츠의 산업 생태계를 형성해 나갈 필요가 있을 것으로 본다.

추후 VR 멀미/피로도 분석 평가 방법, 모니터링 기술 및 예측 방법과 연계하여 VR 콘텐츠의 멀미도 점수를 부여하는 등 통합적인 VR 멀미/피로도 제어 솔루션으로 확장해 나갈 수 있을 것으로 기대한다.

※ 이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임[No.2017-0-00289, VR 멀미 저감을 위한 휴먼팩터 파라미터 제어기술 개발(표준화연계)].

[참고문헌]

[1] TTA, '멀미 저감을 위한 머리 장착형 영상 장치 기반 가상현실 콘텐츠 제작 지침 (TTAK.KO-10.1030)', 2017.12.

[2] Oculus, 'Oculus Best Practices Version 310-30000-02', 2017

[3] Mary-Luc Champel, et al., Quality Requirements for VR, ISO/IEC JTC1/SC29/ WG11 MPEG 116/m39532, 0ct. 2016