

# IEEE P3079 표준화 동향

서동일 (주)VoleR CREATIVE 대표



## 1. 머리말

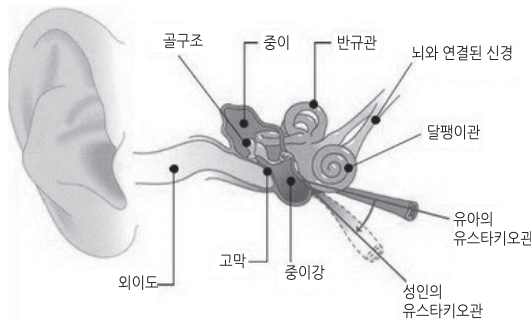
가상현실 시장에 대한 기업들의 관심이 그 어느 때보다 뜨겁다. 2014년, 페이스북이 오쿨러스 VR(Virtual Reality)이라는 가상현실 HMD(Head Mounted Display) 개발 스타트업을 미화 20억 달러에 인수하면서 가상현실에 대한 세계적 관심이 쏟아졌다. 2017년 현재 구글, 마이크로소프트와 같이 미국 거대 IT 공룡기업들은 물론 한국의 삼성전자와 LG전자, 일본의 소니, 대만의 HTC와 Asus 그리고 중국의 화웨이와 샤오미 등 글로벌 가전 기업들이 자사의 기술을 집약한 가상현실 HMD를 소비자 가전 시장에 마구 쏟아내고 있다. 2018년은 이런 기업들이 출시한 기기들이 소비자들의 선택을 받기 위해 각축을 벌이는 해가 될 것으로 예측된다.

하지만 이런 대기업들이 쏟아내는 기기들의 홍수 속에도 아직 소비자의 반응은 다소 미온적이다. 2016년 소비자들이 처음 접했던 페이스북의 오쿨러스 리프트, HTC의 바이브 그리고 소니의 PS VR은 2015년 많은 시장 조사 단체들이 예측했던 시장의 성장과는 달리 소비자들의 사랑을 받는데 다소 부족했다. 그 이유는 크게 세 가지가 있는데 제품 및

서비스에 대한 관심 부족, 비싼 가격 그리고 VR 멀미 현상 등이다. 소비자 관심 부족은 대기업들의 마케팅 능력과 제품 활용 가치를 상승시켜주는 콘텐츠의 등장인 해결해줄 것이고 비싼 가격은 다양한 기기의 등장에 따른 가격 경쟁에 의해 소비자들 구매력을 느낄 만한 가격으로 하락할 것이다. 하지만 멀미 현상은 쉽게 해결할 수 있는 문제가 아니다. 이는 하드웨어의 발전과 콘텐츠 최적화가 같이 이루어져야 하는 부분이기 때문이다. 본고에는 HMD를 착용하여 VR 콘텐츠를 즐기는 이들이 느끼는 VR 멀미를 어떻게 최소화할 수 있는지에 대한 표준을 연구하는 IEEE P3079 Working Group이 연구한 내용을 간략히 소개하고자 한다.

## 2. VR 체험 시 발생하는 멀미 현상의 원인

가상현실 멀미란 가상환경에 노출되었을 때 멀미 증상과 유사한 증상을 유발하는 것을 말한다. 가장 흔한 증상은 일반적인 불편함, 두통, 위장 인지, 메스꺼움, 구토, 창백, 발한, 피로, 졸음, 방향 감각 상



[그림 1] 평형 감각 기관

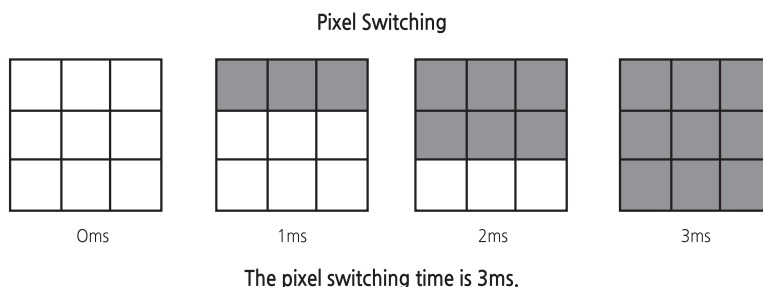
실, 냉담 등을 포함한다. 다른 증상으로는 자세 불안정과 헛구역질 등이 있다. 일반적으로 멀미 현상이 발생하는 원인은 불규칙적으로 몸이 흔들리면서 이상이 생겨나는 증상이다. 이를 조금 더 자세하게 살펴보면 평형 감각과 시각 자극의 불일치에서 발생하는 증상으로 차, 비행기, 배 등과 같은 이동 수단으로 이동을 할 때 실제로 몸이 움직이고 있는지, 안 움직이고 있는지 뇌가 혼란을 일으켜 발생한다.

가상현실 멀미가 일반 멀미와 다른 점은 바로 실제 자기 운동(Self-motion)을 통해 느끼는 것이 아니라 시각적으로 유도된 자기 운동의 인식(Visually Induced Perception of Self-motion)에 의해 유발된다는 것인데 결국 가상현실 멀미나 일반 멀미나 평형 감각과 시각 자극의 불일치에서 발생한다는 사실은 같다. 그리고 이 평형 감각을 유지시켜주는 기관은 우리 귀 안의 반규관(반고리관/세반고리관)이라고 불리는 곳으로 평형 감각을 유지하라는 신호를 뇌로 빈번하게 보낼 때 뇌가 미처 정보를 처리하지 못하여 오는 현상이 멀미이다. 하지만, 멀미를 느끼는 강도는 사람마다 다르다. 때문에 어떠한 방법을 쓰더라도 완벽하게 모든 사람이 멀미를 느끼지 않게 만든다는 것은 무척 어렵고 힘든 일이다. 하지만 멀미의 강도를 수치화하고 통계적인 접근을 통해 멀미감을 최소화시키는 작업을 진행하는 것은 가상현실 사업의 대중성 확보에 큰 기여를 할 것이

고 이를 위해 IEEE P3079 Working Group에서는 이에 대한 국제표준을 마련 중에 있다.

### 3. 현재의 소형 디스플레이 기술 현황 및 필요한 발전

가상현실 HMD가 최근 기술적 완성도 측면에서 높은 점수를 받는 이유는 바로 스마트폰의 기술 발전에 있다. 스마트폰 기술 중에 가상현실 기기에 적용된 기술로 가장 두각을 나타낸 부분은 바로 디스플레이이다. 가상현실 기기는 시각적으로 주는 몰입감이 전체 사용자 경험 중 대부분을 차지할 정도로 중요하다. 하지만 오쿨러스의 등장 전까지는 가상현실 HMD에 사용된 디스플레이의 해상도는 매우 조악했다. 오쿨러스가 몰입감이 높은 가상현실 HMD를 개발할 수 있었던 이유는 바로 스마트폰에 사용된 디스플레이의 해상도 증가가 큰 몫을 했으며 스마트폰에 사용된 디스플레이 기술 중 OLED 기술이 그 완성도를 높였다. 그럼 현재의 소형 디스플레이 기술은 어디까지 발전한 상태일까? 최신 스마트폰 디스플레이는 OLED가 대체를 이루고 있다. 현재의 LCD 기술은 가상현실 HMD에서 멀미를 최소화하기 위한 조건들을 충족하지 못하기 때문이다. 기본적으로 디스플레이에서 올 수 있는 멀미는 지연(Latency) 이슈와 화면 재생률(Refresh



[그림 2] 픽셀 스위칭의 업데이트 모습과 이에 소요되는 시간

Rate) 이슈가 있는데 이는 모두 움직임에서 광자까지(Motion-to-Photon)의 속도와 연관성이 있다. 오쿨러스의 발표에 의하면 움직임에서 광자까지 걸리는 시간은 20ms 미만이어야 멀미 현상을 줄일 수 있다고 한다. 이러한 시간을 달성하기 위해서는 여러가지 요소를 고려해야 하는데 이 요소들은 HMD, 연결선, CPU, GPU, 게임엔진, 그리고 디스플레이 기술(화면 재생률과 픽셀 전환 시간) 등이 있다. 이 중 디스플레이 기술을 중점적으로 다루어 본다

### 3.1 Pixel Switching Time(픽셀 전환 시간)

픽셀 전환 시간은 디스플레이의 모든 픽셀을 업데이트하는 데 필요한 시간이다. 디스플레이에 이미지가 표시되기 위해서는 해당 이미지를 그려내야 한다. 이미지를 그린다는 뜻은 해당 이미지를 반영하도록 디스플레이의 각 픽셀을 반드시 업데이트해야 한다는 것을 의미한다. 이에 대한 설명을 돕기 위해 [그림 2]를 살펴보자.

[그림 2]에서 보인 예처럼 3x3 디스플레이의 픽셀 전환 시간은 3ms이다. 이것은 전체 디스플레이 1라인의 픽셀을 업데이트하기 위해 필요한 시간은 1ms이고 전체 디스플레이를 업데이트하는데 필요한 업데이트 회수는 3회이기 때문이다.

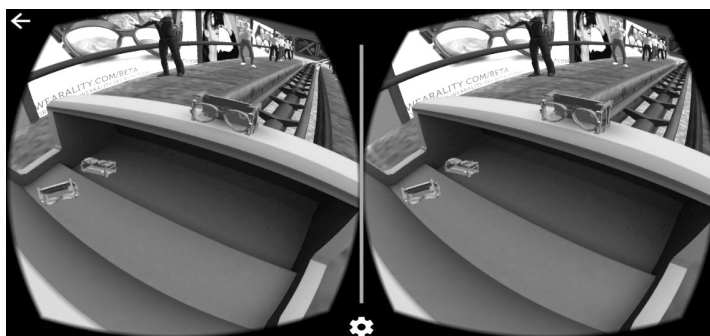
LCD는 픽셀 전환 시간이 너무 길다. 현재 스마트폰을 이용해서 가상현실 HMD를 구현할 수 있게 해

주는 구글 카드보드에 사용되는 대부분의 스마트폰은 LCD 디스플레이를 사용한다. 하지만 삼성 기어 VR이나 구글 데이드림(Day Dream)과 같은 모바일 HMD 그리고 고사양 PC 및 게임 콘솔용 HMD는 거의 즉각적인 응답 시간을 제공하는 OLED 디스플레이를 사용한다. OLED는 LCD와는 다르게 각 픽셀마다 점등이 가능하기 때문에 픽셀 전환에 필요한 이미지 그리기가 훨씬 수월하고 빠르다. 따라서, 픽셀 전환 시간을 줄이기 위해서는 LCD보다는 OLED 디스플레이를 사용하는 것이 필요하다.

### 3.2 Refresh Rate(화면 재생률)

화면 재생률은 디스플레이가 그래픽 카드에서 새 이미지를 얼마나 자주 가지고 오는지 측정하는 것으로 각 이미지 간 얼마나 오랜 시간이 필요한지를 뜻한다. 60Hz 디스플레이의 경우 대기 시간은  $(1,000\text{ms}/60\text{Hz}) = 16.67\text{ms}$ 로 계산된다. 이것은 이미지가 그래픽 카드에서 그려지는 지연 시간이 0이고 픽셀 전환 시간이 0인 경우일지라도 1개의 이미지를 업데이트하는데 필요한 시간이 16.67ms라는 뜻이다.

이미지를 가져오는 대기 시간을 줄이려면 더 빠른 화면 재생률을 가진 디스플레이가 필요한데 이는 지연(ms)=1,000ms/화면 재생률(Hz)이기 때문이다. 예를 들어, 120Hz는 이 지연 시간을 8.33ms



[그림 3] VR HMD에서 출력되는 Stereoscopic 이미지

로 줄여준다. 따라서 디스플레이의 반응속도가 빨라질수록 전체 지연 시간이 20ms 미만이어야 하는 문제를 푸는데 도움이 되는 것이다.

#### 4. 현재의 네트워크 기술 현황 및 필요한 발전

현재 상용화된 가상현실 HMD의 특징을 살펴보면 왼쪽과 오른쪽 눈을 위한 두 개의 디스플레이에 동일한 이미지를 출력하여 입체 화면을 만들어내고 어안 렌즈를 활용하여 사용자가 디스플레이의 모서리를 인지하지 못하게 하여 디스플레이를 통해 본다는 느낌이 아니라 자신의 눈을 통해 직접 본다는 느낌을 전달하기 위해 FOV(Field of View)를 최대한 넓혔다는 사실을 알 수 있다.

넓은 FOV를 확보하기 위해 사용한 어안 렌즈는 실제 디스플레이가 제공하는 해상도의 45% 정도만 사용자에게 제공하기 때문에 산업계에서는 현재 일반인들의 눈에 많이 익은 Full HD(1920x1080)의 해상도를 느끼려면 최소 4K UHD(3840x2160)의 해상도는 되어야 한다고 말하고 있다. 오쿨러스의 발표에 의하면 가상현실 콘텐츠의 멀미현상을 최소화하기 위해 필요한 이미지의 재생 속도는 90FPS(Frames Per Second)를 맞추어야 하기 때문에 이 속도에 돌아가는 4K 해상도에 맞는 이미지를 만들려면 약 18Gbps의 전송속도가 필요하게 된다.

• 공식: 해상도 x 24비트 컬러 x 프레임 속도 = 데이터 용량

영상을 최대한 압축을 한다고 해도 약 1Gbps의 데이터 전송속도가 필요하다. 그럼 이 정도의 속도가 언제나 약속될 수 있는 네트워크 망은 존재하는가?

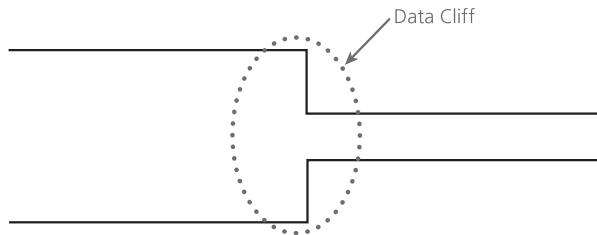
##### 4.1 네트워크 전송속도

현재 국내에서는 4G 네트워크 망에서 5G 네트워크 망으로의 변경을 준비하고 있다. 전 세계적으로는 IMT-2020이 5G 네트워크의 공식적인 명칭으로 이는 5G 네트워크 망에 대한 핵심 요구사항에 대한 청사진 및 이를 구현하기 위한 5G 네트워크 망의 표준을 2020년까지 완료하는 것에 목표를 두고 있다. 4G와 5G 네트워크 성능을 비교한 내용을 하기도표에서 살펴보자.

〈표 1〉에서 살펴보면 4G 네트워크의 최대 전송속도는 1Gbps이다. 결국 가상현실에서 요구하는 최소 데이터 전송속도는 현재 4G 네트워크의 최대 전송속도와 같기 때문에 현재 4G 속도로 안정적인 가상현실 콘텐츠를 구현하는 것은 거의 불가능에 가깝다. 왜냐하면 안정적인 가상현실 서비스를 위해서는 최대 전송속도가 아닌 최소 전송속도 1Gbps가 보장되어야 하기 때문이다. 특히 4G 네트워크의 이용자 체감 전송속도만 살펴보아도 가상현실 콘텐츠를 현재 4G 망으로 즐긴다는 것은 불가능

<표 1> 4G와 5G 성능 비교

	IMT-Advanced	IMT-2020
최대 전송속도	1Gbps	20Gbps
이용자 체감 전송속도	10Mbps(urban/suburban)	100Mbps(urban/suburban), 1Gbps(hotspots)
고속 이동성	350Km/h	500Km/h
면적당 데이터 처리 용량	0.1Mbps/m2	10Mbps/m2



[그림 4] 네트워크의 수직 변환에 의해 발생하는 데이터 절벽

하다고 볼 수 있다. 따라서, 5G와 같이 실제 체감 전송속도가 1Gbps 수준 이상이 되어야 가상현실 콘텐츠를 원활하게 관람할 수 있게 되는 것이다. 현재 IEEE 802.11ac Working Group에서는 WLAN이라는 네트워크 사실표준을 만들어냈는데 WLAN은 최대 전송속도가 7Gbps 정도이며 체감 전송속도는 약 300Mbps 정도이다. 아직 WLAN도 가상현실 콘텐츠를 원활하게 전송하기 위한 환경을 제대로 구축했다고는 볼 수 없지만 현재 존재하는 네트워크 기술 표준안 중에 가장 빠른 네트워크 기술을 보유하고 있다고 볼 수 있다.

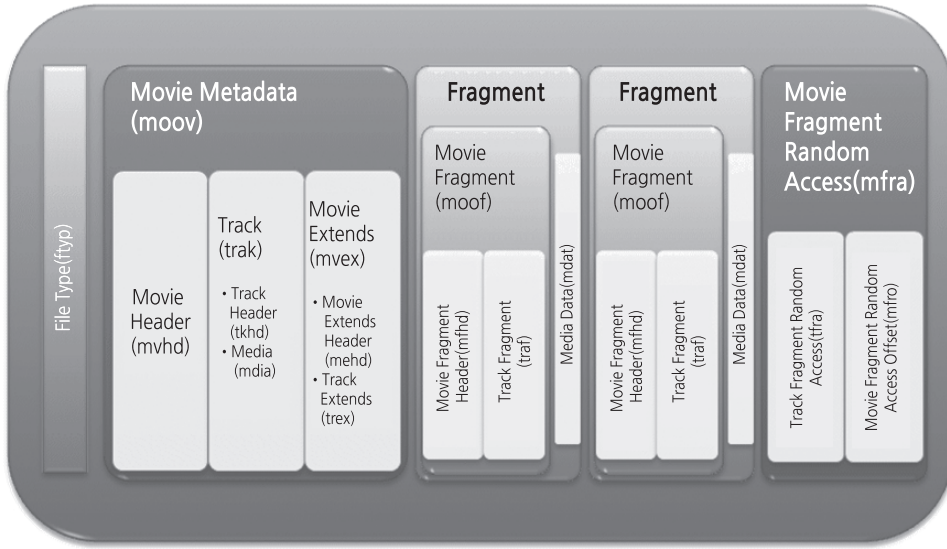
#### 4.2 네트워크의 전환

무선 네트워크를 활용하여 가상현실 콘텐츠를 스트리밍할 때 일반적으로 가상현실 콘텐츠 사용자가 특정 네트워크 지역을 벗어날 일은 많이 없겠지만 움직이는 이동수단에서 콘텐츠를 이용할 경우에는 네트워크 구간별 전환이 자주 일어날 수 있다. 예를 들어, 모바일 가상현실 HMD를 착용하고 초고속 열차에 탑승하여 가상현실 영상 콘텐츠를 스트리밍

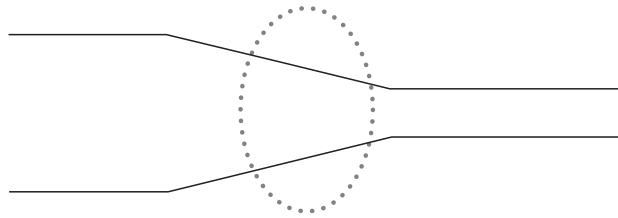
으로 소비한다고 가정해보자. 이동하는 속도가 시속 300km가 넘는 고속철도에 앉아 고속철도의 Wi-Fi 환경에 접속되어 있는 사용자의 가상현실 HMD는 해당 지역 AP(Access Point)를 벗어나지 않지만 이동하는 열차 외부에서는 무선 AP의 변환이 빈번하게 일어난다. 이럴 경우 네트워크 간 전환이 순조롭고 부드럽게 끊기지 않고 일어나야 하는데 실제로는 그렇지 않다. 네트워크의 전송속도가 차이는 구간이 발생할 경우 수직 네트워크 변환이 일어나며 이럴 경우 우리는 [그림 4]와 같은 데이터 절벽(Data Cliff) 현상을 겪는다.

이때 네트워크에서 가장 우려되는 부분은 데이터 패킷을 잃어버리는 것이다. 그 예로 영상 데이터 구조를 살펴보자. 스트리밍되는 영상 데이터의 구조는 [그림 5]와 같다.

[그림 5]에서 보면 Movie Header 패킷이라는 것이 있는데 이 패킷은 스트리밍을 받을 전체 데이터 패킷 구조를 담고 있다. 따라서, [그림 5]의 데이터가 [그림 4]의 상황이 발생할 때 Movie Header 파일이 데이터 절벽에 의해 삭제 혹은 누락이 되면 나머



[그림 5] 영상 파일의 패킷 구조



[그림 6] 데이터 절벽 없이 부드럽게 네트워크 전환이 일어나는 경우

지 패킷이 모두 전송된다고 하여도 해당 파일은 제대로 된 파일로 구성이 되지 못한다. 이럴 경우 콘텐츠 사용자는 어쩔 수 없이 사용자 경험에 불편을 겪을 수밖에 없는데 이를 방지하기 위해서는 자연스럽게 끊기지 않는 [그림 6]과 같은 네트워크 전환이 필요하다.

가상현실 콘텐츠는 멀미 현상이 사용자에게 주는 가장 큰 불편함 중 하나이기 때문에 결국 사용자 경험 품질(QoE, Quality of Experience)를 희생해서는 안된다. 따라서 이러한 네트워크 전환에 필요한


기술 표준이 마련되는 것은 네트워크 속도 증가만큼 중요하다.

## 5. 맺음말

본고에서는 가상현실 콘텐츠를 경험할 때 왜 멀미가 발생하는지에 대한 이유를 살펴보고 이를 어떻게 기술적으로 극복할 것인가를 디스플레이와 네트워크 기술 부분에 대한 현재의 문제를 기술하며 풀어보았다. 가상현실 기술은 이미 글로벌 기업들



이 기술력을 자랑하며 경쟁하는 시장으로 성장하고 있다. 하지만 제대로 된 기술표준이 마련되지 않아 서로 각자의 기술을 가지고 시장에 도전하고 있어 상호 운영 호환성과 대중성 확보에 어려움을 겪고 있다. 따라서, IEEE P3079 Working Group은 가상

현실 HMD의 대중적 확산을 위해 제품 제조사 및 네트워크 제공자, 그리고 사용자들이 고려해야 할 기술 표준안을 만들어 가상현실 산업이 차세대 먹거리로써 충분한 역할을 할 수 있는데 이바지할 예정이다. 



## 가상 화폐 virtual currency(동의어 virtual money)

온라인 네트워크상에서 발행되어 온라인과 오프라인에서 사용할 수 있는 디지털 화폐. 또는 컴퓨터 등에 정보 형태로 남아 실물 없이 사이버상으로만 거래되는 전자 화폐의 일종.

2012년 유럽 중앙은행(European Central Bank)은 가상 화폐를 '가상 화폐 발행자가 발행·관리하고, 특정 가상 커뮤니티의 구성원들 사이에서 이용되며 대부분 법적 규제를 받지 않는 디지털 화폐'라고 정의하였다. 가상 화폐는 중앙은행이나 금융기관 등 공인기관이 관여하지 않는다. 인터넷 쿠폰, 모바일 쿠폰, 게임 머니 등과 비트코인이 가상 화폐에 해당된다.