2013
Electronics and
Telecommunications
Trends

개인 착용형 디스플레이 기술

Personal Wearable Display Technology

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 주요 구성 기술
Ⅲ. 제품 및 기술 동향
Ⅳ. 연구 개발 동향
Ⅴ. 결론

양웅연 (U. Y. Yang) 가상현실연구실 선임연구원
김기홍 (K. H.. Kim) 가상현실연구실 실장

* 본 연구는 미래창조과학부의 디지털콘텐츠원천기술개발사업의 일환으로 수행되었음(10039923).

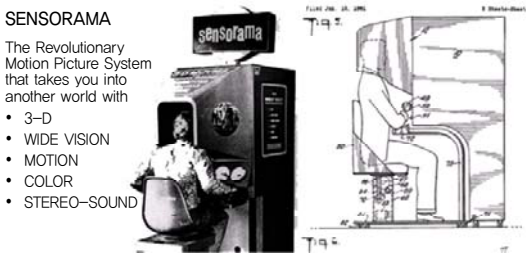
컴퓨터로 시뮬레이션 되는 가상의 콘텐츠를 사실감 있게 가시화 시키고 이를 체험할 수 있는 가상/증강/혼합현실 기술의 활용에 대한 이슈는 차세대 콘텐츠 분야에서 많은 관심을 받고 있다. 개인 착용형 디스플레이도 범용화된 스마트폰의 다음 세대를 대표하는 차세대 개인용 정보 인터페이스로 주목 받고 있다. 그러나, 첨단 기술의 활용을 다루는 미디어 매체에 익숙한 소비자가 기대하는 착용형 디스플레이에 대한 환상적인 경험과 실제 시장에 보급된 기술의 현실 사이에는 많은 차이점이 있다. 그러므로, 본고에서는 개인 착용형 디스플레이와 관련된 기술의 역사를 간단히 소개하고, 주요 구성 기술을 정리한다. 그리고, 최근 세계 시장에 소개된 제품 및 기술에 대한 동향을 소개한다. 마지막으로, 논문과 특허 및 시작품 개발 사례 등을 중심으로 국내외 연구 동향을 살펴본다.

© 2013 한국전자통신연구원

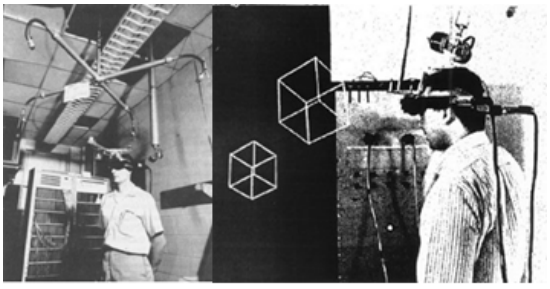
Ⅰ. 서론

개인 착용형 디스플레이 기술이란 얼굴(눈)과 가까운 부분에 착용하는 디스플레이 장치로, 사용자의 시각 감감 기관에 컴퓨터로 생성한 정보를 전달하는 인터페이스 기술이다. 눈은 인간의 감각 기관 중에서 외부 정보의 60% 이상을 수용하는 중요한 기관이므로 이에 대응하는 시각 인터페이스 기술의 중요성은 매우 크다.

컴퓨터로 구성한 가상의 콘텐츠를 사용자의 체험(eexperienc)으로 전달하는 가상현실(VR: Virtual Reality) 연구 분야에서는 사용자에게 현실감 높은 가상의 존재감(virtual presence)을 제공하기 위하여, 인간의 다중 감각 기관에 대응하는 인터페이스 기술을 개발하고 있다. 가상현실 연구의 역사를 살펴 보면, (그림 1)과 같이 1956년 센소라마(Sensorama) 시스템에서도 멀티모달 감각 피드백의 중요성을 인지하고, 3D 입체 영상, 모션 체어와 진동, 입체 사운드, 바람 및 향기까지 제공하려는 시도를 했다. 인터랙티브 컴퓨터그래픽스 및 인터넷 연구의 선구자인 이반 에드워드 서덜랜드(Ivan Edward Sutherland)는 1965년 <궁극의 디스플레이>라는 에세이에서 이상적인 가상현실 디스플레이의 모습을 그렸고, 1968년에는 (그림 2)와 같이 "다모클레스의 검"이라는 별칭으로 착용형 디스플레이를 개발했다. 최초의 개인 착용형 디스플레이 장치가 보여주는 가시화 품질은 (그림 2)의 우측과 같이 간단한 박스들을 가시화시키는 매우 원시적인 수준이었지만 기술의 주요 구성요소 및 구현 방법은 최근에도 활용되고 있다.



(그림 1) Moton Heiling의 센소라마



(그림 2) Shutherland의 착용형 디스플레이

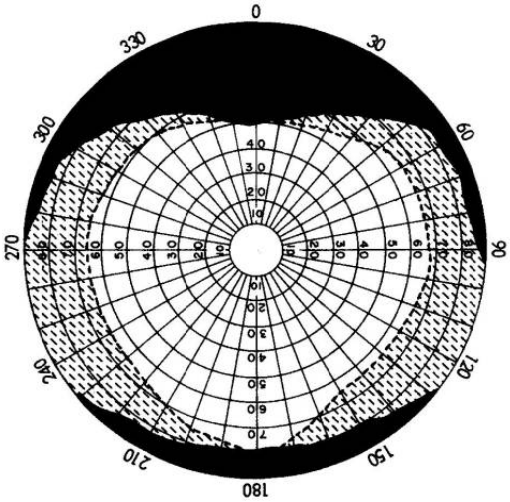
개인 착용형 디스플레이는 HMD(Head Mounted Display)라고 통칭되어 왔으며, 보다 경량화된 의미로 FMD(Face Mounted Displa), EGD(Eye Glasses-type Display), NED(Near Eye Display) 등으로 다양하게 표현되고 있다. HMD 기술은 범용적으로 활용하기에는 여러 가지 한계점이 있었기 때문에, 우주/국방/항공/의료/산업/군사 훈련 및 테마파크 엔터테인먼트 등 특정 목적의 가상현실 시스템에서만 제한적으로 활용되고 있었다. 그러나, 최근 글로벌 IT 기업들이 다수의 특허를 출원하고 시제품을 공개하면서, 개발자 테스트를 시작하는 등 차세대 스마트 인터페이스 기기로의 연구 개발이 증가하는 동시에 대중적인 관심도 높아지고 있다. 그러나, (그림 3)과 같이 영화 및 에니메이션 등을 통해서 각인되고 있는 착용형 디스플레이의 환상적인 체험은 현실과 많은 거리감을 가지고 있다. 그러므로, 본 기고문에서는 개인 착용형 디스플레이의 주요 구성 기술과 현재 기술 시장에서 구현된 제품의 현황 및 연구 개발 동향을 소개한다.

(그림 3) 영화 Ironman과 에니메이션 전뇌코일에서의 착용형 디스플레이 활용 사례

II. 주요 구성 기술

매스 미디어에 노출되는 다양한 미래 가시화 기술의 시나리오를 보면, 이상적인 3차원 디스플레이 기술로 홀로그래픽 디스플레이와 HMD의 활용을 자주 다루고 있다. 그러나, 현재 대중이 체험할 수 있는 기술은 소비자에게 많은 실망감을 주고 있다. 대부분의 3차원 입체영상 가시화 기술은 깊이 방향의 공간감을 표현할 때 양안 시차(binocular disparity) 정보에 의존하는 가시화 기법을 활용하고 있으므로, 인간의 시감각 시스템이 입체 공간감을 느끼는 여러 가지 요소 중 일부분만을 과장해서 구현하는 경우에는 많은 부작용을 발생되고 있다. 그러므로, 현재 3차원 입체영상 가시화 기술은 디스플레이 장치(hardware)가 표현할 수 있는 기능적 특성과 이 것을 수용할 수 있는 인간의 감각-인지적 특성(human factor), 그리고, 둘 사이의 상관 관계를 수용하여 최적의 영상을 생성하는 가시화 기술(software)들이 조화를 이룰 때 가장 이상적인 효과를 발휘 할 수 있다[1].

다음은 이상적인 개인 착용형 디스플레이의 구현을 위한 주요 기술 요소들을 정리한다.



(그림 4) 인간의 시야각: 중앙의 흰색 영역이 양안 입체시야 범위[2]

1. 개인 시야 몰입형 가시화 기능

사용자에게 가상의 콘텐츠 환경에 몰입된 경험을 제공함에 있어서 시각적인 몰입감은 매우 중요한 요소이며, 이 것은 시야각(FOV: Field Of View)이라는 파라미터로 디스플레이 장치의 특성을 표현한다. (그림 4)와 같이 인간의 입체 시야각은 약120° 이상의 공간을 동시에 관찰 할 수 있지만, 시장에 출시된 대부분의 HMD는 30±15° 정도의 범위 안에서 좁은 가시화 영역을 가지고 있다. 개인 착용형 디스플레이 장치의 가시화 부분을 구성하는 대표적인 요소는 사용자의 눈에 들어오는 빛의 경로에 컴퓨터로 생성한 영상이 위치하도록 하는 광학 모듈(optics)이다. 〈표 1〉은 다양한 HMD의 광학계 제작 사례 중에서 대표적인 6가지 방법을 정리한 것이다.

A형은 HMD 연구 개발의 초기부터 활용된 형태이며, 헬멧 주변에 위치한 영상 이미지 출력 부분으로부터 다

〈표 1〉 HMD 광학계 유형

분류	제품 사진	모델명
A:다중 렌즈형		Rockwell Collins Sim Eye XL100A
B:반투명 반사형		SMD ST1080
C:자유곡면 프리즘형		eMagin Z800
D:피코프로젝션형		Google Glass
E:광경로가이드형		Lumus DK-32
F:레이저 스캐닝형		Microvision NOMAD

수의 렌즈로 구성된 광학계를 통해서 눈 앞에 위치한 반사경(visor)까지 빛의 경로를 유도하여 투사하는 방법으로 약100° 내외의 넓은 시야각을 제공한다. 이 방법은 영상 원본(source image)의 크기에 대한 제약이 낮으므로, HMD 개발 초기에도 고해상도 영상을 지원하고 상대적으로 넓은 시야각을 구현하기에 용이했다. 그러나, 다중 렌즈 사용에 따른 무게 증가 및 구조의 복잡성 등에는 한계가 있기 때문에 선도적으로 가상현실 시스템이 실용화된 군사 및 우주항공 훈련 분야에서 주로 사용된다. B형은 시야각 획대를 위한 렌즈와 반투명 반사 거울(half mirror)를 적용한 광학계로 40° 내외의 시야각을 제공한다. 이 방법은 A형과 다르게 복잡한 렌즈 구조를 사용하지 않기 때문에 경량형 구조와 색수차(chromatic aberration)의 발생이 적어서 보다 선명한 영상 이미지의 표현이 가능한 장점이 있다. C형은 다양한 곡률 값을 가지는 자유곡면프리즘(free-form-surface prism)을 사용하여 빛의 경로를 영상 출력용 패널로부터 사용자의 눈까지 유도하는 광학계를 적용한 사례이다. 이 방법은 광학 모듈의 단순화 설계가 가능한 방법으로, 광학 모듈의 재질을 플라스틱계열로 제작하는 것이 가능하며, 모듈당 40° 내외의 시야각을 제공하는 광학계를 타일(tile) 형태로 구성하는 경우에는 넓은 시야각을 제공하면서 상대적으로 가벼운 HMD의 제작이 가능한 장점을 가지고 있다. 그러나, 색수차 발생 가능성과 최적화 및 정밀 가공에 상대적으로 높은 비용 투자가 필요한 단점을 가진 방법이다. D형은 초소형 피코 프로젝션 패널을 눈 근처에 배치하고 B형과 유사한 단순한 반사형 광학계를 적용하여 사용자에게 영상을 제시하는 방법이다. 전체 무게를 수십 그램 이하로 구현할 수 있으므로, 가장 가벼운 개인 착용형 디스플레이의 개발이 가능하다. 그러나, 광학 모듈의 크기가 제한적이기 때문에 약15° 내외의 시야각을 제공하므로, 보조적인 정보 디스플레이 장치로 활용되는 경우가 많다. E형은 D형과 유사한 영상 출력부의 이미지를 안경 렌즈와 유사한 크기와 두께를 가진 광경로 가이드 광학 모듈(light-guide optical element)를 통해서 반복적인 전반사된 빛이 사용자의 눈까지 전달되는 방법이다. 안경과 유사한 디자인의 광학계 모듈이 슬림하게 제작되는 장점이 있지만, 여러 개의 슬릿형태로 분할되어 전달되므로 영상의 품질이 저하되는 단점을 가진 방법이다. F형은 미세전자제어기술(MEMS: Micro Electro Mechanical Systems)기반의 스캐닝(scanning) 방법으로 안구 내부의 망막(retina)에 직접 영상 출력용 레이저 광원을 조사하는 방법이다. 사용 환경의 조명 조건에 대한 영향을 적게 받으면서 선명한 영상 이미지를 전달하는 장점이 있지만, 단순한 색상 표현 및 안전성에 대한 거부감으로 군사 및 산업용으로 제한적으로 사용되었으면, 다양한 제품의 실용화 사례는 적은 상태이다.

개인 착용형 디스플레이의 가시화 기능 중 또한 중요한 요소는 제공되는 영상의 해상도(screen resolution)이다. 최근 디지털텔레비전(DTV)에서는 4K 및 8K급의 UHD(Ultra High Definition)해상도로 화질 경쟁을 하고 있지만, HMD제품군에서는 1080p급의 fullHD영상을 제공하는 소비자용 제품이 출시된 것은 최근 몇 년 사이의 일이다. 본 기능의 핵심은 기존 DTV의 패널보다 높은 단위당 화소 직접도(PPI: Pixel Per Inch)를 1인치 미

〈표 2〉 마이크로 컬러 디스플레이 패널 사례

유형	제품 사진/공급사	크기/ 해상도
DLP	Texas Instrument	0.2″/640x360~ 0.45″/1280x800
AMLCD	KOPIN	0.16″/521x218~ 0.97″/1280x1024
OLED	eMagin	0.5″/640x480~ 0.86″/1920x1200

만의 영역에 형성하는 마이크로 디스플레이 패널 기술이다. 평면 패널형 DTV가 범용화 되기 이전부터 활용된 대형 영상 출력용 프로젝터나 후면 투사형(back projection) 텔레비전 등에 활용된 DLP(Digital Light Processing) 부품이나 AMLCD(Active-Matrix Liquid-Crystal-Display) 및 OLED(Organic Light-Emitting Diode) 기술이 적용된 부품이다. 각각의 대표적인 부품 공급 사례는 〈표 2〉가 있으며, 기본적으로 패널의 크기가 크면 광학 모듈의 부피와 무게 등이 증가하는 단점이 있지만, 영상 확대를 위한 광학계의 구조가 단순해지므로 보다 넓은 시야각의 구현이 용이한 장점을 가진다.

2. 능동적 상호작용 지원 기능

개인 착용형 디스플레이는 사용자 중심에서 콘텐츠를 체험하는 인터페이스이므로, 능동적인 입력 이벤트가 있을 때 적절하게 반응하는 콘텐츠를 제시하기 위해서는 사용자의 신체적인 움직임 등을 추적해야 한다. 가상/증강/혼합 현실 기술에 통합 되어 활용되는 인터페이스 기술들은 다양하지만, 본 절에서는 HMD에 적용된 사례를 중심으로 기술을 정리한다.

시각 인터페이스인 HMD에 필요한 대표적인 기능으로, 장치를 착용한 머리(시선)의 이동을 추적하는 기술이 필요하다. 이는 가상의 콘텐츠 공간에 몰입된 사용자가 시선을 움직이면 해당하는 방향 및 공간에 적절한 영상 정보를 출력하기 위해서 사용자의 현재 시점 정보가 필요하기 때문이다. 서론과 같이 1960년대에 개발된 이반 서덜랜드의 HMD에서도 초음파를 이용한 거리 측정 기술이 적용되어서 사용자 머리의 위치를 추적하였다. 임의의 3차원 공간에서 객체의 움직임을 추적하는 기술은 가상현실 연구분야에서 필수적인 입력용 인터페이스 기술로, 구현을 위한 기본 원리에 따라서 〈표 3〉과 같이 크게 네 가지의 유형으로 구분된다. 1990년대 까지는 주로 단일 기술(센서)를 활용하여 기능을 구현했으나, 현재는 MEMS 기술 등이 적용되어, 단일 기술이 적용된 모듈의 소형화와 함께 단위 가격이 저렴해지고 있으며, 다양한 센서를 하이브리드하여 정확도 및 신뢰도를 높이는 방향으로 기술이 발전하고 있다. A형 초음파 센서는 구현의 용이성 때문에 소규모 프로젝트에서 독립적으로 개발되기도 하지만 일반적인 시스템 환경에서는 동작 범위 및 정확도가 상대적으로 낮은 기술이다. B형 전자기장 센서를 활용한 기술은 객체를 추적하는 공간에서 금속 물체 및 다른 장비로부터 발생되는 전자기장에 의한 간섭 문제가 없는 경우에는 실내외의 무선 환경에서도 자유롭게 사용할 수 있는 기술이다. C형 비전 센

〈표 3〉 3차원 공간 객체 추적 기술

유형	제품 사진/공급사	특징
A:초음파 센서	Logitech	6자유도 추적(위치+자세)
B:전자기장 센서	Polhemus	6자유도 추적(위치+자세)
C:비전 센서	MotionAnalysis	적외선 광원 반사형 마커 센서
D:하이브리드 센서	Intersense	가속도+초음파
D:하이브리드 센서	Intersense	가속도+비전
D:하이브리드 센서	YEI Tech.	가속도+자이로+전자나침반+온도

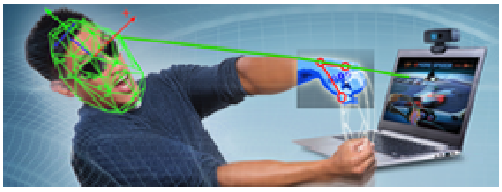
서를 활용하는 기술은 적외선 필터를 내장한 카메라를 이용하여 적외선 발광 또는 반사형 마커가 부착된 객체를 추적할 수 있으나, 다수의 카메라 및 서버의 운영이 필요하므로 제한된 실내의 모션캡쳐 스튜디오에서 주로 활용된다. D형 하이브리드 센서는 기존의 센서 기술에 MEMS 기술을 추가하여 복합 센서를 활용하는 기술로, 〈표 3〉의 가속도계와 초음파 또는 가속도계와 비전 센서를 하이브리드 하는 경우에는 연속적인 공간 추적을 가속도계 센서로 구현하고, 초음파 센서 또는 비전 센서로부터 얻은 값을 오차 보정의 용도로 활용한다. 최근 스마트폰에 가속도계와 자이로스코프 센서 및 전자나침반 센서 등이 내장되어 3차원 인터랙션 기능을 지원하는 동향과 같이, 여러 가지의 HMD 장치들도 하이브리드 센서를 활용해서 헤드트래킹(head tracking) 기능을 지원하고 있다.

헤드트래킹 기술과 연계되어 보다 정확한 사용자의 시점 정보를 획득할 필요가 있을 때에는 안구 추적(eye tracking) 기술을 활용한다. 시선의 방향을 추적하는 장치는 (그림 5)의 사례와 같이 크게 적외선 영상을 활용하는 비접촉식 방법(a)과 안구 근육의 움직임 신호를 활용하는 접촉식 방법(b)이 있다. 현재 가시화 되는 영상 중에서 사용자가 관찰하고 있는 정확한 대상물을 알게 되는 경우 깊이 방향의 거리 값을 기준으로보다 정확한 입체 영상의 생성할 수 있고, 사용자의 관심 의도를 파악하여 상호작용 시나리오에 반영하는 장점을 가질 수 있다.

(a) (b)

(그림 5) (a) Tobii사의 모바일 아이트래커 안경 (b) House of Moves사의 EOG 아이트래커

(a)



(b)

(그림 6) (a) Immersion사의 Cyberglove (b) Creative사의 SENZ3D카메라 기반의 Intel Perceptual Computing SDK의 사례

3차원 상호작용을 할 때 인간이 사용하는 손의 움직임을 인식하기 위해서는 (그림 6)의 사례와 같이 핸드 트래킹 장치들이 활용된다. (그림 6)의 (a)과 같이 가상현실 연구의 초기에는 다양한 센서를 내장한 장갑 형태의 인터페이스가 활용 되었으나, 착용감 및 별도의 장치 부착의 불편함 등을 개선하기 위해서 비전 센서를 활용하는 간접 트래킹 방식으로 기술이 발전하였다. 그리고, (그림 6)의 (b)와 같이 실시간에 깊이감 정보를 획득하는 카메라(depth camera)를 활용하여 손의 형태를 인식하는 3차원 핸드 트래킹 기술을 활용할 수 있다. 최근에는 Microsoft의 Kinect2, Leap Motion 및 PrimeSense사의 Capri 등 3D 정보를 획득하는 장치의 소형화로, 해당 부품을 HMD에 내장해서 양손이 자유로운 3차원 상호작용을 가능하게 할 수 있다.

앞에서 제시된 머리/눈/손의 추적 및 인식 기능은 가시화 기능이 중심인 개인 착용형 디스플레이에 우선적으로 통합된 기능이다. 다중양식 상호작용(multi-modal interaction)의 관점에서 추가적으로 통합되는 기능 중에는 Google Glass의 사례와 같은 음성 인식 인터페이스가 있고, 경량형으로 제작된 착용형 디스플레이

의 프레임에 터치 센서를 내장하여 부가적인 상호작용 인터페이스로 활용하고 있다.

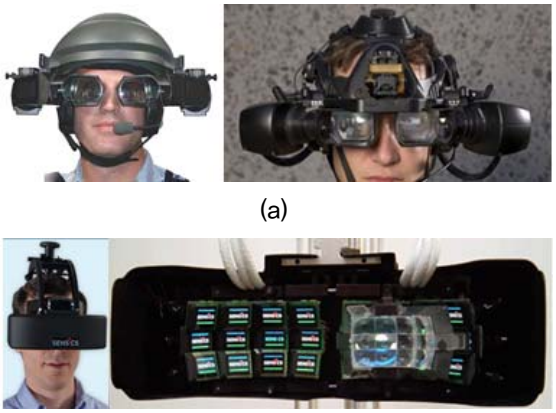
III. 제품 및 기술 동향

1. 개요

1960년대부터 HMD는 가상현실 및 증강현실 기술을 실현하는 주요 구성 기술로 활용되었지만, 'HMD는 높은 투자비용/기대감 대비 낮은 효과를 얻는 특수 분야의 장비'라는 부정적인 인식을 받았고, 일반 사용자는 고품질의 HMD를 체험 하기가 어려웠다. 그러나, 앞 장에서 설명된 주요 핵심 기술의 발전과 구현 단가의 하락으로, 2010년 전후부터는 다양한 소비자용 제품이 시장에 출시되고 있다. 2012년에 Google은 Google Glass 프로젝트를 공개했고, Apple은 iGlass와 관련된 다양한 특허를 출원한 사실이 공개 되었으며, Microsoft는 Fortaleza 프로젝트 문서와 특허 출원 문서를 통해서 안경 형태의 디스플레이 장치를 개발하고 있는 것으로 알려졌다. 그리고, 기술 시장의 트랜드를 분석하는 Gartner의 2013년7월 최신 보고서[3]에 따르면 'Head-Mounted Displays'가 핵심 키워드로 제시되고 있으므로, 개인 착용형 디스플레이가 기술 및 소비자 시장에서도 다시 한 번 많은 관심을 받고 있음을 알 수 있다. 그러므로, 여기에서는 약7년 전부터 현재까지 시장에 공급되는 HMD를 기기의 형태와 활용 분야를 중심으로 분류하여 소개한다.

2. 특수 목적용 제품 기술 사례

미국과 유럽을 중심으로 가상현실 기술이 선도적으로 개발된 우주항공 및 군사훈련 분야에서는 (그림 7)과 같이 전통적인 광학계를 활용한 HMD가 활용되고 있다. (그림 7)의 (a)과 같이 Rockwell Collins의 SimEye



(a)

(b)

(그림 7) (a) Rockwell Collins사의 SIMEYE SX100 HMD, (b) Sensics사의 piSight HMD

SX100 모델은 군용 장비와의 상호 연동성, 정보 표현의 정확성 및 내구성등을 고려한 것이 특징이며 optical see-through로 수평시각(horizontal FOV) 100°에 SXGA(1280x1024) 해상도의 컬러영상을 출력한다. HMD에서 넓은 시야각(FOV)을 구현하기 위하여 〈표 1〉와 같이 다양한 광학계를 통한 시도가 있었지만, 앞의 사례와 같이 인간의 시야각 범위와 같이 100°이상의 영상을 제시하기는 어려운 상황이었다. 그러나, 2007년 IEEE Virtual Reality Conference에서 Sensics는 (그림 7)의 (b)와 같이 광학 모듈과 마이크로 디스플레이 패널로 구성된 단위 모듈을 곡면형 격자 형태로 조립하는 기법(tiled display)을 적용한 piSight 모델을 공개하였다. 현재 해당 기술은 대각선 시야각(diagonal FOV)을 188°까지 구현할 수 있으며, WUXGA (1920x1200)의 고해상도 영상을 출력할 수 있으나, 1Kg까지 증가하는 착용부의 무게와 1억원을 넘기는 높은 가격으로 활용처는 제한적이다.

3. 중소규모 연구 프로젝트 및 보급형 제품 기술 사례

인터넷 검색을 통한 HMD 제품의 개발 및 판매 사례

〈표 4〉 보급형 HMD 사례

회사/모델명	제품 사진	특징
Virtual Research/ VR1280		1280x1024 FOV 60° FLCoS
SONY/ HMZ-T2		1280x720 FOV 45° OLED
NVIS/ nVisorSX60		1280x1024 FOV 60° LCoS
SMD/ ST1080		1920x1080 FOV 45° LCoS
Trivisio/ VRvision		800x600 FOV 42° AMLCD
eMagin/ Z800		800x600 FOV 40° 2축 해드트래커 내장

를 보면, 1980년대 후반에서 현재까지 완전 몰입형(see-closed type) 가상현실 및 투시형(see-through type) 증강현실 기술을 위한 HMD가 약100여종 이상이 개발 되었으나 현재는 약30여종의 제품이 시장에 공급되고 있다. 〈표 4〉는 현재 중소규모의 연구 프로젝트 및 HMD에 관심이 높은 소비자 시장을 대상으로 보급형으로 되는 제품의 사례이다. 이 범주에 속하는 HMD는 40°~60° 내외의 시야각을 지원하고, SVGA(800x600) ~ FullHD(1920x1080p)급의 해상도를 가지는 영상을 출력하면서, 약100만원에서 수천만원대의 국내 소비자 가격을 형성하고 있다. 그리고, 대부분 장치가 추가적인 상호작용 인터페이스 (예: 헤드트래킹 모듈)를 외부에 부착하는 형태로 시스템에 통합된다. 부피와 무게 및 착용성 등에 대한 사용성은 앞의 (그림 7)의 사례에 비해 개선 되었지만, 자유로운 시선의 이동에 따른 안정적인 영상 제시를 위해서 머리 부분에 수백그램 단위의 장치를 밀착시키는 구조를 가지거나, 완전 몰입형 상황을 제시하기 위한 외부 빛 차단막을 가지는 것이 특징이다.

4. 모바일 환경용 제품 기술 사례

개인 착용형 디스플레이의 활용을 소재로 하는 미래 공상 과학 콘텐츠에서는 사용자가 가상 공간에서 새로운 체험을 하기 위해서 완전 몰입형 HMD나 사용자 시

〈표 5〉 모바일 환경용 EGD 사례

회사/모델명	제품 사진	특징
Laster Technology/ Pro Mobile Display		800x600 FOV 50° Optical see-through
LITEYE/ LE750A		800x600 FOV 28° OLED Optical S.T.
Rockwell Collins/ MV35		800x600 FOV 35° AMOLED 군사용(방수)
Vuzix/ Tac-Eye LT		800x600 FOV 29.5° AMOLED
Vuzix/ Wrap 1200VR		852x480 FOV 35° 3(6)DOF센서
Vuzix/ STAR 1200XLD		VR버전 동일 Optical S.T. HD camera
Accupix/ MyBud		852x480 FOV 35° LCoS
EPSON/ MOVERIO		960x540 FOV 23° TFT LCD Optical S.T.
Google/ Google Glass		640x360 FOV 14.7° Touch UI
Recon Instruments/ ReconJet		428x240 30"at7' Optical touch UI

야에 부가적인 정보를 제시하는 투시형 HMD의 활용 사례가 종종 소개 된다. 모바일 환경에서는 무게와 부피를 중심으로 하는 착용성과 추가적인 신호 처리 상자 및 배터리와 같은 부가적인 장치가 작아지도록 휴대성을 높인 장치가 필요하다. 〈표 5〉의 사례들은 모바일 이동 환경에 적합하고, 휴대형 스마트 기기에 연동해서 정보를 가시화 함으로써, 사용자가 양손을 자유롭게 활용할 수 있는 환경을 만들어 주고 있다. 여기에서 소개되는 제품들은 앞에서 소개된 HMD 보다는 경량화 되어 착용성이 향상된 특징을 강조하여 FMD 또는 EGD라는 차별화된 용어로 소개되기도 한다. 이 범주에 속하는 EGD는 약15°~50° 범위의 시야각을 지원하고, WQVGA (428x240) ~ SVGA(800x600)급의 해상도를 가지는 영상을 출력하면서, 수십만원~수백만원대의 국내 소비자 가격을 형성하고 있다.

5. 기타 시제품 기술 동향

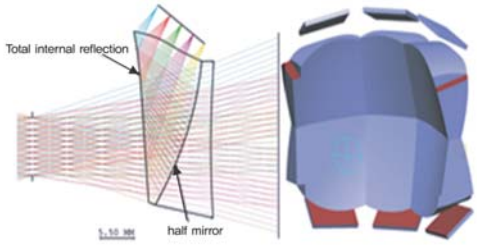
〈표 6〉은 최근 시제품이 공개되거나 시장의 출시를 앞두고 있는 장치들의 사례이다. 클라우드펀딩 개념의 Kickstarter 프로그램으로 완성된 Oculus RIFT HD는 단순한 광학계(Leap Optics[4])를 기반으로 fullHD급 영상을 110°의 광시야각으로 구현하면서 지연 효과가 매우 낮은 헤드트래킹을 지원하는 특징으로 넓은 시각적 몰입감을 자연스럽게 제공하는 HMD를 구현했다. Sensics의 Smart Goggles는 SXGA급 영상을 제공하는 완전 몰입형 환경에서 필요한 제스쳐 UI 기능을 지원하기 위한 다중 카메라를 내장한 특징을 가진다. Kickstarter의 Meta 프로젝트는 모바일 증강현실 환경에 적합하도록 EPSON의 Moverio를 PC와 연동이 가능하도록 개조하고, depth camera와 UNITY 게임 엔진을 기반으로 공간 터치형 3D GUI(Graphic User Interface)를 쉽게 구현할 수 있는 개발 플랫폼을 동시에 지원한다. Kickstarter와 유사한 Indiegogo프로그램의 Glass UP 프로젝트는 스마트폰과 연동해서 간단한 메시지를 가시화시키는 용도로 개발되는 사례로, 사용자 시야 공간의 일부분에 보조적인 정보를 표시하는 인터페이스로 개발되는 여러 사례 중의 하나이다. 착용형 디스플레이를 기존의 안경형태로 유지하면서 광학적 투시(optical see-through)를 구현하기 위해서, 영상 패널로부터 출력된 빛을 얇은 광경로 가이드 부품으로 분할 전송하는 대표적인 사례는 Lumus(polarized wave-guide)와 Optivent(reflective waveguide)가 있다. Vuzix의 Smart Glasses M100모델은 기존의 무선 핸즈프리 장치에 디스플레이 모듈이 통합된 형태로 Google Glass와 매우 유사한 사양을 가지고 있다. 단안식(monocular type)으로 휴대성을 강조하는 보조 디스플레이의 개발 사례로, Brother사는 SVGA급 영상을 FOV 약22°로 제시하는 산업 현장용(예: 문류 시스템 관리) AiRScouter를 개발했다, 그리고, Olympus사도 QVGA (320x240)급 영상을 제시하는 30g이하의 경량형 MEG4.0의 시작품을 개발했다.

〈표 6〉 최신 시작품 사례

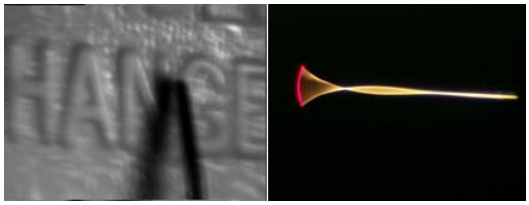
Oculus RIFT HD	Sensics Smart Goggles	Meta Project
GlassUP	LUMUS	Optinvent
Vuzix M100	Brother AiRScouter	Olymus MEG4.0

IV. 연구 개발 동향

Google Glass의 사례와 같이 최근에는 모바일 스마트 기기용으로 소형의 보조 디스플레이 성격의 EGD가 개발되는 사례가 증가하고 있지만, 이상적인 HMD 기술

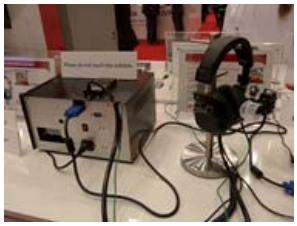


(그림 8) 미국 아리조나대학의 EGD 광학계 연구 사례



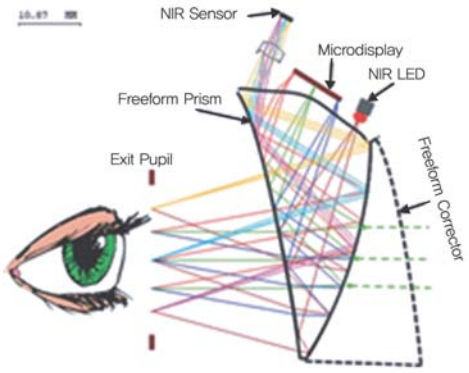
(그림 9) 미국 워싱톤대학의 광섬유 기반 스캐닝 연구 사례

을 개발하기 위한 연구는 학교와 연구소에서 지속적으로 수행되고 있다. 앞의 2장에서 정리된 광학계 모듈 중에서 자유곡면 렌즈를 활용한 광학계의 대표적인 사례로 (그림 8)과 같이 미국 아리조나대학의 연구가 있으며, 최근에는 Sensics사의 광학계 모듈 배치 기술과 유사한 격자형 디스플레이(tiled display) 기법으로 시야각을 확장시키는 연구가 진행 중이다. (그림 9) 는 미국 워싱톤대학에서 연구 중인 사례로, 최소의 부피를 차지하는 광학계 모듈로 최대의 시야각을 제공하는 영상 출력 모듈을 개발하려는 목적으로 제안된 기술이다. 기존에 제안된 MEMS 기반의 레이저 스캐닝 기술과 차별화 된 방법으로, 마이크로 광섬유의 떨림 현상을 제어해서 모니터의 영상 주사 기법으로 화소를 투영하는 기술(예: VRD: Virtual Retinal Display)을 연구 중이다. 최근 WMC 2013 전시회에서는 (그림 10)과 같이 일본 후지쯔, 도쿄대학 및 QD Laser사가 공동 개발한 레이저 스캐닝 기반의 헤드셋이 공개되었다. 1인칭 개인 중심의 가시화 및 사용자의 의도를 직관적으로 인식하는 상호작용을 위한 기술이 발전하면서, 아이트래커(eye tracker)를 가시화 모듈 내부에 통합하려는 연구가 진행되었다. 독일 프라운호퍼 연구소의 사례는 영상 패널의 화소 사이의 공간에 영상 입력용 센서 소자를 배열함으로써, (그림 11)과 같이 눈과 근접한 양방향 OLED 마이크로 디스플레이 패널면이 영상 출력과 동시에 눈의 이미지를 획득할 수 있는 센서의 역할을 수행한다. (그림 12)는 미국 아리조나대학의 연구 사례로, 자유곡면형 프리즘의 설계에 적외선 소스와 센서를 통합해서 아이트래커를 소형화 시키는 방법을 제안했다. Microsoft의 Kinect기술이 공개된 이후, 많은 연구자들이 자연스러운 핸드 제스처 동작을 3차원 공간 상호작용에 활용하려는 시도가 있었다. 〈표 6〉의 meta 프로젝트에서는



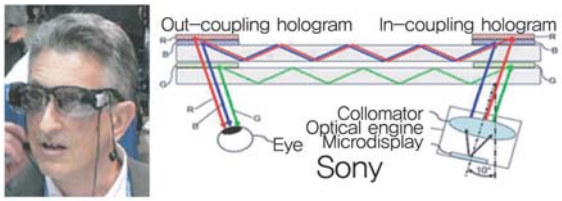
(그림 10) 일본 후지쯔, 도쿄대학, QD laser사의 레이저 스캐닝 기반 헤드셋 프로토타입 개발 사례

(그림 11) 독일 프라운호퍼 연구소의 양방향 OLED 가시화 모듈의 연구 개발 사례



(그림 12) 아이트래커를 내장한 미국 아리조나대학의 EGD 광학 모듈 연구 사례

(그림 13) 일본 brilliantservice사의 depth camera 내장형 EGD 프로토타입 개발 사례



(그림 14) 일본 SONY사의 홀로그래픽 모듈 내장형 EGD 프로토타입 개발 사례

Creative사의 Interactive Gesture Camera Developer Kit을 EGD에 통합해서 사용자의 손을 추적하는 API를 제공한다. (그림 13)은 World Mobile Congress 2013 전시회에서 일본의 brilliantservice가 발표한 사례로, Kinect모듈을 소형화시켜서 EGD에 내장하는 기술을 개발 중이다. 일본의 SONY는 SID 2008에서 경량형 EGD를 위한 광학 설계로 (그림 14)와 같이 홀로그래픽 모듈을 삽입한 프로토타입을 공개했다[5].

V. 결론

본 고에서는 개인 착용형 디스플레이의 주요 구성 기술을 분석하고, 시장에 출시된 제품들의 특징을 정리하였다. 영화에서 소개되는 이상적인 개인 착용형 디스플레이를 구현하기 위해서 주요 구성 기술들을 각각 연구개발이 진행되고 있으며, 착용형 디스플레이의 서비스 시나리오에 따른 국내외 기술개발 현황을 소개하였다.

1838년 찰스 휘트스톤의 stereoscope에서 시작된 3D 입체영상 기술은 다양한 구현 기법과 하위 기술이 발전함에 따라서 대중에게 관심과 실망이 반복되고 있지만, 기술의 발전으로 이상적인 3D 영상 체험에 대한 소비자의 기대는 끊이지 않고 있다. 모든 장점을 가진 EGD의 시장 진입이 지연되는 사이에 단안식 착용형 디스플레이가 일부분 시장에 도입되고 있으며, 높은 품질의 3D 입체를 위한 양안식 착용형 디스플레이의 최적화 기술 개발도 추가적으로 필요하다. 대부분의 HMD는 특수 목적 시스템의 몰입형 인터페이스(예: 가상훈련 시뮬레이터[6])로 활용되고 있으나, 부품·소재 중심의 하드웨어 기술 – 3D 입체 영상 가시화 중심의 소프트웨어 기술 – 개인 중심의 입체감 최적화를 위한 휴먼팩터 기술이 융합 되었을 때, 우리는 매우 다양한 EGD의 활용 시나리오를 기대할 수 있다.

용어해설

HMD 머리에 착용하는 형태의 디스플레이 장치를 통칭하는 용어로 개인 몰입형 영상을 가시화 시키는 기술

FOV 영상이 제공하는 범위가 사용자의 시야각을 채우는 정도를 표현하는 용어로 HMD의 몰입감을 비교하는 중요한 요소임.

약어 정리

AMLCD	Active-Matrix Liquid-Crystal-Display
DLP	Digital Light Processing
EGD	Eye Glasses-type Display
FMD	Face Mounted Displa
FOV	Field Of View
GUI	Graphic User Interface
HMD	Head Mounted Display
MEMS	Micro Electro Mechanical Systems
NED	Near Eye Display
OLED	Organic Light-Emitting Diode
PPI	Pixel Per Inch
UHD	Ultra High Definition
VR	Virtual Reality
VRD	Virtual Retinal Display

참고문헌

[1] U Yang et al., “Mixed Display Platform to Expand Comfortable Zone of Stereoscopic 3D Viewing,”

ETRI Journal, vol. 35, no. 2, Apr. 2013, pp. 352-355

[2] Parker, J. F., Jr. & West, V. R.,Bioastronautics Data Book: Second Edition. NASA SP-3006, by James F. Parker and Vita R. West, 930 pages, published by NASA, Washington, D.C., 1973, p. 641.

[3] Gartner, Hype Cycle for Consumer Devices, 2013, http://www.gartner.com/id=2556915

[4] Eric Howlett, Leep VR, http://www.leepvr.com/

[5] H. Mukawa et al., "A Full Color Eyewear Display using Holographic Planar Waveguides," SID '08 Digest, 2008, pp. 89-92.

[6] G. A. Lee et al., "Virtual Reality Content-Based Training for Spray Painting Tasks in the Shipbuilding Industry," ETRI Journal, vol. 32, no. 5, Oct. 2010, pp. 695-703.