

# 디스플레이 현황과 발전방향 -실감 및 스킨 기기로의 확대

Display Technologies for Immersive Devices and Electronic Skin

박영준 (Y.J. Park, joony@etri.re.kr)

기술경제연구그룹 책임연구원

- I. 서론
- II. 디스플레이 산업 현황
- III. 실감 및 스킨 기기로의 디스플레이 발전
- IV. 결론

Since the introduction of CRT(Cathode Ray Tube) in the 1950s, display technologies have been developed continuously. Flat panel displays such as PDP(Plasma Display Panel) and LCD(Liquid Crystal Display) were commercialized in the late 1990s, and OLED(Organic Light Emitting Diodes) and Micro-LED(Micro-Light Emitting Diodes) are now being developed and are becoming widespread. In the future, we expect to develop ultra-realistic, flexible, embedded sensor displays. Ultra-realistic display can be applied to AR/VR(Augmented Reality/Virtual Reality) devices and spatial light modulators for holography. The sensor-embedded display can be applied to robots; electronic skin; and security devices, including iris recognition sensors, fingerprint recognition sensors, and tactile sensors. AR/VR technology must be developed to meet technical requirements such as viewing angle, resolution, and refresh rate. Holography requires optical modulation technology that can significantly improve resolution, viewing angle, and modulation method to enable wide-view and high-quality hologram stereoscopic images. For electronic skin, stable mass production technology, large-area arrays, and system integration technologies should be developed.

\* DOI: 10.22648/ETRI,2019,J.340202



본 저작물은 공공누리 제4유형  
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

## 1. 서론

디스플레이는 1950년대 브라운관 TV 보급과 함께 본격적으로 성장하였으며, 1990~2000년대 평판 디스플레이(PDP, LCD)를 거쳐 현재는 OLED, QLED 및 마이크로LED가 등장하고 있다.

CRT(Cathode Ray Tube)는 브라운관 또는 음극선관이라고 불리며, 전기신호를 전자빔의 작용에 의해 화면을 표시하는 가장 오래된 대표적인 디스플레이이다[1]. 제조 공정과 구동 방식이 간단하고 가격이 저렴하다는 장점이 있으며, 화상의 왜곡 방지 및 포커스 향상을 위해 일정 두께 이상이 요구되어 넓은 공간을 차지하고 무겁다는 단점이 있다.

PDP(Plasma Display Panel)는 2장의 유리판 사이에 가스 튜브를 배열하고 플라즈마 현상을 유도하여 화면을 표시하는 디스플레이이다[2]. 색상표현 능력이 우수하고 화면 응답속도가 빠르며 잔상이 적고, 대형화가 유리하고 저렴하다는 장점으로 TV의 대형화 및 슬림화에 큰 기여를 하였다. 그러나 많은 전력을 소비하며, 냉각팬의 작동으로 인한 소음과 LCD에 비해 사용 수명이 짧고 소형 제품에는 적합하지 않은 단점과 경쟁관계에 있던 LCD의 지속적인 기술 발전 및 시장 확대에 따라 2014년을 기점으로 생산이 중단되었다.

LCD(Liquid Crystal Display)는 액정표시장치 또는 액정디스플레이라고 하며, 수많은 액정을 규칙적으로 배열한 패널을 전면에 배치하고 그 뒤쪽에 백라이트(Back Light)가 빛을 가하도록 하여 화면을 표시하는 디스플레이이다[3]. 높은 휘도, 낮은 소비전력의 장점과 응답속도의 개선, 대형화, 가격경쟁력 강화 등을 통해 PDP를 제치고 명실공히 평판 디스플레이의 대표가 되었다.

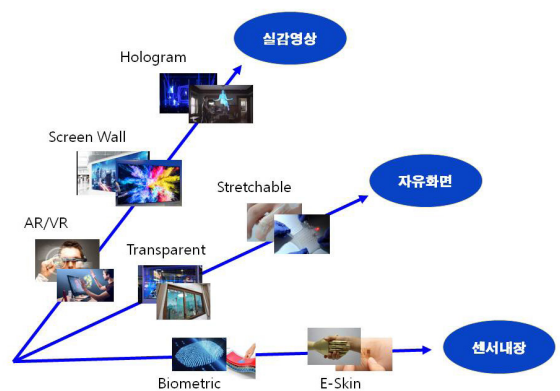
OLED(Organic Light Emitting Diodes)는 전류가 흐르면 스스로 빛을 내는 형광성 유기화합

물을 얇게 발라 영상신호를 처리하는 디스플레이이다[4]. 2002년 삼성 SDI가 2.2인치 양면 발광 AMOLED를 개발했고, 2005년엔 삼성전자가 40인치 AMOLED TV 시제품을 내놓았다. 같은 해 LG전자와 LG디스플레이는 20.1인치 AMOLED 패널을 개발하여 현재 우리나라 기업들이 OLED 시장을 주도하고 있다.

QLED(Quantum Dot Display)는 퀀텀닷(양자점)이라고 하는 수 나노미터(nm) 크기의 미세한 반도체 입자에 빛을 비추거나 전류를 통하여 화면을 표시하는 디스플레이이다. 삼성전자가 2015년 퀀텀닷 기술을 적용한 TV를 처음 내놓았고, 2016년 이를 업그레이드해 2세대 퀀텀닷 TV(SUHD TV)를 내놓았다[5].

마이크로LED(Micro-LED)는 칩 크기가 10~100 $\mu$ m 수준으로 제작되는 LED를 이용한 디스플레이이다. 저전력, 소형화, 경량화, 고신뢰성, 야외 시인성, 플렉서블 등이 용이한 장점이 있으나 대량생산을 위한 기술 개발이 필요한 상황이다[6].

이렇듯 다양한 기술이 개발되면서 발전해 온 디스플레이는 이제 화질 측면에서는 실감 영상, 디자인 측면에서는 플렉서블 자유화면, 응용 측면에서는 센서를 내재화한 다기능 융·복합 입출력 장치로 혁신을 거듭할 것으로 전망된다[그림 1] 참조].



(그림 1) 디스플레이 발전 방향

특히 800ppi 이상의 초실감 디스플레이는 실제와 구별할 수 없는 몰입감을 제공하면서 AR/VR 기기용 디스플레이와 홀로그래피용 공간 광변조기에 응용될 것으로 전망된다. 또한, 홍채인식 센서, 지문인식 센서, 촉각 센서와 같은 다양한 센서가 디스플레이에 내재화되면서 디스플레이는 로봇, 전자피부, 보안기기 등에 응용될 수 있으며, 단순히 정보를 표시하는 디바이스에서 발전하여 입·출력이 가능한 융·복합 디바이스로 진화하고 있다.

본 고에서는 현재 디스플레이 산업을 간략하게 살펴보고, 디스플레이 기술 발전에 따른 실감형 디스플레이(AR/VR, 홀로그래피)와 촉·질감 디스플레이(전자피부)의 기술 개발 현황 및 이슈를 고찰해 보고자 한다.

## II. 디스플레이 산업 현황

디스플레이는 2005년부터 지금까지 우리나라 수출 품목 중 5~6위의 비중을 가진 국내 Top 10 수출 품목의 하나로, 2017년의 수출 규모는 275억 달러를 기록하면서 우리나라 전체 수출액의 4.8%를 차지하고 있다[7].

우리나라는 1995년에 LCD를 본격적으로 생산하기 시작하여 2005년부터는 세계 1위 생산국을 달성하고, 2012년도에는 세계시장 점유율이 50.7%에 이르렀다. 그러나 이후 중국의 대규모 투자에 따라 시장점유율이 40%대를 유지하면서 간신히 세계 1위의 지위를 유지하고 있기는 하나, 생산능력 면에서는 이미 중국에 추월당한 상황이다[8].

중국은 지역 거점산업 육성의 일환으로 디스플레이 산업에 대해 집중적으로 투자하여, 2017년에는 바야흐로 세계 1위의 LCD 생산능력(면적기준)을 보유하고, 2020년에는 LCD 생산능력 면에서 전 세계의 45%를 차지할 것으로 전망하고 있다[9].

한편, 중국의 본격적인 LCD 생산에 따라 세계 시장에서 디스플레이의 공급과잉이 나타나고 있으며, 2018년 12%, 2021년 23%까지 이러한 공급과잉이 점점 심해질 것으로 예상된다[10]. 이러한 LCD의 공급과잉은 LCD 패널 가격의 하락으로 이어져 디스플레이 패널 생산업체들의 수익성을 위협하고 있다.

또한 세계 디스플레이 시장은 스마트폰, TV, PC, 태블릿 등 킬러 제품에 대한 수요가 정체되면서 디스플레이 시장 규모가 2017년 1,243억 달러에서 2025년에는 1,175억 달러로 0.7% 감소할 것으로 전망되어 디스플레이 업체들의 위기는 더욱 배가되고 있다[8].

그러나 이러한 시장 정체에도 불구하고 OLED는 디스플레이 업체에게 새로운 수익 기회를 제공하고 있다. 현재 디스플레이의 대부분을 차지하고 있는 LCD는 디스플레이 시장의 정체에 따라 수요가 감소하고 있으나, 새롭게 등장한 OLED는 점차 LCD를 대체하면서 2025년까지 연평균 8.8%로 지속적으로 성장할 것으로 전망하고 있다[8].

이러한 OLED로의 대체는 우리나라 기업에는 매우 유리하게 작용하고 있다. 현재 우리나라 기업의 OLED 양산 기술력은 전 세계 OLED 시장을 독점적으로 주도하고 있는 상황으로, 중소형 OLED의 경우에는 우리나라가 세계시장의 97%를 점유하고 있고 대형 OLED는 99.8%를 점유하고 있다.

그러나 LCD에 대한 대규모 투자를 통해 디스플레이 생산 강국으로 등장한 중국이 OLED에 대해서도 적극적으로 투자를 진행하고 있어 OLED 분야에서도 향후 치열한 경쟁이 예상된다. 다만, LCD에 비해 OLED는 양산을 위한 기술장벽이 높아 중국이 수율, 신뢰성, 수명 등을 확보하고 안정적으로 생산하기에는 다소 시간이 걸릴 것으로 전망된다.

### III. 실감 및 스킨 기기로의 디스플레이 발전

TV를 비롯하여 스마트폰, 태블릿, PC 등을 통해 수요가 창출되었던 디스플레이는 이제 실감형 디스플레이 및 촉·질감 디스플레이가 개발되면서 AR/VR 디스플레이, 홀로그래피, 전자피부 등 새로운 응용 분야가 창출될 것으로 기대되고 있다.

#### 1. AR/VR 디스플레이

AR/VR은 가상의 환경 혹은 객체와 상호작용을 통해 이용자에게 실재감과 몰입 경험을 제공하는 미디어로 주목받고 있다. AR/VR은 사물을 관찰하고 직접 체험하며 사물과 소통하고자 하는 인간의 원초적 욕구가 가장 잘 충족될 수 있는 기술이다.

스크린골프, HMD(Head Mounted Display) 콘텐츠, VR 테마파크, AR 게임, 스마트 팩토리, 360도 영상 등 AR/VR과 관련한 서비스가 빠르게 증가하고 있을 뿐만 아니라 의료, 제조, 국방 등 다양한 산업분야에서 AR/VR에 대한 요구도 증대되고 있다[11].

AR/VR 디바이스는 밀폐형 고글 형식의 HMD 및 안경 형태의 글라스가 주를 이루고 있다[12]. 구글은 2015년 4월 '구글 카드보드'를 발표하였고, 삼성전자는 보급형 기어 VR을 2015년에 출시하였다. 페이스북은 최근 199달러의 오쿨러스 고(Oculus Go)를 공개하였다. 오쿨러스는 2016년에 PC 기반 VR 헤드셋 'Oculus Rift'를 출시하였으며, 최근에는 초기 799달러이던 제품 가격을 399달러까지 낮추었다. HTC는 2016년에 VR 기기 'HTC 바이브'를 발매하였으며, 초기에 799달러이던 것이 최근에는 599달러로 대폭 낮아졌고, 2018년에는 '바이브 프로'를 공개하였다.

애플은 2017년에 AR 개발자 플랫폼인 'ARKit'

를 선보였으며, 이를 통해 소비자가 iOS11 기기에 내장된 카메라, 프로세서, 모션센서를 활용해서 AR을 구현할 수 있는 솔루션 도구를 제공하고 있다. 파나소닉은 2018년 CES에서 경기장 좌석까지 가는 길이 표시되면서 경기장 안의 음식점, 카페 정보도 실시간으로 AR 글라스에 나타내는 '스마트 경기장 AR 기술'을 전시하였다.

한편 AR/VR 기기의 핵심 부품인 디스플레이는 가상/증강현실 콘텐츠를 감각적으로 경험할(Immersive Experience) 수 있도록 제공하는 표시장치이다. AR/VR을 위해서는 양안에 각각 초고화질 영상을 제공할 수 있는 마이크로 디스플레이가 필요하며, 전기적으로 초점거리를 변경하도록 하는 광학렌즈도 필요하다.

사용자가 몰입감을 갖고 편안하게 AR/VR을 사용하기 위해서는 양안시차, 적정 시야각, 해상도, 재생빈도 등 물리적인 요인을 충족시킬 수 있는 기술이 더욱 개발되어야 한다.

적정 시야각은 좌우 120°, 상하 135° 정도가 확보되어야 하지만 현재 개발된 VR HMD의 시야각은 90°~120°, AR HMD는 14.7°~90° 수준 정도에 불과하다. 해상도의 현재수준은 HD(720p) 및 FHD(1,080p) 정도이나, 4K 이상 고해상도 구현이 필수적으로 요구된다. 최적의 재생빈도에 대해서 인텔은 120Hz 수준을 제시하고 있으나, 현재 수준은 LCD의 경우 65Hz, OLED는 86Hz 수준 정도이다[13].

AR/VR 디스플레이는 LCD 기반 디스플레이, 마이크로LED 기반 디스플레이, OLED 기반 디스플레이가 개발되고 있다. 현재는 화소 구조가 간단하여 고해상도 구현에 유리한 LCD 기반 디스플레이가 많은 비중을 차지하고 있으나 향후에는 플렉서블 구현이 용이한 OLED 기반 디스플레이가 유망할 것으로 전망된다[14].

LCD 기반 AR/VR 디스플레이는 BOE, Japan 디스플레이, 삼성 디스플레이 등의 업체에서 개발하고 있으며, 글라스 기반 공정과 CMOS 기반 공정으로 디스플레이가 개발되고 있다.

글라스 기반 공정으로 제작된 액정 디스플레이는 2인치 이상의 제품까지 확장할 수 있지만, Back-Plane 공정의 한계와 열악한 TFT 특성 극복이 필요하다. CMOS 기반 공정으로 제작된 액정 디스플레이는 하나의 화소로 3색 표현이 가능하여 보다 고해상도를 표시할 수 있는 반면, 상대적으로 작은 화면 크기 때문에 몰입감이 감소할 수 있어 이에 대한 해결이 필요하다.

마이크로LED 기반 AR/VR 디스플레이는 저전력 구동과 다양한 형태(플렉서블)로 제작하는 것이 가능하다는 장점을 갖고 있으며, 현재 많은 연구가 진행 중에 있다. 2015년 10월 대만의 ITRI에서 440ppi 마이크로LED 디스플레이를 발표하였으며, 2017년 6월 VueReal에서 6,000ppi 마이크로LED 디스플레이를 공개하였다. 마이크로LED는 전기적 및 광학적 특성 균일도 확보, 적색 발광효율 개선, 전사기술 확보 등의 기술 개발 이슈가 존재한다.

OLED 기반 AR/VR 디스플레이는 빠른 응답속도, 완벽한 블랙 구현, 경량 및 박형 제작 가능 등의 장점으로 AR/VR용 디스플레이에 가장 적합한 것으로 인정되고 있다. 삼성디스플레이는 2018년 SID에서 1,200ppi 2.43인치 OLED를 시연하였으며, LG디스플레이는 구글과의 파트너십을 통해 프로토타입 수준의 VR용 OLED 디스플레이를 개발하였다. 이는 4.3인치 크기에 3,840×4,800, 1,443ppi의 해상도를 지원하는 현존하는 최고 수준으로, HTC의 VR 헤드셋 바이브(448ppi)보다 거의 3배나 높은 수준이다. 한편, 미국의 Kopin과 eMagin은 각각 2K×2K 해상도의 마이크로LED를 발표하였으며, 우리나라의 ETRI는 백색

OLED를 적용한 AR/VR용 디스플레이 개발을 진행 중이다.

AR/VR 디스플레이 시장규모는 2018년에 21억 달러 규모에서 2023년에는 110억 달러로 성장할 것으로 전망된다. AR 디스플레이는 2018년에 4억 달러에서 연평균 70.2%씩 성장하여 2023년에는 58억 달러에 이를 것으로 예상된다. VR 디스플레이는 2018년에 17억 달러에서 연평균 24.4%씩 성장하여 2023년에는 51억 달러에 이를 것으로 전망한다[15].

## 2. 홀로그래피

홀로그래피는 두 개의 레이저 광이 서로 만나서 일으키는 빛의 간섭 현상을 이용하여 입체 정보를 기록하고 재생하는 기술을 말하며, 홀로그램은 홀로그래피로 촬영된 결과물을 말한다[16].

홀로그래피의 원리는 물체광과 참조광의 두 가지 레이저 광의 간섭무늬를 필름에 기록하여 홀로그램을 획득하고, 재생 시 기록된 홀로그램에 참조광을 비추면 공간상에 물체가 복원된다.

홀로그램은 피사체의 모든 정보를 기록하여 보는 각도에 따라서 다른 모습을 보여주는 궁극의 3D 영상으로, 이용자들이 실제 공간에서 자연스러운 입체영상을 즐길 수 있다. 산업 측면에서 홀로그램은 게임을 비롯하여 의료, 문화, 엔터테인먼트 등 다양한 분야에 활용이 가능하다.

디지털 홀로그래피는 전자기기 및 광전자기기를 이용하여 홀로그래피를 구현하고, 수집된 홀로그램 패턴을 디지털 데이터 형태로 재현하는 것으로, 디지털 홀로그램 정보의 획득-전송 및 저장-복원의 과정이 필요하다.

홀로그램 획득은 CCD(Charge Coupled Device), CMOS(Complementary Metal-Oxide

Semiconductor) 등의 광전자기기를 통하여 획득하거나 컴퓨터상에서 순수한 계산을 통해 홀로그램을 생성한다.

전송 및 저장은 복원 장치로 홀로그램 정보를 보내는 과정으로 피사체의 모든 정보를 전송 및 저장하여야 하기 때문에 거대한 용량의 정보를 처리하기 위한 고도의 압축 기술, 파일 포매팅 기술, 고속 전송 장비 등이 필요하다.

홀로그램 복원은 공간광변조기(SLM: Spatial Light Modulator)가 주로 사용되는데, 공간광변조기는 컴퓨터에 디지털 형태로 저장된 홀로그램 데이터를 광주사에 의해 3차원 영상으로 복원 및 재생하는 장치이다. 현재 공간광변조기는 DM-D(Digital Micro-Mirror Device)와 LCoS(Liquid Crystal on Silicon) 디스플레이가 상용화되고 있다.

DMD는 빠른 속도로 진폭 변조가 가능하고 이미지의 크기를 늘리거나 시야각을 넓힐 수 있는 장점이 있으나, 안정적인 고전압이 필요하고, 픽셀 피치를 줄이는 데는 한계가 있다. LCoS 디스플레이는 진폭 변조와 위상 변조가 모두 가능하고 많이 사용되고 있다[17].

전 세계적으로 디지털 홀로그래피의 기술 수준은 연구 초기단계에 있으며, 현재의 홀로그램 기술 수준은 손톱만한 크기의 영상을 공간상에서 한 점에서 볼 수 있는 정도이다.

MIT에서는 Holo video 서비스를 개발한 바가 있으며, 일본 동경농공대의 Takaki 교수는 DMD와 두 개의 실린더 렌즈를 이용한 시간 다중화 방식의 홀로그래픽 디스플레이를 개발하였다. 일본 NICT에서는 LCoS 소자를 사용한 Full color 디스플레이를 개발하여 시연하였으며, 유럽 Bilkent 대학에서는 Real 3D 프로젝트를 주도하여 여러 면에서 볼 수 있는 홀로그램 영상을 전송하기 위한 기술을 개발하였다[18].

한편, 홀로그래피는 광시야각 고화질 홀로그램 입체영상이 가능하도록 해상도, 시야각, 변조방식 등을 획기적으로 향상시킬 수 있는 광변조 기술이 필요하다. 특히 홀로그램 영상을 복원하는 공간광변조기는 방대한 양의 홀로그래피 영상 정보를 처리하기 위한 컴퓨터 연산속도와 처리 시간이 필요하지만, 대역폭(bandwidth)의 제한으로 인해 완전한 홀로그래피 영상을 위한 정보량 처리가 쉽지 않은 상황이다. 넓은 시야각과 대화면의 홀로그래픽 3차원 영상을 구현하기 위해서는 아직 기술적 한계가 있으므로, 단기적으로 1 $\mu$ m의 픽셀피치를 가지고 있는 5인치 크기의 공간광변조기가 우선적으로 개발되고 있다.

Cambridge 대학은 픽셀피치가 0.4 $\mu$ m 정도의 공간광변조기를 개발하였으며, NHK에서는 거대 자기저항 기술을 이용하여 픽셀피치 1 $\mu$ m급의 공간광변조기를 개발하였다. ETRI에서도 상전이 물질을 이용하여 픽셀피치 1 $\mu$ m급 공간광변조기를 개발하였다[17].

홀로그래피는 공연, 광고, 보안 등에서 일부 상업화가 되고 있으며, 디지털 홀로그래피 기술이 발달함에 따라 의료, 계측 에너지 등으로 응용분야가 확대될 것으로 기대하고 있다.

### 3. 전자피부

전자피부는 사람의 피부와 같은 기능을 갖는 초박형의 유연한 웨어러블 전자장치로 로봇, 헬스케어, 소비자 가전 등에 응용되고 있다[19].

로봇 분야에서 전자피부는 로봇이 터치를 통해 물체를 감지하고 이에 따라 반응하도록 하는 것으로, 인간이 도달하기 어려운 위험한 장소에서 로봇이 압력, 온도, 습도, 동작 감지 등과 같은 물리적 속성을 측정하여 감도 및 안전 기능을 수행할 수 있다.

헬스케어 분야에서 전자피부는 사람의 피부에 부착하여 사람의 바이탈 신호를 모니터링하고 질병이나 상태를 효과적으로 진단하는 데 활용될 수 있다.

소비가전 분야에서는 센서, 조명, 디스플레이가 소비자 가전기기에 결합되어 응용된다.

전자피부 기술은 마이크로전자, 센서, 재료, 정보통신등과 같은 다양한 기술이 융합된 융·복합 기술로 피부감각 모사 기술, 생체신호 감지 기술, 웨어러블 기술 등이 복합적으로 요구된다[20].

피부감각 모사 기술은 통각, 압각, 촉각과 같은 기계적 자극과 냉각, 온각과 같은 온도 자극을 받아들이는 인간 피부의 감각 수용을 모사하는 센서 제작 기술이다. 기계적 자극 감지를 위한 가장 보편적인 센서는 수직 압력을 측정하는 센서로 압전 저항식, 정전 용량식, 압전 소자, 마찰전기 방식 등이 사용되고 있다. 온도 자극 감지를 위한 센서는 일반적으로 열이 가해짐에 따라 저항이 증가하거나 감소하는 물질을 이용하는 방식의 센서가 많이 이용되며, 이 외에도 온도 민감성 트랜지스터를 이용하거나 온도 차이를 전압으로 검출하는 열전 소자를 이용하는 방법 등 다양한 연구가 진행되고 있다.

생체신호 감지 기술은 심전도, 혈압, 동맥 산화도, 땀 성분 등 신체의 다양한 중요 생체신호를 감지하는 기술이다. 심전도 측정을 위해서는 ECG(Electrocardiogram) 측정 기술이 주로 사용되며, 밴드 또는 패치 형태로 적절히 디자인된 두 개의 전극으로 ECG 신호를 측정한다. 동맥 산화도(Pulse Oxymetry)는 LED를 특정 영역(손가락, 귓볼, 이마, 손목 등)의 혈관에 비춘 후 혈류로부터 나오는 반사파, 투과파를 이용하여 측정한다. 땀 성분 측정은 기본적으로 땀에 포함되어 있는 포도당, 젖산,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  이온의 농도를 분석하는 방법을 이용한다.

웨어러블 기술은 인체피부의 유연함과 편안한 착용감을 느끼면서 전자시스템이 동작하도록 하는

기술이다. 플렉서블 회로 기술은 2000년대 초반부터 플렉서블 박막 트랜지스터 어레이, 유연성 기판을 이용한 기술이 개발되고 있으며, 전자피부의 복잡한 데이터 처리 및 전송 회로를 피부 위에 부착하는 데 매우 적합하다. 부드러움과 신축성을 제공하여 사용자에게 편안한 착용감을 주기 위한 스트레처블 전자피부 기술은 말굽 모양의 실리콘 또는 금속 나노리본(Nanoribbon)을 이용하는 방법과 단단한 아일랜드(Rigid Island) 구조를 만들어 변형에 민감한 소자를 보호하고, 스트레처블 전극을 이용해 소자들을 연결하는 방식이 연구되고 있다. 또한 피부로는 감지할 수 없을 정도의 착용감을 위해서 두께를  $1\mu\text{m}$  이하 수준으로 줄인 전자회로 연구도 진행되고 있다.

전자피부 기술은 미국의 UIUC Rogers 그룹, 일본 동경대의 Someya 그룹, Stanford 대학의 Bao 그룹이 연구를 선도하고 있다.

전자피부 시장은 헬스케어를 위한 정기 건강 모니터링 시스템에 대한 수요 증가, 웨어러블 기기에 대한 급속한 지출 증대, 로봇 기술에 대한 투자 증가 등으로 급속히 성장할 것으로 전망되고 있다. 시장규모는 2020년 4.6억 달러에서 연평균 38.7% 성장하여 2025년에는 17.2억 달러에 이를 것으로 전망된다[21].

전자피부는 현재 의료 분야에서는 일부 피부 패치가 상용화되었지만, 효능 및 안전성은 아직 입증되지 못한 상태이다. 또한 로봇 분야에서 전자피부는 여전히 프로토타입 개발 수준에 머무르고 있다.

## IV. 결론

디스플레이 산업은 중국의 대규모 투자 및 본격 양산에 따른 LCD 공급과잉으로 패널 가격이 지속적으로 하락하면서 기업들의 수익성이 악화되고 있

으나, LCD에서 OLED로 대체되고 있어 OLED 패널 양산 기술력에서 주도권을 갖고 있는 우리나라 기업에게는 유리한 상황이다. 중국 등의 경쟁기업들과의 경쟁우위를 지속적으로 유지하기 위해서는 무엇보다도 원가 절감이 중요하며, 이를 위한 공정 기술 확보가 필요하다. 또한 마이크로 LED, QD-OLED 등 새로운 디스플레이의 개발을 위해 애플을 비롯한 많은 기업이 투자를 확대하고 있어 우리나라도 차세대 디스플레이 기술에 대해 보다 적극적이고 선제적인 투자와 기술 개발이 요구된다.

AR/VR은 2016년 CES 이후 많은 기대가 있었으나, 현재는 게임이나 특별한 영상 콘텐츠에 제한되어 활용될 뿐 산업 활성화는 지연되고 있다. 최근에 인텔, 구글, 마이크로소프트와 같은 글로벌 기업들이 디바이스 개발은 물론 플랫폼을 포함한 전체 생태계 구축에 노력하고 있어 시장 전망이 낙관적인 것으로 보인다. AR/VR 시장의 활성화를 위해서는 자연스럽게 편리하게 AR/VR 디바이스를 사용할 수 있도록 시야각, 해상도, 재생빈도 등의 기술적 요구를 충족하는 기술 개발이 필요하며, 이와 더불어 지속 가능한 AR/VR 생태계 구축을 위한 투자가 진행될 필요가 있다.

홀로그래피는 현재의 기술 수준에 비해 이미 사람들에게 익숙한 상황이나 2D 디지털 디스플레이 또는 유사 홀로그래픽 디스플레이를 활용하고 있는 형편이다. 따라서 고화질 홀로그램 입체영상을 광시야각으로 제공하기 위해서는 해상도, 시야각, 변조방식 등을 획기적으로 향상시킬 수 있는 광변조 기술이 필요하다.

전자피부는 피부에 부착하는 데 거부감이 없고 생체 정보를 실시간 모니터링하는 데 유용하며, 촉감 입·출력 디바이스, 로봇 가상촉각, 웨어러블 기기, 신체부착형 및 삽입형 의료기기, 건강모니터링, 구조물 안전 감지 등 다양한 분야에 응용이

가능하다. 전자피부는 주로 신축성 배선 및 센서에 대해 원천 소재 개발 및 단위부품 개발을 주요 대상으로 하여 연구가 진행되어 왔으나, 안정성 향상과 대량 생산을 위한 공정기술 개발 및 대면적 어레이화 및 시스템 집적기술 등 실용화 기술로 영역을 확대할 필요가 있다.

#### 용어해설

**AR/VR** 가상의 환경 혹은 객체와 상호작용을 통해 이용자에게 실재감과 몰입 경험을 제공하는 기술

**홀로그래피** 빛의 간섭현상을 이용하여 3차원 입체영상을 구현하는 기술

**전자피부** 사람의 피부와 같은 기능을 갖는 초박형의 유연한 웨어러블 전자장치

#### 약어 정리

HMD	Head Mounted Display
CCD	Charge Coupled Device
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor
SLM	Spatial Light Modulator
DMD	Digital Micro-mirror Device
LCoS	Liquid Crystal on Silicon
ECG	Electrocardiogram

#### 참고문헌

- [1] 네이버 지식백과, “CRT,” 시사상식사전, <https://terms.naver.com>
- [2] 네이버 지식백과, “PDP,” 시사상식사전, <https://terms.naver.com>
- [3] 네이버 지식백과, “LCD,” 용어로 보는 IT, <https://terms.naver.com>
- [4] 김승룡, “OLED 디스플레이 개발 역사,” <https://blog.naver.com/kimyongkyung>
- [5] 네이버 지식백과, “퀀텀닷과 QLED,” 한경 경제용어사전, <https://terms.naver.com>
- [6] 심경석, “차세대 디스플레이로 주목 받는 마이크로



- LED,” KB 지식 비타민, 2017, 17-51호, p. 1.
- [7] e-나라지표, “10대 수출입 품목,” 관세청, 2018, <http://www.index.go.kr>
- [8] 한국디스플레이산업협회, “디스플레이산업 주요 통계,” 2018. 3분기.
- [9] 김세원, “한국 디스플레이 산업, 위기인가?,” 산업기술 리서치센터 Weekly KDB Report, 2018, p. 11.
- [10] IHS Markit, “Large Area Display Market Outlook,” 2018년 한국 디스플레이 컨퍼런스(상반기), 2018.
- [11] 김해석, “AR/VR산업 현황 및 전망,” 정보통신산업진흥원 이슈리포트, 2018-44호, 2018, p. 5.
- [12] 박영준, “디스플레이 부품/소자 도메인 분석,” 한국전자통신연구원 Insight Report, 2017-36, 2017, pp. 18-29.
- [13] 임상우 · 서경원, “AR/VR 기술,” KISTEP 기술동향브리프, 2018-09호, 2018, pp. 5-6.
- [14] 변춘원 · 이현구 · 조현수 · 조남성 · 이정익, “초실감 AR/VR 구현을 위한 디스플레이 기술 개발 동향,” 전자통신동향분석, 제32권 제6호, 2017, pp. 53-55.
- [15] MarketsandMarkets, “Augmented Reality and Virtual Reality Market-Global Forecast to 2023,” 2018.
- [16] 심경석, “홀로그램의 진화와 산업동향,” KB 지식 비타민, 2018-48호, 2018, p. 1.
- [17] 황치선 외, “디지털 홀로그래피를 위한 대면적 공간광 변조기 패널 기술,” 전자통신동향분석, 제31권 제6호, 2016, pp. 48-56.
- [18] 최규환 외, “홀로그래픽 디스플레이 성능평가의 의미와 체계구축에 대한 연구,” 방송공학회지 제18권 3호, 2013, p. 45.
- [19] Frost & Sullivan, “Electronic Skin - Advancements and Emerging Opportunities,” 2016.
- [20] 홍용택 외, “전자피부 기술 동향”. 인포메이션 디스플레이, 제17권 제5호, 2016, pp. 1-9.
- [21] Allied Market Research, “Electronic Skin Market-Global Opportunity Analysis and Industry Forecast 2020-2025,” 2018.