

주요 실감 디바이스의 현황과 이슈

박영준·허홍석



본 보고서는 ETRI 기술경제연구본부 주요사업인 “ICT R&D 경쟁력 제고를 위한 기술경제 연구”의 결과물입니다.



* 본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.



Contents

요 약	1
I. 개요	7
1. 개념 및 범위	7
2. 디스플레이 기술발전과 실감 디바이스	8
II. 주요 동향 및 전망	11
1. AR/VR 디스플레이	11
2. 디지털 홀로그래피	15
3. 전자피부	20
4. 감각증강 디바이스	24
III. 주요 이슈	33
1. AR/VR 디스플레이	33
2. 디지털 홀로그래피	34
3. 전자피부	35
4. 감각증강 디바이스	36
참고문헌	39



표목차



[표 1] 주요 산업에서의 홀로그램 응용	19
[표 2] 주요 기관의 전자피부 개술개발 동향	23
[표 3] 의료용 임플란터블 디바이스의 종류	25
[표 4] 신경정신과 사망률 비교	30
[표 5] 신경정신과 질환의 장애보정수명 비교	30
[표 6] 질환별 환자수 및 치료비용 (단위: 명, 일, 백만원)	31

그림목차



[그림 1] 실감 디바이스 범위	7
[그림 2] 디스플레이 기술발전 전망	8
[그림 3] 실감 디바이스의 목표시장	10
[그림 4] AR/VR 디바이스 생태계	11
[그림 5] 홀로그램 기록과 재현 원리	15
[그림 6] 전자피부 응용 분야(예)	20
[그림 7] 전자피부 생태계	21
[그림 8] 청각장애인을 위한 인공와우	25
[그림 9] 시각장애인을 위한 인공안구	26
[그림 10] 척추신경자극술	27
[그림 11] 미주신경자극술	28
[그림 12] 뇌심부자극술	28

요약

 개요

[개념 및 범위]

- (개념) 실감 디바이스는 기존의 디스플레이 기술이 발전함에 따라 인간의 시각, 청각, 촉각 등의 감각을 입출력할 수 있는 디바이스를 말함
- (범위) 인간의 감각을 더욱 실감나게 입출력할 수 있는 차세대 디스플레이, 융복합 센서, 실감 영상 패널, 스킨 전자 소자, 신경자극 센서 분야 등을 대상으로 함
- (응용 분야) 스트레처블 디스플레이, MEMS 센서 소자 및 모듈, 디지털 홀로그래피용 공간 광변조기, OLED 마이크로 디스플레이, 감각 입출력 패널 등의 기술 개발을 통해 AR/VR 기기, 홀로그램, 전자피부, 감각보조기기 등의 제품으로 응용

[디스플레이 발전과 실감 디바이스]

- 디스플레이는 화질 측면에서는 실감영상, 디자인 측면에서는 플렉서블 자유화면, 응용측면에서는 센서를 내재화 한 다기능 융복합 입출력 장치로 발전하고 있음
- 디스플레이 기술 발전은 궁극적으로 초실감 서비스를 구현하기 위한 과정으로 이해할 수 있으며, ETRI는 기업이나 대학에 비해서 도전적이고 모험적인 원천기술에 초점을 맞추고 기술을 개발하고 있음
- (목표시장) 실감 디바이스 기술은 ‘공간 인터랙션 디바이스’와 ‘감각 증강 디바이스’ 구현을 통해 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있음
 - 공간 인터랙션 디바이스는 AR/VR 디스플레이, 디지털 홀로그래피 디스플레이가 주요 대상 시장이 될 것으로 예상
 - 감각 증강 디바이스는 전자피부와 장애인과 고령자를 위한 감각 보조기기를 목표시장으로 하고 있음



주요 동향 및 전망

[AR/VR 디스플레이]

- 가상/증강현실 몰입콘텐츠(immersive experience)를 사용자가 감각적으로 경험(예: 시각, 청각, 촉각, 움직임 등) 할 수 있도록 제공하는 표시장치
 - 적정시야각은 좌우 120°, 상하 135° 정도가 확보되어야 하나, 현재 VR HMD의 시야각은 90°~120°, AR HMD는 14.7°~ 90° 수준 정도임
 - 해상도는 HD(720p) 및 FHD(1080p) 수준이나, 4K 이상 고해상도 구현이 필수임
 - 재생빈도는 동일시간에 표시되는 화면 프레임 수로서, INTEL에서 제시한 최적의 AR/VR 디스플레이 재생빈도는 120Hz 수준이나, 현재의 LCD는 65Hz, OLED는 86Hz 수준 정도임
- AR/VR 디스플레이는 LCD 기반 디스플레이, 마이크로LED 기반 디스플레이, OLED 기반 디스플레이가 개발되고 있으며, 현재는 화소 구조가 간단하여 고해상도 구현에 유리한 LCD 기반 디스플레이가 많은 비중을 차지하고 있으나, 플렉서블 구현이 용이한 OLED 기반 디스플레이가 향후 더욱 유망할 것으로 전망됨

[디지털 홀로그래피]

- 홀로그래피는 두 개의 레이저 광이 서로 만나 일으키는 빛의 간섭 현상을 이용하여 입체 정보를 기록하고 재생하는 기술을 말하며, 홀로그램은 홀로그래피로 촬영된 결과물을 말함
- 디지털 홀로그래피는 전자기기 및 광전자기기를 이용하여 홀로그래피를 구현하고, 광 정보처리를 통해 홀로그래픽 데이터를 처리함
 - (홀로그램 획득) CCD, CMOS 등의 광전자기기를 통하여 홀로그램을 획득하거나, 컴퓨터 상에서 순수한 계산(CGH)을 통해 홀로그램을 생성
 - (전송 및 저장) 복원 장치로 홀로그램 정보를 보내는 과정으로 정보가 상당히 대용량이기 때문에 고도의 압축 기술, 파일 포매팅 기술, 고속 전송 장비 등이 필요
 - (홀로그램 복원) 공간광변조기(SLM, Spatial Light Modulator)가 주로 사용되며,

SLM은 컴퓨터에 디지털 형태로 저장된 홀로그램 데이터를 광주사에 의해 3차원 영상으로 복원 및 재생하는 장치를 말함

- (공간광변조기)는 DMD(Digital Micro-mirror Device), LCoS(Liquid Crystal on Silicon) 디스플레이가 상용화 되어 있으나, 현재의 공간광변조 기술은 넓은 시야각과 대화면의 홀로그래픽 3차원 영상을 구현하는데 한계가 있음
- Cambridge 대학은 픽셀피치가 0.4 μ m SLM을 개발하였으며, NHK에서는 거대자기저항 기술을 이용하여 픽셀 피치가 1 μ m급인 SLM을 개발하였고, ETRI에서는 상전이 물질을 이용하여 픽셀 피치 1 μ m급의 SLM을 개발함

[전자피부]

- 전자피부는 사람의 피부와 같은 기능을 갖는 초박형의 유연한 웨어러블 전자장치로, 마이크로 전자, 센서, 재료 및 정보 통신과 같은 다양한 기술들이 융합된 기술
- 감각 모사 기술, 생체신호 감지 기술, 웨어러블 기술 등이 개발되고 있으며, 로봇, 헬스케어, 소비자 가전 등에 응용될 것으로 전망됨
 - 피부감각 모사 기술로는 물리적인 압력을 전기적 신호로(저항, 전류, 전압, 정전 용량 등) 전환하는 수직압력측정 센서 기술과 열이 가해짐에 따라 저항이 증가하거나 감소하는 물질을 이용하는 온도 센서 기술 등이 개발되고 있음
 - 생체신호 감지 기술로는 심전도(ECG) 측정, 산소포화도 측정, 땀 성분 측정 등의 기술이 개발되고 있음
 - 웨어러블 기술은 외부의 감각을 감지하는 센서 어레이, 이를 데이터화 하는 데이터 처리 회로, 그리고 이를 전송하기 위한 통신 회로 등이 통합되어 인체에 부착될 수 있도록 하는 것으로 유연성 회로 기술과 스트레처블 전자피부 기술이 있음
- 전자피부 기술은 미국의 UIUC Rogers 그룹, 일본 동경대의 Someya 그룹, Stanford 대학의 Bao 그룹이 연구를 선도하고 있음
- 전자피부는 의료 및 가전 분야에서 일부 피부 패치가 상용화되었지만, 건강 상태를 효과적으로 모니터링하기 위한 의료용 전자피부의 효능 및 안전성은 아직 입증되지 못한 상태이고, 로봇에 응용되는 전자피부는 여전히 프로토타입 개발 수준임
- 전자피부는 헬스케어 모니터링 시스템에 대한 수요 증가, 웨어러블 기기에 대한 지출 증대, 로봇 기술에 대한 투자 증가 등으로 시장규모가 급속히 성장할 것으로 기



대되며, 2020년 4.6억 달러에서 2025년에는 17.2억 달러 (CAGR 38.7%)에 이를 것으로 전망됨

[감각 보조기기]

- 감각 보조기기는 인간의 감각이 선천적 또는 사고 등의 후천적 문제로 인하여 장애가 발생한 경우에 저하된 능력을 지원하거나 특수 목적을 위하여 일반적인 인간의 능력이상으로 지원하는 기술
- 신체의 감각기의 능력을 직접적으로 지원하거나 대체하는 기기 이외에 감각기능에 관련되는 신경계통을 자극하여 기능을 증대시키는 기술을 포함함
- 신경계통을 자극하는 보조기기의 경우 상시적으로 착용하거나 인체에 이식하는 형태이므로 생체 적합성, 소형화 기술이 필요함
- 신경 자극기술은 신경계통의 부위를 자극하는 수준에서 해상도를 높여서 세포단위의 선별적 자극으로 기술의 발전하고 있음

주요 이슈

[AR/VR 디스플레이]

- (도전) AR/VR은 2016년 CES 이후 많은 기대가 있었음에도 현재는 게임이나 특별한 영상 콘텐츠에 제한되어 활용되고 있어 산업 활성화가 지연되고 있음
- (기회) 인텔, 구글, 마이크로소프트와 같은 글로벌 기업들이 디바이스 개발은 물론 플랫폼을 포함한 전체 생태계 구축에 노력하고 있어 시장 전망이 낙관적임
- (주요 이슈) 자연스럽고 편리한 AR/VR 기기가 우선적으로 개발될 필요가 있으며, 이와 더불어 지속가능한 AR/VR 생태계 구축이 중요함

[디지털 홀로그래피]

- (도전) 현재의 홀로그램은 손톱만한 크기의 영상을 공간상에서 한 점에서 볼 수 있는 정도 수준으로, 시야각이 매우 제한적이며, 화질도 아날로그 홀로그램에 비해 낮음
- (기회) 홀로그래피는 양안시차 방식의 입체영상이 가지는 영상 정렬, 광학적 왜곡 등의 기술적 문제와 시청 시 두통 및 어지러움이 나타나는 등의 문제점을 해결해 줄 수 있는 궁극의 입체영상 기술임
- (주요 이슈) 광시야각 고화질 홀로그램 입체영상이 가능하도록 해상도, 시야각, 변조 방식 등을 획기적으로 향상시킬 수 있는 광변조 기술이 필요함

[전자피부]

- (도전) 전자피부 기술은 단위 소자 및 생체신호 감지 센서, 웨어러블 기술 등 개별적인 연구가 산발적으로 진행되고 있어, 종합 시스템 구현으로의 발전이 요구됨
- (기회) 전자피부는 실시간 생체 정보 모니터링, 촉감/질감의 전자적 구현 등을 통해 의료, 로봇 및 웨어러블 기기 등에 다양하게 채용될 것으로 기대됨
- (주요 이슈) 실용화를 앞당길 수 있도록 안정성 향상과 대량 생산을 위한 공정기술 개발, 대면적 어레이화 및 시스템 집적기술 등의 기술개발로 영역 확대가 필요함

[감각 보조기기]

- (도전) 감각 보조기기는 주요 질환의 치료 및 장애인의 보조를 위한 의료용으로 많이 사용되고 있으며, 감각기관 및 운동기관의 지원을 위한 정밀한 신경자극 기술의 확보가 필요
- (기회) 감각 보조기기는 감각기관을 지원하는 기기에서 관련 신경계통을 자극하여 기능을 향상시키는 방향으로 발전하고 있음
- (주요 이슈) 신경자극기술은 의학, ICT, 바이오 기술의 융합이 필요하므로 관련 분야와의 기술협력을 위한 연구개발 계획 수립이 필요함

I 개요

1 개념 및 범위

- (개념) 실감 디바이스는 기존의 디스플레이 기술이 발전함에 따라 인간의 시각, 청각, 촉각 등의 감각을 입출력할 수 있는 디바이스를 말함
 - 디스플레이는 전자 기기로부터 출력되는 전기신호를 화상 정보로 나타내어 다양한 정보를 인간이 시각적으로 볼 수 있도록 화면으로 구현해 주는 영상 표시장치를 의미하였으나
 - 기술의 발전에 따라 디스플레이는 단순히 정보를 영상으로 나타내는 출력장치의 기능을 벗어나 센서를 내장하여 전자기기에 정보를 입력할 수 있는 입출력 복합기기로 진화하고 있음
- (범위) 인간의 감각을 더욱 실감나게 입출력할 수 있는 차세대 디스플레이, 융복합 센서, 실감 영상 패널, 스킨 전자 소자, 신경자극 센서 분야 등을 대상으로 함
- (응용 분야) 스트레처블 디스플레이, MEMS 센서 소자 및 모듈, 디지털 홀로그래피용 공간 광변조기, OLED 마이크로 디스플레이, 감각 입출력 패널 등의 기술 개발을 통해 AR/VR 기기, 홀로그램, 전자피부, 감각보조기기 등의 제품으로 응용

< 그림 1 > 실감 디바이스 범위

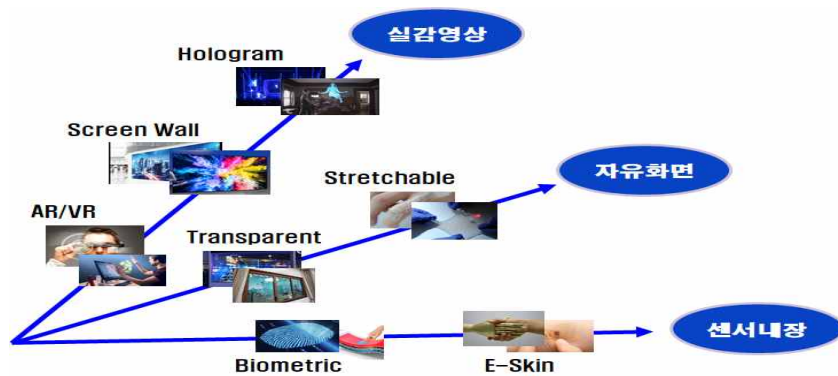


2 디스플레이 기술발전과 실감 디바이스

가. 디스플레이 기술발전 전망

- 디스플레이는 화질 측면에서는 실감영상, 디자인 측면에서는 플렉서블 자유화면, 응용측면에서는 센서를 내재화 한 다기능 융복합 입출력 장치로 발전하고 있음

< 그림 2 > 디스플레이 기술발전 전망



- (화질) 디스플레이를 통해 가상과 현실 세계를 결합하여 몰입감과 사실감을 높일 수 있는 시각 정보를 제공하는 다양한 초실감 응용제품이 등장
 - OLED, 마이크로 LED, 홀로그래피 등에 대한 활발한 기술개발이 진행 중
 - AR/VR용 디스플레이와 홀로그래피용 공간광변조기를 위해서는 800 ppi 이상의 초실감 디스플레이가 요구됨

(화질 : 초실감 응용 기기로 발전)



- (디자인) 디스플레이 기술의 발달, 웨어러블 기기의 출현, 기존 평면 디스플레이 시장의 포화 등으로 새로운 형태의 디스플레이 요구 급증
 - 플렉서블 디스플레이는 휘는 정도에 따라서 Curved, Bendable, Foldable, Rollable, Stretchable로 구분되며, 각각 용도에 따라 곡률 반경은 10~1mm 이하까지 다양하게 요구됨

(디자인 : 플렉서블 디스플레이로 발전)



* 출처 : UBIResearch (2017)

* 그림의 저작권은 UBIResearch에 있으며, 추후 이용 시 UBIResearch에 문의하시기 바랍니다.

- (융복합 입출력 장치) 다양한 정보를 감지하는 센서가 디스플레이에 융합되어 양방향 정보 인식 및 처리가 가능한 다기능 입출력장치로 활용
 - 정전식 터치와 결합된 기존의 단순 입력용 디스플레이가 압력센서, 홍채인식, 지문인식 등 다양한 센서를 내재화하여 로봇, 전자피부, 보안기기 등에 응용되는 다기능 디스플레이로 발전
 - 로봇, 전자피부, 보안기기 등에는 홍채인식 센서, 지문인식 센서, 촉각 센서 등을 내재화한 플렉서블(스트레처블) 디스플레이 기술이 요구됨

(응용분야 : 융복합 입출력 장치로 진화)

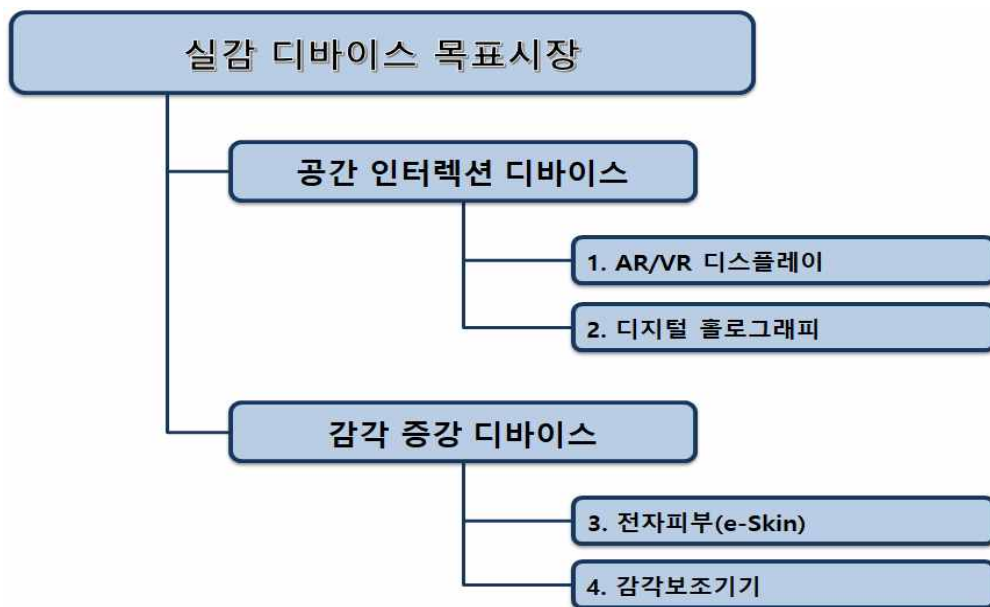




나. 실감 디바이스의 목표시장

- 디스플레이 기술 발전은 궁극적으로 초실감 서비스를 구현하기 위한 과정으로 이해할 수 있으며, ETRI는 기업이나 대학에 비해서 도전적이고 모험적인 원천기술에 초점을 맞추고 기술을 개발하고 있음
 - (기업) 실감 디스플레이 패널, 대화면 TV, AR/VR 디바이스, 스마트폰 등 시장에서 제품화할 수 있는 분야에 대한 응용기술 개발
 - (ETRI) 국민경제 및 공공문제 해결 분야에 대하여 비연속적/파괴적 혁신을 통한 도전적이고 모험적인 선도적 원천기술 개발
 - (대학) 인력양성을 주된 목적으로 하면서, 기업 및 연구소와의 협업을 통한 단위기술을 개발
- 실감 디바이스 기술은 ‘공간 인터랙션 디바이스’와 ‘감각 증강 디바이스’ 구현을 통해 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있음
 - 공간 인터랙션 디바이스는 AR/VR 디스플레이, 디지털 홀로그래피 디스플레이가 주요 대상 시장이 될 것으로 예상
 - 감각 증강 디바이스는 전자피부와 장애인과 고령자를 위한 감각 보조기기가 대상 시장이 될 것으로 예상됨

< 그림 3 > 실감 디바이스의 목표시장



II

주요 동향 및 전망

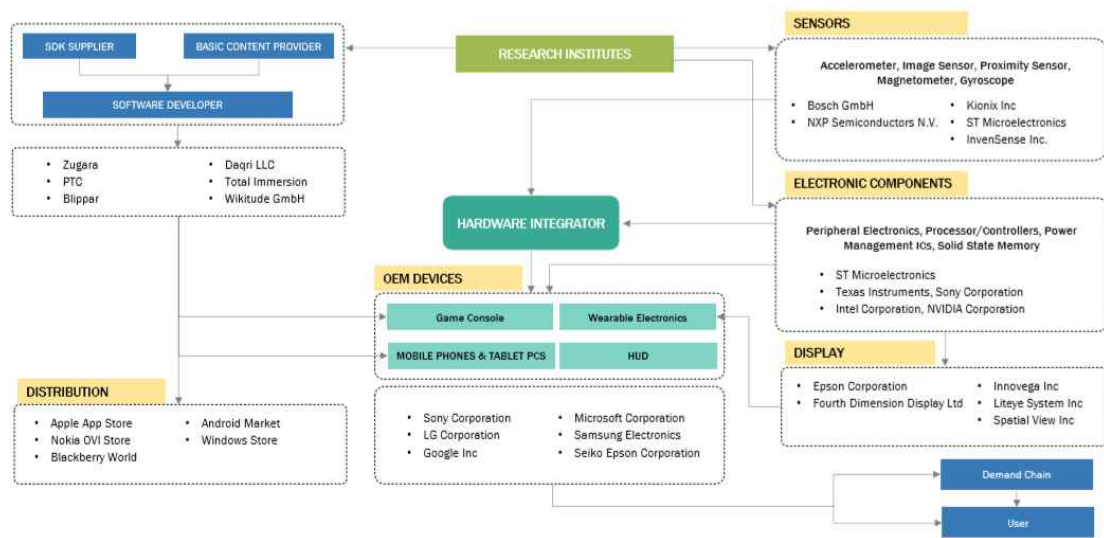
1 AR/VR 디스플레이

- AR/VR은 사물을 관찰하고 직접 체험하며 사물과 소통하고자 하는 인간의 원초적 욕구를 가장 잘 충족시켜줄 수 있음
 - AR/VR은 가상의 환경 혹은 객체와 상호작용을 통해 이용자에게 실재감과 몰입 경험을 제공하는 미디어로 주목 받고 있음
 - AR/VR을 통해 이용자의 관점을 확장하고, 경험을 고도화할 수 있으며, 이용자로부터 능동적 참여를 이끌 수 있는 특징이 있음

가. 생태계 및 업체 동향

- (AR/VR 디바이스 생태계)는 소프트웨어, 센서, 전자부품, 디스플레이, 하드웨어 집적 관련 기업 및 연구소로 구성되어 있음

< 그림 4 > AR/VR 디바이스 생태계



* 출처 : Marketsandmarkets (2018)

* 그림의 저작권은 Marketsandmarkets에 있으며, 추후 이용 시 Marketsandmarkets에 문의하시기 바랍니다.



- 대부분의 업체들이 출시하고 있는 AR/VR 디바이스는 밀폐형 고글 형식의 HMD(Head Mounted Display) 및 안경 형태의 글래스가 주를 이루고 있음
 - 구글은 2015년 4월 '구글 카드보드'를 발표하고 VR기기 대중화와 콘텐츠 보급에 박차를 가하고 있음
 - 삼성전자는 보급형 기어 VR을 2015년에 출시하였고, 오кул러스와 제휴 중
 - MS는 2016년 6월 컴퓨텍스에서 가상현실 플랫폼인 '홀로렌즈'를 개방해 외부업체가 이를 탑재한 단말기를 개발하게 하는 계획을 발표
 - 오кул러스는 2016년 3월 고성능 PC 기반 VR 헤드셋 'Oculus Rift'를 출시하였으며, 최근에는 초기 799 달러이던 제품 가격을 399 달러까지 낮춤
 - HTC는 2016년에 VR 기기 'HTC 바이브'를 발매하였으며, 초기에 799 달러이던 것이 최근에는 599 달러로 대폭 인하하였고, 2018년에는 '바이브 프로'를 공개함
 - 소니는 2016년에는 콘솔 게임에 기반한 플랫폼 'PlayStation VR'을 출시함
 - 화웨이(Huawei)는 2016년 4월 상하이에서 '화웨이VR'을 공개
 - 에이서(Acer)는 스타브리즈(Starbreeze)와 함께 HMD 'Star VR'를 개발
 - 게이머용 컴퓨터 주변기기 업체인 레이저(Lazer)사는 후지쓰의 분사기업으로 2016년 6월 'VR HMD'를 판매
 - LG전자는 2016년 'MWC 2016'에서 안경 형태의 VR 'LG 360 VR' 공개
 - 포브(FOVE)는 삼성전자, 일본의 로프라 벤처캐피탈, 대만 흥하이그룹 등으로부터 투자를 유치하고 3D 가상현실 HMD 'FOVE'를 발매
 - 애플은 2017년에 AR 개발자 플랫폼인 'ARKit'를 선보였으며, 이를 통해 소비자가 iOS11 기기에 이미 내장된 카메라, 프로세서, 모션센서를 활용해서 AR 솔루션에 접근할 수 있도록 도구를 제공함
 - 페이스북은 최근 199달러의 오кул러스 고(Oculus Go)를 공개하며 VR 대중화를 추구하고 있음
 - 일본의 파나소닉은 2018년 CES에서 경기장 좌석까지 가는 길이 표시되면서 경기장 안에 있는 음식점, 카페 정보도 실시간으로 눈앞에 보여주는 AR 글래스인 '스마트 경기장 AR 기술'을 전시함

나. AR/VR 디스플레이 기술 동향

- (AR/VR 디스플레이)는 가상/증강현실 속 몰입 콘텐츠(immersive experience)를 사용자가 감각적으로 경험(예: 시각, 청각, 촉각, 움직임 등)할 수 있도록 제공하는 표시 장치
 - 양안에 각각 2K급 영상을 제공할 수 있는 마이크로 디스플레이 필요
 - 망막의 두께를 조절하여 초점거리를 조절하는 기능을 구현하기 위해 전기적으로 초점거리 가변이 가능한 광학렌즈 필요
 - 한쪽 시야에 제공되는 영상에 대해서 다양한 시점을 제공하기 위해 집적 가능한 마이크로 렌즈 필요
 - 몰입감 높은 AR/VR을 구현하기 위해서는 한쪽 시야에 두 개 이상의 시점을 제공하는 4K급 이상의 디스플레이가 필요하나, 현재는 2K급 수준에 불과함
 - (시야각)은 현재 VR HMD는 90°~120°, AR HMD는 14.7°~ 90° 수준으로 원활한 사용을 위한 적정시야각은 좌우 120°, 상하 135° 정도가 확보되어야 함
 - (해상도)는 HD(720p) 및 FHD(1080p) 수준이나, 4K 이상 고해상도 구현 필수임
 - (재생빈도)는 동일시간에 표시되는 화면 프레임 수로서, INTEL社는 최적의 AR/VR 디스플레이 재생빈도를 120Hz 수준으로 정의하고 있으나, 현재 LCD는 65Hz, OLED는 86Hz 수준
 - AR/VR 디스플레이는 LCD 기반 디스플레이, 마이크로LED 기반 디스플레이, OLED 기반 디스플레이가 개발되고 있음
- (액정 기반 AR/VR 디스플레이)는 화소 구조가 비교적 간단하여 고해상도 구현에 매우 유리한 장점으로 BOE, Japan 디스플레이, 삼성 디스플레이 등의 업체에서 개발
 - 글래스 기반 공정으로 제작된 액정 디스플레이는 2인치 이상의 제품까지 확장이 가능하지만, Back-plane 공정의 한계와 열악한 TFT 특성 극복이 필요
 - CMOS 기반 공정으로 제작된 액정 디스플레이는 하나의 화소로 3색 표현이 가능하여 보다 고해상도를 표시할 수 있는 반면, 상대적으로 작은 화면 크기 때문에 몰입감이 저감될 수 있어 이에 대한 해결이 필요
- (마이크로-LED 기반 AR/VR 디스플레이)는 저전력 구동과 다양한 형태(플렉서블)로 제작하는 것이 가능하여 AR/VR 기기에 적용하기 위한 연구가 진행 중



- 2015년 10월 대만의 ITRI에서 440ppi 마이크로-LED 디스플레이 발표
- 2017년 6월 VueReal에서 6,000ppi 마이크로-LED 디스플레이 공개
- 마이크로-LED는 전기적 및 광학적 특성 균일도 확보, 적색 발광효율 개선, 전사기술 확보 등의 기술개발 이슈가 존재함
- (OLED 기반 AR/VR 디스플레이)는 빠른 응답속도, 완벽한 블랙 구현, 경량 및 박형 제작 가능 등의 장점으로 AR/VR용 디스플레이에 가장 적합
 - 삼성디스플레이는 2018년 SID에서 1,200ppi 2.43인치 OLED 디스플레이를 시연
 - LG디스플레이는 구글과 파트너십을 통해 프로토타입 수준의 VR용 OLED 디스플레이를 개발하였으며, 이는 4.3인치 크기에 3,840*4800, 1,443ppi의 해상도를 지원하는 현존하는 최고 수준이며, HTC의 VR 헤드셋 바이브(448 ppi)보다 거의 3배나 높음
 - 미국의 Kopin과 eMagin은 각각 2K*2K 해상도의 마이크로 OLED를 발표
 - OLED 증착 기술이 가장 중요하며, AP System은 2017년 SID에서 레이저를 이용한 800ppi 급 FMM(Fine-metal-mask) 제조기술을 발표하였고, OLEDON은 2,000ppi 급 면소스 패터닝 증착기술을 발표함
 - ETRI는 백색 OLED를 적용한 AR/VR용 디스플레이 개발을 진행 중

다. 시장 전망

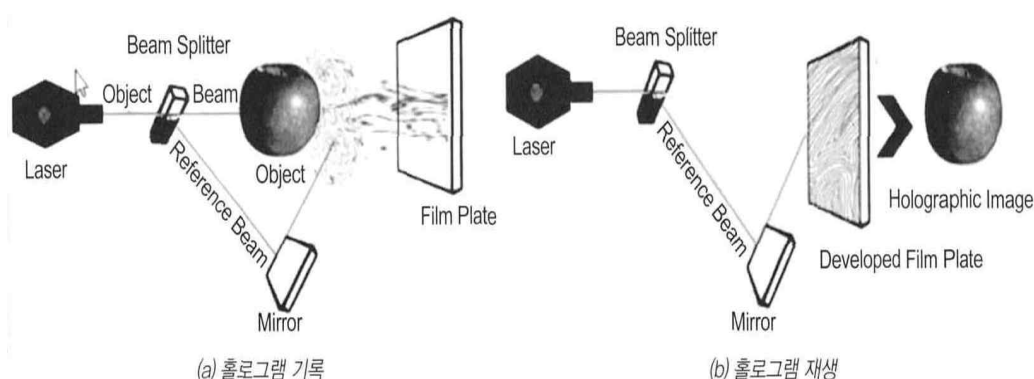
- 스크린골프, HMD 콘텐츠, VR테마파크, AR 게임, 스마트 팩토리, 360도 영상 등의 관련 서비스가 빠르게 증가하고 있을 뿐만 아니라 의료, 제조, 국방 등 타 산업과의 융합도 활발하게 진행 중에 있음
- AR/VR 디스플레이는 2018년에 21억 달러 규모에서 2023년에는 110억 달러로 성장할 것으로 전망됨 (Marketsandmarkets, 2018)
 - AR 디스플레이는 2018년에 4억 달러에서 연평균 70.2%씩 성장하여 2023년에 58억 달러에 이를 전망임
 - VR 디스플레이는 2018년에 17억 달러에서 연평균 24.4%씩 성장하여 2023년에 52억 달러에 이를 전망임

2 디지털 홀로그래피

가. 홀로그래피 원리

- (홀로그래피)는 두 개의 레이저 광이 서로 만나서 일으키는 빛의 간섭 현상을 이용하여 입체 정보를 기록하고 재생하는 기술을 말함
 - (홀로그램)은 홀로그래피로 촬영된 결과물을 말함
 - 홀로그램은 피사체의 모든 정보를 기록하므로 평면에 기록되더라도 보는 각도에 따라서 다른 모습을 보여줌
 - 이용자들이 실제 공간에서 자연스러운 입체영상을 즐길 수 있으며, 게임을 비롯하여 의료, 문화, 엔터테인먼트 등 다양한 분야에 활용이 가능
- (홀로그래피 원리)는 물체광과 참조광의 두 가지 레이저 광의 간섭무늬를 기록하여 홀로그램을 획득하고, 기록된 홀로그램에 참조광을 비추면 공간상에 물체가 복원됨
 - 레이저에서 나온 하나의 광선이 분리기를 통해 두개의 광선(물체광과 참조광)으로 나뉘어 이 중 첫 번째 레이저 광선(물체광)은 물체를 비추는 후 필름에 반사되고, 두 번째 레이저 광선(참조광)은 필름에 그대로 쏘임
 - 이렇게 필름위에 두개의 빛이 만나 기록이 되면 서로 다른 경로를 거치기 때문에 위상차가 생기고 이 위상차는 빛이 굴절되어 보이는 효과를 만듦
 - 재생할 때는 홀로그램에 참조광을 비추어 공간상에 3D 입체영상을 재현함

< 그림 5 > 홀로그램 기록과 재현 원리



* 출처 :방송공학회지 16-2호 (2011)



나. 디지털 홀로그래피와 공간광변조기

- (디지털 홀로그래피)는 전자기기 및 광전자기기를 이용하여 홀로그래피를 구현하고, 광 정보처리를 통해 홀로그래픽 데이터를 처리함
 - (홀로그램 획득) CCD, CMOS 등의 광전자기기를 통하여 홀로그램을 획득하거나, 컴퓨터 상에서 순수한 계산(CGH)을 통해 홀로그램을 생성
 - ※ CCD : Charge Coupled Device
 - ※ CMOS : Complementary Metal-Oxide Semiconductor
 - (전송 및 저장) 복원 장치로 홀로그램 정보를 보내는 과정으로 정보가 상당히 대용량이기 때문에 고도의 압축 기술, 파일 포매팅 기술, 고속 전송 장비 등이 필요
 - (홀로그램 복원) 공간광변조기(SLM, Spatial Light Modulator)가 주로 사용되며, DMD, LCoS 디스플레이가 상용화 되어 있으나, 넓은 시야각과 대화면의 홀로그래픽 3차원 영상을 구현하는데는 아직 한계가 있음
 - ※ DMD(Digital Micromirror Device)는 빠른 속도(수 십 kHz)로 진폭 변조가 가능하고 이미지의 크기를 늘리거나 이미지의 시야각을 넓힐 수 있는 장점이 있으나, 안정적인 고전압이 필요하고, 픽셀피치를 줄이는 데는 한계($\sim 7\mu\text{m}$)가 있음
 - ※ LCoD(Liquid Crystal on Silicon)는 진폭 변조와 위상 변조가 모두 가능하고 많이 사용되고 있음
- (디지털 홀로그래피 기술 수준)은 전 세계적으로 연구 초기단계에 있으며, 현재의 홀로그램은 손톱만한 크기의 영상을 공간 상 한 점에서 볼 수 있는 정도 수준
 - 현재의 기술수준은 시야각이 매우 제한적이며, 화질도 아날로그 홀로그램에 비해 매우 낮음
 - (MIT)에서는 AOM 소자를 사용하여 Holo video 서비스를 개발한 바가 있으며
 - (일본 동경농공대)의 Takaki 교수는 DMD와 두 개의 실린더 렌즈를 이용한 시간 다중화 방식의 홀로그래픽 디스플레이를 개발
 - (일본 NICT)에서는 LCoS 소자를 사용한 Full color 디스플레이를 개발하여 시연
 - (유럽 Bilkent Univ.)에서는 Real 3D 프로젝트를 주도하여 여러 면에서 볼 수 있는 홀로그램 영상을 전송하기 위한 기술을 개발

- (공간광변조기)는 컴퓨터에 디지털 형태로 저장된 홀로그램 데이터를 광주사에 의해 3차원 영상으로 복원 및 재생하는 장치를 말함
 - 컴퓨터를 통한 연산과정으로 홀로그램을 기록하기 때문에 홀로그램 간섭무늬를 디지털 신호로 변환해주어야 하는 작업이 필요
 - 방대한 양의 홀로그래피 영상 정보를 처리하기 위한 컴퓨터 연산속도와 처리 시간이 필요
 - 공간광변조기는 대역폭(bandwidth)의 제한으로 인해 완전한 홀로그래피 영상을 위한 정보량 처리가 쉽지 않은 상황
 - 현재의 공간광변조 기술은 넓은 시야각과 대화면의 홀로그래픽 3차원 영상을 구현하는데 한계가 있음
- (공간광변조기 요구수준)은 단기적으로 1 μ m의 픽셀피치를 가지고 있는 5인치 크기의 공간광변조기(SLM) 개발이 요구됨
 - 공간광변조기 개발에 액정을 많이 사용하고 있으나, 아날로그의 감광판에 비하여 액정을 이용한 SLM의 픽셀 피치가 여전히 크기 때문에 3차원 재현 이미지의 시야각이 매우 작다는 약점이 있음
 - 디지털 홀로그래피가 아날로그 홀로그래피와 비슷한 품질을 나타내기 위해서는 공간광변조기 픽셀피치가 감광판에 사용되는 은 화합물의 그레인 크기와 비슷하고, 공간광변조기 크기가 감광판의 크기와 비슷한 수준이 되어야 함
 - (Cambridge 대학)은 픽셀피치가 0.4 μ m 공간광변조기를 개발함
 - (NHK)는 거대자기저항 기술을 이용하여 픽셀 피치 1 μ m급의 공간광변조기를 개발함
 - (ETRI)는 상전이 물질을 이용하여 픽셀 피치 1 μ m급 공간광변조기를 개발함

다. 시장 전망

- (홀로그래픽 디스플레이 시장)은 2018년에 19억 달러 규모에서 2022년에는 52억 달러로 성장할 것으로 전망됨 (TECHMNAVIO, 2018)
 - 홀로그래픽 디스플레이는 디지털 홀로그램을 재현하는데 사용되며, 주로 의료, 자동차, 교육, 항공우주, 게임 등에서 활용될 것으로 기대됨



- (홀로그래피 응용분야)는 공연, 광고, 보안 등에서 일부 상업화가 되고 있으며, 디지털 홀로그래피 기술이 발달함에 따라 의료, 계측 에너지 등으로 확대될 전망이다
 - (에너지) 미국 Prism Solar Tech. 및 Pacific Solar Tech.에서는 효율이 높은 홀로그램 프리즘 태양광 모듈 개발
 - 한국 경동솔라와 미국 STX Aprilis 사는 태양광 중 최적 파장을 선택적으로 태양전지에 집중시킬 수 있는 홀로그램 모듈 공동 개발
 - (보안) 영국 De La Rue Holographics 사는 홀로그램을 활용하여 여권, 신용카드, 지폐 등 다양한 보안문서를 개발
 - 독일 KURZ사는 홀로그램 기반의 적층 호일(foil), 접착형 라벨 등을 생산 판매
 - 일본 Dai Nippon Printing 사는 ID카드, 신용카드, 여권 등에 보안용 홀로그램을 활용
 - (의료 및 계측) 스위스 Lyncee Tech.는 세포의 홀로그램으로 3차원 정보 추출 및 컴퓨터 그래픽 모델을 만들 수 있는 홀로그램 현미경 개발
 - 일본 TOPCON사와 NIDEK사는 눈 세포의 깊은 범위까지 측정이 가능한 OCT(Optical Coherence Tomography) 기술을 시판
 - (전시/교육/인쇄) 미국 Zebra Imagin, 유럽 Geola 등은 홀로그램 콘텐츠를 출력할 수 있는 홀로그램 프린터를 개발하여 교육, 전시, 문화 부분에 활용
 - 일본 소니는 MIT 기술을 바탕으로 홀로그램을 3분 정도에 프린트 할 수 있는 홀로그램 스테레오그램 프린터 시제품을 개발

< 표 1 > 주요 산업에서의 홀로그램 응용

산업	분야	내용
자동차 기계, 철강	설계, 계측, 검사	- 자동차/기계 부품의 여러 요소를 입력하여 산출된 시제품의 3차원 입체 영상을 통해 품질향상, 비용 및 시간 절감 - 홀로그램 산업용 테스트를 통해 비파괴검사 분야 적용
전자, 통신	H-HUD H-HMD 홀로그램 메모리	- 비행기 및 차량용 홀로그램 HUD 개발을 통한 실시간 주행 정보 제공 및 차세대 UI 개발 - 디스플레이를 통해 이용자에게 3차원 완전 입체 영상을 제공하는 홀로그램 기기 개발/제공 - 레이저 광원을 이용해 광파의 공간적 간섭패턴을 2D의 기록매질에 기록하고, 3D 물체 정보를 재생하는 메모리
의료	수술, 진단	- 의료용 3D 홀로그램을 통한 수술의 정확도와 효율성 향상 - 홀로그램 3D 영상을 활용한 의료진단 등에 활용
보안, 금융	암호, 개인정보	- 홀로그램을 이용한 개인 정보 저장 및 읽기 기능 - ID카드 및 보안카드, 여권 등에 활용 - 지폐 및 신용카드 정보를 홀로그램을 이용해 기록
문화	기록, 보존, 복원전시	- 주요 문화재 또는 자연 기록 등을 간결하고 정확하게 기록 보존 - 가상 전시품을 극사실적인 홀로그램 재현 기술을 통해 구현/전시
엔터테 인먼트	가상공연	- 기존 공연에 홀로그램 기술을 이용하여 관객의 몰입과 현장성 극대화 - 현장에 공연자가 실제 공연하는 것처럼 실시간 또는 사전 제작한 영상을 홀로그램

* 출처 : KB경영연구소 (2018)



3 전자피부

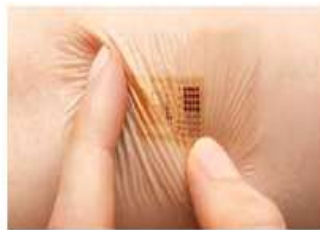
가. 전자피부 생태계

- (전자피부)는 사람의 피부와 같은 기능을 갖는 초박형의 유연한 웨어러블 장치로, 로봇, 헬스케어, 소비자 가전 등에 응용됨
 - 인간의 5가지 감각(시각, 청각, 후각, 미각, 촉각) 중에서 피부는 촉각을 담당하며, 맥박, 혈압, 뇌 파, 땀 등 인체의 신진 대사와 생리 작용에 의해 나타나는 다양한 생체 정보를 지니고 있는 넓은 표면적의 유기체임
 - (로봇)에 응용되는 전자피부는 터치를 사용하여 물체를 감지하고 이에 따라 반응하도록 하는 기술로, 로봇은 인간이 도달할 수 없는 위험한 장소에서 압력, 온도, 습도, 동작 감지 등과 같은 물리적 속성을 측정하여 감도 및 안전 기능을 수행
 - (헬스케어) 분야에서 유연하고 착용가능한 전자피부는 사람의 피부에 부착하여 사람의 바이탈 신호를 모니터링하고 질병이나 상태를 효과적으로 진단
 - (소비가전) 분야에서는 다양한 반도체 장치 또는 센서가 내장된 가볍고 신축성 있는 전자피부를 센서, 조명, 디스플레이와 결합하여 소비자 가전에 적용
 - 전자피부는 마이크로 전자, 센서, 재료 및 정보 통신과 같은 다양한 기술들이 융합된 기술로, 피부감각 모사 기술, 생체신호 감지 기술, 웨어러블 기술 등이 개발되고 있음

< 그림 6 > 전자피부 응용 분야(예)



<로봇>



<헬스케어>

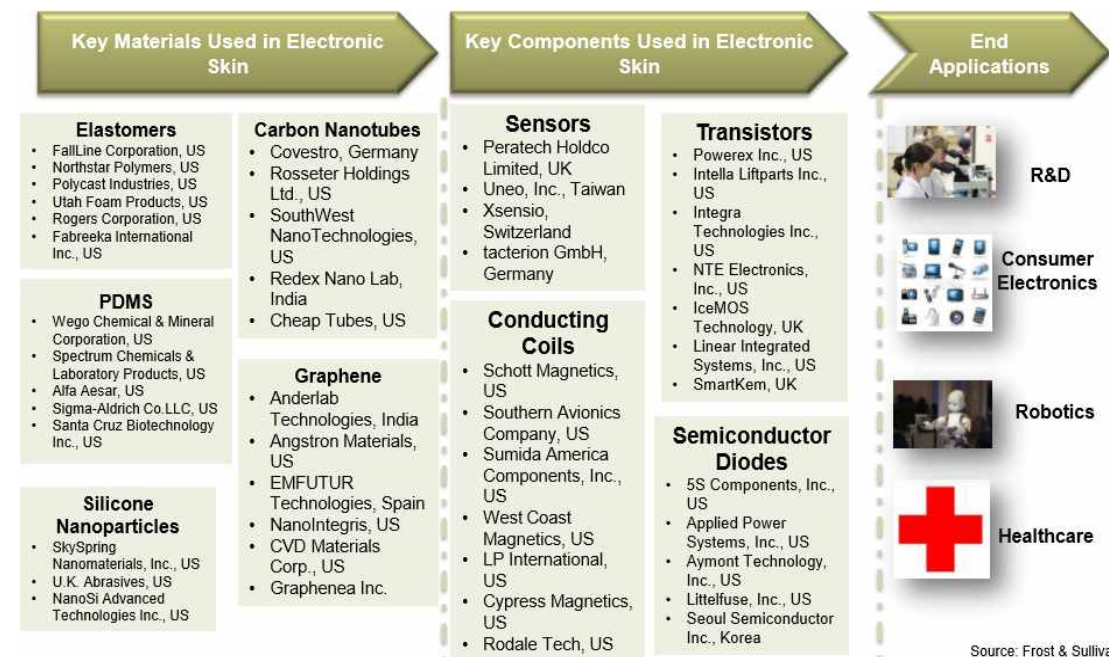


<소비자 가전>

* 출처 : edition.cnn.com, vostory.com, phys.org

- (전자피부 생태계)는 엘라스토머, PDMA, 실리콘, 탄소 나노튜브, 그래핀 등의 재료관련 기업과 센서, 컨덕팅 코일, 트랜지스터, 반도체 등의 전자부품 기업 등을 통해 재료와 부품을 조달받아 로봇, 헬스케어, 소비자 가전 등에 응용하는 기업들로 구성됨

< 그림 7 > 전자피부 생태계



* 출처 : Frost & Sullivan(2016)

* 그림의 저작권은 Frost & Sullivan에 있으며, 추후 이용 시 Frost & Sullivan에 문의하시기 바랍니다.

나. 전자피부 기술 동향

- (피부감각 모사 기술)은 통각, 압각, 촉각과 같은 기계적 자극과 냉각, 온각과 같은 온도 자극을 받아들이는 인간 피부의 감각 수용을 모사하는 센서 제작 기술
 - (기계적 자극 감지)를 위한 가장 보편적인 센서는 수직 압력(normal pressure)을 측정하는 센서로, 압전 저항식, 정전 용량식, 압전 소자, 마찰전기 방식 등이 사용됨
 - (온도 자극 감지)를 위한 센서는 일반적으로는 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 연구 진행 중



- (생체신호 감지 기술)은 심전도(electrocardiogram, ECG), 혈압, 동맥 산화도(pulse oxygenation), 땀 성분 등 신체의 다양한 중요 생체 신호를 감지하는 기술
 - (심전도 측정)을 위해서 ECG 측정 기술이 주로 사용되며, 밴드 또는 패치형태로 적절히 디자인된 두 개의 전극으로 ECG 신호를 측정
 - (동맥 산화도 측정)은 두 가지 서로 다른 파장을 지니는 LED와 광 검출기로 시스템을 구성하여, LED를 특정 영역(손가락, 귓불, 이마, 손목 등)의 혈관에 비춰준 후 혈류로부터 나오는 반사파, 투과파를 이용하여 측정
 - (땀성분 측정)은 기본적으로 땀에 포함되어 있는 포도당, 젖산, Na⁺, K⁺ 이온의 농도를 분석하는 방법을 이용하여 측정
- (웨어러블 기술)은 전자 시스템이 피부 위에서 동작하거나, 피부를 대체하기 위해 인체피부의 유연함과 사용자의 편안한 착용감을 느끼게 하는 기술
 - (플렉서블 회로 기술)은 2000년대 초반부터 플렉서블 박막 트랜지스터 어레이, 유연성 기판을 이용한 기술이 개발되고 있으며, 특히 플렉서블 인쇄 회로기판(flexible PCB)의 개발은 전자피부의 복잡한 데이터 처리 및 전송 회로를 피부 위에 부착하는 데 매우 적합
 - (스트레처블 전자피부 기술)은 단순히 구부러지는 유연성을 넘어서는 부드러움과 신축성을 제공하여 실제 피부처럼 동작하고, 사용자에게 편안한 착용감을 주기 위한 플렉서블 기술
 - 스트레처블 전자피부를 구현하기 위해 말굽 모양의 실리콘 또는 금속 나노리본(nanoribbon)을 이용하는 스트레처블 전자 소자(stretchable electronics)에 대한 연구가 진행 중
 - 또한 단단한 아일랜드(rigid island) 구조를 만들어 변형에 민감한 소자를 보호하고, 스트레처블 전극을 이용해 소자들을 연결하는 방식도 연구 중에 있음
 - 더 나아가 피부로는 감지할 수 없을 정도의 착용감을 위해서 두께를 1 μ m 이하 수준으로 줄인 전자회로의 대한 연구도 진행 중에 있음
- (전자피부 기술)은 미국의 UIUC Rogers 그룹, 일본 동경대의 Someya 그룹, Stanford 대학의 Bao 그룹이 연구를 선도하고 있음
 - (의료 분야)에서는 일부 피부 패치가 상용화 되었지만, 건강 상태를 효과적으로 모니터링하기 위한 전자피부의 효능 및 안전성은 아직 입증되지 못한 상태

- (로봇 분야)에서 전자피부는 여전히 프로토타입 개발 수준임

< 표 2 > 주요 기관의 전자피부 기술개발 동향

분야	내용
University of Illinois at Urbana-Champaign	•상처 치유를 위해 상처 근처의 피부온도와 열전도도 등 피부 표면의 생체신호를 정량적으로 모니터링할 수 있는 전자피부 개발
동경대Someya교수	•폴리머 기반 LED(PLED)를 통합하여 피부 착용형 디스플레이를 형성하는 전자피부를 개발
MIT Media Lab 및 Microsoft Research	•"Duo skin"이라는 전자피부 개발, 듀오 스킨에는 입력 터치 장치, 출력 디스플레이 장치 및 데이터 통신의 세 가지 클래스가 있음
코넬 대학	•투명 하이드로겔 전극과 엘라스토머 시트로 구성된 HLEC 패널로 구성된 스트레처블 전자피부를 개발
UC Berkeley	•폴리이미드 필름에 싸여있는 나노 와이어로 구성된 전자피부를 개발
University of Southern California	•인간의 손가락 끝을 모방하고 다양한 종류의 천연 재료를 식별하는 데 도움이 되는 로봇용 BioTac촉각 센서를 개발
Georgia Institute of Technology	•기계적 운동을 전기신호로 변환하는 얇고 유연한 압전 트랜지스터 개발
University of California, San Diego	•플라스틱 및 실리콘 집적 회로를 기반으로 한 유연한 통합 센서 어레이가 장착된 전자피부를 개발하여 사람의 땀에 있는 알코올 농도를 감지
Stanford University	•압력을 감지하고 신경세포와 호환되는 생화학적 자극으로 변환하고 전기신호를 뇌세포에 직접 전달하는 전자피부 개발

* 출처 : Frost & Sullivan (2016)

* 표의 내용은 Frost & Sullivan 보고서를 정리한 것으로, 추후 이용 시 Frost & Sullivan에 문의하시기 바랍니다.

다. 시장 전망

- (전자피부 시장)은 헬스케어를 위한 정기 건강 모니터링 시스템에 대한 수요 증가, 웨어러블 기기에 대한 급속한 지출 증대, 로봇 기술에 대한 투자 증가 등으로 시장 규모가 급속히 성장할 것으로 전망됨



- 시장규모는 2020년 4.6억 달러에서 연평균 38.7% 성장하여 2025년에는 17.2억 달러에 이를 것으로 전망됨 (Allied Market Research, 2018)
- 웨어러블 관련 기술의 비중이 40.1%로 가장 큰 비중을 차지할 것으로 전망

4 감각증강 디바이스

가. 감각증강 디바이스란

- 감각증강 디바이스는 감각 및 운동기능이 평균에 미치지 못하는 장애인을 지원하는 재활용 디바이스와 특수목적(군사, 탐사/구조 등)을 위하여 일반인의 능력을 증각시키는 디바이스로 구분될 수 있음
 - 장애인 지원 및 재활치료 : 시각/청각 장애 지원, 의수족 및 보행/활동 지원, 신경 및 근육자극
 - 일반인 능력 증강 : 군사 작전 수행, 탐사/구조 로봇, 인력 증강 로봇 등
- 일반인 능력 증강을 위한 디바이스는 로봇 및 웨어러블 디바이스 형태를 띠는 것이 일반적임
- 장애인 지원용 감각보조기기는 일상생활에서 장시간 활용되므로 반영구적으로 작용되는 웨어러블 또는 임플란터블 디바이스 형태임
- 본 보고서에서는 일반인 능력 증강을 위한 디바이스 보다는 장애인 지원을 위한 의료용 디바이스에 집중하도록 함
- 임플란터블 디바이스의 특성
 - 생체 적합성 : 인체 내부의 면역반응을 일으키지 않는 안정적인 소재
 - 소형화 : 이식이 용이하고 착용자의 삶의 질에 영향을 줌
 - 센서 및 자극기 : 인체 신호(혈압, 혈당 등), 전기 신호, 물리/화학 신호의 감지하고 감지된 신호에 적합한 반응이 필요
 - 안정적인 전원 : 안정적인 작동을 위한 지속적 전원 및 휴대성 필요
 - 유무선 통신기술 : 상태 모니터링 및 제어관리, 인체내부와의 통신이 필요

- 현재 활용되고 있는 의료용 임플란터블 디바이스는 용도에 따라 아래와 같이 분류할 수 있음

< 표 3 > 의료용 임플란터블 디바이스의 종류

용도	임플란터블 디바이스
물리적 지지	인공관절, 치아 임플란트
심혈관계 질환	인공심장, 인공심막, 이식용 제세동기, 심장 박동기
신경계 질환	척추신경 자극기, 미주신경 자극기, 뇌심부 자극기
감각장애 지원	인공수정체, 인공망막, 인공 와우
투약 펌프	당뇨병 인슐린 펌프, 말기암 진통제

- 청각/시각 장애지원 감각증강 디바이스
 - 청각장애를 해결하기 위하여 인공와우의 활용이 증대되고 있으며, 최근 들어 시각장애 해결을 위한 인공수정체, 인공망막의 이식도 증가하는 추세임

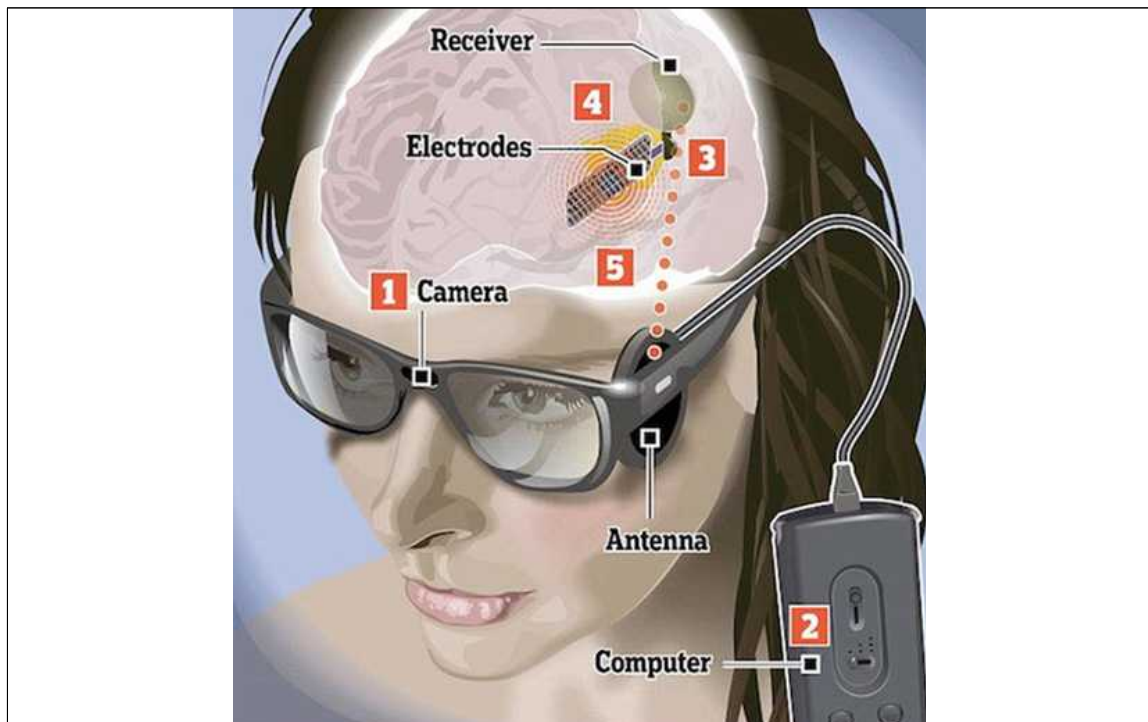
< 그림 8 > 청각장애인을 위한 인공와우



* 출처 : <http://www.audiosoc.or.kr>, 대한청각학회

- 인공안구, 인공 수정체, 인공 망막 등 시각 장애인을 위한 임플란트가 지속적으로 개발되고 있으며 빠른 시장증가가 기대되고 있음

< 그림 9 > 시각장애인을 위한 인공안구



* 출처 : <https://www.mk.co.kr/opinion/columnists/view/2017/09/644600/>, 매일경제

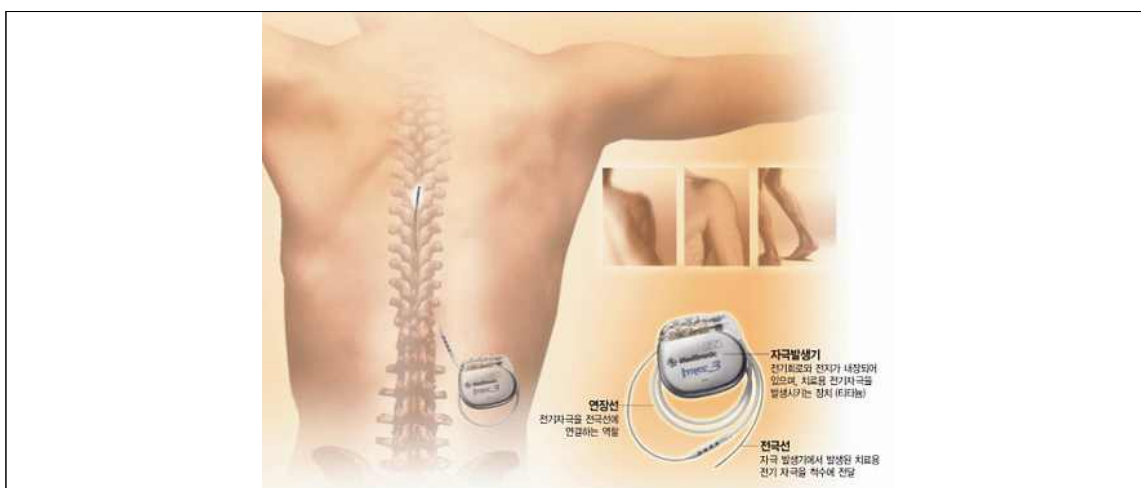
- 의료용 기술은 인간의 생명에 직접적인 영향을 끼치므로 기술개발에서 실질적인 적용까지 오랜 시간이 걸리지만 기술발전에 따라 지속적인 시장의 확대가 예상됨
- 의료용 장비는 장비의 가격에 비하여 인체에 이식을 위한 시술/수술 과정의 비용이 더 많이 소요됨. 따라서 임플란터블 디바이스의 시장은 장비의 가격보다는 이식 시술 비용에 의하여 결정된다고 볼 수 있음
- 임플란터블 디바이스는 전세계 적으로 250억불의 시장규모를 가지고 있으며 2021년 370억불 이상의 규모로 성장할 것으로 예상되고 있음 (출처 : BCC Research, 2016)
- 임플란터블 디바이스에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것은 심장박동기와 같은 심장질환 관련 장비이지만 인공안구, 인공와우 및 신경자극기술 관련 장비시장이 빠른 속도로 증가하는 추세임

나. 감각증강관련 신경자극기술

■ 신경자극기술의 종류

- 신경계 질환을 치유하기 위한 신경자극기술 관련 임플란터블 디바이스는 척추신경 자극술(Spinal Nerve Stimulator), 미주신경자극술(Vagal Nerve Stimulator), 뇌 심부자극술 (Deep Brain Stimulator) 등으로 구분되며 실제 적용가능한 환자의 10% 정도만 적용하고 있어서 기술발전에 따른 성장가능성이 높음 (source : BCC Research, 2016)
- 척추신경자극술은 만성통증증후군 및 방광조절이 어려운 급성 요실금 환자에 가장 많이 사용되고 있으나 척수손상 및 뇌손상으로 인한 하지마비를 치료하는 방법으로 확대되고 있음

< 그림 10 > 척추신경자극술

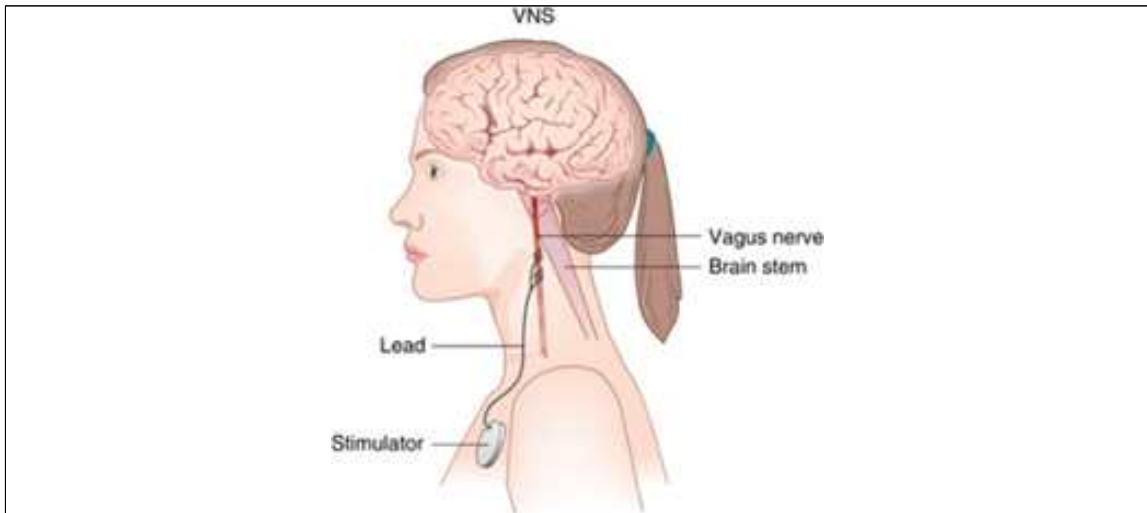


* 출처 : <http://health.chosun.com>, 헬스조선

- 미주신경(Vagus Nerve)은 뇌에서 시작하여 가슴 부위를 거쳐 복부에 이르는 신경으로 심장, 폐, 소화기관 및 골격근의 운동조절, 심박수 조절, 장의 연동운동에 관여하는 가장 길고 복잡하게 분포하는 신경임
- 미주신경을 전기로 자극하면 뇌전증(일명 간질)의 발작 횟수와 정도가 현저히 낮아지는 원리를 이용하여 뇌전증의 조절에 활용함



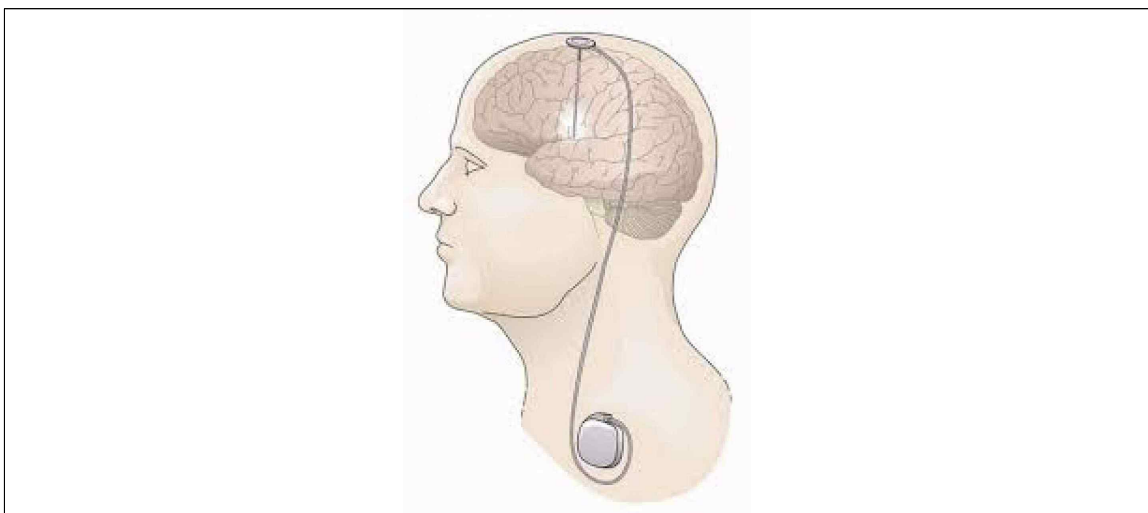
< 그림 11 > 미주신경자극술



* 출처 : Moacyr A Rosa & Sarah H Lisanby, Somatic Treatments for Mood Disorders, Neuropsychopharmacology Reviews, 05 October 2011

- 뇌심부자극술(Deep Brain Stimulation)은 파킨슨씨 병의 치료방법으로 사용하며 일 반적인 투약으로 인한 약효가 현저히 줄거나 충동적 행동과 같은 부작용이 심한 경 우에 사용함

< 그림 12 > 뇌심부자극술



* 출처 : Deep Brain Stimulation at Two Different Targets Produces Similar Motor Improvements in Parkinson's Disease, <https://www.nih.gov/>

- 약물에 반응하지 않는 신경계 질환 및 강박증, 뚜렛 증후군과 같은 정신과 질환에도 활용함

- 뇌심부자극술은 뇌에 직접 전기자극을 주는 것으로 현재는 일부 질병에 대하여 일정 부위에 한하여 활용함
- 뇌과학의 발전에 따라 뇌의 부위별 역할과 자극방법에 관한 기술이 발전되면 여러 가지 질환, 부위, 방법으로 자극을 하는 방법이 가능할 것으로 예상됨

■ 신경자극기술 관련 시장 규모

- 북미와 유럽을 기준으로 신경자극기술이 필요한 질병(만성통증, 뇌전증, 파킨슨)을 겪고 있는 환자는 2016년 현재 총 1,405만명이며, 신경자극기술을 적용하고 있는 환자는 194.5만명으로 전체의 13.8%에 불과함
- 실제 적용가능하고 치료를 필요로 하는 환자는 더 많을 것으로 예상되고 이에 따라 시장의 규모도 증가할 것임
- 신경자극기술관련 장비의 세계시장은 현재 28억US\$ 수준이며 2021년 43억US\$ 규모로 증가할 것으로 예상됨
- 신경자극기술관련 장비 시장은 척추신경자극술이 대부분을 차지하고 있지만 뇌전증 치료를 위한 미주신경자극술과 파킨슨병 등의 치료를 위한 뇌심부자극술이 빠른 속도로 증가하는 추세임

다. 신경자극기술과 신경정신과 질환

■ 신경자극기술과 신경정신과 질환

- 신경자극기술의 대상이 되는 질병은 대부분 신경정신과 질환으로서 현재는 대부분 약물치료에 의존하고 있음
- 신경정신과 질환의 환자 현황을 파악하는 것이 신경자극기술과 임플란터블 디바이스 시장분석에 중요한 부분임

■ 신경정신과 질환 사망률

- 신경정신과 질환은 저개발국가에서 보다 선진국에서 더 많은 사망률을 보이고 있음
- 여타 질환에 대한 의료 서비스의 품질이 높아짐으로써 신경정신과 질환에 대한 관심이 상대적으로 높아지는 것으로 판단됨



- 우리나라의 경우 전염성 질환에 의한 사망률이 줄어듦과 신경정신과 질환이 증가하는 등 선진국 형태로 변화하고 있음

< 표 4 > 신경정신과 질환 사망률 비교

사망원인	대한민국		전세계		OECD	
인구 (천명)	50,792		7,429,868		1,288,413	
사망자수 (천명)	281.0	100.0%	56,655.2	100.0%	10,932	100.0%
각종 암	84.6	30.1%	8,905.4	15.7%	2,784	25.5%
심혈관 질환	63.6	22.6%	17,803.7	31.4%	3,370	30.8%
신경정신과 질환	20.4	7.3%	2,835.4	5.0%	1,073	9.8%

* 출처 : WHO, Global Burden of Disease, 2016

■ 신경정신과 질환과 장애

- 질환의 위험성을 나타내는 지표로 사망률도 중요한 지표이지만 질환을 겪은 이후에 장애를 얻어 여생의 품격이 저하되는 것도 중요한 지표임
- 질병으로 인한 장애의 정도를 표시하는 지표로 장애보정수명(DALY : Disability Adjusted Life Year)이 있음
- 장애보정수명은 질환으로 인해 줄어든 수명인 YLL(Year of Lost Life)와 장애를 가지고 살아가게 되는 남은 수명인 YLD(Year of Life with Disability)로 나뉘어짐

* DALY(Disability-Adjusted Life Year)

= YLD(Year of Life with Disability) + YLL(Year of Lost Life)

< 표 5 > 신경정신과 질환의 장애보정수명 비교

질환	DALY		YLD	YLL
합계 (천 시간)	11,312.7	100.0%	5,461.1	5,851.6
각종 암	2,010.8	17.8%	68.0	1,942.8
심혈관 질환	1,355.8	12.0%	269.6	1,086.1
신경정신과 질환	1,977.5	17.5%	1,666.8	310.7

* 출처 : WHO, Global Burden of Disease, 2016

- 신경정신과 질환은 여타 질환에 비하여 DALY가 크게 나타나며 YLD의 비중이 월등히 높게 나타남
- YLD의 비중이 높다는 것은 사망률이 상대적으로 낮은 것으로 판단할 수 있지만 질환을 치료하는 기간이 길고 장애로 인한 삶의 질이 저하되는 것으로 판단됨
- 장애를 가지고 살아가는 기간은 개인뿐만 아니라 가족이나 주변사람과도 많은 어려움을 공유하게 됨

■ 신경정신과 질환의 치료비용

- 건강보험심사평가원의 보건의료 빅데이터 개방시스템에서 국민관심질병 통계에 따르면, 뇌졸중, 치매 등 고령화에 따라 증가하는 질환은 환자수도 많고 치료비용이 막대함

< 표 6 > 질환별 환자수 및 치료비용 (단위 : 명, 일, 백만원)

항목	2016년	2017년		
	환자수	환자수	내원일수	비용총액
우울증	643,102	680,169	5,418,846	276,994
뇌졸중	573,380	577,689	13,298,564	1,680,631
치매	424,239	459,421	23,802,729	1,689,763
뇌전증	142,178	143,283	962,209	102,268
조현병	119,162	120,070	4,790,350	369,440
파킨슨	96,499	100,716	4,512,770	397,476
폐암	79,868	84,298	2,217,767	582,745
간암	70,529	71,106	1,529,092	479,674
위암	157,299	158,617	2,083,079	466,008

* 출처 : 보건의료 빅데이터 개방시스템, <http://opendata.hira.or.kr>

- 환자수가 많다는 것은 신규 발병환자의 수보다 장기간의 치료가 필요하기 때문에 나타나는 현상으로 볼 수 있음
- 뇌졸중, 치매의 경우 타 질환에 비하여 내원일수가 월등히 많은데 이는 치료에 장



기간이 소요된다고 판단할 수 있음

- 치매 환자의 경우 입원환자는 전체환자의 10%에 불과하지만 입원환자의 평균 입원 기간이 6개월에 달하여 장기간이 소요됨

Ⅲ 주요 이슈

1 AR/VR 디스플레이

가. 도전 및 기회

- (도전) 2016년 CES 이후 AR/VR 분야에 대한 많은 기대가 있었으나, 현재는 게임이나 특별한 영상 콘텐츠에 제한되어 활용되고 있어 산업 활성화가 지연됨
 - AR/VR 상용화 지연의 가장 큰 요인은 AR/VR 기기 사용에 있어서 인체 역작용(어지러움증)에 대한 기술개발이 미비한 결과임
 - 적정시야각의 현재 수준은 VR HMD에서 90°~120°, AR HMD에서 14.7°~ 90° 정도로서, 좌우 120°, 상하 135° 정도가 확보되어야 함
 - 해상도는 현재 HD 및 FHD 수준이나, 실감있고 몰입감을 제공하기 위해서는 4K 이상 고해상도 구현이 필요함
 - 재생빈도는 LCD가 65Hz, OLED는 86Hz 수준으로 자연스러움을 느끼기 위해서는 120Hz가 권고되고 있음
- (기회) 인텔, 구글, 마이크로소프트와 같은 글로벌 기업들이 디바이스 개발은 물론 플랫폼을 포함한 전체 생태계 구축에 노력하고 있어 시장 전망이 낙관적임
 - AR/VR 디스플레이는 LCD 기반, 마이크로LED 기반, OLED 기반으로 기술 간의 경쟁이 활발하게 이루어지고 있어 이를 통해 기술 발전이 더욱 촉진될 전망임
 - 단기적으로는 VR 관련 시장이 활발하겠으나, 장기적으로는 AR 관련 시장이 VR 시장을 추월할 것으로 전망되어, 시장에 맞는 전략적 투자가 필요함

나. 주요 이슈

- 자연스럽고 편리한 AR/VR 기기가 우선적으로 개발될 필요가 있으며, 이와 더불어 지속가능한 AR/VR 생태계 구축이 중요함
 - 자연스럽고 편리하게 AR/VR 디바이스를 사용할 수 있도록 시야각, 해상도, 재생



빈도 등의 기술적 요구를 충족하는 기술 개발이 필요함

- 우리나라는 일부에서 콘텐츠 관련 연구를 수행중이기는 하나, 주로 하드웨어(디바이스) 중심으로 기술 개발이 집중되고 있는 상황으로, 지속가능한 시장 환경을 위해서는 플랫폼 구축 및 콘텐츠 확보에 좀 더 투자가 진행될 필요가 있음

2 디지털 홀로그래피

가. 도전 및 기회

- (도전) 현재의 홀로그램은 손톱만한 크기의 영상을 공간상에서 한 점에서 볼 수 있는 정도 수준으로, 시야각이 매우 제한적이며, 화질도 아날로그 홀로그램에 비해 낮음
 - 디지털 홀로그래피 기술수준은 전 세계적으로 연구 초기 단계임
 - 홀로그래피는 현재는 2D 디지털 디스플레이 또는 유사 홀로그래픽 디스플레이를 활용하고 있어 현재의 기술 수준에 비해 이미 사람들에게 익숙한 상황
 - 공간광변조 기술은 넓은 시야각과 대화면의 홀로그래픽 3차원 영상을 구현하기 위한 기술 개발이 필요한 상황
- (기회) 홀로그래피는 양안시차 방식의 입체영상이 가지는 영상 정렬, 광학적 왜곡 등의 기술적 문제와 시청 시 두통 및 어지러움이 나타나는 등의 문제점을 해결해 줄 수 있는 궁극의 입체영상 기술임
 - 홀로그래피는 기존의 3D 디스플레이의 한계를 뛰어 넘어 새로운 사용자 경험을 일상에 제공하는 궁극적인 3D 디스플레이 기술로서, 장기적이고 전략적인 접근을 통해 선제적인 투자가 요구됨
 - 단기적으로 1 μ m의 픽셀피치를 가지고 있는 5인치 크기의 SLM 개발이 요구되며, Cambridge 대학에서는 픽셀피치가 0.4 μ m SLM을 개발하였고, ETRI에서는 1 μ m급 SLM를 개발함

나. 주요 이슈

- 광시야각 고화질 홀로그램 입체영상이 가능하도록 해상도, 시야각, 변조방식 등을 획기적으로 향상시킬 수 있는 광변조 기술이 필요함

- 기존의 디스플레이 기술을 이용한 광변조 기술로는 광시야각 제공을 위한 미세피치를 구현하는 것이 어려움
- 궁극적인 목표인 위상과 진폭을 모두 변화시키는 복소 변조를 위해서는 혁신적인 새로운 기술이 개발될 필요가 있음

3 전자피부

가. 도전 및 기회

- (도전) 전자피부 기술은 단위 소자 및 생체신호 감지 센서, 웨어러블 기술 등 개별적인 연구가 산발적으로 진행되고 있어, 종합 시스템 구현으로의 발전이 요구됨
 - 전자피부에 대한 현재까지의 연구는 신축성 배선 및 센서 중심의 원천 소재 및 단위 부품 개발 위주로 진행 되어 왔음
 - 최근 신축성 기판의 스트레인 가공 기술과 인쇄 공정 기술의 접목, 기존 실리콘 칩과의 집적을 시도하는 하이브리드 공정 등의 기술들이 등장하고 있으며, 다양한 센서를 집적하는 기술에 대한 연구도 활발하게 수행 되고 있음
- (기회) 전자피부는 실시간 생체 정보 모니터링, 촉감/질감의 전자적 구현 등을 통해 의료, 로봇 및 웨어러블 기기 등에 다양하게 채용될 것으로 기대됨
 - 전자피부는 유연한 생체환경을 제공해 주기 때문에 피부에 부착하는데 거부감이 없고 생체 정보를 실시간 모니터링 하는데 유용함
 - 또한 피부를 통하여 느낄 수 있는 촉감/질감을 전자적으로 느낄 수 있도록 해 줌으로써 피부의 감각을 교류할 수 있는 차세대 입출력 디바이스로 주목되고 있음
 - 전자피부는 촉감 입출력 디바이스, 로봇 가상촉각, 웨어러블 기기, 신체부착형 및 삽입형 의료기기, 건강모니터링/케어/재활기기, 구조물 안전 감지 시스템, 감각을 느끼는 디스플레이 등의 다양한 분야에 응용이 가능
 - 전자피부는 스트레처블 디스플레이 기술이 응용되는 분야로, 우리나라의 디스플레이 기술력을 활용하면 글로벌 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 기대됨



나. 주요 이슈

- 안정성 향상과 대량 생산을 위한 공정기술 개발, 대면적 어레이화 및 시스템 집적기술 등 실용화 기술개발에 대한 선도적 연구 필요
 - 개별적으로 진행되고 있는 소재 및 단위부품 기술을 실제 응용이 가능한 수준의 대면적화 및 모듈화 기술 개발로 확대하여 전자피부 기술 선도
 - 유연 신축성 소자 어레이, 회로구동, 집적화 및 시스템 구현 등 전자피부 실용화 기술에 대한 선도적 투자 필요

4 감각증강 디바이스

가. 도전 및 기회

- (현황) 감각 보조기기는 주요 질환의 치료 및 장애인의 보조를 위한 의료용으로 많이 사용되고 있음
 - 신경자극기술을 비롯한 뇌자극 기술 및 관련 장비는 소수의 기관에서 연구개발되고 있으며 그 기술이 일부에만 한정되고 있음
 - 임플란터블 형태의 감각보조기기 및 신경자극기기는 소형화, 센서, 통신기술의 적용이 필요하며 이를 위한 연구개발이 필요함
- (목표) 감각기관 및 운동기관의 지원을 위한 정밀한 신경자극 기술의 확보가 필요
 - 뇌자극의 경우 부위별 자극에서 세포단위의 정밀한 자극을 위한 고해상도의 확보 기술이 필요
 - 인체 이식형태의 보조기기 개발을 위하여 생체적합성, 소형화, 인체 내외통신 등의 기술확보가 필요
- (기회) 초고령화 사회로의 진입에 따라 고품격 일상을 지원하는 의료서비스를 위하여 감각 보조기기 및 신경자극기술의 지속적 발전이 필요함
 - 신경관련 질환환자는 증가추세에 있으며 이와 관련되는 치료 비용 및 기간이 막대하게 소요되고 있음
 - 세포단위의 세밀한 신경자극기술의 확보를 통하여 뇌의 세부적인 기능을 확인하고 이를 활용한 다양한 분야의 응용이 가능함

나. 주요 이슈

- 신경자극 기기의 고해상도 확보 및 소형화 기술확보를 위한 선도적 연구개발 필요
 - 전기자극 및 광자극을 위한 능동 전자소자의 개발 및 고해상도의 확보를 통해 세밀한 뇌자극 기술 및 장비개발이 필요
 - 감각 보조기기는 ICT, 의학, 바이오 기술 등의 융합이 필요한 기술이므로 정책개발 기술기획 단계부터 협력을 통한 융합기술 계획의 수립이 바람직함



참고문헌

◆ 국외자료

- Allied Market Research. (2018. 2.). *Electronic Skin Market-Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020-2025*.
- BCC Research. (2014). *Neurostimulation : Technologies and Global Markets*.
- BCC Research. (2016). *Microelectronic Medical Implants : Product, Technologies & Opportunities*.
- IHS Markit. (2018. 3.). *Large Area Display Market Outlook*.
- Frost & Sullivan. (2016. 12.). *Electronic Skin-Advancements and Emerging Opportunities*.
- Frost & Sullivan. (2017. 6.). *Technology Growth Opportunity Series-Electronic Skin for the Healthcare Industry*.
- Health statistics and information systems, <http://www.who.int/healthinfo>, World Health Organization
- MarketsandMarkets. (2018). *Augmented Reality and Virtual Reality Market-Global Forecast to 2023*.
- Technavio.com. (2018). *Global Holographic Display Market 2018-2022*.
- Xiuqi (Hubert) Huang. (2018. 10). “Ubiquitous Display-The Golden Age of OLED”. *IMID 2018 Business Forum*.

◆ 국내자료

- 김세원. (2018. 6.). “한국 디스플레이 산업, 위기인가?”. 산업기술리서치센터. *Weekly KDB Report*.
- 김영민·이병호. (2011. 6.), “최근의 홀로그래피 및 실감형 3D 기술”, *방송공학회* 지 16권 제2호.



- 김해석. (2018. 10.). “AR/VR산업 현황 및 전망”. 정보통신산업진흥원. *이슈리포트*. 2018-44호.
- 김해석. (2018. 6.). “증강현실 최근 동향과 시사점”. 정보통신기술진흥센터. *주간 기술동향*. 1852호.
- 박영준. (2017. 12.). “디스플레이 부품/소자 도메인 분석”. 한국전자통신연구원. *Insight Report*. 2017-36.
- 변기영·이동길. (2018. 10.). “산업용 AR의 기술동향과 산업전망”. 한국산업기술 평가관리원. *PD ISSUE REPORT*. 18-10.
- 변춘원·이현구·조현수·조남성·이정익. (2017. 12.). “초실감 AR/VR 구현을 위한 디스플레이 기술 개발 동향”. 한국전자통신연구원. *전자통신동향분석*. 제32권 제6호.
- 보건의료빅데이터개방시스템, <http://opendata.hira.or.kr>, 건강보험심사평가원
- 심경석. (2018. 6.). “홀로그램의 진화와 산업동향”. *KB 지식 비타민*. 2018-48호.
- 안주명. (2017. 6.). “홀로그래피 기술 및 시장 동향”. 융합연구정책센터.
- 엄정원·배영찬. (2018. 4.). “중국 디스플레이업체, 더 이상 Follower가 아니다”. 한국기업평가. *이슈리포트*.
- 원종현. (2018. 1.). “디스플레이: 중국발 공급과잉 위험수위는 OLED 경쟁우위 지속여부에 달려있어”. *KIS Industry Outlook*.
- 임상우·서경원. (2018. 9.). “AR/VR 기술”. *KISTEP 기술동향브리프*. 2018-09호.
- 통계청. (2018). 2017년 사망원인통계.
- 한국디스플레이산업협회. (2018. 3분기.). *디스플레이산업 주요 통계*.
- 한국무역보험공사. (2018. 5.). *차세대 디스플레이산업 기술 및 시장 동향*.
- 홍용택·변정환·오은호·이병문. (2016.). “전자피부 기술 동향”. *인포메이션 디스플레이*. 제17권 제5호.
- 황치선·김용해·김기현·양종한·피재은·황치영·최지훈·김진웅. (2016. 12.). “디지털 홀로그래피를 위한 대면적 공간광변조기 패널 기술”. 한국전자통신연구원. *전자통신동향분석*. 제31권 제6호.
- SK Hynix 블로그. “디스플레이 발전 속 TFT 반도체”. <http://blog.skhynix.com/>



저자소개

박영준 ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 기술경제연구그룹 책임연구원
e-mail: joony@etri.re.kr Tel. 042-860-6498
허홍석 ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 기술경제연구그룹 책임연구원
e-mail: herhs@etri.re.kr Tel. 042-860-5169

주요 실감 디바이스의 현황과 이슈

발행인 한 성 수
발행처 한국전자통신연구원 미래전략연구소 기술경제연구본부
발행일 2019년 6월 15일



www.etri.re.kr

ETRI 한국전자통신연구원 미래전략연구소

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL. (042) 860-6114 FAX. (042) 860-6504

