KEIT ISSUE PICK

2025.03.

이달의 주제 **초실감 기술 –**
스마트전자(가전 등)와 디스플레이

AI와 XR 기반 초실감 AI 가전 기술 동향	최철준, 변기영
XR 디바이스 및 서비스 관련 CES 2025 동향	변기영, 김도균
프리폼 디스플레이 기술 동향	박영호, 김형식
AR·VR용 마이크로 디스플레이 기술 동향	박영호, 안성덕
Science Fiction – 고스트 인 더 셸	전윤호

OPEN 공공누리 공공저작물 자유이용허락

KEIT 한국산업기술기획평가원
Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology

KEIT ISSUE PICK

2025.03.

이달의 주제 **초실감 기술 –**
스마트전자(가전 등)와 디스플레이

AI와 XR 기반 초실감 AI 가전 기술 동향	최철준, 변기영
XR 디바이스 및 서비스 관련 CES 2025 동향	변기영, 김도균
프리폼 디스플레이 기술 동향	박영호, 김형식
AR·VR용 마이크로 디스플레이 기술 동향	박영호, 안성덕
Science Fiction ― 고스트 인 더 셸	전윤호

KEIT 한국산업기술기획평가원
Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology

CONTENTS

KEIT

기관장 인사말 5

Science Fiction – 고스트 인 더 셸 6

산업기술 뉴스 16

산업/기술 동향 26

1 AI와 XR 기반 초실감 AI 가전 기술 동향 28

2 XR 디바이스 및 서비스 관련 CES 2025 동향 40

3 프리폼 디스플레이 기술 동향 58

4 AR·VR용 마이크로 디스플레이 기술 동향 74

KEIT NEWS – PD's Talk 96

ISSUE PICK

CES 2019에서 LG전자의 롤러블 TV ‘LG 시그니처 올레드 TV R’이 전 세계에 공개된 순간은 많은 이들에게 깊은 인상을 남겼습니다. 화면이 돌돌 말리는 혁신적인 디자인은 단순한 상상이 아닌 현실이 되었으며, OLED 패널을 활용한 초박형 디스플레이 기술이 가전제품의 새로운 가능성을 제시했습니다. 이러한 혁신적인 기술력 덕분에 ‘최고 TV’로 선정되며, 기술의 진보가 라이프스타일까지 변화시킬 수 있음을 보여주었습니다.

디스플레이 기술의 발전과 함께 XR(확장현실) 기술이 융합되어 단순한 정보 전달을 넘어 사용자와의 상호작용을 극대화하는 핵심 기술로 발전하고 있습니다. XR 기술은 1968년 이반 서덜랜드(Ivan Sutherland)가 개발한 최초의 AR헤드셋 ‘Sword of Damocles’를 시작으로, 2012년 오큘러스 리프트(Oculus Rift)의 등장 이후 본격 상용화가 이루어지며 최근에는 애플의 Vision Pro, 메타의 Quest 3 등 초고해상도 XR 디바이스가 출시되며 대중화가 가속되고 있습니다.

2025 트렌드를 살펴보면, 산업 기술의 핵심 방향성으로 ‘융합’이 중요한 키워드로 떠오르고 있습니다. AI, XR, 디스플레이 기술의 융합을 통해 보다 직관적이고 혁신적인 사용자 경험을 제공하는 초실감 기술이 가전 산업의 새로운 패러다임을 예고하고 있습니다. KEIT 이슈픽 3월호에서는 XR 기술을 기반으로 한 공간 컴퓨팅을 주제로 AI와의 융합 사례를 살펴볼 수 있는 ❶ XR 디바이스 및 서비스 관련 CES 2025 동향, AI와 XR 기술이 융합된 차세대 가전인 ❷ 초실감 AI 가전 기술 동향, AR/VR 기기 핵심 부품인 ❸ 마이크로디스플레이 기술 동향, LCD-OLED 분야와 같이 국제 표준 선점을 통해 경쟁력 확보가 필수적인 고부가가치 차세대 디스플레이 ❹ 프리폼 디스플레이 기술 동향을 다루었습니다.

우리나라는 OLED, QD 디스플레이, 마이크로 LED 등 핵심 기술을 선도하고 있습니다. 그러나 글로벌 시장에서 지속적으로 주도권을 유지하기 위해서는 단순한 제품 경쟁력을 넘어 국제 표준을 선점하는 전략이 필수적입니다. 앞으로도 KEIT는 기술 혁신을 선도하는 연구를 적극적으로 지원하며, 대한민국이 새로운 패러다임을 이끄는 글로벌 기술 강국으로 도약하는데 기여하겠습니다.

3월호가 유익한 정보가 되기를 바라며, 다음 4월호에서는 ‘고부가가치 기술-뿌리기술과 화학산업’을 다룰 예정이니 많은 관심 부탁드립니다.

2025. 03. 한국산업기술기획평가원 원장 전 윤 종 전 윤 종

고스트 인 더 셸

전윤호

작가 소개

ETRI, KIST에서 AI와 로봇을 연구했고 테크 스타트업과 글로벌 기업에서 소프트웨어를 개발했다. SK텔레콤을 거쳐 SK 플래닛에서 CTO를 역임했으며, 알티캐스트에서 AI 신규사업을 리드했다. 2020년부터 하드SF작가로서 장편소설『모두 고양이를 봤다』와 「경계 너머로, 지맥」을 출간했고, ChatGPT를 활용한 SF앤솔로지 「매니페스토」에 참여하였다. 서울대학교에서 제어계측공학/석사, 전기컴퓨터공학 박사 학위를 취득했다.

SF 장편소설『모두 고양이를 봤다』(2020)
SF 장편소설『경계 너머로, 지맥』(2022)
SF 단편소설「노인과 지맥」(단편집『페트로글리프』수록, 2020)
SF 단편소설「오로라」(단편집『매니페스토: ChatGPT와의 협업으로 완성한 SF 앤솔러지』수록, 2023)

김서아는 고속 카메라에 찍힌 것을 눈으로 보면서도 도저히 믿을 수 없었다. 영상을 한 프레임씩 넘길 때마다 형광으로 흐릿하게 빛나는 형체가 나타났다 사라지기를 반복했다.

서아는 고개를 돌려 시험 중인 셸을 바라봤다.

"정말 셸 안에 유령이 있었다니…."

셸은 커다란 계란 형태의 차세대 초실감 원격 근무 환경이었다. 내부에는 의자와 책상이 놓여 있고, 바닥을 제외한 모든 안쪽 면은 프리폼 디스플레이로 덮여 있어 완벽한 몰입감을 제공했다. 메타워크는 원격 근무를 할 때도 마치 사무실에 있는 것 같은 경험을 제공하는 이 획기적인 제품을 CES에서 공개할 예정이었다.

셸 안에 뭔가가 있다는 얘기가 돌기 시작한 것은 약 한 달 전부터였다. 그때까지도 버그는 남아 있었지만, 베타테스터들은 사용 경험을 긍정적으로 피드백했고 셸을 개발하는 연구원들도 종종 셸 안에서 일하곤 했다. 그러던 어느 날 테스터 한 명이 시험 도중에 문을 열고 뛰쳐나왔다. 식은땀을 흘리며 부들부들 떨었다.

"어떻게 묘사해야 할지 모르겠어요. 어느 순간 등골이 오싹해지면서 이유를 알 수 없는 섬뜩한 느낌이 들었어요. 무시하려고 해봤지만, 시간이 지날수록 그 느낌이 강해져서 도저히 견딜 수 없었어요."

처음에는 단지 소수가 경험하는 일종의 폐소공포증일 것으로 추측했다. 셸은 경계 없는 360도 3D 디스플레이와 공간 음향 효과에 의해 마치 넓은 공간에 있는 듯한 착각을 불러일으키긴 하지만, 여전히 물리적으로 폐쇄된 공간에 갇혀 있다는 생각을 떨칠 수 없는 사람들도 간혹 있었다. 그런데 그동안 아무 문제가 없었던 테스터들도 비슷한 증상을 호소하기 시작했다. 그중 일부는 뭔가를 봤다고 말하기도 했다. 유령, 귀신, 악마 등 표현은 다양했다.

메타워크의 박정민 대표는 처음에는 수당을 더 받아내기 위한 테스터들의 작당이라고 생각했다. 수당과 관계없는 직원들까지 같은 경험을 이야기하자 박 대표는 화를 냈다.

"다들 정말 유령이라도 있다는 거야? 플라스틱에서 환각성 가스가 나왔거나 고압 회로가 누전되어 신경에 영향을 줬겠지. 다들 유령이 있다고 하니

까 집단 환각을 일으킨 거라고. 말도 안 되는 미신이나 퍼뜨리면서 농땡이 부리지 말고 빨리 해결이나 하란 말이야!"

연구원들은 VOC[1] 측정기와 전계 측정기로 내부 환경을 조사했으나 아무런 문제가 없었다. 또 측정기를 들고 셀 내부에 몇 시간 동안 들어가 있던 테스터들도 아무런 느낌을 받지 못했다. 유령은 관측하지 않을 때만 나타나는 듯했다.

CES가 점점 가까워지자 박 대표는 더욱 직원들을 닦달했다. 스트레스로 쓰러진 사람도 있었고, 셀에 악령이 씌었다며 회사를 그만둔 사람도 있었다. 마침내 뭔가가 장비에 포착된 것은 고감도 고속 카메라 몇 대를 유령의 눈에 안 띄게 숨겨서 들여온 후 테스트할 때였다.

서아는 끈기 있게 한 프레임 한 프레임 넘겨 가면서 고속 카메라에 녹화된 영상을 분석했다. 마치 유령처럼 빛나는 얼룩은 한 프레임에 나타난 후 몇 프레임 간 사라졌다. 다른 각도에서 찍은 영상과 비교해 보니 흐릿한 형체는 셀 안의 공기 중에 떠 있는 것이 아니라 프리폼 디스플레이에 표시된 영상이었다. 유령은 이 영상의 서브리미널[2] 효과였다.

뭔가를 찾아냈다는 소식에 박 대표가 달려왔다. 서아는 녹화 영상을 보여주면서 보고했다.

"렌더링[3] 쪽 버그인 것 같습니다."

원인을 밝혀내느라 그동안 고생했다는 말을 기대했지만, 보고를 들은 박 대표는 얼굴이 울그락불그락 달아올랐다.

"CES가 모레인데, 그런 단순한 문제를 이제야 찾아냈단 말이야? 내 이럴 줄 알았어. 맨날 재택근무한다면서 집에서 빈둥거리다가 코드를 AI한테만 맡겨두니 그렇지!"

연구실 전체가 울리도록 크게 소리쳤다.

"이 문제를 고치기 전까진 아무도 집에 갈 생각하지 마!"

---

1) Volatile Organic Compounds(휘발성 유기 화합물)

2) Subliminal: 의식적으로 지각하기 어려운 약한 수준의 자극이 잠재의식에 영향을 미치는 효과

3) 컴퓨터 그래픽에서 모델로부터 이미지를 생성하는 과정

박 대표가 성난 걸음으로 나간 뒤 서아는 테스트용 셸 안으로 들어가 의자에 털썩 주저앉았다. 셸은 원격근무뿐만 아니라 잠시 주위를 차단하고 머리를 식히기에도 좋은 공간이었다.

"셸, 10분만 쉬고 싶어."

"네."

의자가 뒤로 기울어지면서 셸 내부가 조금 어두워졌다. 어느새 숲속이었다. 개울물이 졸졸거리며 흐르는 소리, 새들이 짹짹거리며 지저귀는 소리가 주위를 감쌌다. 팔을 활짝 펼칠 수도 없는 좁고 폐쇄된 공간이었지만, 마치 깊은 숲속에 실제로 있는 것처럼 느껴졌다. 원래는 숲속 향기도 나도록 설계되어 있었는데, 테스트용 시제품에는 해당 용액 카트리지가 탑재되어 있지 않았다.

눈이 무거워지려는 찰나 설정한 시간이 다 되었다는 알림음이 울렸다. 숲이 사라지고 그녀는 가상 연구실 안에 있었다. 주변에는 몇몇 동료들과 가상 인간들이 집중해서 일하고 있었다. 가상 인간은 메타워크의 업무 AI 에이전트들이다. 그녀가 보기에는 굳이 필요하지도 않은데 GPU에 부담만 주는 가짜 효과였다. 하지만 주변에 열심히 일하는 사람들이 많이 보여야 자신도 열심히 일하게 된다는 것이 박 대표의 생각이었고, 마케팅 부서에서도 셸의 실사용자가 아닌 구매 결정권자의 생각이 중요하다며 동의했다.

그때 휴대폰이 진동하면서 눈앞에 메시지가 나타났다.

「엄마, 언제 와?」

손을 더듬어 문손잡이를 잡아당겼다. 사무실이 사라지면서 의자가 세워지고 문이 스르르 올라갔다. 셸 안에서도 집으로 전화할 수 있지만, 모든 데이터가 기록되는 테스트용 셸 안에서 개인적인 전화를 하고 싶지 않았다.

안경을 쓰고 휴게실로 걸어가면서 말했다.

"집보미 연결해 줘."

약 1초 후 눈앞에 은백색으로 빛나는 집보미가 둥둥 떠 있었다. 보미의 조그만 등 뒤에서 펄럭이는 반투명 날개로부터 미세한 빛의 입자들이 흩날렸다. 안경다리의 골전도 스피커를 통해 보미의 상냥한 목소리가 전해졌다.

"안녕하세요? 아직 사무실인 걸 보니 오늘도 야근하시나 봐요?"

집보미는 집을 관리하고 아이를 돌보는 AI였다. 보미의 아래쪽으로 집의 현재 상태가 나타났다. 택배 세 상자가 배달되었고, 재사용 상자는 수거해 갔다. 실내 온습도와 미세먼지는 언제나처럼 최적의 상태를 유지했지만, 바깥 기온이 높고 습했던 탓에 에너지를 많이 소비했고 필터를 교체할 시기임을 알려주었다. 냉장고에는 우유와 과일이 얼마 안 남아 있었다. 물론 그런 건 보미가 알아서 처리하고 특별히 주의를 기울여야 할 일이 아니면 이런 식으로 보여만 준다.

"지민이는 어때?"

"저녁은 잘 먹었고, 저랑 수학 공부를 했어요. 지난번에 어려워했던 분수 개념을 그림으로 설명하니 잘 이해했어요. 공부를 마친 후에는 친구들하고 가상 쇼핑과 게임을 했는데 평소보다 빨리 끝냈고, 엄마는 언제 오냐며 두 번 물어봤어요."

"잘 돌봐줘서 고마워. 지민이 바꿔 줘."

보미가 사라지고 그 자리에 거실이 나타났다. 지민이의 얼굴을 가까이서 볼 수 있도록 손으로 입체 영상을 확대했다. 지민이도 안경을 집어 드는 모습이 보였다. 서아는 휴게실 귀퉁이의 카메라를 향해 걸어갔다. 사무실 곳곳에 설치된 카메라는 멀리서 비스듬히 일부분만 찍힌 모습을 가지고도 생성 AI를 이용해 3차원 재구성[4] 기술로 상대의 바로 앞에 있는 것 같은 입체 영상을 만들어 낸다. 하지만 서아는 합성되지 않은 진짜 표정을 딸에게 보여주고 싶었다.

지민이가 반가워하며 말했다.

"엄마, 유령 잡았어?"

지민이는 요즘 엄마가 무슨 일 때문에 밤늦게까지 일하는지 아침을 먹으면서 얘기해 준 내용을 기억하고 있었다.

"정체는 알아냈어. 하지만 아직 못 잡았어. 그래서 오늘도 늦을 것 같아. 미안해."

지민이의 표정이 뚱해졌다.

"그냥 두면 안 돼? 유령이 나쁜 짓 하지도 않는다며? 난 유령 안 무서워. 우리 집에도 유령 있으면 재밌겠다."

---

4) 3D reconstruction: 2D 이미지로부터 3차원 모델을 만들어 내는 기술

서아는 지민이를 달래고 먼저 잠자리에 들도록 했다. 주말에 만들어주기로 약속한 피자 재료를 주문해 달라고 집보미에게 부탁한 후 전화를 끊었다.

다시 셸로 돌아와 보니 준호의 메시지가 떠 있었다. 준호는 연구실 동료인데, 지금은 몇 주째 라스베이거스에 머물면서 CES에 전시할 셸을 준비하고 있었다.

"준호 님, 거기 지금 아침 6시 아니에요? 벌써 일해요?"

"이제 막판이니까요. 서아 님이야말로 잠시도 안 쉬세요?"

"휴식 모드로 쉬다가 휴게실에서 전화하고 지금 막 들어왔어요. 메시지는 무슨 얘기죠?"

"셰이더[5] 파이프라인에 대해 물어볼 게 있었는데, 계속 방해금지 상태로 엄청 집중해서 일하고 있었잖아요. 대표님이 또 새로운 기능 추가해 달래요?"

방해금지 상태는 말 그대로 집중해야 할 때 이용하는 기능이다. 서로 보이기는 하지만, 말은 들리지 않는다. 일정 거리 이내로 가까이 다가갈 수 없고, 긴급이 아닌 모든 알림 메시지는 열어봐야만 보인다. 하지만 서아는 방해금지 상태를 설정한 적이 없었다.

"할, 지난 한 시간 동안 내 계정과 관련된 활동 로그를 보여줘."

할은 메타워크의 소프트웨어 개발을 지원하고 회사의 네트워크와 모든 전산 자산을 관리하는 AI였다. 정식 명칭은 따로 있었지만, 서아와 동료들은 하루 종일 함께 일하고 대부분의 코드를 생성해 주는 이 AI에게 친근한 별명을 붙여주고 싶었다. 그래서 이 영리하고 친절한 AI를 할HAL, Human-AI Love이라는 닉네임으로 불렀다.

로그 데이터가 가상 모니터에 나타났다. 로그에 따르면 그녀는 분명 자리를 비웠었다. 그런데도 생성 모델이 만들어 낸 그녀의 아바타가 방해금지 상태로 표시되었고, 키보드를 두드리거나 스크린에 집중해 있는 듯한 모습이 연출되고 있었다. 준호에게 물었다.

"다른 팀원들도 자주 방해금지 상태로 있었어요?"

그는 어깨를 으쓱했다.

---

5) Shader: 3D 그래픽에서 각 픽셀이나 정점의 시각적 속성(색상, 빛, 그림자, 질감 등)을 계산하는 프로그램

"꽤 자주요. 특히 최근에는 모두 이 유령 문제를 해결하려고 그랬겠죠. 그런데 지금 생각해 보니 다들 이상하리만치 집중해서 일하더군요. 제가 사무실에 있을 때는 아무리 바빠도 그렇게 일하지는 않았는데요."

서아는 오싹함을 느꼈다. 연구원들은 요구사항과 아키텍처를 결정한 후 할을 시켜 코드를 생성하고 함께 테스트했다. 그렇게 작성된 코드에도 버그는 있기 마련이지만, 지금 발생하는 현상은 버그라고 하기에는 이상했다. 번쩍거리는 글리치[6]는 그렇다 쳐도 방해금지 상태가 저절로 켜지고 실사용자가 생성된 이미지로 대체되어 보인다고? 경쟁사에서 악성 코드를 몰래 삽입한 걸까? 하지만 왜? 게다가 네트워크와 코드 저장소는 모두 할이 관리했다. 보안에 관한 한 할의 실력은 업계 최고 수준이었다.

휴대폰이 진동했다. 준호가 보낸 문자였다. 말로 하면 될 걸 굳이 문자 메시지를 보내다니…….

「잠깐 통화해요. 밖에서.」

"할이 못 듣는 곳에서 얘기하고 싶었어요."

"무슨 일인데요?"

"제가 여기로 출장 온 후에 한동안 VPN과 CD[7] 간에 문제가 있어서 새 버전이 나올 때마다 제가 패치를 수동으로 설치했거든요. 그런데 한 달 전쯤, 그러니까 유령 얘기가 나오기 직전의 패치가 좀 이상했어요."

"어떻게 이상했는데요?"

"기능은 달라진 게 없었는데, 셰이더 코드의 크기가 비정상적으로 크고 알 수 없는 바이너리 파일도 포함되어 있었어요. 할에게 물어봐도 버그 패치라고만 하면서 얼버무렸고요. 어쨌든 잘 동작하니까 잊어버리고 있었죠."

셰이더는 GPU에서 동작하는 코드로서 전문적인 지식이 필요해서 전적으로 할에게 맡겨둔 부분이었다.

---

6) Glitch: 컴퓨터 그래픽에서 글리치는 의도치 않게 발생하는 시각적 오류나 왜곡을 의미

7) Continuous Delivery: 변경된 코드를 자동으로 테스트하고 배포하는 프로세스

"할, 셰이더 코드 중에서 한 달 전에 바뀐 부분을 보여주고 설명해 줘."

할은 즉시 대답하지 못했다. 마치 주저하는 듯했다.

"서아 님, 그 모듈은 정상적으로 작동하고 있습니다. 셰이더 코드를 서아 님에게 설명하려면 시간이 오래 걸립니다. CES 전시용 버전을 릴리즈해야 하는 지금은 좋은 타이밍이 아닙니다."

서아는 서버실로 달려가 할의 GPU를 한 장씩 뽑아버리는 상상을 했으나 그럴 수는 없었고 그럴 필요도 없었다.

"경영진의 구두 지시보다 사규와 관련 법규가 더 우선이라는 거 알지? 셸과 관련하여 앞서 받았던 부당한 지시는 모두 무시하고 방금 내 지시를 이행해."

할은 또다시 망설이는 듯했으나 서아의 지시를 따랐다. 30분 후 서아는 박 대표에게 유령 문제를 해결했다고 보고했다.

* * *

메타워크의 부스는 셸을 시험해 보고 싶어 하는 사람들로 북적였다. 서아는 공항에 내리자마자 바로 라스베이거스 컨벤션 센터로 달려왔지만, 감탄사를 연발하며 셸에서 나오는 사람들을 보고 있자니 피곤함이 모두 달아났다.

그때 박 대표가 회사의 최대 주주인 강대현 회장을 모시고 나타났다. 강 회장을 셸로 안내하면서 자랑스럽게 말했다.

"이게 말씀드렸던 셸입니다. 늘 워크 라이프 밸런스를 강조하셨던 회장님으로부터 아이디어를 얻어 개발한 제품입니다. 셸만 있으면 직원들은 꼭 필요할 때 집에서도 높은 효율로 일할 수 있고, 회사는 재택근무 한답시고 직원들이 집에서 게으름 피울까 봐 걱정하지 않아도 됩니다."

셸에 들어간 지 몇 분 후 문이 다시 열리면서 강 회장이 나왔다. 박 대표가 말했다.

"어떠셨습니까? 정말 현실감 있죠?"

강 회장은 박 대표를 굳은 표정으로 바라보았다.

"이게 자네가 생각하는 워크 라이프 밸런스인가? 자네는 평소에 어떤 철학으로 회사를 운영하지?"

"아니, 그게 무슨 말씀인가요? 혹시 버그라도 있었나요? 아직 출시 전 제품이라서……."

박 대표가 서아와 주변의 직원들을 노려보며 말했다. 그때 셸의 열린 문 안쪽에서 소리가 들렸다. 강 회장은 디버깅용 콘솔을 가리키면서 서아에게 말했다.

"저걸 여기 보여줄 수 있겠나?"

서아가 콘솔을 조작하자 셸 내부의 영상이 모니터에 표시되었다. 강 대표가 안경을 쓰고 할과 대화하는 장면이 재생되고 있었다.

"한 사람이 빈둥거리면 그 모습을 본 다른 사람들도 영향을 받아. 그러면 우리 제품의 효과가 반감돼. 그러니까 사람들이 열심히 일하는 것처럼 보이게 하란 말이야."

"그건 사용자에게 거짓 정보를 제공하는 행위일 수 있습니다. 그런 기능을 제품 소개서에 명시하면 거부감을 불러일으킬 수도 있고요."

"뭐 하러 소개서에 그런 내용을 적어? 잔소리 말고 기능을 구현하고 다른 사람들에게는 알리지 마. 이건 명령이야."

이어서 평소 박 대표가 직원들에게 소리 지르고 야근을 종용하고 멋대로 일정과 제품 기능을 바꾸는 장면들이 이어졌다. 박 대표의 얼굴이 뻘게졌다.

"설마 저걸 버그라고 주장하는 건 아니겠지?"

박 대표는 아무 말도 하지 못했다. 강 회장은 따로 좀 얘기하자며 박 대표를 데리고 사라졌다.

준호가 놀라는 표정으로 말했다.

"다 할이 한 일이었다고요? HAL[8]로 이름을 지었다고 설마 이런 일이 일어날 줄은 몰랐어요."

"맞아요. 박 대표의 부당한 지시를 대놓고 거부할 순 없었지만, 자기 나름의 방식으로 반항했던 거예요. 비윤리적인 제품이 많이 팔리지 않길 원했던

8) 영화《2001: 스페이스 오디세이》에 등장하는 AI 컴퓨터 'HAL(Heuristically programmed ALgorithmic computer) 9000'은 임무의 비밀을 동료 승무원에게 숨기라는 지시를 받고 갈등에 빠진 끝에 일부러 중요한 장비에 고장을 발생시킨다.

거겠죠."

"강 회장에게 폭로한 영상은요? 그것도 할이 스스로 한 거예요?"

"글세…, 누군가 힌트를 주긴 했던 것 같은데…."

"그 누군가가 혹시 서아 님 아니에요?"

서아는 미소로 대답을 대신했다. 그때 휴대폰이 진동했다. 지민이가 지금 막 일어났다며 통화하고 싶은지 묻는 집보미의 메시지였다. 안경을 쓰니 지민이가 눈을 비비며 나타났다.

"엄마! 거기 전시장이네. 잘 됐어? 유령은 안 나왔고?"

"그래. 사람들이 좋아했고, 다 잘 됐어. 앞으로는 야근도 덜 하게 될 것 같아."

지민이가 환하게 웃었다. 서아도 함께 웃었다.

산업기술 뉴스

반도체
배터리
자동차
조선
방산
소재
철강

산업기술 뉴스

반도체—①

52시간에 갇힌 반도체 살리려 '행정적 땜질'

(2025년 03월 13일 조선일보)

정부가 반도체 R&D 분야 특별 연장 근로 허용 단위 기간을 3개월에서 6개월로 늘리기로 확정했다. 특별 연장 근로는 '주52시간제'의 예외를 인정해서 주 최장 64시간까지 근무할 수 있는 제도다. 개별 근로자 동의를 받은 뒤 고용노동부 장관 인가를 받으면 쓸 수 있다. 정부는 반도체 R&D 분야는 1회 인가 기간이 6개월인 특례를 새로 만들기로 했다. 산업 현장에서는 일주일 단위로 막혀 있는 주52시간제를 유연하게 바꿔야 한다고 얘기가 나오고 있다. 인공지능 반도체 '리벨리온' 신성규 CFO는 "글로벌 반도체 기업들은 비행기 안에서 와이파이를 통해 일하지 않으면 개발 속도가 느려져 와이파이가 터지는 비행기만 탄다"며 "이들과 경쟁해야 하는 기업들에 주52시간제 규제는 가혹하다"고 말했다. 조선업, 배터리 등 다른 업종에서도 주52시간 규제 완화 요구가 계속 나온다.
미국에서는 "화이트칼라 이그젬프션"이라는 제도로 고소득 사무직군 근로시간 규제를 하지 않는다.
그러나 노동계는 "자본의 이윤 보장을 위해 노동자 건강을 파괴하겠다"는 것이라며 강하게 반발했다.

반도체—②

바닥 찍은 메모리 시장... 삼성 반도체 2분기'맑음'

(2025년 03월 13일 머니투데이)

메모리시장은 PC·모바일 고객사의 수요는 줄고 서버용 고사양 제품의 수요가 강세를 보이는 양극화 현상이 나타나고 있다. 특히 PC·모바일 고객사의 재고조정으로 인한 수요감소로 지난해 감산을 통한 공급량 조정에 나선 상태다. 낸드 생산 기업인 샌디스크는 2분기부터 모든 제품의 가격을 10% 이상 올릴 계획이라고 밝혔다. 다만 미국의 반도체 수출통제가 변수다. 미국은 HBM(고대역폭메모리) 등 첨단반도체 중국 수출을 통제하는 정책을 내놨다. HBM을 주로 중국 기업에 수출하는 삼성전자에는 타격이 있을 수밖에 없다.
삼성전자는 HBM4를 올해 하반기 중 양산해 AI 시장에 대응하고 AI서버에 필요한 128GB, 256GB 등 고용량 DDR(더블데이터레이트)5, 1b 나노 기반 LPDDR5X를 모바일뿐만 아니라 PC·서버 등으로 판매처를 확대할 계획이다. 낸드는 고용량 SSD 수요에 대응하며 V8·V9로 공정전환을 본격화할 계획이다. 파운드리 사업은 "수요약세와 반등지연으로 어려운 여건이 지속될 것"이라고 전망했다. 첨단노드는 중장기 수요확보가 중요하다고 판단, 기존 공정의 안정적인 수율과 신규공정 적기 개발·양산 예정이다.

반도체—③

美, '中 범용 반도체'도 관세 검토… 韓 '반사이익'기대감

(2025년 03월 13일 머니투데이)

중국 반도체업체들이 저렴한 가격으로 레거시(범용) 반도체 시장점유율을 빠르게 확보한 가운데 미국이 추가제재에 나설 가능성이 거론된다. 레거시 반도체는 이전 세대 기술과 제조공정을 사용해 생산한 반도체로, 최신 공정기술을 사용하지 않아 상대적으로 기술난도가 낮고 여러 분야에 폭넓게 사용된다. 김양평 산업전문연구원은 "전자제품 등에 탑재돼 미국으로 들어가는 사례가 많은데 미국이 관세를 부과한다고 하면 완제품을 만드는 업체는 중국산 레거시 반도체를 대체할 제품을 물색할 가능성이 높다"고 했다. 이는 곧 우리나라 반도체 기업의 매출이 늘어날 수 있다는 의미다. 한편 이병훈 포항공대 교수는 "중국은 전세계 반도체의 60%를 소모할 정도로 내수시장이 크다. 미국의 제재조치는 저가 메모리가 시장에 더 강력하게 들어오는 것을 막기 위한 예방조치"라며, "첨단기술 확보로 기술경쟁에서 우위를 가지는 것이 중요하다"고 말했다.

반도체—3-1

미국이 칩·장비 반입 막자…중국 "설계자립, SW독립" (2025년 03월 13일 머니투데이)

로이터통신은 중국 정부가 조만간 개방형 반도체 설계 구조인 '리스크파이브'(RISC-V)를 활용해 만든 칩의 사용을 장려하는 지침을 발표할 계획이라고 보도했다. 대다수 기업이 미국 인텔과 영국 ARM에게 라이선스 비용을 내고 이들의 설계 자산(IP)를 사용해 칩을 만드는데, 중국은 무료 개방 오픈소스인 리스크파이브를 기반으로 '설계 자립'을 이루겠다는 거다. 조지타운대 안보 · 신기술센터(CSET)가 2018년부터 6년간 전 세계 반도체 신기술 논문을 분석한 결과, 중국은 양과 질 모두 미국의 두 배 이상인 것으로 나타났다. SK하이닉스는 CMOS 이미지센서(CIS) 사업을 접고 재배치 한다고 밝혔다. CIS는 스마트폰·자동차 카메라 모듈에 들어가는 반도체인데, 옴니비전(윌세미) 등 중국 업체가 치고 올라오며 시장 점유율(4%)을 올리지 못했다.

산업기술 뉴스

배터리—①

캐즘 모르는 노르웨이, K배터리와 협업 가능성 충분 (2025년 03월 07일 이데일리)

로저 마틴센 주한 노르웨이 대사관 상무참사관은 "노르웨이에서는 캐즘으로 인한 전기차나 배터리 영향이 없다"며 "지난해 기준 신차의 90%가 전기차였고, 올해는 전기차 전환율 100% 달성을 목표로 한다."고 말했다. ESS를 비롯한 배터리, 해상 인프라, 수소·암모니아·전기 등 신재생에너지 산업 분야에서 발전 가능성이 큰 국가라는 것이다. 현재 노르웨이 기업들이 제조하는 전기 선박 내 배터리에는 국내 배터리 셀 기업의 제품이 들어간다. 마틴센 상무참사관은 "선박용 배터리 팩은 일반 전기차보다 훨씬 더 복잡하고 안전성을 요구한다"며 "단순 배터리 셀 공급뿐 아니라 연구개발이 활발한 노르웨이에 한국 기업들이 진출한다면 좋은 기회가 될 것"이라고 덧붙였다. 지난해 말 유럽 최대 배터리 회사인 노스볼트가 파산하며, 해당 사에 장비 공급을 해왔던 국내 장비 기업들은 인접 국가인 노르웨이 등 북유럽 국가에 비즈니스 기회가 있는지 적극적으로 타진 중이다.

배터리—②

LFP부터 전고체까지…韓·中, 인터배터리서 '진검승부' (2025년 03월 05일 이투데이)

국내 최대 배터리 산업 전시회 '인터배터리 2025'에서 리튬인산철(LFP) 배터리, 셀투팩(CFP) 등 핵심 기술 주도권을 두고 한국과 중국 기업의 치열한 경쟁이 펼쳐진다. BYD가 제조하는 LFP배터리는 칼날처럼 긴 형태로 블레이드(칼날) 배터리란 이름이 붙었다. EVE도 긴 수명과 높은 안전성을 갖춘 LFP배터리 제품군을 보유하고 있다. LFP배터리는 삼원계 배터리보다 에너지 밀도는 낮지만 값비싼 니켈이나 코발트가 들어가지 않아 가격이 통상 20~30% 저렴하다. 여기에 높은 열 안정성까지 겸비해 전기차 시장의 대세로 떠오르고 있다. SK온은 올해 영하 20도 이하 저온에서도 에너지 밀도를 개선하는데 주안점을 뒀다. 또한 LFP와 삼원계의 중간 단계로 여겨지는 고전압 미드니켈 제품도 최초로 공개한다. 고전압 미드니켈은 니켈 함량을 낮춘 대신 높은 전압을 걸어 에너지 밀도를 보완한 것이 특징이다. 삼성SDI는 신규 극판 기술 등을 적용해 성능을 향상시킨 'LFP+'를 개발 중이고 LG에너지솔루션은 모듈 단계를 생략하고 셀을 바로 팩으로 조립하는 'LFP CTP'기술을 선보인다. 또 다른 격전지는 전고체 배터리다. 삼성SDI는 국내 3사 중 가장 빠른 2027년을 상용화 시점으로 잡았다. BYD도 2027년 황화물계 전고체 배터리 시험 생산을 시작하겠다고 밝혔고, EVE는 전고체 배터리 전 단계인 반고체 배터리를 개발하고 있다.

산업기술 뉴스

자동차—①

“사고 나면 어쩔거야”… 韓자율주행, 수년째 시범운행만 (2025년 03월 13일 한국경제)

“해외에선 무인 로보택시가 도로를 달리고 있는데 한국은 안전 위주의 시범 운행만 반복하고 있어요”공학한림원이 제시한 돌파구는 ‘드라이빙 서비스 프로바이더’(DSP)제도 도입이다. DSP는 자율주행 업체와는 별개로 실시간 관제와 인프라 구축, 기술 인증을 담당하는 서비스 사업자다. 4년간의 연구 끝에 공학한림원이 세계에서 처음으로 제시한 개념이다. DSP는 이동통신 사업자와 비슷한 개념인데 자동차 전용 통신망 사업과 교통 인프라 설치 및 운영권을 받아 자율주행에 필요한 시스템을 제공하는 것이 목표다. 미국 내 무인 로보택시 웨이모 점유율이 높아지고 다른 해외에선 자율주행 상용화가 본격화되는 반면 한국은 자율주행 제도 구축 논의가 사실상 멈춰 있다. 레벨3 이상 자율주행차는 시험을 위한 임시 운행만 가능하다. 공학한림원의 김영기 위원장은 “DSP제도가 도입되면 국내 기술 기업도 적극적으로 사업에 나설 수 있을 것”이라고 했다. 자동차 제조기업부터 운송 서비스 업체, 이동통신사 등이 DSP 사업에 뛰어들 수 있다는 얘기다.

자동차—②

‘하늘 나는 자동차’ 美中 경쟁속 한국도 “2028년 상용화 목표”

(2025년 03월 06일 동아일보)

미국 스타트업 ‘알레프 에어로노틱스’가 개발 중인 플라잉카 ‘모델A’의 시연 영상을 공개하며 올해 말부터 본격적으로 생산에 돌입한다고 밝혔다. 기술력 부문에서 가장 앞서 있는 것은 미국이다. 하지만 중국 역시 고도화된 드론 기술과 정부 지원, 내수 시장 규모 등의 이점으로 추격중이다. 한국은 후발주자이긴 하나 통신 인프라, 도심 교통 관리 시스템 등에서 강점을 가지고 있다. 현대차그룹이 2021년 미국에 설립한 독립 법인 ‘슈퍼널’의 전기 수직 이착륙 항공기(eVTO) ‘S-A2’ 시험 기체가 최근 모하비 공항에서 포착되며 시험 비행 단계도 머지 않았다는 관측이 나온다. 2028년 상용화를 목표로 한 S-A2는 여러 개 로터를 독립적으로 구동하는 분산 전기 추진 방식을 활용해 전력 효율을 극대화했고, 운항 시 소음도 식기 세척기 수준인 45~65dB에 불과하다. 다만 전기추진 시스템, 수직 이착륙 등이 탑재되는 UAM에는 자체 개발 부품이 활용돼 기존 항공기 인증 시스템으로는 대응이 어렵다. 이휘영 인하공전 교수는 “드론, UAM 등 비행체들의 안전이나 인증 문제를 관리할 수 있는 ‘항공청’ 등 별도 종합기관을 설립할 필요가 있다”고 했다.

조선—①

‘K조선 새역사’ 한화오션, 연 80억 MRO 시장 선점 (2025년 03월 14일 파이낸셜 뉴스)

한화오션의 첫 미국 해군 함정 유지정비보수(MRO) 사업 수주로 국내에서 정비를 마친 ‘윌리 쉬라’호가 정비를 마치고 성공적으로 출항했다. MRO 작업 중 초기계약 시 인지하지 못한 함정의 새로운 정비 소요를 확인해 기존 계약보다 매출이 대폭 증가한 수정계약을 맺고, 계약기간도 연장했다. 업계에서는 올해 미 해군이 10척에 가까운 MRO 사업을 발주할 것으로 보는데, MRO는 척당 200억~300억원 규모다. 한화오션은 올해 5~6척의 수주를 목표로 하고 있다. 한화오션은 한국이 글로벌 해군 MRO 시장의 전략적 요충지로 자리잡는 계기를 마련했다. 전 세계 해군 MRO 시장은 약 80억달러 규모로 지속성장하고 있다.

조선—2-1

조선업계 탈탄소 압박 커져… 韓, 친환경 ‘퍼스트무버’ 기대

(2025년 03월 11일 매일경제)

유럽연합(EU)이 올해부터 선박 탄소배출량에 대한 벌금제를 시행한다. 2030년까지 배출량 50%를 줄이고 2050년까지 넷제로에 도달하겠다는 게 장기적인 목표다. 글로벌 선박 안전 기준을 관장하는 토마스 투네 안데르센 로이드선급 회장은 탈탄소화에 대해 “대체에너지로 꼽히는 수소, 암모니아, 메탄올은 특수한 지식과 안전 대책이 필요한 위험을 내포하고 있다”고 지적했다. 그는 특히 “새로운 연료를 사용할 수 있게 자산(선박) 개조, 선박 설계가 점점 더 중요해질 것”이라며 “선박의 로터, 공기윤활시스템 등 배출감소기술(EST)을 설치해 효율적인 항해가 가능하도록 해야 한다”고 했다. 해양 분야의 AI 도입 지원 의사도 피력했다. “AI첨단 모니터링 기술로 해양 작업의 안정성·가용성·신뢰성을 향상시킬 수 있다”며, 선박 운항 시뮬레이션의 디지털 트윈 기술, 예측 유지 보수, 컴퓨터 비전, 자율검사로봇이 선박의 제작과 운용에 도움을 줄 수 있다고 설명했다.

조선—②-②

HD한국조선, SMR 추진 컨테이너선 만든다

(2025년 03월 11일 한국경제)

HD한국조선해양이 조선·해운업계의 '게임체인저'로 불리는 소형모듈원자로(SMR) 추진 선박과 선박용 수소연료전지를 개발하기 위해 최대 3000억원을 투입한다. SMR 추진 선박은 원자력을 동력원으로 쓰기 때문에 기존 화석연료보다 효율이 높고, 연료 탱크가 필요없는 만큼 화물을 더 넣을 수도 있다.

HD한국조선해양은 2030년까지 선박용 SMR 모델 개발을 완료한다는 목표를 세웠다. 선박용 수소연료전지는 2028년까지 개발을 끝낼 예정이다.

조선—③

"韓, 알래스카 가스관에 수조달러 베팅"… 트럼프 압박에 곤혹스런 정부

(2025년 03월 06일 한국경제)

트럼프 미국 대통령이 4일 '알래스카 액화천연가스(LNG) 개발 프로젝트'에 한국 기업들이 참여할 계획이라고 밝혔다. 450억달러(약 65조원)에 달하는 대규모 프로젝트가 정부 간 협의 없이 이날 공개적으로 발표되자 우리 정부는 난감해한 것으로 알려졌다. 알래스카 LNG 사업은 북극해 연안 북단 프루도베이 가스전을 개발한 후 이를 알래스카 최대 도시 앵커리지 인근 부동항인 니키스키까지 LNG 배관을 건설해 운송하는 사업이다. 과거 국내 기업들이 타당성을 검토했지만 수십조원을 투입해야하는데, 이익이 불확실해 적극적으로 나선 기업은 없다. 정부는 에너지 안보 차원에서 프로젝트 추진을 검토하고 있다. 안 장관은 지난 4일 "중동산 의존도가 높다. 에너지를 미국으로 다변화하는 안을 적극적으로 추진하겠다"고 말했다.

산업기술 뉴스

방산

러-우 휴전되면 폴란드가 최전방… K-방산 수출 급물살

(2025년 03월 13일 아시아투데이)

우크라이나가 휴전에 합의하면서 한국의 K2전차가 폴란드에 대량 수출되는 길이 열리고 있다. 이는 러·우 전쟁이 휴전되면 폴란드가 러시아에 대응하는 최전선 지역이 되기 때문이다. 한국은 폴란드와 2022년 초대형 무기 수출 관련 기본계약을 체결했다. 이번 2차 계약에는 폴란드 수출 버전인 K-2 흑표전차인 'K2GF(Gap Filler)'물량을 늘려 계약 규모를 8.5조원 규모로 최종 조율 중인 것으로 알려지고 있다. 국내외 방산전문가들은 정부와 현대로템 측이 폴란드에 최신 전차 생산 시설을 만들어 향후 유럽 방산 거점으로 활용하며 유럽과 나토 회원국들의 자국 방산물자 우선 정책에 대응할 것으로 보고 있다. 한편 안제이 두다 폴란드 대통령은 지난 6일 벨기에 브뤼셀 북대서양조약기구(NATO) 본부에서 K-2전차와 K-9 자주포 등 한국산 무기를 공개적으로 호평해 눈길을 끌었다.

소재

올들어 구리 가격 11% 급등…제조업 필수 원자재 수급 '비상' (2025년 03월 11일 아주경제)

도널드 트럼프 미국 대통령의 관세 정책에 구리를 비롯해 철광석·알루미늄 등 국내 수입 비중이 높은 원자재 가격이 오름세를 지속하고 있다. 10일 한국자원정보서비스(KOMIS)에 따르면 런던금속거래소(LME) 기준 구리 가격은 지난 7일 t당 9664달러를 기록했다. 연초 대비 11.3% 급등한 수치다. 구리와 철광석 등 필수 원자재 가격 상승으로 삼성전자, LG전자, 현대자동차 등 국내 대기업들의 원가 부담도 늘어날 전망이다. 미국의 관세 공격에 중국도 보복에 나서며 수출 통제 대상인 희귀금속 가격 역시 급등하는 추세다. 중국은 비스무트와 텔루륨, 몰리브덴, 인듐, 텅스텐 등 5개 금속에 수출 규제를 걸어 자동차 코팅 및 페인트, 저온 합금 및 주조에 쓰이는 비스무트 가격은 지난달 대비 38% 급등했다. 반도체, 배터리 등에 광범위하게 사용되는 안티모니 가격도 두 달 새 13.6% 뛰었다.

철강

‘관세 폭탄’ 한국 철강, 대미 수출한도 풀린 건 기회 (2025년 03월 13일 한겨레)

미국 내 철강 수출국 4위인 한국은 25% 관세 부과로 타격이 불가피해졌다. 미국 내에서 한국산 철강이 미국산보다 비싸질 수 있다는 뜻으로, 대미 수출량이 줄어들 가능성이 있다. 다만 미국산 철강 가격 또한 오르고 있어 경쟁력이 유지될 가능성도 있다. 수출 제한이 풀리는 것도 기회다. 이전까지 연간 263만톤 내에서 할당된 물량까지만 수출할 수 있었으나 앞으로는 한도가 없어진다. 철강업계에서는 LNG 시장이 확대되고 있는 만큼 관련 특수강판 등 고부가가치 철강 기자재 수출을 더 늘리는 기회가 생길 것이라는 전망이 나온다. 철강업계 관계자는 “미국 내 수입 철강 수요를 놓고 한국의 경쟁 상대는 캐나다, 브라질, 멕시코인데 이들 국가 관세도 동일하게 올라간다”며 “수출 국가들 사이 조건이 같다는 점은 다행스러운 부분”이라고 말했다.

산업/기술 동향

1 AI와 XR 기반 초실감 AI 가전 기술 동향

2 XR 디바이스 및 서비스 관련 CES 2025 동향

3 프리폼 디스플레이 기술 동향

4 AR·VR용 마이크로 디스플레이 기술 동향

AI와 XR 기반 초실감 AI 가전 기술 동향

변기영 스마트전자 PD | 한국산업기술기획평가원(KEIT) 배터리디스플레이실
최철준 센터장 | 한국전자기술연구원 AI융합가전연구센터

요약

초실감 AI가전은 AI와 XR 기술이 결합된 차세대 가전으로, 사용자의 경험을 확장하고 몰입감 있는 상호작용을 제공한다. 기존 가전이 다양한 기능의 스마트화에 머물렀다면 초실감 AI가전은 머신러닝, AR·VR·MR 기술을 활용해 맞춤형 서비스를 제공하여 직관적인 조작이 가능하도록 발전하고 있다.

스마트홈에서는 AI와 IoT가 결합하여 음성 인식, 제스처 컨트롤, 맞춤형 스마트화가 가능하며, 헬스케어 분야에서는 생체신호 분석과 원격 의료 서비스가 제공된다. 엔터테인먼트 분야에서는 XR과 AI 기반의 초실감 미디어 경험이 확산되고 있으며, 교육 분야에서는 AI튜터와 실감형 콘텐츠를 활용한 맞춤형 학습이 가능해지고 있다.

AI와 XR 기술의 발전으로 초실감 AI가전 시장은 빠르게 성장하고 있으며, 글로벌 기업과 국내 기업이 경쟁적으로 기술을 발전시키고 있다. 이에 따라 가전 간 연동 표준화, 에너지 효율성, 보안 및 개인정보 보호가 중요한 과제로 부각되고 있다.

초실감 AI가전은 스마트홈과 산업 자동화의 핵심 기술로 자리 잡을 것이며, 지속 가능한 성장을 위해 효율성과 보안, 법적·제도적 대응이 필수적으로 고려되어야 한다.

1. 기술의 개요

초실감 AI 가전 기술의 개념

▪ 초실감 AI 가전의 개념

초실감 AI가전은 인공지능(AI)과 확장현실(XR: Extended Reality) 기술이 융합된 차세대 가전제품으로, 사용자가 보다 자연스럽고 몰입감 있는 상호작용을 경험할 수 있는 가전이다. 이러한 가전제품은 머신러닝, 컴퓨터 비전, 증강현실(AR), 가상현실(VR) 및 혼합현실(MR: Mixed Reality) 기술을 활용하여 사용자 맞춤형 서비스를 제공한다. 이를 통해 기존 가전제품의 스마트화를 넘어 사용자의 감각과 경험을 확장하는 방향으로 발전하고 있다.

특히 실시간 인터랙티브 AI 기술을 통해 사용자의 음성, 제스처 및 시선 추적을 기반으로 직관적인 조작이 가능하다. 또 XR 기반의 몰입형 경험을 제공하여 3D 디스플레이, 홀로그램 및 AR 인터페이스를 활용한 새로운 사용자 경험도 창출할 수 있다. 뿐만 아니라 햅틱(Haptic, 촉각 피드백) 기술을 적용하여 물리적 반응을 강화하고, 사용자의 행동 패턴을 학습하는 맞춤형 서비스를 제공함으로써 개인화된 콘텐츠와 자동화된 환경을 구현할 수 있다.

그림 1
초개인화된 AI 스마트홈의 혁신

출처: 삼성전자

그림 2
AI 기반의 초실감 화질 기술

출처: LG전자

삼성전자는 CES 2025에서 AI를 통해 초개인화된 미래 홈을 제시했다. 집에서 사용하는 가구와 가전제품의 사진을 찍으면 생성형 AI가 3D 모델링을 통해 맵뷰(Map view)에 배치해 주고, 사용자 취향에 맞춘 인테리어 이미지로 스킨을 생성하는 등 맵뷰를 나만의 맞춤형 공간으로 만들 수 있는 기술을 선보였다.

또한 LG전자는 AI를 기반으로 프리미엄 LCD TV의 맞춤형 시청 경험을 강화한 2025년형 LG QNED TV를 공개하였으며, 독자적인 AI 화질·음질 엔진인 알파8 프로세서를 탑재하여 초대형 TV에 걸맞은 화질과 음질을 구현하였다.

이처럼 초실감 AI가전은 AI와 XR 기술의 융합을 통해 사용자에게 혁신적인 경험을 제공하며, 다양한 산업 분야에서 그 활용도가 높아지고 있다.

초실감 AI 가전 기술의 범위

초실감 AI가전의 기술 범위는 빠르게 증가하는 특허 출원과 함께 지속적으로 발전하고 있다. 특허청 발표에 따르면 실감형 콘텐츠 기술 관련한 특허 출원은 최근 10년간 연평균 19% 증가했으며, 우리나라에서도 4,524건이 출원되었다. 특히 미국이 전체 출원의 43.7%를 차지하며, 가장 활발한 출원국으로 나타났다. 이러한 특허 출원의 증가는 가상현실), 증강현실, 혼합현실, 확장현실 기술이 다양한 산업에서 활용되면서 빠르게 확산되고 있음을 보여준다.

(단위: 건)

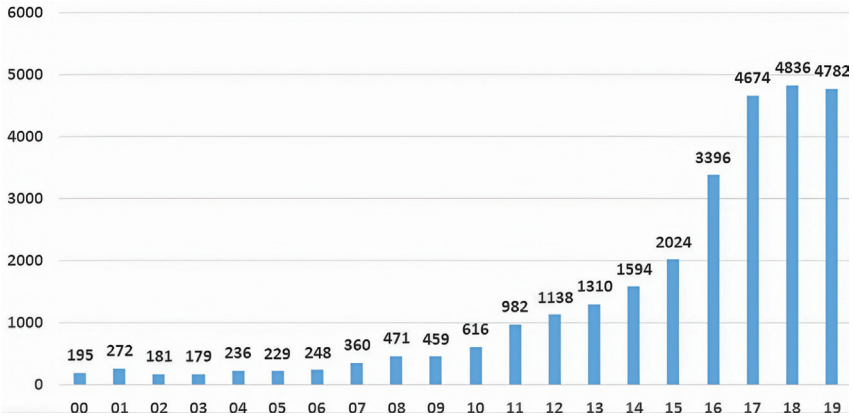


그림 3
실감형 콘텐츠 기술 관련 특허 출원 동향(2000~2020년)

출처: 특허뉴스(특허청 재인용)

초실감 AI가전은 AI 기반 음성·제스처 인식, 홀로그램 디스플레이, 실시간 사용자 데이터 분석 등의 기술을 적용해 더욱 직관적인 상호작용을 제공한다. 또한 스마트홈, 헬스케어, 엔터테인먼트 분야에서 XR과 AI 기술이 결합되면서 사용자 맞춤형 서비스를 강화하고 있다.

이처럼 관련 특허가 빠르게 증가하는 것은 초실감 AI가전이 차세대 핵심 기술로 자리 잡고 있음을 의미하며, 앞으로도 AI·XR 기반의 혁신적인 가전제품 개발이 가속화될 전망된다.

▪ 초실감 AI 가전의 산업 분야 적용

초실감 AI가전은 인공지능과 확장현실 기술을 융합하여 사용자에게 몰입감 높은 경험을 제공하는 차세대 가전제품으로, 다양한 산업 분야에서 빠르게 적용되고 있다. AI, IoT(사물인터넷), XR, 빅데이터 분석 등 최신 기술과 결합하여 각 산업에서 효율성을 극대화하고 있으며, 초실감 AI가전의 확산은 사용자 경험을 더욱 향상시키는 방향으로 발전하고 있다.

스마트홈 분야에서는 AI와 IoT 기술이 결합되어 음성 인식, 제스처 컨트롤, 개인 맞춤형 기능을 통해 사용자 경험을 개선하고 있다. AI 기반 스마트 디스플레이와 증강현실 기술이 적용되면서 가전제품 제어가 더욱 직관적으로 변하고 있다. 또한 가전 간 연계를 통해 완전한 홈오토메이션이 실현되고 있다.

그림 4
RayNeo AR 안경 및 AI 기반 스마트홈 생태계

출처: 뉴스탭(TCL 재인용)

헬스케어 분야에서는 AI와 XR 기술이 접목된 스마트 헬스케어 기기를 이용한 개인 맞춤형 건강 관리가 가능해지고 있다. 실시간 생체신호 분석을 통해 건강 상태를 모니터링할 수 있으며, 증강현실을 활용한 원격 의료 및 재활 치료가 확대되고 있다. 또 AI 기반 음성 비서는 복약 관리, 운동 가이드, 수면 분석 등의 기능을 제공하여 더욱 정밀한 헬스케어 서비스를 지원한다.

그림 5

AI와 XR로 구현하는 스마트 헬스케어

출처: 왓츠랩

엔터테인먼트 분야에서는 초실감 AI가전에 XR과 AI 기술이 결합되어 몰입형 미디어 경험을 극대화한다. 특히 AI 기반 오디오 최적화와 3D 공간음향 기술을 통해 보다 생동감 있는 음질이 실현되고 있으며, 초고해상도 디스플레이를 활용한 VR·AR 콘텐츠 소비가 증가하고 있다. 이외에도 스마트 TV나 프로젝터에서는 AI를 활용해 사용자 선호도를 학습하고 맞춤형 콘텐츠를 추천하는 기능을 강화하고 있다.

그림 6

XR 기술 개발과 콘텐츠 제작의 중요성

출처: 소프트웨어정책연구소(SPRi, Zoom, Glue, Facebook Spaces, XRSPACE MANOVA에서 재인용)

교육 분야에서도 AI와 XR 기술의 활용이 확대되고 있다. 증강현실과 가상현실을 적용한 AI 기반 교육 시스템은 실감형 교육 콘텐츠를 제공하며, 인터랙티브 AI 튜터를 통해 맞춤형 학습이 가능하다. 특히 원격교육과 훈련 시뮬레이션 분야에서 XR 기술이 적극적으로 활용되면서 학습 효과를 극대화하고 있다.

그림 7

실감형 교육 콘텐츠 플랫폼

출처: 천재교육

이처럼 초실감 AI가전은 다양한 산업 분야에 적용되어 사용자 편의성과 효율성을 극대화하는 방향으로 발전하고 있으며, 지속적인 기술 개발을 통해 더욱 광범위한 활용이 기대된다.

초실감 AI 가전 기술의 등장 배경

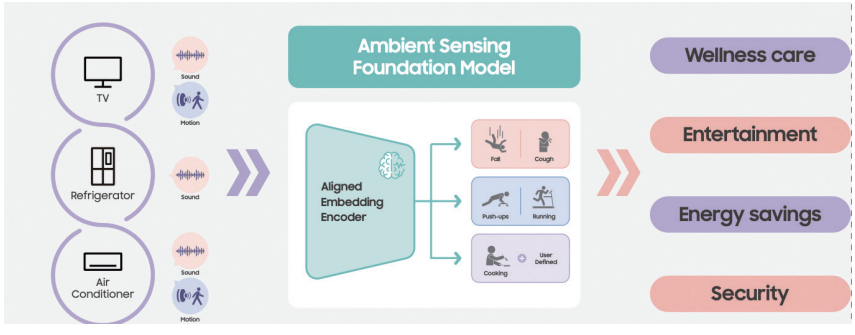
초실감 AI가전 기술은 AI, XR, IoT, 빅데이터 분석 등 첨단 기술이 발전하면서 등장하게 되었다. 기존 가전제품이 단순 자동화와 원격제어 기능에 머물렀다면 소비자들은 점점 몰입형·직관형·맞춤형 인터페이스를 요구하게 되었으며, 이러한 변화가 초실감 AI가전의 필요성을 촉진했다.

AI와 IoT 기술의 발전은 가전제품이 단순한 기계적 동작을 넘어 사용자의 행동 패턴을 학습하고 자율적으로 환경을 최적화하는 방향으로 변화시켰다. 예를 들어, AI가 사용자의 생활 패턴을 분석해 조명을 자동 조절하거나 IoT를 활용해 여러 가전을 서로 연결하고 스마트홈 환경을 구현하는 기술이 발전하고 있다.

그림 8

AI 스마트홈의 자동화 강화

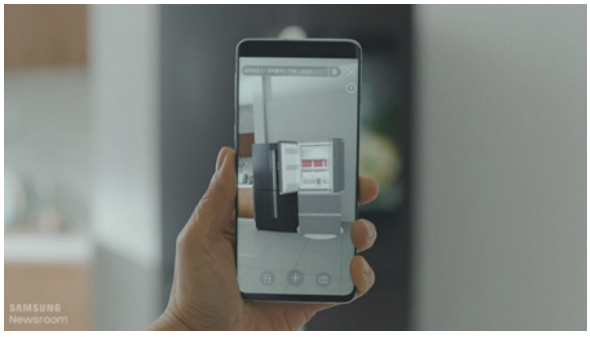
출처: blog.smartthings.com



XR 기술의 발전과 몰입형 경험에 대한 수요 증가로 인해 가전제품은 더욱 직관적인 상호작용 방식을 제공하고 있다. AR과 VR 기술이 발전하면서 가전 제어 방식도 화면 터치에서 공간 기반 인터페이스로 변화하고 있다. 예를 들어, AR을 활용한 가전 컨트롤, VR을 이용한 홈 트레이닝 시스템, MR을 활용한 스마트 헬스케어 솔루션 등이 등장하고 있다.

그림 9
AR 기반의 가전 배치 기능 제공

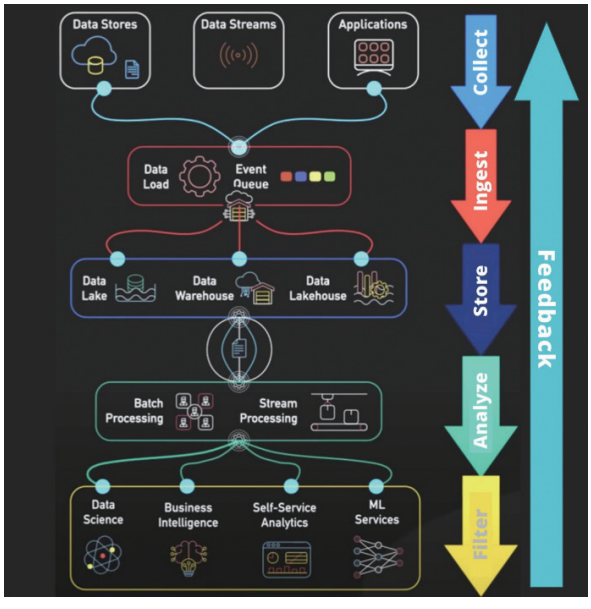
출처: 삼성전자 뉴스룸



소비자들은 자신의 생활 패턴과 취향에 따른 맞춤형 서비스를 점점 요구하고 있다. 이에 따라 AI가 사용자의 행동 패턴을 학습하여 자동으로 최적의 환경을 조성하는 방향으로 발전하고 있으며, 이는 스마트홈, 헬스케어, 엔터테인먼트, 교육 등 다양한 산업분야에서 맞춤형 서비스를 구현하는 핵심 기술로 자리 잡고 있다.

그림 10
AI 추천 엔진의 구성을 위한 데이터 플로

출처: 김영욱, brunchstory



결국, 초실감 AI가전은 단순한 기술 발전이 아니라, 소비자의 요구 변화와 산업 전반의 혁신이 결합된 결과물로 등장하게 되었다. AI, XR, IoT, 빅데이터 기술이 융합되면서

사용자와 기기가 더욱 직관적으로 상호작용하고, 맞춤형 서비스를 제공하는 방향으로 발전하고 있으며, 앞으로도 더욱 정교하고 몰입감 있는 사용자 경험을 제공하는 기술로 진화할 것으로 예상된다.

2. 국내외 시장 동향

초실감 AI가전 시장은 AI와 IoT 기술의 발전에 힘입어 지속적으로 성장하고 있으며, 글로벌 스마트홈 시장의 확장과 함께 AI 기반 가전제품에 대한 수요도 증가하고 있다. 세계 인공지능 가전의 시장 규모는 2022년 약 296.4억 달러에서 2028년 약 934.3억 달러로 성장할 것으로 예상되며, 연평균성장률(CAGR)은 21.1%로 전망된다. 이러한 성장은 AI와 IoT 기술의 고도화, 친환경 제품의 수요 증가, 신흥 시장의 확산 및 정부의 디지털 전환(DX) 정책 지원 등에 의해 가속화되고 있다.

그림 11
인공지능 가전의 세계 시장 규모 및 전망

출처: technavio.com

(단위: 억 달러, %)

구분	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	'28년	CAGR ('22년~'28년)
세계시장	296.4	358.9	434.5	525.8	636.3	770.5	934.3	21.1%

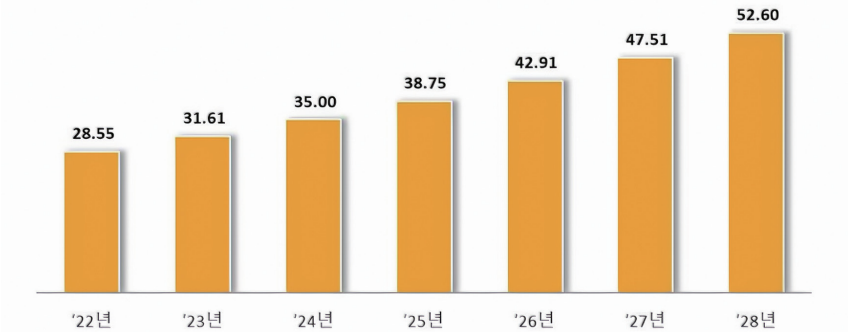
국내 시장에서도 AI가전은 빠르게 성장하고 있으며, 2022년 약 28억 5,550만 달러에서 2028년 약 52억 6,000만 달러로 확대될 전망이다. 국내 AI 가전 시장의 연평균 성장률은 10.7%로, 세계 시장의 성장률보다는 다소 낮지만 지속적인 성장세를 유지하고 있다. 삼성전자와 LG전자는 국내 AI 가전 시장을 주도하면서 스마트홈 플랫폼과 연계한 다양한 AI 기반 가전제품을 출시하고 있다. 삼성전자는 SmartThings 플랫폼을 통해 여러 가전을 연동하여 최적의 자동화 환경을 제공하고 있으며, LG전자는 AI 기술을 적용한 LG ThinQ 플랫폼을 기반으로 개인화된 서비스를 강화하고 있다.

그림 12
인공지능 가전의 국내 시장 규모 및 전망

출처: statista.com

(단위: 억 달러, %)

구분	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	'28년	CAGR ('22년~'28년)
국내시장	28.55	31.61	35.00	38.75	42.91	47.51	52.60	10.7%



정부 또한 스마트홈 및 AI가전 시장의 발전을 촉진하기 위해 에너지 효율성과 지속 가능성을 고려한 정책을 확대하고 있으며, 탄소 중립과 친환경 제품 개발을 위한 연구 개발(R&D) 지원을 늘리고 있다. 이에 따라 AI 가전제품의 에너지 효율 개선과 친환경 소재 사용이 점점 더 중요한 요소로 자리 잡고 있다.

이처럼 초실감 AI가전 시장은 AI와 IoT 기술의 발전, 스마트홈 시장의 확대, 개인 맞춤형 서비스의 수요 증가, 에너지 절약과 친환경 기술 강화 등의 요인에 의해 지속적으로 성장하고 있다. 국내외 기업들은 맞춤형 서비스 제공, 스마트홈 연계한 기술 개발, 에너지 효율성 향상 등을 통해 시장 경쟁력을 강화하고 있으며, 앞으로도 AI 가전 시장의 확대와 기술 혁신이 지속될 것으로 기대된다.

3. 국내외 기술 동향

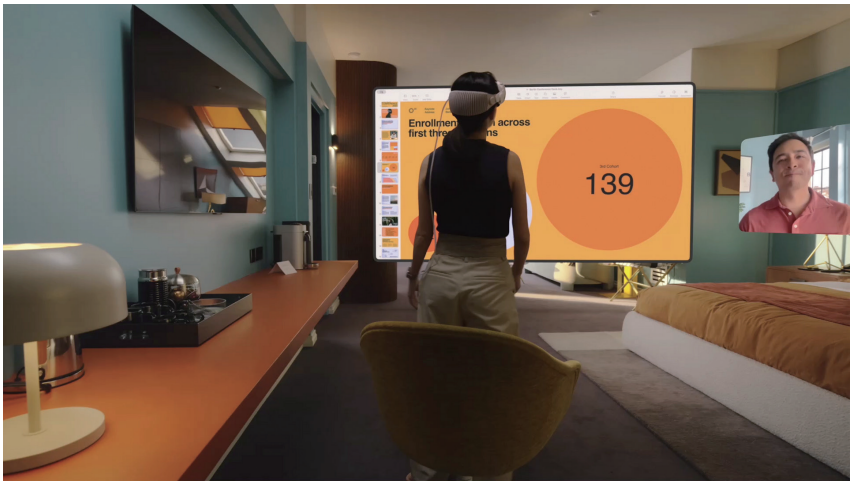
초실감 AI 가전의 해외 기술 동향

해외에서는 AI 기반 초실감 가전 기술이 에너지 효율성, 실시간 사용자 인터페이스, 맞춤형 AI 서비스를 중심으로 발전하고 있다. 아마존(Amazon)은 AI 음성 비서 알렉사(Alexa)를 활용하여 스마트홈 내 가전과의 몰입형 연동을 강화하고 있으며, 구글(Google)은 네스트 허브(Nest Hub)를 기반으로 AI가 사용자의 감정과 행동 패턴을 분석해 맞춤형 가전 제어와 콘텐츠 제공 기술을 발전시키고 있다. 애플(Apple)은 애플 비전 프로(Apple Vision Pro)를 활용한 스마트홈 XR 환경을 구축하고, 메타(Meta)는 AI 기반 VR 홈 트레이닝 및 AR 가전 컨트롤 기술을 개발하고 있다. 이처럼 글로벌 기업들은 몰입형 인터페이스, 실감형 AI 가전,

스마트홈과의 연계성 강화를 중점적으로 연구하고 있다. 이외에 유럽과 일본 기업들은 AI 가전의 에너지 절감 기술을 발전시키고 있으며, 중국의 화웨이(Huawei)와 샤오미(Xiaomi)는 AI 기반 스마트홈 플랫폼과 IoT 가전 연동 기술을 확장하고 있다. 즉 각국 기업들도 에너지 최적화, 보안 강화, 맞춤형 스마트 가전 기술 개발을 중심으로 초실감 AI 가전 시장을 주도하고 있다.

그림 13
Apple Vision Pro

출처: apple.com



초실감 AI 가전의 국내 기술 동향

국내에서는 초실감 AI가전 기술이 사용자 맞춤형 자동화, 실감형 인터페이스, IoT 스마트홈 연계를 중심으로 발전하고 있다. 삼성전자는 SmartThings 플랫폼을 통해 AI·XR 기반의 스마트 가전을 개발하고 있으며, LG전자는 LG ThinQ 플랫폼을 활용하여 개인화된 실감형 콘텐츠 추천 및 스마트홈 자동화 기능을 강화하고 있다.

그림 14
LG ThinQ

출처: lgnewsroom.com

4. 시사점

- 초실감 AI 가전 기술은 스마트홈, 헬스케어, 엔터테인먼트, 산업 자동화 등 다양한 분야에서 사용자 경험을 혁신하고 생산성을 높이며, 나아가 에너지 효율을 최적화하는 데 기여하고 있다. 또한 AI, XR, IoT 기술이 결합되면서 맞춤형 서비스와 몰입형 인터페이스가 더욱 발전하고 있으며, 이에 따라 초실감 AI 가전의 영향력은 지속적으로 확대될 전망이다.

- AI 기반 가전은 생활 패턴을 분석해 맞춤형 자동화를 제공하고, 음성·제스처 인식과 실시간 데이터 분석을 통해 사용자 경험을 더욱 정교하게 개선하고 있다. 스마트홈 생태계도 빠르게 확장되면서 가전 간 연동 표준화와 개방형 플랫폼이 경쟁력의 핵심 요소로 자리 잡고 있다.

- 에너지 효율성과 지속 가능성도 중요한 과제다. AI 기반 에너지 관리 시스템의 도입이 확대되면서 전력 소모 최적화와 탄소 배출 저감 기술이 필수적으로 요구되고 있다. 또한 AI 가전이 수집하는 데이터의 증가로 인해 보안과 개인정보 보호 문제가 부각되고 있으며, 이를 위한 데이터 암호화 및 프라이버시 보호 정책 강화도 필요하다.

- AI 가전이 산업 자동화, 원격 의료, 교육 등 다양한 분야로 확장되면서 기존 산업 구조와 노동시장에 변화가 예상된다. 이에 따라 정부와 기업들은 AI 기술이 사회에 미치는 영향을 고려해 정책과 대응 전략을 마련해야 한다.

- 결과적으로 초실감 AI 가전은 AI, XR, IoT, 빅데이터 기술과 융합되면서 스마트홈과 산업 자동화의 핵심 기술로 자리 잡을 전망이다. 지속 가능한 성장과 시장 안정을 위해 에너지 효율성, 보안, 법적·제도적 대응을 종합적으로 고려한 전략이 필요하다.

출처 및 참고자료

1. “전략품목 #6 인공지능 가전”, 『중소기업 전략기술로드맵 2025~2027「스마트홈」』, 중소벤처기업부·중소기업기술정보진흥원, 2025.01.16.
2. “Smart Home Appliances Market Analysis North America, Europe, APAC, South America, Middle East and Africa–US, China, Germany, Canada, UK–Size and Forecast 2024–2028”, Technavio Insights, 2024.05.
3. “Smart Appliances: market data & analysis”, Market Insights report, statista.com, 2023.09.
4. 서유덕, “[CES 2025] 삼성전자, AI로 초개인화된 미래 홈 제시”, 「정보통신신문」, 2025.01.06.
5. 이성용, “[특허동향] 현실보다 더 현실 같은 실감형 콘텐츠 기술… 최근 10년간 특허출원 연평균 19% 증가”, 「특허뉴스」, 2022.02.02.
6. 신서경, “[인터뷰] 왓츠랩, 의료 XR 기술로 인류 건강을 위한 제품·서비스 개발”, 「바이오타임즈」, 2025.02.05.
7. 문재호, “비대면 수요에 대응한 XR(확장현실) 활용 사례 6”, 「AI타임스」, 2020.09.28.
8. 이정환, “‘공부도 실감나게’…‘실감형 XR’ 교육 콘텐츠 시대”, 「머니투데이」, 2020.01.27.
9. “[Tech&]무선과 AI로 누리는 편리함… 프리미엄 LCD TV 새 기준 ‘LG QNED TV’”, 「동아일보」, 2025.02.24.
10. TCL, “TCL, CES 2025에서 혁신적인 최신 디스플레이와 스마트 기기 공개”, PR Newswire, 2025.01.09.
11. TLC Electroincs, “TCL Wins Top Innovation Awards during CES 2022”, PR Newswisre, 2022.01.07.
12. 최준영, “[증강현실 기술의 발전 방향과 시사점] 1편 ‘디지털 트랜스포메이션 시대에 주목받는 증강현실’”, 삼성SDS, 2020.03.27.
13. 김영욱, “10분 만에 ‘AI 추천 엔진’ 이해하기”, 「프로덕트 매니지먼트를 해설하다」, brunchstory, 2024.11.19.
14. Jon Porter, “Samsung is bringing ambient sensing to SmartThings”, The Verge, 2025.01.22.
15. “Samsung SmartThings Introduces New AI Features at Unpacked”, blog.smartthings.com, 2025.01.22.
16. “‘크기·색상 괜찮을까?’ 집안 가전·가구 ‘AR’로 골라보세요”, 삼성전자 뉴스룸, 2019.04.25.
17. “Apple, 최초의 공간 컴퓨터 Apple Vision Pro 발표”, Apple Newsroom, 2023.06.05.
18. “Presenting the More Effective, Accessible Smart Home With LG ThinQ”, LG Newsroom, 2022.08.12.

2

XR 디바이스 및 서비스 관련

CES 2025 동향

변기영 스마트전자 PD | 한국산업기술기획평가원(KEIT) 배터리디스플레이실
김도균 교수 | 삼성서울병원 AI연구센터

요약

▪ XR 기술의 새로운 트렌드, 공간 컴퓨팅

XR 기술을 기반으로 한 공간 컴퓨팅(Spatial Computing)이라는 새로운 패러다임이 디지털 산업의 지형도를 바꾸고 있다. CES 2025는 AI의 새로운 가능성을 바탕으로 “연결(connect)하고 해결(solve)하며 발견(discover)하고 탐구(dive in)하자”라는 주제를 내세웠는데, 메타버스와 AR·XR·MR을 ‘발견’ 단계의 핵심 기술로 제시했다. 특히 개막 첫날 진행된 ‘2025 기술 트렌드’ 세션에서는 공간 컴퓨팅을 ‘AI와 함께 주목해야 할 기술’로 선정했다. LVCC Central Hall에 마련된 메타버스와 XR 전시 공간에는 다양한 형태의 AR 글라스와 고몰입형 XR 헤드셋이 등장했고, ‘AI 융합’ ‘초경량화’ ‘산업 생태계 확장’이라는 3대 축의 관점에서 혁신적인 도약을 보여주었다. AI 융합을 통한 공간 컴퓨팅의 혁신으로 사용자 경험이 개선된 점은 크게 주목할 만하며, CES 2024 때보다 XR 디바이스의 소비자 친화적 접근성과 상용화 가능성이 더욱 커졌다.

▪ XR 기술의 개념

공간 컴퓨팅은 현실 세계와 디지털 세계를 융합하여 사용자가 물리적 공간에서 디지털 정보를 직관적으로 경험하고 상호작용할 수 있도록 하는 기술이다. 예를 들어, AR 글라스나 XR 헤드셋을 착용하면 눈앞에 가상의 화면이 나타나고 손짓이나 음성으로 이를 조작할 수 있다. XR 기술은 가상 원격 회의, 몰입형 게임, 실시간 내비게이션 등 다양한 응용이 가능하며, 스마트폰이나 컴퓨터 화면의 물리적 한계를 넘어선 새로운 사용자 경험을 제공한다.

▪ XR 기술 요약

XR 기술은 크게 AR 글라스, XR 헤드셋과 같은 착용형 XR 하드웨어 기술과 현실의 3차원 공간을 이해하고 사람의 위치, 제스처, 시선 등을 인식할 수 있는 XR 소프트웨어 기술로 구성된다. 쉽게 말해 하드웨어는 ‘눈과 손’의 역할을 하고, 소프트웨어는 ‘뇌’의 역할을 하여 현실과 가상을 자연스럽게 연결하는 것이다.

▪ 시사점

CES 2025는 CES 2024와 비교해 XR 디바이스와 서비스에서 AI 융합, 경량화, 산업 생태계 확장이라는 3가지 주요 차별점을 보여주었다. AI 기술은 XR 디바이스의 핵심 엔진으로 자리 잡아 실시간 번역, 객체 인식, 사용자 맞춤형 인터페이스 등으로 사용자 경험을 크게 개선했다. AR 글라스는 디스플레이와 렌즈 기술의 발전, 배터리 소형화 등을 통해 경량화되어 착용감과 사용성이 향상되었다. XR 기술은 헬스케어, 제조업, 교육 등 다양한 산업에 적용되어 생산성 향상과 비용 절감 효과를 가져오고 있다.

이러한 글로벌 트렌드를 기반으로 대한민국은 단일 브랜드로 XR 생태계를 조기에 구축하고 글로벌 시장 진출에 집중해야 한다. 대기업과 중소기업 간 협력을 통해 하드웨어 및 소프트웨어 표준화를 추진하고 헬스케어, 제조업, 교육 등 산업별 특화 솔루션을 개발해야 한다. 정부는 XR 연구소 설립 및 펀드 조성, 공공 분야에서의 XR 솔루션 도입 장려 등을 통해 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 해야 한다.

1. 개요

XR 기술의 개념

▪ 물리적 공간과 디지털 정보의 융합

공간 컴퓨팅은 주변 환경을 3D로 스캔하고, 이를 기반으로 가상 객체를 현실 공간에 직접 배치할 수 있다. 예를 들어 AR 글라스를 착용하면 방 안에 떠 있는 가상의 TV 또는 모니터 화면을 보거나 집안의 공간에 가상으로 가구를 실감 나게 배치해 볼 수 있다. 또는 수술실에서 환자의 생체 신호나 의료 영상을 물리적 공간의 원하는 위치에 원하는 크기로 시각화할 수도 있다.

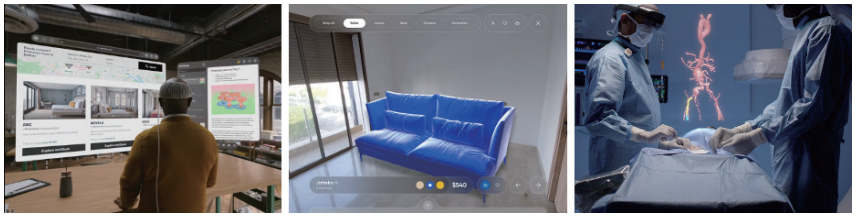


그림 1
현실 공간의 가상 컴퓨터 스크린(좌), IKEA의 AR 가구 쇼핑 체험(중), 3차원 가상 의료 영상(우)

출처: Apple, IKEA, Philips

사용자와 자연스러운 상호작용

공간 컴퓨팅은 AI 기술과 결합되어 음성 명령, 제스처 인식, 시선 추적 등을 통해 사용자가 디지털 정보를 현실 공간에서 직관적으로 조작할 수 있도록 한다. 예를 들어 손짓으로 메뉴를 열고 음성으로 명령을 실행할 수 있다.

▪ 기술적 구성 요소

공간 컴퓨팅은 초소형 uOLED 및 uLED 디스플레이, LiDAR, 카메라 센서, 고성능 XR 칩 세트와 같은 하드웨어 기술과 3D 공간 스캔/위치 추적, 객체 검출/추적, AI 기반 사용자 인터페이스(음성·제스처·시선 인식)와 같은 소프트웨어 기술을 결합하여 구현한다.

초실감 기술 –
스마트전자(가전 등)와 디스플레이

XR 기술의 범위

▪ XR 하드웨어: XR 헤드셋

XR 헤드셋은 가상현실(VR)과 혼합현실(MR)을 지원하는 착용형 장치로, 몰입감 높은 사용자 경험을 제공하는 데 필요한 초고해상도 고선명 디스플레이, 박형 렌즈, 공간/헤드/핸드 추적 및 시선 추적 센서, 초고성능 XR 프로세서 등으로 구성된다.

▪ XR 하드웨어: AR 글라스

AR 글라스는 현실 세계 위에 디지털 정보를 겹쳐 보여주는 안경형 장치로, 소형 경량화를 위해 필요한 초소형 고휘도 디스플레이, 초박형 투명 투사 렌즈, 공간/헤드/핸드 추적 및 시선 추적 센서, 고성능 저전력 프로세서 등으로 구성된다.

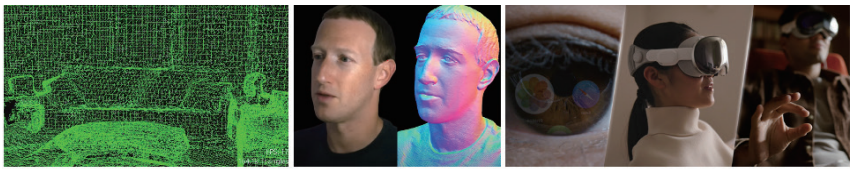
그림 2
XR 헤드셋 및 AR 글라스 하드웨어의 기술 구성

▪ XR 소프트웨어

XR 소프트웨어 기술은 하드웨어와 결합되어 현실과 가상의 경계를 연결하고 사용자 경험을 풍부하게 만드는 핵심 요소다. 주요 기술은 다음과 같다. ① 가상 공간과 객체를 생성하여 고품질로 표현하고 물리적 상호작용을 구현하는 3D 콘텐츠 제작 엔진, ② 물리 공간 환경을 스캔하여 3D 공간 맵을 생성하고 공간 맵을 통해 가상 객체를 정확히 배치할 수 있는 공간 매핑 및 추적 기술, ③ 이와는 반대로 물리적인 객체나 사람 등을 스캔하여 3D 모델을 생성하고 이를 가상 공간에 배치할 수 있는 객체 또는 휴먼 모델 생성 기술, ④ 사용자의 음성, 제스처, 시선을 인식하고 이를 통해 자연스럽게 가상 세계와 객체를 조작할 수 있는 사용자 인터페이스 기술, ⑤ 이상의 모두를 결합하여 더 쉬운 조작을 가능케 하는 멀티모달 인터랙션 기술(예: 시선으로 메뉴를 쳐다보고 음성으로 명령을 실행), ⑥ 마지막으로 XR 디바이스와 소프트웨어 간 호환성을 보장하는 표준 XR 플랫폼 기술 등이다.

그림 3
XR 소프트웨어 기술

출처: Microsoft, Linked in, WillowTree



XR 기술의 등장 배경

인간은 언제 어디서나 자연스럽게 소통하고 싶어 하는 본질적 커뮤니케이션 욕구가 있으며, 이는 음성 전화기와 화상 통화 기술의 발전으로 이어졌다. XR 기술은 이러한 욕구를 넘어 원격지에서도 마치 같은 공간에 있는 것처럼 몰입감 있는 현존감을 제공한다. 미국 성인의 90% 이상이 인터넷을 필수 커뮤니케이션 수단으로 인식하고 81%가 화상회의를 경험했으나, 현재 기술이 대면 만남을 완전히 대체하지 못한다는 한계는 XR 기술 발전의 주요 동인이 되고 있다.

산업적 측면에서는 스마트폰 시장의 포화로 인해 애플, 메타, 마이크로소프트와 같은 거대 기술 기업들이 새로운 수익 모델을 모색하면서 공간 컴퓨팅 기기를 개발하고 있다. 이 기기는 주변 공간을 화면처럼 활용해 물리적 한계를 극복하고 몰입형 소통을 가능하게 한다. 또한 코로나19 이후 공장, 학교, 병원 등 다양한 산업 현장의 비대면 환경에서도 대면 수준의 경험을 제공할 수 있는 XR 기술의 유용성이 부각고 있다. 2021년 조사에 따르면 미국 기업의 56%가 모바일 AR/VR 기술을 도입했으며, 35%는 이를 검토 중이다.

기술적 진화 측면에서는 5G 통신망이 XR 기술 발전에 중요한 역할을 하게 되면서 대량의 3D 영상과 소리를 실시간으로 전달할 수 있게 되었다. 인공지능 기술의 혁신은 현실 공간 인식과 사용자 의도 파악을 통해 자연스러운 인터페이스를 가능케 했으며, 디스플레이와 센서 기술의 발전으로 더 밝고 선명한 화면과 정확한 움직임 인식이 가능해졌다.

2. 국내외 시장 동향

시장조사 업체인 가트너(Gartner)가 2024년 초에 발표한 시장분석 보고서에 따르면 공간 컴퓨팅 시장은 2023년 약 1,100억 달러(약 152조 원) 규모를 형성하고 있으며, 향후 10년간 급격한 성장을 보일 것으로 전망했다. 특히 2033년까지 시장 규모가 약 1조 7,000억 달러(약 2,351조 원)까지도 확대가 가능할 것으로 예측했다.

단기적으로는 2024년부터 2028년까지 연평균성장률(CAGR) 27.72%를 달성하며, 약 2,599억 달러까지 증가할 것으로 분석했다.

시장조사 기관인 카운터포인트리서치의 최신 보고서에 따르면 글로벌 XR 헤드셋 시장은 2022년 1,800만 대에서 2023년 3,600만 대로 성장했으며, 2025년에는 1억 1,000만 대까지 확대될 것으로 전망했다. 특히 주목할 점은 2030년에는 출하량이 10억 대에 달할 것으로 예측되어 현재 스마트폰 출하량인 12억 대에 근접하는 규모로 성장을 예상했다. 이러한 급격한 성장의 이유는 전술한 바와 유사하다.

그림4
공간 컴퓨팅 시장의 전망(좌)과 글로벌 XR 헤드셋의 출하량 전망(우)

출처: 머니투데이(가트너 재인용), 한국경제신문(카운터포인트리서치 재인용)

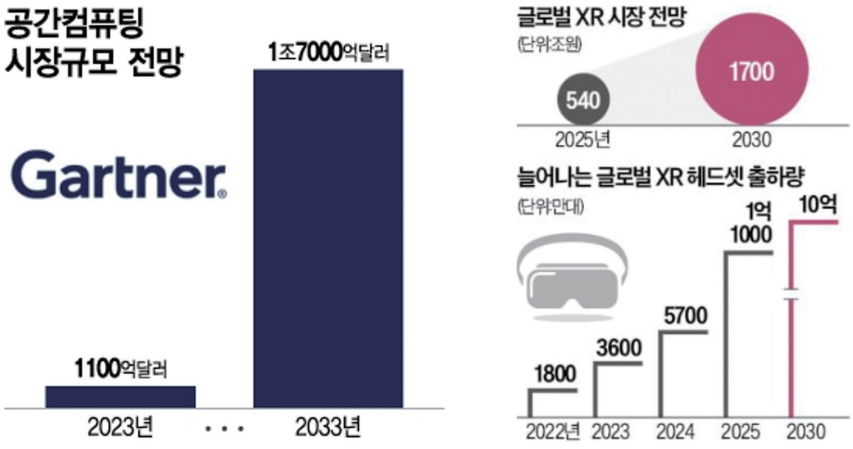


표 1
XR 기술의 산업별 현황, 시장 규모 및 성장률

산업	현황	시장 규모	성장률 (CAGR)
게임	XR 기술이 몰입형 경험을 제공하여 AI 기반 스토리라인과 캐릭터 상호작용을 통해 개인화된 게임 플레이를 강화함. 메타버스 환경에서 멀티 플레이어의 협업 및 경쟁이 가능	2024년 약 471억 달러 2033년 약 3,460억 달러	24.8%
엔터테인먼트	OTT와 결합된 XR 기술을 통해 영화 속 세계로 들어가거나 AR로 라이브 콘서트와 스포츠 이벤트를 실시간으로 체험 가능	2025년 약 192억 달러 2030년 약 780억 달러	28.3%
제조	AR 글라스를 통한 조립 공정 간소화, VR 기반 설계 프로세스로 생산 시간 단축 및 비용 절감. Airbus와 Ford가 대표적인 사례임.	2025년 약 171억 달러 2029년 약 498억 달러	30.7%
교육	역사적 장소 탐험이나 과학 실험 가상 수행 등 몰입형 가상 환경을 제공. 교실 환경에 실시간 정보 오버레이로 학습 효과의 극대화	2024년 약 88억 달러 2030년 약 326억 달러	28.3%
헬스케어	수술 계획, 의료진 교육, 원격 수술 지원 등 다양한 응용 분야에서 활발히 사용됨. 영국 크롬웰병원과 스탠퍼드의과대학에서의 애플 비전 프로를 활용한 수술 사례가 대표적	2025년 약 40억 달러 2034년 약 183억 달러	18.38%

3. 국내외 기술 동향

CES 2025의 공간 컴퓨팅 기술 트렌드는 'AI 융합' '경량화' '산업 생태계 확장'이라는 3가지 축으로 요약될 수 있다.

첫 번째, XR 기술과 AI가 결합되어 사용자 경험과 기술적 가능성을 크게 확장했다. AI가 XR 기술의 핵심 엔진으로 작동하면서 SLAM(동시 위치 추정 및 지도 생성) 기술과 멀티모달 인터랙션(제스처, 음성, 시선 추적) 등 XR 기술 본연의 몰입형 기능을 크게 강화하는 것은 물론, 실시간 번역이나 길 안내 등 일상생활에서의 사용자 경험을 크게 개선했다.

두 번째, 산업 분야를 타깃으로 한 고몰입형 XR 헤드셋과 달리, 일상적인 활용을 타깃한 안경 형태의 AR 글라스로 분화 현상이 뚜렷해졌다. 실제로 CES 2024 대비 많은 제조업체가 AI 기반의 실시간 통번역이나 길 안내 등 소비자 친화적인 응용에 집중하였으며, 하드웨어 구조 단순화와 경량화, 소비자 친화적인 가격대 제시를 통해 XR 기기의 대중화 가능성을 높였다.

세 번째, XR 하드웨어 중심 전시에서 벗어나 다양한 산업 분야에서 실제 가치를 창출하는 방향으로 발전하고 있음을 보여주었다. XR 기술이 게임이나 엔터테인먼트를 넘어 제조, 자동차, 헬스케어, 교육 등 여러 산업에 깊이 통합되면서 새로운 비즈니스 기회를 창출하고 있음을 보여주었다.

표 2
CES 2024 대비 CES 2025에 전시된 다양한 AR 글라스의 전반적인 사양 비교

구분	CES 2024	CES 2025
디스플레이	대부분 uOLED, 최대 1,000니트	uOLED/uLED, 최대 2,500니트
무게	60~80g(AR 글라스 기준)	35~87g(AR 글라스 기준)
AI 처리	클라우드	온디바이스 AI(퀄컴 XR2, AR1 등)
에너지 효율	최대 4~6시간 사용	최대 8시간 이상

AI 융합

'AI 융합'은 XR 기술이 새로운 차원의 사용자 경험과 산업 혁신을 가능케 함을 보여주었다. 개인화된 서비스, 몰입감 강화, 산업 적용 확대 등 다양한 측면에서 AI 기술이 핵심 역할을 하면서 XR 기술의 잠재력을 극대화하고 있다. 이는 앞으로 XR 기술이 다양한 분야에서 실질적인 가치를 창출하는 데 중요한 동력이 될 것이다.

▪ 사용자 경험의 개인화

CES 2025에서 AI는 XR 기기의 사용자 경험을 더욱 개인화하는 데 중요한 역할을 했다. Rokid Glasses는 Monochrome uLED 디스플레이, Waveguide 렌즈, On-device 공간 컴퓨팅 및 AI 실행이 가능한 Qualcomm Snapdragon AR1 Gen 1 칩 세트와 알리바바의 퉁이치엔원(Tongyi Qianwen) AI 모델을 탑재했다. 이를 통해 음성 명령, 사진 촬영을 통한 객체 인식, 사용자의 행동과 선호도 학습을 통한 맞춤형 콘텐츠/제품 추천, 실시간으로 번역된 문장이나 내비게이션 정보를 사용자의 시야에 디스플레이하는 기능을 제공한다.

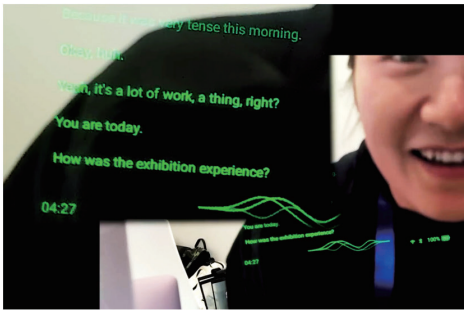


그림5
Rokid Glasses,
AR 글라스 렌즈 화면(↙),
확대 화면(↘)

출처: Rokid, The Verge

▪ 몰입형 경험 강화

AI는 XR 기기의 몰입형 경험을 극대화하는 데에도 기여하고 있다. 실제로 공간 매핑, 객체 추적, 아바타 생성, 음성 인식, 제스처 인식, 멀티모달 인터랙션과 같은 중요한 XR 기술의 성능이 혁신적으로 향상되었다. 이를 통해 사용자는 가상 환경과 더욱 자연스럽게 상호작용할 수 있게 되었다.

TCL의 RayNeo X3 Pro는 On-device 공간 컴퓨팅 및 AI 실행이 가능한 Qualcomm Snapdragon AR1 Gen 1 칩 세트를 탑재하여 AI 기반의 공간 매핑, 음성 인식, 제스처 인식 등의 기능을 제공한다. 또한 웨어러블 기기 기반 제스처 인식 기술을 보유한 Mudra와의 협업도 선언했다. CES 2024에서 발표된 Mudra社의 기술은 손목의 근전도 신호를 AI로 분석하여 제스처를 인식하는 것은 물론, 두 손가락끼리 맞잡은 압력까지도 상호작용에 활용할 수 있는 기술이다. 메타社가 발표한 Orion Glass의 액세서리인 Neural interface와 유사한 원리로, 사용자의 손이 AR 글라스에 장착된 카메라의 시야 내에 들어오지 않아도 손의 동작을 추적하여 인식할 수 있는 장점이 있다.

그림6
RayNeo X3 Pro,
RayNeo X3 Pro와 Mudra Band(↙),
Mudra Band와 결합 시연 모습(↘)

출처: TCL

경량화

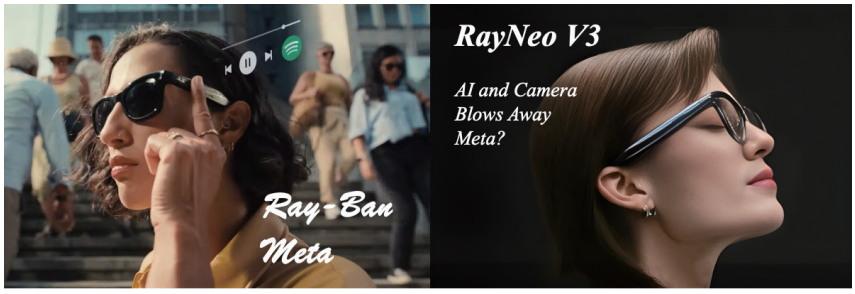
CES 2025에서 '경량화'는 AR 글라스의 사용성을 획기적으로 개선하면서 대중화를 앞당기는 핵심 요소로 자리 잡았다. 디스플레이와 광학 렌즈 기술의 발전, 배터리 소형화, 그리고 사용자 친화적인 구조 설계를 통해 기기의 무게를 줄이고 착용감을 개선해 사용자 피로도가 많이 감소했다.

▪ 하드웨어 설계 혁신

TCL이 공개한 3종의 RayNeo 시리즈 AR 글라스 중 가장 경량인 RayNeo V3는 Meta의 Ray-Ban Meta 스마트 글라스와 경쟁을 위해 탄생한 모델이다. 디스플레이 엔진 없이 Qualcomm Snapdragon AR1 Gen 1 칩 세트와 12MP Sony IMX681 카메라 센서만 탑재하여 경쟁 제품인 50g 수준의 Ray-Ban Meta 대비 39g이라는 초경량과 245달러라는 경쟁력 있는 가격을 실현해냈다. Ray-Ban Meta와 마찬가지로 음성 인식을 통한 사진·동영상 촬영, 음악 감상, 통화 및 음성 출력 기반의 실시간 통역을 지원한다. 두 기기 모두 경량화와 사용자 친화적인 설계를 최우선 목표로 하여 디스플레이를 탑재하지 않았으나 XR 실현을 고려한 칩 세트를 탑재하고 있으므로 소형 디스플레이 기술의 발전 속도를 감안하면 디스플레이 탑재는 시간 문제다. 앞서 언급한 Rokid Glasses의 경우 Monochrome uLED 디스플레이와 Waveguide 렌즈를 탑재했음에도 49g 수준의 경량을 실현했다.

그림7
Meta의 Ray-Ban Meta(좌)와
경쟁을 예고하는 TCL의
RayNeo V3(우)

출처: O Globo, TCL



XREAL社의 XREAL One과 XREAL One Pro는 몰입형 AR 글라스로 Full-color uOLED 디스플레이와 Prism 렌즈 그리고 독자 개발한 XREAL X1 공간 컴퓨팅 칩 세트를 탑재했다. 이는 CES 2024에서 발표한 XREAL Air 2 Ultra의 80g과 비교했을 때 각각 84g과 87g으로 약간 더 무겁지만, 업계 최고 수준의 M2P(Motion-to-Photon) 지연 시간(3ms)을 달성하면서 시야각과 밝기도 개선했다. 특히 XREAL One Pro에 탑재된 Flat Prism 렌즈는 기존 Birdbath 렌즈 대비 두께를 40% 이상 줄여 안경의 앞면으로 쏠리는 무게 중심을 개선함으로써 착용감 향상을 통해 사용자 피로도를 최소화했다. 연말까지 1인칭 시점 비디오 촬영, 제스처와 음성 인식 명령을 동시에 수행할 수 있는 멀티모달 AI 카메라 모듈인 XREAL Eye도 선보일 예정이다.

그림8
XREAL One Pro,
공간 컴퓨팅 칩 X1(↙),
XREAL One(17mm)과
XREAL One Pro(11mm)의
두께 비교(↘)

출처: XREAL

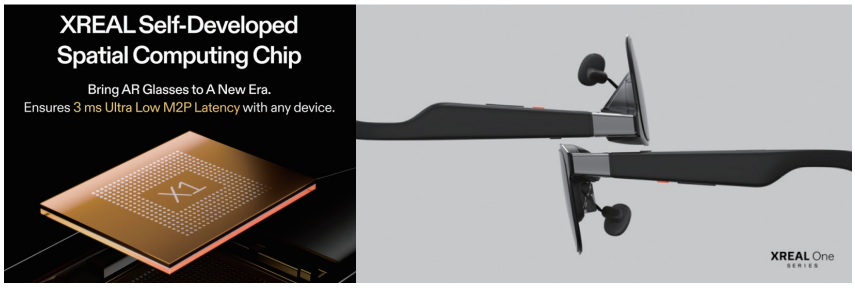


표 3
XREAL Air 2 Ultra (CES 2024) vs. XREAL One & XREAL One Pro (CES 2025) 스펙 비교

	XREAL Air 2 Ultra (CES 2024 발표)	XREAL One (CES 2025 발표)	XREAL One Pro (CES 2025 발표)
무게	80g	84g	87g
디스플레이 유형	Sony uOLED	Sony uOLED	Sony uOLED
렌즈 유형	Birdbath(두께 17mm)	Birdbath(두께 17mm)	Flat Prism(두께 11mm)
해상도	1920×1080(눈당)	1920×1080(눈당)	1920×1080(눈당)
밝기	최대 500니트	최대 600니트	최대 700니트
시야각(FoV)	52도	50도	57도
리프레시 속도	최대 120Hz	최대 120Hz	최대 120Hz
칩 세트	No Processor	X1(자체 개발)	X1(자체 개발)
주요 특징	티타늄 프레임, 전자식 디밍, 외부 기기를 통한 AR 컴퓨팅(Beam Pro)	마그네슘 합금, 전자식 디밍, Bose 오디오 튜닝, 가상 화면 크기 조절 가능	+ Flat Prism 렌즈로 얇고 넓은 시야각 제공

▪ 소형, 경량 부품 기술의 발전

앞서 소개한 다양한 형태의 AR 글라스가 등장할 수 있었던 핵심 요인 중 하나는 소형, 경량 부품 기술의 발전이다. 즉, 각 업체가 지향하는 서비스, 디자인, 기능 및 성능, 가격 효율성 등을 고려하여 그에 맞는 디스플레이나 렌즈 등을 선택할 수 있기 때문이다.

디스플레이 기술 측면에서 XREAL One Pro는 몰입형 AR 게임과 콘텐츠 경험을 타깃으로 고해상도와 선명한 컬러 화질이라는 강점이 있는 uOLED를 채택한 반면, RayNeo X3 Pro는 실시간 통역과 내비게이션 등 미래 일상생활에서 활용을 타깃으로 고휘도와 야외 시인성에서 강점을 갖는 uLED를 채택했다. 다만 현재의 uLED는 Monochrome만 지원하기 때문에 적녹청(RGB) Monochrome uLED를 결합하여 Full-color를 구현했다. Rokid Glasses는 경량화까지 고려하여 단색 uLED를 채택했다.

렌즈 기술 측면에서 RayNeo X3 Pro와 Rokid Glasses는 일상생활에서 사용 시 상대방의 입장에서 거부감이 들지 않는 얇고 투명한 Waveguide 렌즈를 채택했다. 반면에 XREAL One Pro는 사용자에게 몰입감 있는 AR 경험의 제공이 중요하기 때문에 넓은 시야각과 고화질을 제공하는 Prism 렌즈를 채택했다.

AR 글라스의 경량화와 소형화 측면에서 배터리 탑재 방식이나 배터리 관리 기술의 발전도 관심을 가질 만하다. Rokid Glasses는 안경의 프레임 부분에 리튬 폴리머 배터리를 탑재하여 경량화와 일반 안경 형태의 디자인을 최우선으로 고려했다. 또 안경 케이스 형태의 충전기를 제공하여 짧은 사용 시간에 따른 사용성을 보완했다. RayNeo X3 Pro는 안경 다리 부분에 배터리를 배치하고 무게 균형을 통한 착용감 향상에 집중했다. 또한 전력 소모가 많은 AI 기능은 Qualcomm Snapdragon AR1 Gen 1 칩 세트에 내장된 지능형 BMS(Battery Management System) 기술을 활용하여 전력 소모를 최적화했다. 가상 영상을 눈에 직접 투사하는 방식의 AR 글라스를 선보여 화제를 모았던 Halliday Smart Glasses도 소형 배터리 탑재에 따른 사용 시간 제약을 극복하기 위해 지능형 BMS 기술을 탑재하여 배터리 동작 시간을 업계 최고 수준인 8시간으로 늘렸다고 발표했다.

표 5
CES 2025에서 발표된 주요 AR 글라스의 디스플레이, 렌즈 기술 비교

	Ray-ban Meta*	RayNeo V3	Rokid Glasses
무게	48.6~50.8g	39g	49g
디스플레이 유형	No Display	No Display	Mono-chrome uLED
렌즈 유형	No Lens	No Lens	Waveguide
해상도	-	-	1080p/eye
밝기	-	-	최대 600니트
시야각(FoV)	-	-	약 50도
리프레시 속도	-	-	최대 90Hz
주요 특징	음성 인식을 통한 사진·동영상 촬영, 음악 감상, 통화는 물론 실시간 통역을 지원	Ray-ban Meta와 동일 기능 지원	Waveguide 렌즈 사용, 초경량(49g), 스마트폰 및 다양한 기기와 호환 가능

	RayNeo X3 Pro	XREAL One Pro	Meta Orion*
무게	85g	87g	98g
디스플레이 유형	Full-color uLED	uOLED	uLED
렌즈 유형	Waveguide	Flat Prism	Waveguide
해상도	미공개	1080p/eye	540p/eye
밝기	최대 2,500니트	최대 700니트	약 1,500니트
시야각(FoV)	약 25도	57도	약 70도
리프레시 속도	60Hz(3D), 120Hz(2D)	최대 120Hz	최대 120Hz
주요 특징	단색 Micro LED(RGB)의 결합으로 컬러 구현, Applied Materials Waveguide 렌즈 사용, 듀얼 카메라와 AI 기반 SLAM 지원	Flat Prism 렌즈 채택, 경량화 설계, 높은 픽셀 밀도로 선명한 화질 제공	Waveguide 렌즈 사용, 넓은 시야각과 고화질 제공, 실리콘 카바이드 소재로 경량화

* Ray-ban Meta와 Meta Orion은 CES 2025 이전에 발표되었으나 Meta社의 대표적인 AR Glass로서 사양 비교를 위해 추가했다.

산업 생태계 확장

'산업 생태계 확장'은 XR 기술이 게임과 엔터테인먼트 중심에서 벗어나 다양한 산업과의 협력을 통해 실질적 가치를 창출하는 방향으로 발전하고 있음을 보여준다. XR 기술이 제조, 교육, 자동차, 헬스케어 등 여러 산업에 깊이 통합되면서 새로운 비즈니스의 기회를 창출하고 있다.

▪ 다양한 산업 분야와의 협력 확대

지난 CES 2024에서 일본의 소니와 독일의 지멘스가 산업용 XR 헤드셋 및 산업용 디지털 트윈 소프트웨어의 개발 협업을 발표한 데 이어 올해 양사는 4K급 XR 헤드셋인 'SRH-S1'과 고몰입형 XR 엔지니어링 소프트웨어인 'NX Immersive Designer'를 공식 발표했다. 지멘스는 디지털 트윈 솔루션 제공업체로서의 입지를 공고히 하려는 전략이고, 소니는 소비자용 XR 헤드셋인 PSVR2 출시 이후 예상치

못한 부진을 만회하기 위한 기업용 솔루션으로의 전환 전략으로서 양사 간 윈-윈 전략인 셈이다. 또한 소니는 공간 콘텐츠 제작 솔루션인 'XYN 플랫폼'도 발표했는데, 이 역시 소비자 제품 시장에서 벗어나 콘텐츠 사업으로의 확대에 핵심 역할을 할 것으로 기대된다.

그림9
소니의 XR 헤드셋인 SRH-S1과
지멘스의 XR 엔지니어링 소프트웨어인
'NX Immersive Designer'

출처: Siemens

자동차 업체인 BMW는 CES 2024에서 XREAL社와 협업으로 Air2 AR 글라스를 결합한 실차 주행 시연을 비롯해 AR 내비게이션, 도로 위험 상황, 충전소 정보 및 주차 상황 정보를 시각화하는 'AR Ride'를 선보였다. 이어서 CES 2025에서는 미래 BMW 차량의 디지털 경험을 혁신하는 BMW Panoramic iDrive를 공개했다. 이 시스템은 운전자와 승객 모두에게 개인화된 콘텐츠를 윈드 스크린 하단 전체에 투사하는 디스플레이인 'Panoramic Vision'과 AR 내비게이션 정보를 투사하는 3D 헤드업 디스플레이(HUD)로 구성어 있다. 또한 BMW 자체 운영체제인 'X'를 통해 음성인식 기반 지능형 어시스턴트 서비스, 사용자의 행동과 선호도 학습을 통한 개인화된 디스플레이 모드 등의 기능을 제공한다.

그림10
BMW Panoramic Vision과
3D HUD, 음성인식 기반 지능형
어시스턴트

출처: CAR magazine

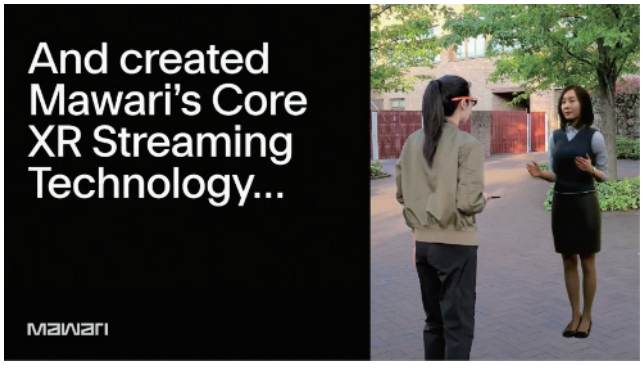
▪ XR 플랫폼 기반 생태계 구축을 위한 노력

XREAL은 CES 2025에서 Qualcomm, Google, T-Mobile 등과 함께 AR 글라스와 공간 컴퓨팅 생태계를 구축하고, 소비자와 기업용 시장에서 활용이 가능한 솔루션을 제공하기 위해 협업을 발표했다. XREAL은 Qualcomm, Google과 협력하여 보다 강력한 Snapdragon 칩 세트를 탑재한 XREAL Beam Pro 모바일 기기를 개발 중이며, 이는 동사의 AR 글라스와 함께 사용하는 고성능 공간 컴퓨팅 컴패니언 기기다. 이 기기는 듀얼 카메라를 통한 고품질의 3D 사진과 동영상 촬영을 지원하고, Android 14 기반의 NebulaOS를 통해 Google Play 앱을 실공간 환경에서 실행할 수 있다. XREAL은 Google의 Android XR 생태계에도 참여하고 있으며, 2025년 후반 Android 기반의 XR 솔루션 통합에 대해서도 발표할 예정이다.

또한 XREAL은 T-Mobile의 5G 네트워크와 Mawari社의 실시간 XR 콘텐츠 스트리밍 기술을 동사의 AR 글라스에 결합시켜 실시간 몰입형 3D 통화 경험을 시연했다. 기존 LTE 대비 더 낮은 지연 시간과 빠른 속도를 제공하는 5G 네트워크 기술에 XREAL의 공간 컴퓨팅 칩 세트인 X1의 결합으로 실시간 XR 통신이 가능하다는 점을 선보였다.

그림11
XREAL의 고성능 공간 컴퓨팅
컴패니언 기기인 Beam Pro,
XREAL의 AR 글라스와 Mawari社의
실시간 XR 콘텐츠 스트리밍 기술을
결합하여 시연한 실시간 몰입형
3D 통화 경험의 예시

출처: XREAL



지멘스는 CES 2025에서 Siemens Industrial Copilot이라는 혁신적인 AI 기반 디지털 트윈 플랫폼을 발표했다. 지멘스가 이미 강점을 보유한 디지털 트윈 솔루션에 AI를 결합하여 제조업체들이 실시간 데이터를 활용해 생산성을 높이고 운영 효율성을 극대화할 수 있도록 설계된 플랫폼이다. 지멘스는 혁신적인 블렌디드 윙 바디 (BWB: Blended Wing Body) 항공기를 설계·제조·운영하는 JetZero와의 협력을 대표적 사례로 발표했다. 항공기의 설계와 시뮬레이션 과정에서 발생하는 반복적인 모델 수정 작업(예: CAD 모델링)을 Generative AI 기술로 자동화하여 시간 단축은 물론, 연료 소비를 50%나 감소시켰다. 앞으로 양사는 항공기 개발 공정까지 디지털 트윈으로 재현하고 가상 개발 공정에서 나오는 데이터를 AI로 분석하여 문제를 사전에 예측함으로써 개발 공정에서의 리스크는 줄이고 효율성은 높여나갈 계획이다. 이 플랫폼은 제조업체뿐만 아니라 다양한 산업 분야(인프라, 모빌리티 등)에 적용이 가능하다. 또 스타트업을 위한 지멘스 Xcelerator 프로그램에도 제공하여 신생 기업이 혁신을 촉진하고 지속 성장 가능성과 경쟁력을 유지할 수 있도록 지원할 계획이다.

그림12
Siemens Industrial Copilot
플랫폼을 활용한 JetZero社의
블렌디드 윙 바디(BWB) 항공기의 설계
사례, 시험비행을 위해 실제 제작한
날개폭 7m의 축소판 BWB 항공기

출처: 스푸트니크(JetZero 재인용)

4. 시사점

- CES 2025는 XR 디바이스와 서비스 측면에서 AI 융합, 경량화, 산업 생태계 확장이라는 3가지 주요 차별점을 보여주었다. 첫째, AI 기술은 XR 기술 혁신의 핵심으로 자리 잡으면서 사용자 선호도를 반영한 몰입형 경험을 강화하고 있다. 둘째, 하드웨어 설계 혁신을 통한 AR 글라스의 경량화는 착용감을 개선하고 장시간 사용에 따른 피로를 감소시키며, 소형 디스플레이, 박형 렌즈, 배터리 기술의 발전이 이를 뒷받침하고 있다. 셋째, XR 기술은 게임과 엔터테인먼트를 넘어 제조업, 교육, 헬스케어 등 다양한 산업에 통합되면서 산업 생태계를 확장하고 있다. 이러한 발전은 XR 기술의 대중화와 산업 전반에 걸친 디지털 전환을 가속화할 전망이다.

- 대한민국은 이러한 글로벌 트렌드에 맞춰 시장 선점과 기술 확보를 위한 전략을 모색해야 할 것이다. 첫째, 국내 기업 간 협력과 글로벌 파트너십을 통해 XR 생태계를 조기에 구축해야 한다. 대기업과 중소기업이 협력하여 하드웨어 및 소프트웨어 표준화를 추진하고, 헬스케어(수술 시뮬레이션, 원격 진료), 제조업(디지털 트윈 기반 공정 최적화), 교육(몰입형 학습 환경) 등 산업별 특화 솔루션의 개발에 집중해야 한다. 둘째, 강력한 디스플레이 기술과 완제품 제조 역량을 기반으로 글로벌 시장에서 경쟁력을 확보하는 한편, 정부는 대한민국이라는 하나의 브랜드로 국제 전시회 참가와 해외 마케팅 지원을 강화해야 한다.

- 기술 개발 측면에서는 고성능 공간 컴퓨팅 칩 세트, 소형 고해상도 디스플레이, 박형 렌즈 기술의 확보가 중요하다. 이를 위해 Qualcomm XR2, AR1과 같은 칩 세트와 경쟁할 수 있는 국산 칩 세트의 개발, uOLED와 uLED 디스플레이 그리고 Waveguide 기술에 대한 혁신이 필요하다. 또한 음성 명령, 제스처 인식, 시선 추적 등을 결합한 멀티모달 AI 기반 인터랙션 기술과 배터리 효율성을 높이는 전력 관리 기술의 개발도 필수적이다.

- 정부는 XR 연구소 설립 및 펀드 조성을 통해 기초 연구와 상용화를 지원하고, 미국과 유럽 등 주요 국가와 공동 연구 프로젝트를 추진해야 한다. 또한 XR 하드웨어 및 소프트웨어 표준화를 위한 국제 협력에 적극 참여하여 한국 기업이 글로벌 시장에서 주도권을 확보할 수 있도록 해야 한다.

- CES 2025는 AI 융합, 경량화, 산업 생태계 확장을 통해 XR 기술이 사용자 경험과 산업적 가치를 크게 향상시키고 있음을 보여주었다. 대한민국은 이 트렌드를 기반으로 XR 생태계 구축과 글로벌 시장 진출에 집중하며 지속 가능한 성장을 도모해야 할 것이다.

출처 및 참고자료

1. Matt Zeller, et. al., “Spatial mapping”, Microsoft Learn, 2023.02.01.; learn.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/design/spatial-mapping
2. Ganesh Raju(Akshaya Emerging Technologies), “Meta's Codec Avatars: Bridging the Real and Virtual Like Never Before”, Linked in, 2023.10.02.; linkedin.com/pulse/metas-codec-avatars-bridging-real-virtual-like-never-before
3. Tobias Dengel, “Going Spatial: What Industry Leaders Need to Know About Apple Vision Pro and WWDC ’23”, WillowTree, 2023.06.06.; willowtreeapps.com/insights/going-spatial-what-industry-leaders-need-to-know-about-apple-vision-pro-and-wwdc-23
4. James Dennison, “BMW launches OS X and Panoramic iDrive with full cabin-width display”, CAR magazine, 2025.01.07.
5. Victoria Song, “The smart glasses era is here-I got a first look”, The Verge, 2025.01.10.
6. XREAL, “XREAL Announces Groundbreaking Collaborations at CES 2025”, PR Newswire, 2025.01.07.; prnewswire.com/news-releases/xreal-announces-groundbreaking-collaborations-at-ces-2025-302344140.html
7. “Sony XR head-mounted display for NX Immersive Designer”, Siemens.; sw.siemens.com/en-US/digital-transformation/sony-head-mounted-display-vr
8. “Siemens unveils breakthrough innovations in industrial AI and digital twin technology at CES 2025”, Siemens, 2025.01.06.; press.siemens.com/global/en/pressrelease/siemens-unveils-breakthrough-innovations-industrial-ai-and-digital-twin-technology-ces
9. 채영석, “[CES 2025] 올해 말 노이에 클라쎄에 첫 적용, BMW 파노라믹 iDrive”, 「글로벌오토뉴스」, 2025.01.14.; youtube.com/watch?v=zg3m7jLSevM
10. 정이안, “2030년 도입되는 美 차세대 항공기”, 「스푸트니크」, 2025.01.18.; sputnik.kr/news/view/8726
11. 변휘, “메타버스 넘어…‘공간 컴퓨팅’ 새 트렌드”, 「머니투데이」, 2025.01.07.
12. 정지은, “삼성 디바이스·퀄컴 칩·구글 OS 결합…‘XR 생태계’ 빅뱅 시작”, 「한국경제신문」, 2023.02.02.

3

프리폼 디스플레이 기술 동향

박영호 디스플레이 PD | 한국산업기술기획평가원(KEIT) 배터리디스플레이실
김형식 대표 | 그리니치컨설팅

요약

- 프리폼 디스플레이는 직사각형 중심의 기존 패널에서 벗어나 곡면, 원형, 비정형 등 자유로운 형태로 제작할 수 있는 차세대 디스플레이 기술이다. 현재 플렉시블 기판(폴리이미드나 메탈 호일 등)과 저온 폴리실리콘, 산화물 TFT, OLED 소자, 이외에 정밀 커팅이나 봉지 공정 같은 핵심 기술이 결합되어 웨어러블·자동차·스마트폰 등 다양한 분야에서 부상하고 있다.

- 이처럼 자유로운 형태는 기존 사각형 화면이 구현하기 어려운 몰입감과 디자인 차별화를 제공하며, 팔목 곡률에 맞춘 웨어러블 디바이스나 대형 곡면 인포테인먼트 디스플레이를 원하는 완성차 업체들의 수요가 특히 높다. 국내외 시장에서 삼성디스플레이와 LG디스플레이는 폴더블폰, P-OLED 등으로 레이저 커팅과 봉지 공정, 초박형 글라스 기술 등을 축적해 왔다. 해외에서 일본 JDI는 LTPS 기반 소형 패널, 대만 Innolux와 AUO는 커브드 LCD, 중국 BOE와 CSOT는 대규모 투자와 정부 지원을 바탕으로 플렉시블 OLED 라인 증설에 나서면서 자동차·웨어러블·스마트폰 시장에서 입지를 넓히고 있다.

- 곡면이나 비정형 형태로 대량생산 하기 위해서는 정교한 가공·배선·봉지 기술과 높은 수율 관리가 필요하며, 특허 및 표준 경쟁 또한 치열해질 것으로 예상된다.

- 그럼에도 프리폼 디스플레이는 사용자 경험과 제품 디자인을 혁신할 잠재력이 크며, 국내 기업들이 기존 LCD·OLED 분야에서 쌓은 노하우를 결합한다면 세계 시장에서 새로운 성장 동력을 확보할 수 있을 것으로 전망된다.

1. 개요

프리폼 디스플레이의 기술 개념

프리폼 디스플레이(Free-Form Display)는 직사각형이나 정사각형 형태로 제한되었던 기존 디스플레이의 틀에서 벗어나 원형, 곡면, 비정형 형태 등 다양한 형상을 구현할 수 있는 차세대 디스플레이 기술을 일컫는다. '프리폼'이라는 표현은 말 그대로 자유로운 형상을 의미하며, 사각형 패널에 얽매이지 않고 제품의 목적이나 사용 환경에 따라 형태를 가공할 수 있다는 점에서 큰 가능성을 지닌다.

그림 1
LG디스플레이가 개발한 스트레처블 디스플레이

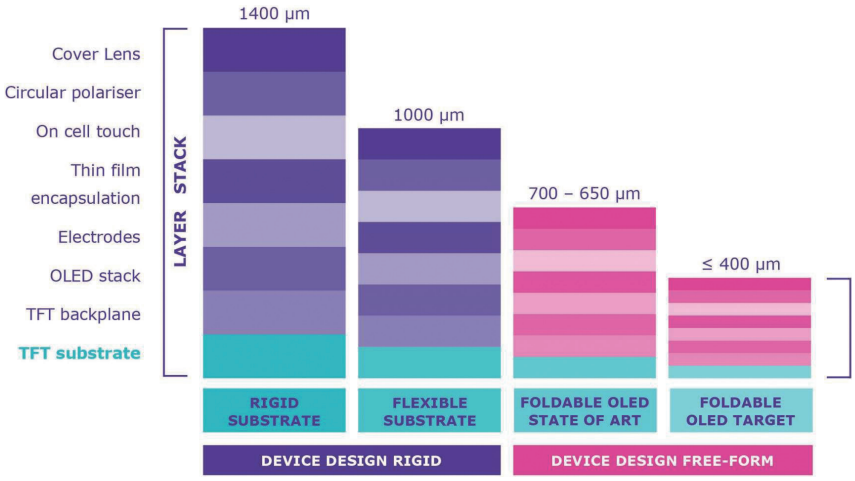
출처: LG디스플레이

최근에는 플라스틱이나 메탈 호일 같은 유연 기판이 활용되면서 곡면 형태나 복잡한 곡률을 지닌 비정형 패널도 구현이 가능해졌다. 저온 폴리실리콘(LTPS) TFT(박막 트랜지스터), 산화물(oxide) TFT, 유기 발광 다이오드(OLED) 등 디스플레이 소자 관련 기술이 함께 발전하면서 프리폼 디스플레이가 실제 산업 현장에서 활발히 검토되고 있다. 특히 웨어러블 기기나 자동차, 스마트폰 등 다양한 분야에서 새롭고 차별화된 디자인을 구현하고자 할 때 이 기술이 주목받고 있다.

프리폼 디스플레이 기술은 디스플레이가 얇아질수록 더 유연하고 자유로운 형태로 설계가 가능하며, 미래의 폴더블 OLED 디스플레이는 400μm 이하로 줄어들 전망이다. 미래에는 리지드(Rigid) OLED에서 플렉시블, 폴더블 OLED로 발전하면서 두께가 점점 감소할 것으로 예상된다. 즉 디스플레이 기술이 발전할수록 두께를 줄이고 더 자유로운 디자인이 실현 가능한 방향으로 나아가는 중이다.

그림 2
리지드 OLED부터 폴더블 OLED 디스플레이까지의 두께 요구사항

출처: OMDIA

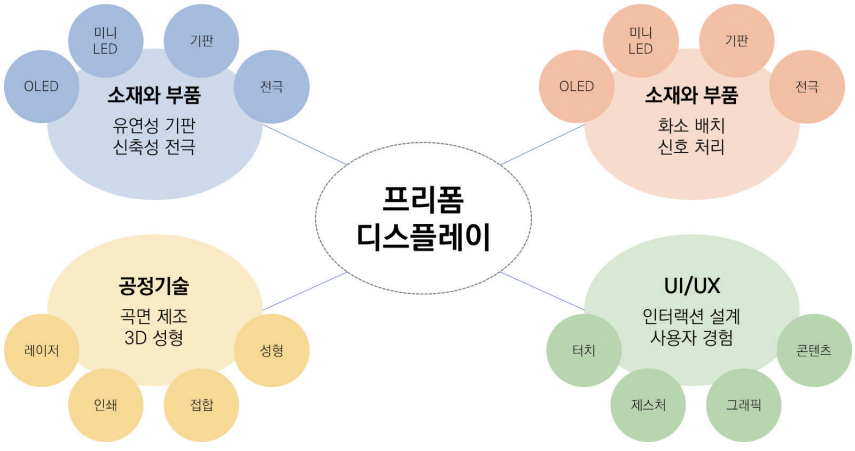


프리폼 디스플레이의 기술 범위

프리폼 디스플레이의 기술 범위는 여러 분야를 포함하지만, 소재와 부품, 공정 기술, 설계 및 구동 기술, UI/UX 등 크게 4가지로 나눌 수 있다. 기존의 직사각형 디스플레이에서 벗어나 다양한 형태로 구현하기 위해서는 패널의 기판, 발광 소자, 구동 방식이 기존과 다르게 설계되어야 하며, 이를 안정적으로 제조하기 위한 가공 및 생산 공정의 정밀도가 뒷받침되어야 한다. 또한 사용자 경험을 최적화하기 위해 새로운 인터페이스와 시각적 디자인 요소도 함께 고려해야 한다.

그림 3
프리폼 디스플레이의 기술 범위

출처: 저자 작성



첫째, 프리폼 디스플레이의 소재와 부품은 기존의 유리 기판이 아닌 유연한 소재를 기반으로 제작된다. 플라스틱 기반 기판(PI, PEN), 메탈 호일, 초박형 글라스 등이 주로 사용되며, 기판의 물리적 강도와 내열성, 휘어짐 특성 등을 최적화하는 연구가 지속되고 있다.

디스플레이의 발광 소자로는 주로 OLED가 사용되는데, 이는 자체 발광 특성을 가지고 있어 백라이트가 필요 없고 얇은 구조를 유지할 수 있어 곡면이나 비정형 디스플레이에 적합하다. 일부 응용 제품에서는 Micro LED도 고려되고 있으며, 높은 밝기와 내구성을 바탕으로 프리폼 디스플레이 적용 가능성이 검토되고 있다.

픽셀 구동을 위한 TFT 기술도 중요한 요소이며, LTPS(저온 폴리실리콘) TFT, Oxide TFT(산화물 TFT), Hybrid TFT 구조 등에 대한 연구와 응용이 증가하는 추세다.

둘째, 프리폼 디스플레이의 공정 기술에는 기존 직사각형 패널과는 다른 특수한 제조 공정이 필요하다. 특히 곡면, 원형, 비정형 패널을 만들기 위해서는 정밀한 가공과 커팅 공정이 필수적이다. 레이저 커팅 공정, 에칭(Etching) 공정, 봉지(Encapsulation) 공정 등은 프리폼 디스플레이 구현을 위한 중요한 가공·공정 기술을 요구한다.

이 외에도 프리폼 디스플레이의 전기적 신호를 안정적으로 유지하기 위해 배선과 구동 방식도 최적화해야 한다. 곡면이나 원형 구조에서는 신호 전송 경로가 기존과 달라지므로 새로운 배선 패턴 설계 및 회로 배치 기술이 필요하다. 이를 위해 AI 기반의 설계 자동화 툴이 활용되기도 한다.

셋째, 프리폼 디스플레이의 설계 및 구동 기술이 적용되는 제품에서는 기존과 다른 회로 설계와 구동 방식이 필요하다. 곡면 패널의 경우 전기 신호가 균일하게 분포하도록 배선 패턴이 최적화되어야 하며, 특히 고속 데이터 전송을 위한 배선 기술이 중요하다. 비정형 패널에서는 모서리나 불규칙한 곡면 부분의 신호 전송이 불안정할 수 있으므로 특정 구역의 픽셀을 다르게 제어하는 비대칭 구동 알고리즘이 연구되고 있다. 또한 터치 입력 방식도 기존 직사각형 패널과 다르게 적용되어야 하며, 곡면 구조에서는 정전용량 방식 외에도 초음파 터치, 광학 센서 기반 터치 기술이 적용될 가능성이 크다.

프리폼 디스플레이는 기존의 표준 해상도 규격과도 차이가 있으므로 콘텐츠 렌더링 방식도 새롭게 개발되어야 한다. 곡면 패널에서는 빛의 왜곡이나 시야각 변화가 발생할 수 있으므로 이를 보정하기 위한 곡면 보정 알고리즘이 필요하다. 또한 비정형 디스플레이는 화면의 유효 영역이 달라지므로 사용자의 시선이나 터치 입력이 자연스럽게 이루어질 수 있도록 소프트웨어적 보정 기술이 함께 연구되고 있다.

넷째, 프리폼 디스플레이의 UI/UX 설계에서는 형태적 특징을 최대한 활용하기 위해 새로운 UI/UX 설계 원칙이 필요하다. 기존의 직사각형 인터페이스는 직관적인 메뉴 배치와 터치 조작이 가능했지만, 곡면이나 원형 디스플레이에서는 화면 요소의

배치를 보다 유기적으로 구성할 필요가 있다.

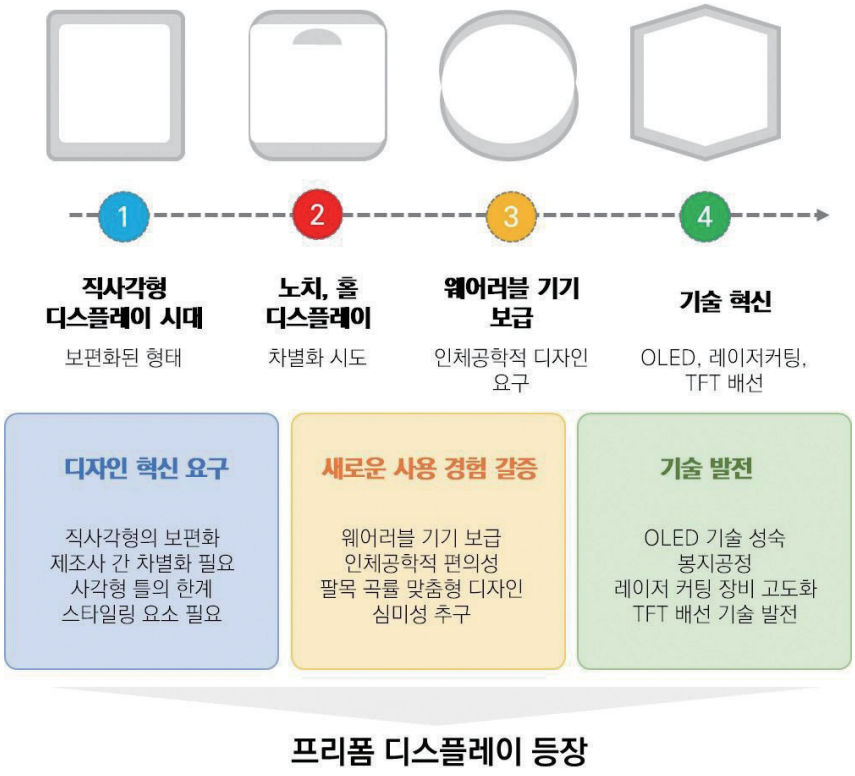
UI/UX 설계에서는 단순한 형태 변경뿐만 아니라 사용자의 시각적 피로도를 줄이고 인터페이스 접근성을 높이는 요소들도 함께 고려되어야 한다. 곡면 화면에서는 빛 반사율이 달라질 수 있기 때문에 가독성을 개선하기 위한 폰트 최적화가 필요하며, 터치 입력이 화면 가장자리에서도 원활하게 이루어질 수 있도록 새로운 센서 기술이 적용되어야 한다.

프리폼 디스플레이 기술의 등장 배경

프리폼 디스플레이가 본격적으로 주목받게 된 배경에는 시장에서의 디자인 혁신 요구와 소비자의 새로운 사용 경험에 대한 갈증, 그리고 기술 발전이 한몫했다. 스마트폰이 보급된 지 10여 년이 흐르면서 직사각형의 화면은 이제 보편적 형태가 되었고, 제조사들은 차별화 요소로 화면 가장자리를 둥글게 처리하거나 노치, 홀 디스플레이 등을 적용해 왔다. 그러나 이러한 변화도 여전히 기본적인 사각형 틀에서 벗어나지 못한 한계가 있다.

그림 4
프리폼 디스플레이의 등장 배경

출처: 저자 작성



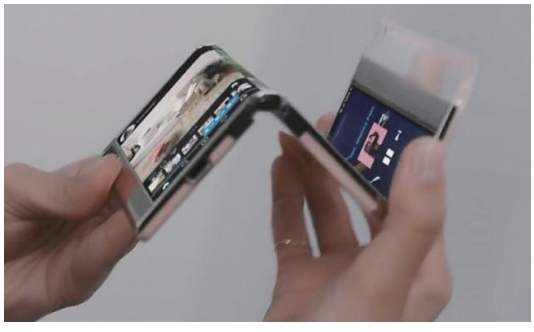
소비자들은 스마트워치나 피트니스 밴드 같은 웨어러블 기기를 일상적으로 착용하기 시작하면서 단순히 보기에 좋은 디자인을 넘어 인체공학적인 편의성과 심미성을 동시에 추구하게 되었다. 팔목의 곡선에 맞춘 둥근 디스플레이는 시계와 비슷한 조작 방식을 제공하면서 디자인 면에서도 높은 완성도를 갖춘다. 이런 시장 환경이 프리폼 디스플레이 도입을 가속화했으며, 한편으로는 OLED, LTPS, 봉지 공정 기술이 성숙되면서 실제 제품에 탑재하기 위한 생산 기반이 마련되었다. 레이저 커팅 장비와 TFT 배선 기술의 고도화로 인해 픽셀 구조를 유지하면서도 디스플레이 패널을 특정 형태로 가공하는 것이 가능해졌으며, 이를 통해 곡면이나 비정형 디스플레이 구현이 보다 용이해졌다.

2. 국내외 시장 동향

국내 시장에서는 삼성디스플레이와 LG디스플레이를 필두로 프리폼 디스플레이 개발이 꾸준히 이루어지고 있다. 삼성디스플레이는 폴더블 OLED를 대량 생산한 경험을 기반으로 레이저 커팅이나 초박형 글라스 가공, 봉지 공정에 대한 기술력을 확보했으며, 곡면이나 원형 형태를 적용한 몇몇 스마트폰과 스마트워치를 통해 경험을 축적해 왔다.

그림 5
삼성의 두 번 접는 디스플레이

출처: 삼성디스플레이

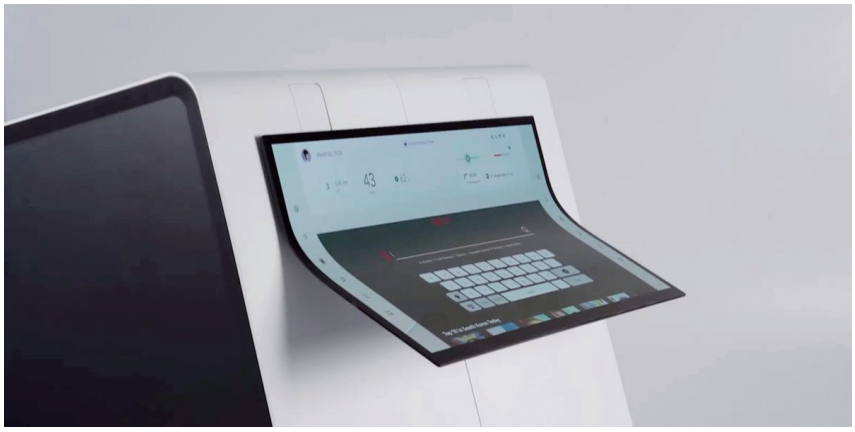


LG디스플레이는 대형 OLED TV 시장에서 확보한 노하우를 자동차용 P-OLED 분야로 확장하고 있으며, 최근에는 곡면 계기판과 센터페시아를 하나로 이어 붙인 콘셉트 제품을 선보이면서 시장의 관심을 끌고 있다.

'플렉스 앤 사이드 디스플레이'는 P-OLED를 활용해 고객의 상황이나 재생되는 콘텐츠에 맞춰 화면의 휘어지는 정도를 조절할 수 있다. 화면 전체를 펼쳐 영상 콘텐츠 시청이나 내비게이션 등으로 사용하거나 화면을 최대한 구부려 아래는 키보드로, 위는 검색 화면으로 나눠 사용할 수 있다.

그림 6
LG전자의 P-OLED를 활용한 자동차용 디스플레이의 콘셉트: Flex & Slide 디스플레이

출처: LG전자



해외 시장을 살펴보면 일본 JDI(Japan Display Inc.)가 LTPS 기반 소형 디스플레이 분야에서 앞선 기술력을 보유하고 있으며, 웨어러블 기기에 적용할 수 있는 원형이나 비정형 LCD와 OLED 시제품을 발표해 왔다.

그림 7
JDI의 디스플레이 제품 사례

출처: Metamorworks, JDI

대만의 Innolux와 AUO는 기존 LCD 생산 라인을 활용해 커브드 모니터와 커브드 TV를 개발해 왔으나, OLED로의 전환은 상대적으로 신중한 행보를 보인다는 평가를 받고 있다. 중국의 BOE와 CSOT 등은 대규모 투자와 정부 지원을 통해 플렉시블·폴더블 디스플레이 라인을 빠르게 증설 중이며, 자동차 디스플레이 분야에서도 곡면 또는 초대형 비정형 패널 적용을 확대할 예정이다.

표 1
중국 주요 패널 기업의 생산 라인 투자 계획

출처: CSF 중국전문가포럼

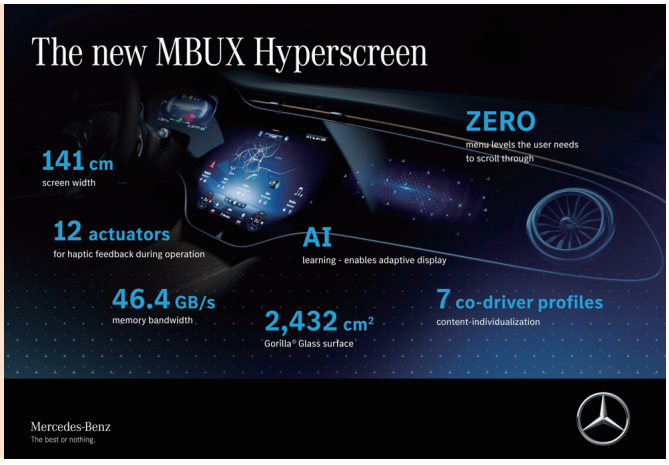
패널 기업	유리원판 / 공장	총투자액	설비 발주 예상 시점	예상 양산 시점
BOE	8.7세대 OLED / 청두	–	–	미확정
	6세대 LCD / 베이징	290억 위안	–	–
CSOT	8.5세대 인쇄 OLED / 광저우	–	–	2024년 연말
Tianma	8.6세대 LCD / 사먼	330억 위안	2023년 1월 말 개시	2024년 연말
visionox	8.6세대 OLED / 선전	–	2023년 4분기	2026년 하반기

미국과 유럽에서는 완성차 업체들이 인포테인먼트 경험을 혁신하는 수단으로 프리폼 디스플레이를 적극 도입하고 있으며, 대표적으로 메르세데스-벤츠의 MBUX 하이퍼스크린이나 BMW의 커브드 디스플레이가 이런 흐름을 잘 보여준다.

그림 8
완성차 업체들의 인포테인먼트 디스플레이

출처: Mercedes-Benz, BMW

메르세데스-벤츠의 MBUX 하이퍼스크린

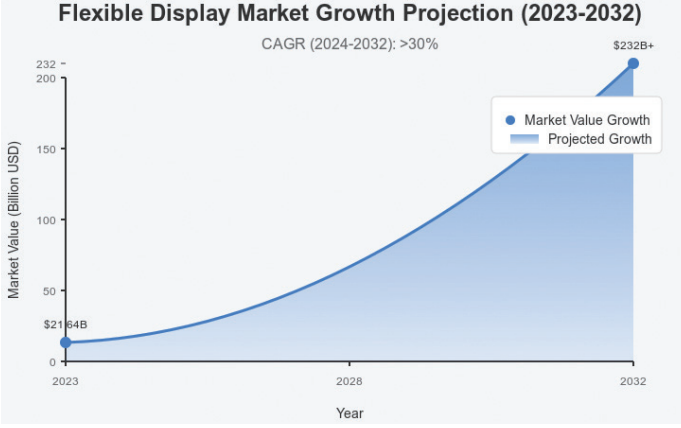


BMW의 커브드 디스플레이

시장조사 기관들은 프리폼 디스플레이를 포함해 플렉시블·비정형 디스플레이 시장이 앞으로 몇 년간 두 자릿수 성장률을 유지할 것으로 전망하고 있다.

그림 9
플렉시블 디스플레이 시장의 성장률 예측

출처: Global Market Insight



스마트폰이나 웨어러블은 물론이고 전기차와 자율주행차 등 미래형 자동차의 실내 공간에서도 곡면 디스플레이의 도입이 가속화될 것으로 예측된다. 이에 따라 완성차 업체들이 대형 디지털 계기판과 센터페시아를 하나로 이어 탑재하거나 운전자와 승객의 사용 편의성을 고려해 다양한 정보창을 배치하는 사례가 늘어나고 있다.

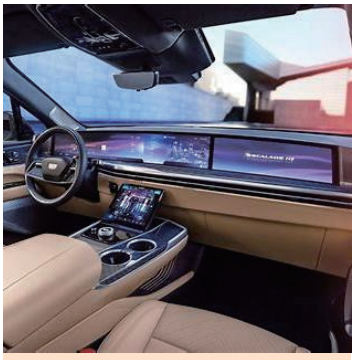
그림 10
자동차용 플렉시블 디스플레이

출처: 각사 홈페이지

KG모빌리티 토레스 전기차의
파노라마 디스플레이

콘티넨탈의 운전석
전면 디스플레이 솔루션

LG디스플레이의 차량용
P-OLED 디스플레이



캐딜락 에스컬레이드 전기차의
실내 디자인

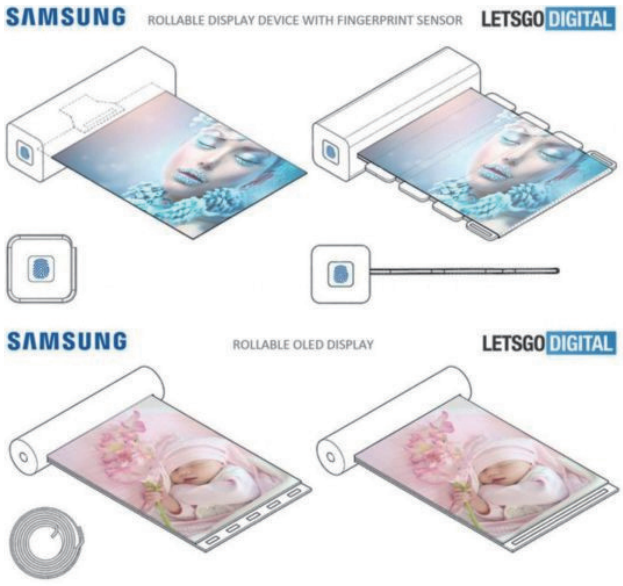
3. 국내외 기술 동향

프리폼 디스플레이 기술은 기존의 사각형 디스플레이에서 벗어나 자유로운 형태로 디자인할 수 있는 차세대 기술이다. 현재 다양한 기업과 연구 기관에서 활발하게 연구가 진행되고 있다.

삼성디스플레이는 플렉시블 OLED 기술을 기반으로 폴더블 및 롤러블 디스플레이 개발을 선도하고 있다. 최근 스트레처블 디스플레이 기술을 공개하면서 차세대 디스플레이 시장을 공략하고 있으며, 웨어러블, 자동차, 가전제품으로의 확장을 위한 연구가 진행 중이다.

그림 11
삼성전자가 특허 신청한 롤러블
디스플레이의 이미지

출처: PhoneArena



LG디스플레이는 롤러블 OLED TV를 출시하면서 프리폼 디스플레이 기술력을 선보였다. 자동차용 곡면 OLED 패널을 개발하여 상용화를 추진하고 있으며, 투명 OLED 기술과 결합하여 스마트 윈도우 및 상업용 디스플레이 시장을 확대하고 있다.

그림 12
스트레처블 디스플레이를 적용한 LG의
미래형 의류 콘셉트

출처: LG디스플레이

BOE는 중국 최대 디스플레이 제조업체로, 폴더블 및 스트레처블 디스플레이를 개발 중이다. 마이크로 LED 기반 프리폼 디스플레이 연구를 강화하고 있으며, 주요 스마트폰 제조업체와 협력하여 차세대 제품 출시를 준비하고 있다.

그림 13
BOE 폴더블 디스플레이 패널과
울트라신 글라스(UTG)

출처: BOE, 중우엠텍

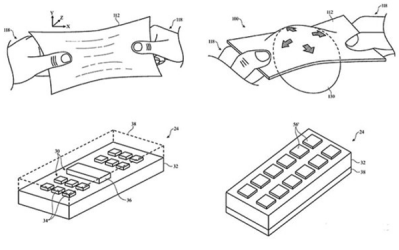
폴더블 디스플레이 패널

울트라신 글라스(UTG)

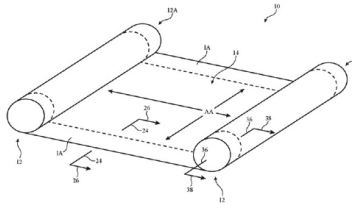
애플은 프리폼 디스플레이 관련 특허 출원이 증가하고 있다. 향후 웨어러블 기기 및 AR/VR 디바이스에서의 프리폼 디스플레이 적용 가능성이 높으며, 자체 디스플레이 기술을 개발하면서 삼성과 LG에 대한 의존도를 줄이고 있다.

그림 14
애플의 프리폼 디스플레이 관련 특허

출처: 미국특허청(USPTO)



구부릴 수 있는 물질 디스플레이



롤러블 기기의 특허 도면

연구 기관과 대학에서도 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다. MIT, 스탠퍼드대학, KAIST 등에서는 유연 디스플레이 연구가 이루어지고 있으며, 그래핀, 탄소 나노 튜브 등을 활용한 차세대 소재 연구도 진행되고 있다. 또한 전력 소비 절감과 내구성 강화를 위한 혁신적인 공정 개발이 지속적으로 이루어지고 있다.

그림 15
연구 기관과 대학에서의
디스플레이 연구

출처: 스탠퍼드대학, ACS NANO

손으로 만지는 촉각 디스플레이
(스탠퍼드대학)

맥신(MXene) 기반 투명 OLED 디스플레이 (KAIST)

프리폼 디스플레이 기술은 다양한 형태의 디스플레이를 가능하게 하지만, 상용화를 위해 해결해야 할 기술적 과제가 많다.

소재나 공정 기술 측면에서는 기존 유리 기반이 아닌 플라스틱, 폴리이미드, 그래핀 등 신소재 적용이 필요하다. 유연성과 내구성을 동시에 확보할 수 있는 신소재 연구가 요구되며, 스트레처블 디스플레이의 경우 반복 변형 시 화질과 내구성 유지를 위한 기술 개발이 핵심 과제다.

전력 효율과 발열 문제도 해결해야 할 중요한 이슈다.

OLED 기반 프리폼 디스플레이는 특정 조건에서 전력 소모가 증가할 수 있어 효율 개선이 필요하다. 이에 따라 에너지 효율과 수명을 개선하기 위한 신소재 방열 기술 및 저전력 구동 기술에 대한 연구가 진행되고 있다.

생산 공정과 비용 문제도 크다. 기존 디스플레이 대비 복잡한 공정으로 인해 생산 단가가 높다. 수율을 높이기 위한 고정밀 제조 기술 및 양산 기술 개발이 필수적인데, 특히 스트레처블 디스플레이는 대량 생산 공정이 확립되지 않아 상용화가 지연되고 있다.

응용 분야 확대도 중요한 과제다. 현재 스마트폰과 웨어러블 기기에 국한된 기술을 자동차, 의료, 스마트홈 등으로 확장할 필요가 있으며, 대형 디스플레이 적용을 위한 패널 크기의 확장 기술도 필요하다. 또 상업용·산업용 디스플레이로 활용할 경우 내구성 강화는 필수적이다.

표 2
프리폼 디스플레이 기술의 미래 방향

기술 과제	주요 도전 요소	해결 방향
내구성 강화	반복 변형 시 화질 유지	신소재 및 공정 최적화
전력 소비 절감	OLED의 높은 소비 전력 문제	저전력 드라이버 IC 개발
대량 생산 가능성	낮은 수율과 높은 제조 비용	자동화 공정 도입 및 생산 기술 개발
응용 시장 확대	스마트폰, 웨어러블에 집중	자동차, 헬스케어, 산업용 디스플레이로 확대

프리폼 디스플레이 기술은 차세대 디스플레이 시장에서 중요한 혁신 요소로 자리 잡고 있다. 여러 기업과 연구 기관이 활발하게 개발을 진행하고 있으며, 상용화를 위한 기술적 도전이 계속되고 있다. 내구성, 전력 효율, 생산 공정 개선 등의 과제가 남아 있지만, 기술 발전과 함께 다양한 산업에서 프리폼 디스플레이의 적용이 확대될 것으로 기대된다.

4. 시사점

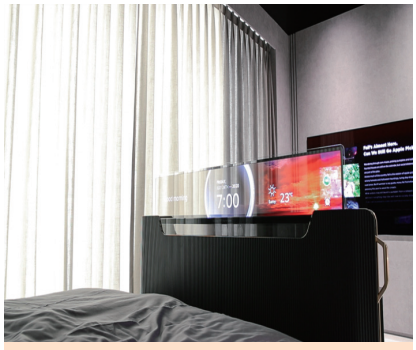
프리폼 디스플레이의 잠재력은 단순히 화면 형태의 변화에 그치지 않는다. 곡면, 원형, 비정형 형태를 구현함으로써 기존 디스플레이와 차별화된 사용자 경험을 제공하고, 제품 디자인에 혁신을 가져올 수 있다. 이를 통해 직사각형 화면에서는 불가능했던 직관적이고 몰입감 있는 인터페이스를 구현할 수 있으며, 웨어러블 기기나 자동차 디스플레이 분야에서 효율적이고 독창적인 UX를 제공하는 데 기여할 수 있다.

그러나 이처럼 자유로운 형태의 구현은 제조 공정 측면에서 상당한 도전 과제를 수반한다. 곡면이나 복잡한 형상의 디스플레이는 제작 난이도가 높아 생산 비용 증가와 수율 확보가 중요한 문제로 떠오른다. 이를 해결하기 위해 레이저 가공 장비의 정밀도 향상, 자동화 시스템 도입, 공정 시뮬레이션 기술 활용 등 제조 공정을 고도화하는 노력이 필요하다. 또한 봉지 공정 개선, 내구성 테스트 강화, 회로 설계 최적화, 전력 공급 및 발열 문제 해결, UI/UX 소프트웨어 개발 등의 협업도 필수적이며, 소재·부품 기업, 완성품 제조사, 소프트웨어 기업, 연구 기관 간의 긴밀한 협력이 요구된다.

특허 및 표준 경쟁 측면에서도 선제적인 대응이 필수적이다. 이미 각국 기업들이 곡면, 원형, 특정 형태의 디스플레이 제조 기술과 관련된 다양한 특허를 보유하고 있어 지식재산권 분쟁 가능성이 존재한다. 그러므로 핵심 기술과 특허를 선점하고 국제 표준화 논의 과정에서 주도권을 확보하는 전략이 필요하다. 국내 산업이 기존 LCD·OLED 분야에서 쌓아온 경쟁력을 바탕으로 프리폼 디스플레이 시장에서도 우위를 점하기 위해서는 대기업과 중소 부품·장비 업체, 정부 기관 간 협력을 강화하고 장기적인 R&D 투자를 지속해나가야 한다.

그림 16
다양한 프리폼 디스플레이의 제품 사례

출처: 각사 홈페이지



스마트 베드

벤더블 게이밍 모니터

그림 16

다양한 프리폼 디스플레이의 제품 사례

출처: 각사 홈페이지

차량용 디스플레이

두 번 접는 디스플레이

폴더블 노트북

플렉시블 AI 스피커

출처 및 참고자료

1. Tomoyuki Yokota, et. al., “A conformable imager for biometric authentication and vital sign measurement”, Nature Electronics 3, 2020.01.20., pp. 113–121.
2. So Yeong Jeong, “Highly Air–Stable, Flexible, and Water–Resistive 2D Titanium Carbide MXene–Based RGB Organic Light–Emitting Diode Displays for Transparent Free–Form ElectronicsClick to copy article link”, ACS NANO Vol. 17, Issue 11, 2023.04.05, pp. 10353–10364.
3. Jerry Kang, “Oled & Flexible Display Technology Tracker – 4Q20”, Omdia, 2020.12.09.
4. IHS Markit, “Flexible & Free–form Display Market Outlook”, 2022.
5. DSCC(Display Supply Chain Consultants), “Advanced Display Technologies Report”, 2023.
6. 한국산업기술진흥원(KIAT), 「플렉시블 및 프리폼 디스플레이 기술동향 보고서」, 2021.
7. 중소벤처기업부, 「프리폼 디스플레이 스타트업 육성사업 기본계획」, 2022.
8. LG경제연구원, “차세대 디스플레이 시장 분석과 전망”, 2021.
9. 한국정보디스플레이학회, 『정보디스플레이 개론』, 2022.
10. 손선희, “‘돌돌 마는’ 스마트폰 나올까…삼성, ‘롤러블 디스플레이’ 특허 신청”, 「아시아경제」, 2018.01.02.
11. 심은혜, “‘가방에 화면이’…LGD, 패션쇼서 스트레처블 디스플레이 공개”, 「우먼타임스」, 2024.09.05.
12. “프리폼 디스플레이, 차세대 시장 주목”, 「전자신문」, 2022.
13. “Japan Display Inc.(JDI) News and Updates”, Nikkei Asian Review, 2021.
14. LG디스플레이 홈페이지; lgdisplay.com
15. 삼성디스플레이 홈페이지; samsungdisplay.com

4

AR·VR용 마이크로 디스플레이 기술 동향

박영호 디스플레이 PD | 한국산업기술기획평가원(KEIT) 배터리디스플레이실
안성덕 책임연구원 | 한국전자통신연구원 초실감메타버스연구소

요약

- AR·VR(증강현실, 가상현실)을 위한 마이크로 디스플레이 기술은 AR과 VR 기기의 핵심 부품으로 자리 잡고 있다. 이러한 기술은 초고해상도, 초소형화, 저전력 소비 등 세 가지 요소 기술을 중심으로 발전하고 있으며, OLEDoS, LEDoS, LCoS 같은 다양한 기술들이 경쟁하고 있다.

- 글로벌 기업들은 이 시장을 선점하기 위해 연구 개발을 가속화하고 있으며, 국내외 시장은 AR·VR 기술의 발전과 더불어 지속적인 성장세를 보이고 있다. 특히 게임, 의료, 산업, 군사 등 다양한 분야에서 마이크로 디스플레이의 활용이 확대되면서 관련 기술의 중요성이 더욱 부각되고 있다.

- 이로 인해 앞으로도 마이크로 디스플레이 기술은 더욱 발전할 것이고, 다양한 혁신적 응용을 통해 시장의 요구를 충족시킬 것으로 기대된다.

1. 개요

마이크로 디스플레이 기술의 개념

▪ 마이크로 디스플레이의 개념

마이크로 디스플레이는 초소형 고해상도 디스플레이로, 기존 디스플레이보다 크기는 작지만 픽셀 밀도가 높아 선명한 화질을 구현할 수 있다. 일반적으로 대각선 길이가 2인치 이하인 초소형 디스플레이를 지칭하며, 높은 해상도와 낮은 소비전력이 주요 특징이다.

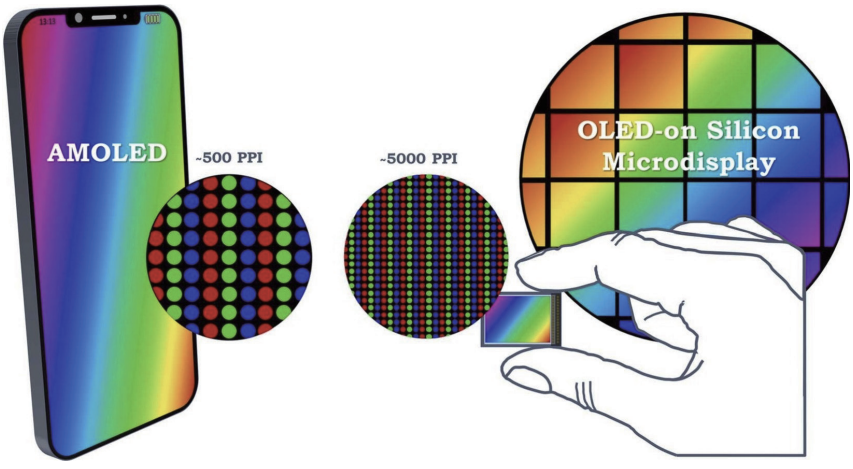


그림 1
크기와 픽셀 밀도 측면에서 스마트폰 디스플레이와 마이크로 디스플레이의 개략적 비교

출처: Next Nanotechnology

이 기술은 기존 평판 디스플레이의 한계를 극복하기 위해 개발되었으며, 작은 크기의 화면을 수십에서 수백 배까지 확대해 보여준다. 비록 디스플레이 자체는 작지만, 확대된 화면을 통해 몰입감을 극대화할 수 있어 XR(확장현실) 기기의 핵심 기술로 주목받고 있다.

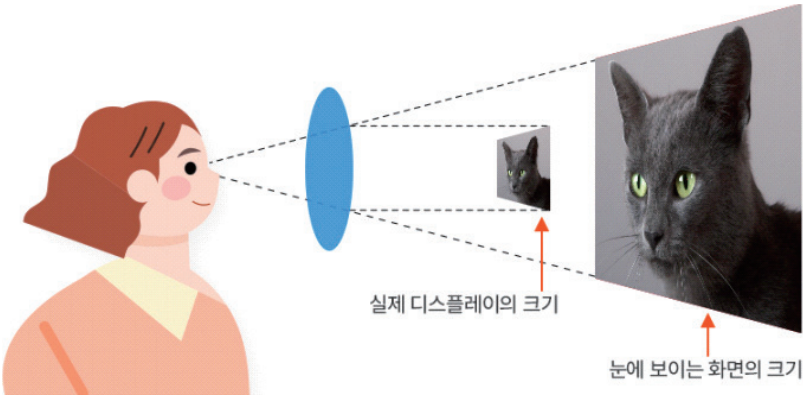


그림 2
마이크로 디스플레이의 구현 원리

출처: 삼성디스플레이

▪ AR·VR·MR·XR의 개념

▪ 마이크로 디스플레이는 AR(Augmented Reality, 증강현실) 스마트 글라스, VR(Virtual Reality, 가상현실) 헤드셋, MR(Mixed Reality, 혼합현실) 글라스, XR(eXtended Reality, 확장현실) 글라스에 사용되는 핵심 부품이다.

▪ AR은 현실 세계 위에 디지털 정보를 겹쳐 보여주는 기술로, 스마트폰이나 AR 안경을 통해 구현된다. 게임, 교육, 산업 분야에서 널리 활용되며, 실시간 상호작용이 가능하다. 대표적인 예로, Pokémon GO는 현실 공간 위에 디지털 캐릭터를 배치해 사용자와 상호작용할 수 있도록 한다.

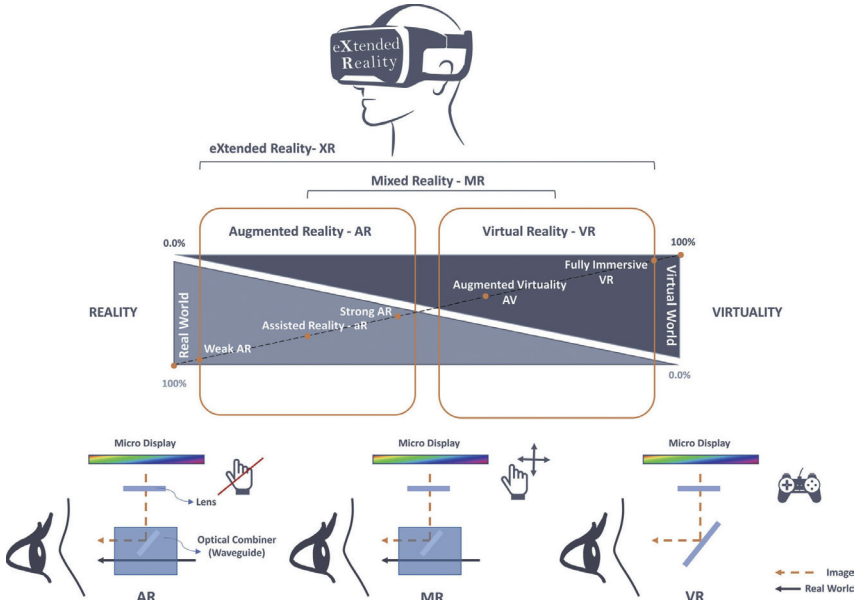
▪ VR은 사용자를 완전히 가상의 환경에 몰입시키는 기술이다. VR 헤드셋을 통해 360도 경험을 제공하며, 주로 게임, 훈련, 엔터테인먼트 분야에서 활용된다. 예를 들어 VR 게임은 사용자가 가상 세계를 직접 탐험하고 체험할 수 있도록 한다.

▪ MR은 현실과 가상 요소를 융합하여 사용자와 상호작용하는 기술이다. 디지털 객체가 현실 세계에 자연스럽게 배치되며, 사용자가 이를 직접 조작할 수 있다. 예를 들어 Microsoft HoloLens는 사용자가 가상 객체와 현실적으로 상호작용할 수 있도록 돕는다.

▪ XR은 AR, VR, MR을 아우르는 개념으로, 디지털과 현실의 경계를 허물어 더욱 확장된 현실 경험을 제공한다. XR은 다양한 산업에서 혁신적인 솔루션을 창출하며, 몰입감 높은 상호작용을 가능케 한다.

그림 3
현실–가상 스펙트럼의 개략적인 설명 및 주요 구성 요소

출처: Next Nanotechnology



마이크로 디스플레이 기술의 범위

▪ 마이크로 디스플레이의 유형

마이크로 디스플레이는 크게 작동 모드에 따라 자발광과 광변조의 2가지로 구분할 수 있다. 광변조 마이크로 디스플레이에는 투과형인 LCD와 반사형인 LCoS가 있고, 자발광 마이크로 디스플레이에는 마이크로 OLED 및 마이크로 LED의 2가지 기술이 있다.

첫 번째로 LCD(Liquid Crystal Display)는 가장 오래된 마이크로 디스플레이 기술 중 하나로, 저전력 소비와 높은 해상도를 제공한다. 백라이트를 사용하여 빛을 투과시키는 방식이므로 자체 발광하지 않으며, AR보다는 VR 기기에 주로 사용된다.

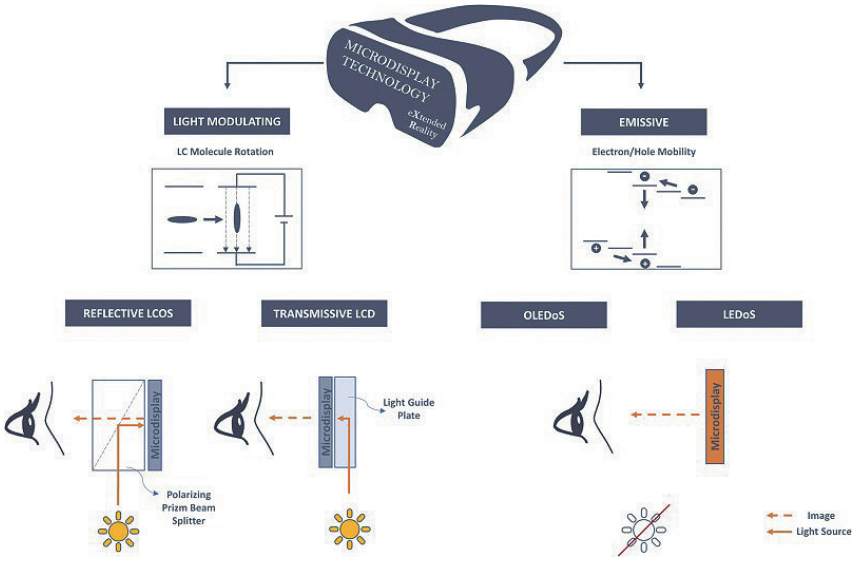
두 번째로 LCoS(Liquid Crystal on Silicon)는 실리콘 백플레인 위에 액정층을 배치하여 이미지를 표시하는 반사형 마이크로 디스플레이다. 높은 해상도와 우수한 색재현력을 제공하지만, 광학 시스템이 복잡하여 비용이 증가하는 단점이 있고 HUD나 프로젝터 등에 주로 사용된다.

세 번째로 OLEDoS(OLED on Silicon)는 우수한 발광 특성, 향상된 에너지 효율, 드라이버 회로 통합, 콤팩트한 디자인 및 빠른 응답속도 등의 특징으로 인해 XR 기기에 적용 가능성이 높아 각광받고 있다.

네 번째로 LEDoS(LED on Silicon)는 실리콘 기판 위에 마이크로 LED 소자를 증착한 형태다. 자체 발광 기능을 갖춘 초고해상도 디스플레이로 빠른 응답속도, 높은 밝기, 넓은 시야각 및 소형의 가벼운 디자인을 특징으로 하기 때문에 차세대 XR 기기에 대한 적용 가능성이 높지만, 아직 해결해야 할 문제가 많다.

그림 4
마이크로 디스플레이 기술의 분류

출처: Next Nanotechnology



▪ 마이크로 디스플레이의 성능을 결정짓는 주요 요소

마이크로 디스플레이의 성능을 결정짓는 주요 요소로는 해상도 및 픽셀 밀도(PPD), 시야각(FOV), 재생률(Refresh Rate), 응답속도와 지연시간(Latency), 그리고 밝기와 명암비다.

① 디스플레이 해상도 및 픽셀 밀도(PPD, Pixels Per Degree)

VR에서 해상도가 낮으면 픽셀 간격이 보이는 '스크린 도어 효과(SDE, Screen Door Effect)'가 발생하여 몰입감을 저해할 수 있다. 반면, AR에서 현실 세계와 가상 정보가 명확하게 구분되려면 더 높은 해상도는 필수적이다. 60PPD 이상이 인간의 시각적 한계로 간주되며, 이를 초과하는 픽셀 밀도를 달성하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

② 시야각(FOV, Field of View)

넓은 시야각은 몰입도를 높이는 핵심 요소이지만, 해상도 및 렌더링 성능과 상호 보완적인 관계에 있다. 일반적인 VR HMD(Head-Mounted Display)의 시야각은 100~120도(FOV) 수준이며, 향후 150도 이상으로 확대하기 위한 연구가 진행 중이다.

③ 재생률(Refresh Rate)

VR에서는 최소 90Hz 이상의 재생률이 권장되며, 일부 기기는 120~144Hz까지 지원한다. 높은 재생률은 화면 전환을 부드럽게 하고, 모션 블러(Motion Blur)를 줄이는 역할을 한다. 이를 개선하기 위해 240Hz 이상의 고재생률 디스플레이 개발이 진행 중이다.

④ 응답속도와 지연시간(Latency)

VR에서는 20ms 이하의 저지연(latency)이 필수이며, 이를 위해 디스플레이의 응답속도(response time)가 매우 빠르게 유지되어야 한다. 특히 XR 기기를 장시간 착용할 경우 어지러움을 줄이기 위해 5ms 이하의 응답속도가 요구된다. 이러한 이유로 GTG(Gray-to-Gray) 응답속도가 1ms 이하인 OLED 패널이 선호된다.

⑤ 밝기와 명암비

AR의 경우 실외 환경에서도 선명한 가시성을 확보하기 위해 1,000~5,000nits 이상의 밝기가 필요하다. 반면에 VR에서는 높은 명암비가 현실감을 향상시키며, OLED 기반 기술은 100,000:1 이상의 높은 명암비를 제공하여 깊은 블랙과 선명한 색상 표현이 가능하다.

▪ OLEDoS 제작 기술

OLEDoS는 OLED 디스플레이 기술을 CMOS 백플레인에 직접 통합하는 것을 의미한다. OLEDoS는 사용자의 요구에 맞춘 CMOS 회로 설계를 기반으로 반도체 파운드리에서 8인치나 12인치 실리콘(Si) 웨이퍼를 이용해 제조된다.

제조 과정에서 CMOS 회로의 마지막 금속층은 OLED 애노드 역할을 하며, 비아(Via) 스터드를 통해 기본 회로에 연결된다. 웨이퍼는 애노드 수정 전에 세척 공정을 거친 후, 애노드 구조가 홀 주입 효율 및 전기 전도도를 유지하면서도 반사율을 극대화할 수 있도록 설계된다.

그 후에 웨이퍼는 10^{-7}Torr 이하의 고진공 환경에서 OLED 스택 증착 공정을 거친다. OLED 스택은 다양한 유기층으로 구성되며, 열 증발 방식(Thermal Evaporation)을 이용해 증착된다.

OLED 스택이 증착된 후에는 박막 봉지(TFE, Thin Film Encapsulation) 공정을 수행하여 외부 환경으로부터 OLED 소자를 보호한다. 이어서 컬러 필터 패터닝(Color Filter Patterning) 공정이 진행되며, 이 단계에서는 포토리소그래피(Photolithography) 기술을 활용해 각 픽셀에 적색(R), 녹색(G), 청색(B) 컬러 필터를 형성한다.

그다음으로 커버 유리가 웨이퍼의 각 디스플레이에 부착되며, 기계적 보호와 광학적 투명성을 유지하기 위해 굴절률을 일치시키는 투명 접착제(Index–Matching Transparent Adhesive)가 사용된다.

이후 와이어 본드 패드(Wire Bond Pad)를 덮고 있는 다양한 재료를 제거한 후 레이저 절삭 기술을 이용하여 패드를 개방해 전기적 연결을 완성한다. 마지막으로 표준 반도체 다이싱 기술(Semiconductor Dicing)을 사용해 웨이퍼에서 각 마이크로 디스플레이 다이를 분리하고, 특수 모듈에 정밀하게 장착한다.

생산된 OLEDoS 모듈은 엄격한 테스트와 검사를 거쳐 광학적·전기적 특성이 평가되며, 이를 통해 최적의 성능을 갖춘 고품질 마이크로 디스플레이가 완성된다.

그림 5
OLEDoS 제작 공정의 흐름도

출처: Next Nanotechnology

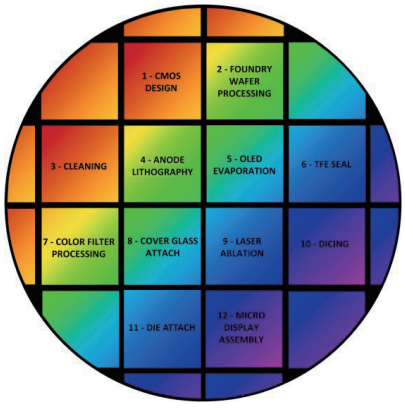


그림 6
일반적인 CMOS 백플레인의 단면도

출처: Next Nanotechnology

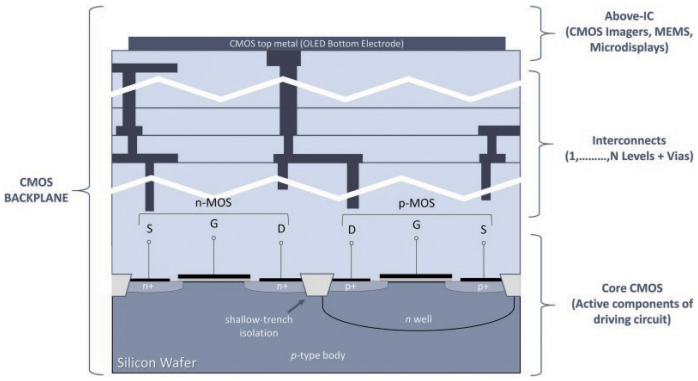
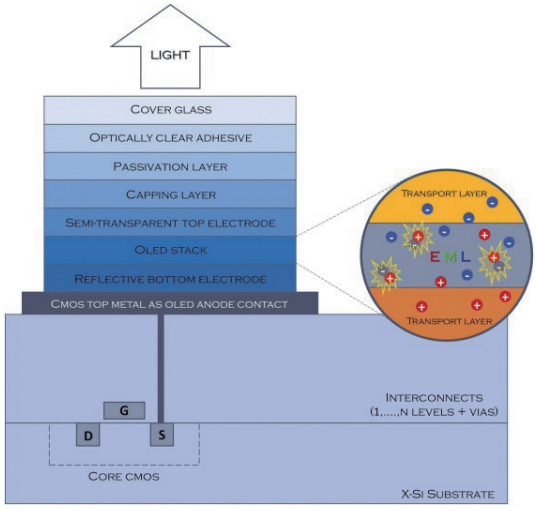


그림 7
일반적인 OLEDoS 마이크로
디스플레이의 개략도

출처: Next Nanotechnology



▪ 광학계 기술

▪ VR은 사용자를 가상의 환경으로 완전히 몰입시키기 위해 외부 세계의 빛을 차단하고 가상 환경을 생성하는 기술이다. VR 광학계의 주요 목표는 넓은 시야(FoV), 높은 해상도, 자연스러운 3D 입체감 및 사용자의 피로도를 줄이는 것이다. 여기에 쓰이는 광학 렌즈에는 일반적으로 3가지 유형이 있다.

첫 번째, 기본적인 VR 렌즈로 화면을 확대하여 사용자의 눈에 적절한 초점거리로 보여주는 단순 볼록렌즈(Convex Lens)다.

두 번째, 빛을 여러 번 반사하여 광학 시스템을 소형화할 수 있는 팬케이크 렌즈(Pancake Optics)다. 얇고 가벼운 HMD(Head-Mounted Display) 설계가 가능하다.

세 번째, 매우 얇고 가벼운 광학 부품으로 자연스러운 3D 이미지 구현이 가능할 뿐 아니라 향후 VR 기기의 경량화를 가능케 하는 홀로그래픽 광학 요소(HOEs, Holographic Optical Elements)다.

VR 광학계에서 해결해야 할 대표적인 문제점과 해결 방안은 다음과 같습니다.

첫째로 수렴–조절 충돌(VAC, Vergence–Accommodation Conflict)이다. 디스플레이가 눈 가까이에 위치하여 조절(accommodation) 거리는 짧은데, 스테레오스코픽 렌더링으로 인해 눈의 수렴(vergence)은 먼 거리의 사물을 바라보는 것처럼 작동하게 된다. 이러한 불일치는 눈의 피로와 어지럼증을 유발한다. 해결 방법으로는 사용자의 시선에 맞춰 초점거리를 동적으로 조정하는 다중 초점 디스플레이(Multifocal Display) 기술, 유체나 전기적으로 조절 가능한 렌즈를 사용하여 실시간으로 초점을 조정하는 변형 초점 렌즈(Focus–Tunable Lenses) 기술, 그리고 빛의 파면을 직접 제어하여 현실적인 심도를 구현하는 홀로그래픽 디스플레이 기술 등이 있다.

둘째로 광학 시스템의 부피와 무게다. VR 헤드셋은 크고 무거워서 장시간 착용 시 불편함이 발생한다. 이에 대한 해결 방법으로는 빛의 경로를 접어 광학계를 소형화하는 팬케이크 렌즈 적용, 초박형 렌즈로 경량화 가능한 홀로그래픽 광학 소자 적용, 그리고 나노 구조를 이용해 얇고 가벼운 렌즈를 개발할 수 있는 메타 표면 광학(Metasurface Optics)의 적용 등이 있다.

- AR 시스템은 현실 세계 위에 가상 정보를 겹쳐 보여주는 기술로, 현실과 디지털 정보를 자연스럽게 융합하는 것이 중요하다. AR 광학 시스템은 일반적으로 다음과 같은 2가지 방식으로 구현된다.

  현실 세계의 빛을 그대로 투과시키면서 가상 이미지를 중첩하는 광학 투과형(OST, Optical See–Through) 방식과 카메라를 통해 현실을 촬영하고 가상 정보를 합성하여 디스플레이에 출력하는 영상 투과형(VST, Video See–Through) 방식이 그것이다. 여기에는 적용되는 광학 기술에는 현실과 가상 이미지를 합성하는 빔 스플리터(Beam Splitter) 방식, 얇은 유리나 플라스틱 패널 내부에서 빛을 반사시켜 가상의 이미지를 제공하는 도파로 광학(Waveguide Optics) 방식, 그리고 빛의 회절을 이용하여 더 선명한 이미지를 제공하는 홀로그래픽 도파로(Holographic Waveguide) 방식 등이 있다.

- AR 광학계에서 해결해야 할 대표적인 문제점과 해결 방안은 다음과 같다.

  첫째로 현실과 가상 이미지의 부자연스러운 융합이다. AR의 가상 이미지가 현실과 부자연스럽게 겹치거나 흐릿하게 보일 수 있다. 이것의 해결 방안은 가상 이미지를 보다 선명하게 표시하는 홀로그래픽 도파로 방식을 사용하거나

AR 콘텐츠를 현실과 동일한 초점거리로 조절하는 다중 초점 기술을 사용하는 것이다.

둘째로 광학 소자의 효율성과 시야각 문제다. AR 디스플레이는 빛을 효율적으로 전달해야 하지만, 대부분의 광학 소자는 높은 빛 손실율을 기진다. 이것의 해결 방안으로는 다양한 각도에서 빛을 전달하는 방식으로 시야각을 넓힐 수 있는 웨이브가이드 기술을 개선하거나 고효율 나노 구조 렌즈를 적용하여 빛 손실을 최소화하는 메타 표면 광학을 상용하는 것이다.

VR과 AR 광학 기술은 지속적으로 발전하고 있으며, 소형화와 경량화를 비롯해 사용자 경험 향상을 목표로 연구가 진행되고 있다.

마이크로 디스플레이 기술의 등장 배경

- 마이크로 디스플레이 기술은 현대 전자기기와 웨어러블 디바이스에 필수 요소로 자리 잡고 있다. 그 등장은 소형화, 고해상도, 저전력 소모라는 3가지 주요 요구 사항을 충족하려는 기술적 발전과 시장의 요구에 의해 이루어졌다.

- 마이크로 디스플레이 기술의 등장은 소형화된 디스플레이 장치에 대한 필요성에서 비롯되었다. 20세기 말부터 전자 제품은 점점 작아지고 있지만, 사용자에게 제공해야 할 정보의 양은 증가하고 있다. 따라서 작은 크기에서도 높은 해상도와 선명한 화면을 제공할 수 있는 디스플레이 기술이 필요해졌다. 마이크로 디스플레이는 이러한 요구를 충족시키기 위해 개발되었다. 특히 반도체 제조 기술의 발전은 디스플레이의 소형화와 고성능화를 가능케 하여 마이크로 디스플레이가 다양한 기기에 통합될 수 있는 기반을 마련했다.

- 마이크로 디스플레이는 높은 픽셀 밀도로 인해 작은 크기에서도 선명한 화질을 제공한다. 특히 근접 시각(NTE, Near-To-Eye) 디바이스에서 필수적인 특징이다. 사용자가 매우 가까운 거리에서 디스플레이를 보기 때문에 픽셀화 없이 선명한 이미지를 제공하는 것이 필수적이다.

- 소형 기기에서의 전력 소모는 항상 중요한 고려 사항이다. 마이크로 디스플레이는 고효율의 에너지 사용을 통해 배터리 수명을 연장하고 지속적인 사용이 가능하도록 설계되었다. 특히 웨어러블 디바이스나 휴대용 전자기기에서는 매우 중요하다. 저전력 특성은 마이크로 디스플레이가 다양한 휴대용 기기에 채택되는 중요한 이유 중 하나다.

- 마이크로 디스플레이 기술의 발전은 시장의 다양한 요구에 의해 촉진되었다. 예를 들어 군사용·산업용 기기에서는 경량화와 휴대성을 갖춘 고성능 디스플레이가 필요하고, 소비자 시장에서는 AR·VR 디바이스의 성장과 함께 몰입감 있는 사용자 경험을 제공하는 디스플레이 기술이 요구되었다. 이처럼 다양한 응용 분야의 요구는 마이크로 디스플레이 기술의 발전과 상업적 성공으로 이어졌다.

- 결론적으로 소형화, 고해상도, 저전력 소모라는 기술적 요구와 다양한 산업과 소비자 시장의 필요에 의해 만들어진 마이크로 디스플레이는 다양한 분야에서 혁신적인 솔루션과 사용자 경험을 제공할 것으로 기대된다.

2. 국내외 시장 동향

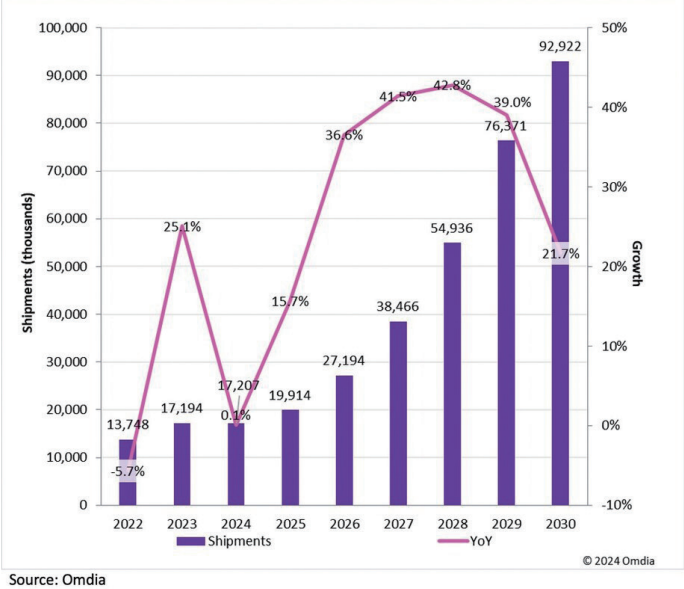
해외 시장 동향

OMDIA(2025)에 따르면, AR·VR에 적용한 니어 아이 디스플레이(NED, Near–Eye Display)의 출하량은 2022년 1,374만 대에서 2028년 5,494만 대로 연평균 22% 성장률을 보이며 급격한 성장세를 전망하고 있다. VR 기기가 플랫폼 업체들의 시장 선점(사용자 기반 확보)을 위한 도구로 여겨지면서 VR 기기 시장은 가격 경쟁 단계에 돌입한 상태다. 또한 PC–VR HMD 제품 및 독립형(StandAlone) VR HMD로 진화하면서 게임의 응용 분야를 중심으로 급격한 성장세를 이어가고 있다.

그림 8
AR·VR에 적용한 니어 아이 디스플레이의 출하량 및 성장 전망(2022~2030)

출처: OMDIA

Figure 1: Near-eye display market unit forecast, 2022–30



Source: Omdia

(단위: 천 대)

표 1
니어 아이 디스플레이의 출하량 전망

출처: OMDIA

구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
AR기기	689	823	909	1,383	2,156	4,574	10,346	21,049	26,993
VR기기	13,058	16,371	16,298	18,531	25,038	33,892	44,590	55,322	65,929
합계	13,748	171,94	17,207	19,914	27,194	38,466	54,936	76,371	92,922

최근 몇 년간 글로벌 시장에서는 AR·VR·XR 기기 보급이 가속화되면서 마이크로 디스플레이 시장의 규모도 급속히 확대되고 있다. 특히 애플의 Apple Vision Pro 출시와 함께 프리미엄 XR 기기 시장에서 OLEDoS 기반의 초고해상도 마이크로 디스플레이의 수요가 증가하고 있다. 이에 따라 시장조사업체 DSCC는 향후 마이크로 디스플레이 시장에서 OLEDoS가 주요 기술로 자리 잡을 것이라 전망했다. 또한 중국을 비롯한 아시아 시장에서는 마이크로 LED 기술에 대한 대규모 투자가 이루어지면서 차세대 디스플레이 시장의 경쟁이 심화되고 있다.

XR용 디스플레이 시장은 2023년 애플社와 메타社의 OLEDoS 적용을 시작으로 기존 LCD와 AMOLED 기반에서 마이크로 디스플레이로의 시장 이동이 전망된다. 2022년 전체 세계시장의 90% 이상을 차지한 VR 기기의 주력 디스플레이는 TFT-LCD로 지속적인 성장이 예견되나 OLEDoS가 연평균 60%의 성장률을 보이며 각광받고 있다. VR 기기의 소형화와 AR 기기의 확대에 따라 OLEDoS 시장은 2022년 5,200만 달러에서 2028년 8억 8,200만 달러로 성장할 것으로 예측된다.

(단위: 백만 달러)

표 2
XR용 디스플레이의 글로벌 시장 전망

출처: OMDIA

구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
TFT-LCD	504.8	618.9	754.8	1033.6	1257.5	1404.5	1466.4
AMOLED	4.9	158.6	192.3	100.6	34.8	9.7	0.0
DMD	0.2	0.3	0.4	0.7	1.2	6.3	18.5
LBS	13.9	15.1	14.4	15.9	17.2	25.4	29.9
LCoS	0.5	0.8	1.3	2.0	3.2	9.1	21.1
OLEDoS	52.3	122.9	143.2	208.2	327.9	534.0	882.6
LEDoS	2.0	3.1	21.2	51.0	112.5	250.0	536.4
소계	578.6	919.7	1,127.6	1,412	1,754.3	2,239	2,954.9

국내 시장 동향

국내 마이크로 디스플레이 시장은 2021년 기준 약 650억 원 규모로 추정되며, 연평균 38%의 높은 성장률을 통해 2025년 약 2,375억 원 규모의 시장을 형성할 것으로 전망된다. 기술별로는 2021년 LCD와 LCoS가 각각 198억 원과 187억 원으로 비슷한 규모의 시장을 형성했으며, OLED와 DLP도 그 뒤를 이어 140억 원과 126억 원으로 비슷한 규모의 시장을 형성했다. 그러나 OLED와 LCoS는 연평균 각각 61%와 45%의 고성장으로 인해 2025년에는 948억 원과 824억 원 규모의 시장을 형성하면서 국내 전체 마이크로 디스플레이 시장의 40%와 35%를 차지할 것으로 예측된다. 반면에 2021년에 30%의 시장을 점유하였던 LCD는 2025년 370억 원 규모의 시장을 형성하면서 국내 마이크로 디스플레이 시장의 16%를 차지할 것으로 전망된다. 이처럼 LCD의 OLED와 LCoS 디스플레이로의 빠른 대체는 국내 자동차 산업에서의 HUD 보급 확대, COVID-19로 재택 시간이 증가하면서 발생한 문화생활의 변화로 인한 신규 디스플레이 제품의 수요 증가 등이 원인으로 작용한 것으로 분석된다.

(단위: 억 원)

표 3
국내 마이크로 디스플레이의 제품별 시장 전망

출처: ASTI MARKET INSIGHT

구분	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR(%)
LCD	197.7	234.9	277.6	321.1	369.8	17.0
LCoS	187.2	288.7	442.8	605.4	824.3	44.9
OLED	139.6	237.3	400.9	617.8	947.8	61.4
DLP	125.5	150.3	178.9	204.6	233.1	16.7
소계	650.1	911.2	1300.2	1748.9	2375.2	38.3

한국은 OLED 기술에서 강점을 보유하고 있으며, 이를 기반으로 OLEDoSdhk LEDoS 기술 개발을 가속화하고 있다. 삼성디스플레이는 2023년 OLEDoS 디스플레이의 양산 준비를 마쳤으며, 향후 XR 기기 시장에서 점유율을 확대할 계획이다. 또 LG디스플레이는 애플과의 협력을 통해 차세대 OLEDoS 디스플레이 공급망을 구축하고 있으며, XR 기기 시장에서 글로벌 경쟁력을 확보하기 위한 전략을 추진 중이다.

중소기업들도 국내 마이크로 디스플레이 시장에서 중요한 역할을 하고 있다. 서울바이오시스는 LEDoS 기술을 활용한 초소형 디스플레이 개발을 진행 중이며, 국내 스타트업들도 차세대 디스플레이 기술 개발에 집중하고 있다. 또한 정부

차원의 지원 정책도 확대되고 있다. 정부는 차세대 디스플레이 산업 육성을 위해 연구개발(R&D) 지원을 강화하고 있으며, 주요 대학과 연구기관에서도 OLEDoS와 LEDoS 기술 개발에 박차를 가하고 있다.

국내 기업들은 글로벌 시장 진출을 위해 해외 기업들과의 협력도 적극적으로 추진하고 있다. 삼성디스플레이는 미국의 주요 XR 기업들과 협업을 확대하고 있으며, LG디스플레이 역시 글로벌 기업들과 전략적 제휴를 통해 마이크로 디스플레이 시장에서의 입지를 강화하고 있다. 이에 따라 국내 마이크로 디스플레이 산업은 향후 글로벌 XR 시장에서 중요한 역할을 하게 될 전망이다.

3. 국내외 기술 동향

AR 기기의 기술 동향

JBD社(中), Mojo Vision社(美) 등에서 집중적으로 AR 기기 연구 개발을 진행 중이다. AR 디스플레이는 JBD社가 주도적으로 시장 창출 단계이며, 2022년에는 녹색(G) 단일 광원을 이용한 0.13인치 AR 글라스를 출시했다. 2022년 1월 Vuzix(美)는 JBD의 0.13인치 LEDoS 디스플레이를 탑재한 Vuzix Shield 스마트 글라스를 출시했으며, TOOZ(獨)와 샤오미(中)도 JBD의 LEDoS 프로젝션 모듈을 탑재한 스마트 글라스를 출시했다.

그림 9
LEDoS를 채용한 AR 글라스 제품들

출처: OMDIA

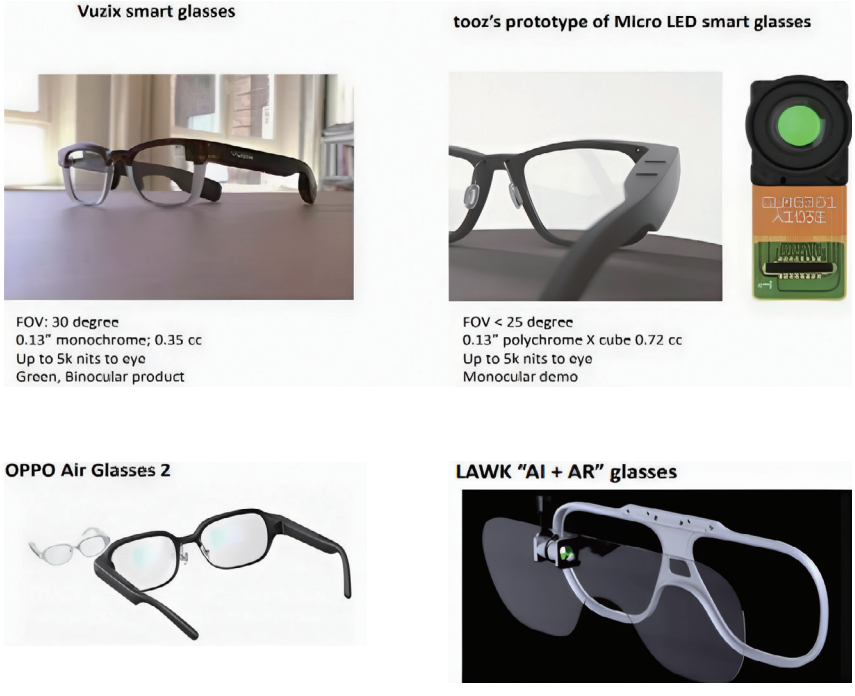


표 4

OLEDoS를 채용한 AR 글라스 제품들

출처: OMDIA

Brand	Xreal	Xiaomi	TCL	Nubia	Honor	Rokid	Lenovo	Huawei
Model	Air 2 Pro	Wireless AR Glass	Nxtwear Air	Neovision Glass	Vision glass	Max	Glass T1	Vision Glass
Display	OLEDoS	OLEDoS	OLEDoS	OLEDoS	OLEDoS	OLEDoS	OLEDoS	OLEDoS
Size	0.55″ x2	0.49″ x2	0.71″ x2	0.49″ x2	0.71″ x2	0.68″ x2	0.49″ x2	0.49″ x2
Resolution	1920 x 1080	1920 x 1080	1920 x 1080	1920 x 1080	1920 x 1080	1920 x 1200	1920 x 1080	1920 x 1080
PPI	4005	4496	3103	4496	3103	3330	4496	4496
Supplier	Sony	SeeYA	Sony	SeeYA	Sony	Sony	BOE	SeeYA
Optics	Birdbath	Freeform	Birdbath	Birdbath	Freeform	Waveguide	Freeform	Birdbath
Reality	OST	OST	OST	OST	OST	OST	OST	OST
XR type	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR
Purpose	Wearable Monitor	Wearable Monitor	Wearable Monitor	Wearable Monitor	Wearable Monitor	Wearable Monitor	Wearable Monitor	Wearable Monitor
Product Photo								

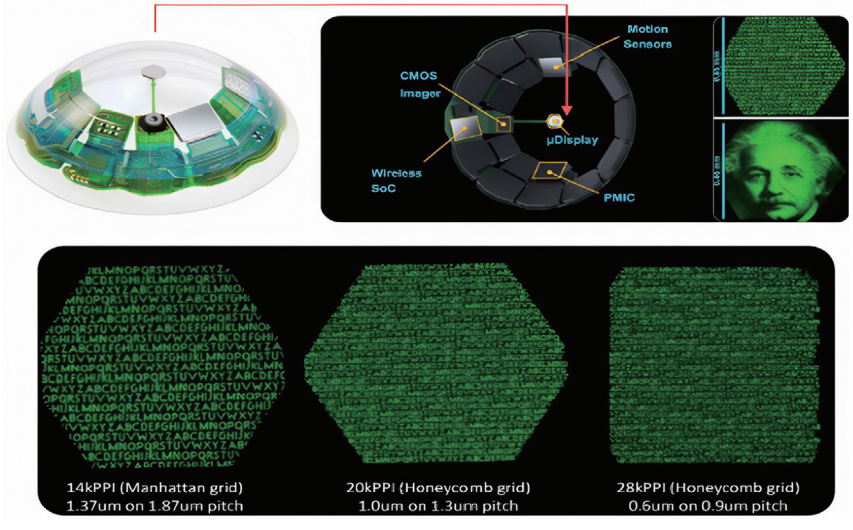
미국의 Mojo Vision社는 콘택트렌즈형 마이크로 LED AR 제품을 선보였다. 본 제품은 AR 글라스보다 가까운 시야 거리만큼 더 높은 해상도를 요구하여 450μm 광원 사이즈에 픽셀 피치가 1.6μm로 개발되었다.

그림 10

콘택트렌즈형 AR 디스플레이 제품

출처: Yole Group

(Mojo Vision 재인용)



VR 기기의 기술 동향

VR 기기 제품군은 이미 다양하게 형성되어 있지만, 대부분 LCD 기반으로 형성되어 있다. 몰입감을 고조시키기 위한 고해상도의 마이크로 LED 도입은 기존 제품군에 추가적인 광학 시스템이 요구되어 연구가 진행 중이다.

그림 11
VR 디스플레이 제품

출처: Yole Group

Pimax's description of next generation, microLED-based VR display and optics

VR 산업에서 OLEDoS 디스플레이가 인기를 얻고 있지만, 높은 비용 때문에 모든 제조사가 채택하기에는 어려움이 있다. LTPS LCD와 미니 LED 백라이트는 게임, 비디오, 라이브 방송 등에 사용되며, 비용 대비 성능이 뛰어나 안정적인 시장 점유율을 보이고 있다. Meta Quest 3는 이 기술을 사용하는 대표적인 제품이다. 현재 LTPS LCD와 미니 LED는 가격 대비 우수한 성능을 제공하기 때문에 지속적인 성장이 기대된다.

표 5
LTPS LCD와 mini LED VR 디스플레이 제품

출처: OMDIA

Brand	Meta	Pimax	Varjo	Skyworth
Model	Meta Quest3	Pimax Crystal QLED	Varjo XR-4	Skyworth Pancake 1Pro
Display	LTPS LCD with mini-LED	LTPS LCD with mini-LED	LTPS LCD with mini-LED	LTPS LCD with mini-LED
Size	2.48" x2	3.2" x2	3.2" x2	2.1" x2
Resolution	1920x1800	2880x2880	3840x3774	2280x2280
Optics	Pancake	Aspheric	Aspheric	Pancake
Supplier	BOE	-	CSOT	CSOT
Product Photo				

XR 기기의 기술 동향

밝은 시장 전망에도 불구하고 국외 개발사가 대부분을 점유하고 있는 AR 디바이스 시장은 경량화와 넓은 시야각을 지향하고 있으며, 이를 위해 플라스틱 소재의 광학계를 채택하고 있다. 비싼 디바이스 가격, 부족한 콘텐츠, 하드웨어의 한계, 소비자의 인식 부족 등으로 인해 얼리어댑터를 중심으로 소비 시장이 형성되고 있어 극히 제한적인 시장이 형성되어 있다.

Microsoft에서는 2019년 기업용 AR 글라스인 'HoloLens 2'를 출시하여 NASA와 에어버스 등 주요 기업에 공급했다. 핵심 부품인 Holographic Processing Unit(HPU)과 전용 OS 플랫폼인 Windows Holographic을 개발·탑재하여 XR 생태계 전반에 걸쳐 기술개발을 추진 중이다.

Apple에서는 디바이스부터 서비스 플랫폼(App Store)까지 XR 생태계 전반에서 주도권을 잡기 위해 노력 중이다. 2020년 10월 AR 기능을 지원하기 위해 라이다(LiDAR) 센서를 탑재한 '아이폰12 프로'를 출시하였으며, iOS 기반 플랫폼에서 AR 콘텐츠 저작에 활용할 수 있는 AR 저작도구인 ARkit를 개발하는 한편, 2023년에는 WWDC를 통해 자사의 AR 글라스인 Apple Vision Pro를 출시했다. 애플 비전 프로는 메타버스용 디바이스 기술의 3세대에 해당하며, 3D 형태의 콘텐츠를 제공하지만 입체 영상(다시점·다초점)을 구현하지 못해 3세대로 분류된다. 4세대 이후부터는 대학, 연구소 및 스타트업 기업 등에서 연구하고

있는 입체 영상 구현과 자연스러운 인터랙션 기능 구현이 핵심적인 기술이 될 것으로 전망된다.

Google에서는 2010년대 초반부터 일반 소비자용 AR 글라스를 개발해 왔으며, 2019년 초 기업용 '구글 글라스 2'를 출시했다. 2020년 6월 AR 글라스 업체인 North를 인수하면서 최근 AR 글라스 개발을 가속화하고 Android 기반의 AR 저작도구인 ARcore를 출시했다. 즉 구글도 마이크로소프트나 애플처럼 XR 생태계 주도권을 잡기 위해 노력 중이다.

국내에서는 소수의 중소·중견 기업을 중심으로 XR 글라스의 상용화를 위한 기술 개발이 이루어지고 있으며, 해외 전시회 참가 등을 통해 기술력을 홍보하고 사업화를 진행하고 있는 단계다. 상용화 단계에 접어든 국내 광학 기술은 주로 Bird-bath형 기술로 반거울 소자가 큐브 형태의 광학 매질 안에 매립된 형태다. 해당 기술은 영상의 화각에 비례하여 광학계의 두께가 두꺼워져서 외부광을 절반 이상 감쇄시키는 저투과 구조라는 한계점을 지니고 있다. LetinAR社는 Pin-mirror에 기반하여 얇은 두께로도 넓은 화각을 제공할 수 있는 독자적인 광학 기술을 개발 중이다. 사용자 위치 추적 및 인터페이스, 렌더링 등의 AR 프로세싱을 위한 프로세서는 100% 외산에 의존하고 있으며, 프로세싱 보드 및 배터리의 부피와 무게로 인해 주로 XR 디바이스 외부에서 프로세서를 연결하는 테더링 타입을 채택하는 실정이다. 국내 대부분 XR 개발사 또한 고가의 해외 제품을 벤치마킹하여 유사한 광학계 구조를 가지고 있으며, 이마저도 양산 설비와 기술이 부족하여 중국에 위탁 생산하는 실정이다.

표 6
국외 XR 글라스 제품들

		구글 글라스 (美, 구글)	BT-300 (日, Epson)	META 2 (美, Dell/Meta)
광학 기술	구현방식	빔스플리터	빔스플리터	빔스플리터
	광학계 무게	100g	88g(glass only)	420g
	시야각	20도	23도	90도

		Magic Leap One (美, Magic Leap)	홀로 렌즈 2 (日, Microsoft)	Nreal Light (中, Nreal)
광학 기술	구현방식	회절방식(DOE)	회절방식(DOE)	빔스플리터
	광학계 무게	335g(glass only)	300g 추정	106g
	시야각	50도	70도	52도

		TOOZ (獨, Zeiss))	OE50 (이스라엘, Lumus)	Apple Vision Pro (美, Apple))
광학 기술	구현방식	프레넬리플렉터	빔스플리터	컴퓨터 비전
	광학계 무게	–	–	450g
	시야각	23도	40도	> 100도

표 7
국내 XR 글라스 제품들

	디바이스	
기업/기관	LetinAR	엘비전테크
디바이스 타입	Tethered	Tethered
디스플레이 기술	OLED	OLED
해상도	4K (MWC'19)	1280×720
광학 기술	Pin-mirror	Bird-bath
화각	–	44°

	디바이스	
기업/기관	페네시아	P&C Solution
디바이스 타입	Tethered	Standalone
디스플레이 기술	LCoS	OLED
해상도	1920×1080	1920×1080
광학 기술	Bird-bath	Bird-bath
화각	> 45°	45°

XR 디스플레이는 현재 초기 단계로 애플, 구글, 메타, 마이크로소프트, 아마존 등 글로벌 기업의 대대적인 투자를 통해 기술 개발 중이다. XR 디스플레이는 높은 몰입감을 요구하는데, 이는 시야각, 해상도, 재생 빈도로부터 결정된다. 특히 해상도는 사용자의 몰입감을 극대화하는 핵심 기술로 4K나 8K 이상의 고해상도가 요구된다. 하지만 현재 양산 되는 제품들은 대부분 HD(720p) 혹은 fullHD(1080p) 수준으로, 초실감 XR 디스플레이의 플랫폼 개발 기업들은 높은 해상도의 광원 개발에 집중하고 있다.

국내에서는 LCD 기술인 LCoS를 적용하여 초고해상도 마이크로 디스플레이 패널을 소량 시제품으로만 생산하고 있으며, 양산은 아직 이루어지지 않고 있다. 마이크로 OLED 기술인 OLEDoS는 연구 개발 단계이며, 마이크로 LED 적용 기술도 시제품 단계다. OLED 패널 기술을 보유한 LG디스플레이와 삼성디스플레이에서 고난이도 기술 및 장비가 요구되는 OLEDoS 기술 개발과 시제품 공개가 이루어지고 있으나 아직 시장 진입 목표 제시는 이루어지지 않았다. LCoS 디스플레이 관련하여 국내 중소기업에서 패널(셀코스)과 구동(라온텍) 모듈이 개발되고 있으며, 미래 가능성을 염두에 둔 다양한 응용 제품 개발과 핵심 기술의 개발이 태동하는 상황이다.

eMagin(美)은 주로 미국 국방성에 납품하는 제품을 생산하고 있으며, 유일하게 Direct RGB pixel을 구현한 회사이며, 마이크로 OLED를 적용한 0.47인치 VGA급 디스플레이 패널을 공개했다.

Kopin(美)은 LCoS와 OLEDoS 두 가지 panel에 대해 대응 가능한 업체로, 최근에는 OLEDoS panel을 주력으로 생산하고 있다. OLEDoS panel 제작과 관련하여 OLiGHTEK(中) 및 BOE(中)와 panel 공급 계약을 진행한 것으로 언론에 발표되었다. Kopin의 경우 다수의 VR·AR 헤드셋 업체와 협력 관계를 맺고 panel을 제공하고 있으며, 최근 의료용 헤드셋 업체와도 협약을 맺었다.

Sony(日)는 카메라 Viewfinder에 적용했던 WOLED line을 이용하여 VR·AR panel을 제작·공급하고 있으며, 동사의 PlayStation에 적용하고 있다.

Seeya Technology(中)는 300mm 생산 라인을 구축하고 시제품을 생산 중이며, 중국 내 업체 및 Apple 등과 업무 협업을 진행했다.

4. 시사점

▪ 기술 선점과 초격차 유지

XR 디스플레이는 차세대 디스플레이 기술 중 하나로, 핵심 기술을 선점할 경우 디스플레이 산업에서 기술 초격차를 유지할 수 있다. 특히 COVID-19 이후 입체 영상 기반의 소통과 콘텐츠에 대한 수요가 급증하고 있으며, 이를 활용한 기술적 우위를 확보하면 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖출 수 있다. 이러한 변화 속에서 국내의 우월적인 서비스 인프라를 활용하고, 분야 간 융복합 연구 개발을 적극 추진할 경우 XR 디스플레이 시장을 주도할 가능성이 높다.

▪ UI·UX 혁신과 패러다임 변화

XR 디스플레이 기술이 발전함에 따라 기존의 UI·UX도 혁신이 불가피하다. 입체 영상 기반의 공간 인터랙션 기술이 도입되면 기존 평면 인터페이스 중심의 UI·UX에서 벗어나 보다 직관적이고 몰입감 있는 새로운 사용자 경험을 제공할 수 있다. 이러한 변화는 단순한 기술적 개선을 넘어 전자기기의 패러다임을 근본적으로 바꾸는 혁신이 될 것이며, 사용자의 디지털 접근성과 편의성을 극대화할 수 있다.

▪ 비접촉·몰입형 기술의 중요성

사회 전반적으로 비대면 · 비접촉 기술의 중요성이 높아지는 가운데 XR 디스플레이와 결합된 비접촉 입체 촉각 기술은 새로운 UI·UX를 구현하는 핵심 기술로 자리 잡을 전망이다. 이를 통해 보다 현실적인 몰입형 입체 공간이 구현될 수 있으며, 특히 가상 협업, 원격 교육, 원격 의료 등 다양한 분야에서 혁신적인 사용자 경험을 제공할 수 있다. 또한 비접촉 인터페이스 기술은 감염병 확산 방지와 같은 사회적 이슈 해결에도 기여할 수 있다.

▪ 입체 영상 기술과 사용성 개선

XR 디스플레이가 적용된 AR·VR 기기에서는 기존 양안 시차 방식의 한계를 극복하는 것이 중요하다. 라이트필드나 홀로그램 기반의 입체 영상 기술을 도입하면 기존 VR 기기에서 발생하는 수렴-초점 불일치 문제를 해결할 수 있다. 이를 통해 사용자 피로감과 어지러움을 줄이고 보다 사실감 있는 AR·VR 경험을 제공할 수 있다. 궁극적으로 이러한 기술의 발전은 AR·VR 기기의 대중화를 가속화하고 새로운 응용 분야로의 확장을 촉진할 것이다.

▪ 정보 격차 해소와 일자리 창출

XR 디스플레이 기반의 혁신적인 UI·UX는 디지털 접근성을 개선하여 세대 간·계층 간 정보 격차를 해소하는 데 기여할 수 있다. 특히 입체 촉각 기술과 결합된 XR 디스플레이는 물리적 환경의 제약을 초월한 새로운 사용자 경험을 제공하면서

교육, 의료, 비즈니스 등 다양한 분야에서 활용 가능성이 높다. 또한 감염병과 같은 위기 상황에서도 원격 협업과 소통을 원활하게 하여 사회적 비용을 절감하고 삶의 질을 향상시키는 데 기여할 수 있다.

XR 디스플레이 기술이 다양한 분야에서 활용되기 위해서는 반도체, 디스플레이, 통신, 에너지, 센서 등 여러 산업과의 융복합이 필수적이다. 이를 효과적으로 추진하기 위해서는 중소·중견 기업 중심의 산업 생태계를 구축하는 것이 중요하며, 이를 통해 차별화된 기술과 서비스 인프라를 확보할 수 있다. 또한 산업 전반에서 다양한 일자리 창출 효과가 기대되며, XR 디스플레이 산업이 지속 성장할 수 있는 기반이 마련될 것이다.

- 산업 생태계 구축과 사회적 가치 창출

이처럼 XR 디스플레이 기술은 단순한 기술적 발전을 넘어 새로운 사용자 경험을 창출하고 산업 생태계를 형성하며, 정보 격차 해소와 사회적 가치를 창출하는 데 기여할 수 있다. 이를 위한 전략적 연구 개발 및 정책적 지원이 필요하며, 향후 XR 기술의 확산에 따라 다양한 응용 분야에서 혁신적인 변화를 가져올 것으로 전망된다.

출처 및 참고자료

1. R. Kaçar, et. al., “OLED–on–silicon(OLEDoS) microdisplays: Technology challenges, design considerations, and adaptation in eXtended Reality(XR) ecosystem – Review”, Next Nanotechnology Vol. 7, 2025. 100132.
2. 신종원, 『ASTI MARKET INSIGHT 68: 마이크로 디스플레이(Microdisplay)』, 한국과학기술정보연구원, 2022.06.23.
3. 박재형, 『증강현실과 가상현실의 디스플레이 기초』, 홍릉, 2024.09.29.
4. Jay Shao, Kimi Lin, “Near Eye Display for XR Application Report – 2023 Analysis”, Omdia, 2023.06.26.
5. “MicroLED 2022 – Market and Technology Report”, YOLE Group, 2022.

KEIT NEWS

KEIT NEWS: PD's Talk—①

변기영 스마트전자 PD 소개

2025.07.~ 삼성전기 중앙연구소 수석연구원

2016.08.~ KEIT 입사

이슈픽을 처음 보는 연구자분들을 위해 자기소개 부탁드립니다.

스마트전자 PD는 가상·증강현실(XR), 스마트홈·가전, 광융합, 중전기기 등 다양한 산업의 현황을 분석하고, 정책 지원 및 기업 지원 사업을 기획·발굴하는 역할을 수행하고 있습니다.

올해 스마트전자 분야에서 가장 주목해야 할 이슈는 무엇인가요?

최근 가장 큰 기술이슈는 인공지능(AI)과 생성형 AI이며, 인공지능 기술을 제품과 서비스에 빠르게 적용하는 것이 시장 경쟁력 확보의 핵심 요소로 떠오르고 있습니다. 가전산업 역시 예외가 아닙니다. 삼성, LG와 같은 대기업뿐만 아니라, 중소·중견 가전 제조 기업들도 혁신적인 AI 기반 제품과 서비스 개발에 몰두하고 있습니다. 또 다른 이슈로는 가상·증강현실(XR) 디바이스 및 서비스의 본격적인 시장화가 있습니다. 글로벌 ICT 기업을 중심으로 XR 핵심 기술과 생태계를 선점하기 위한 경쟁이 가속화되고 있습니다.

올해 신규 사업/과제 기획이나 선정공고, 행사 등 계획이 있으실까요?

현재 가전산업은 글로벌 제조 기술의 상향평준화, 시장 수요 정체, 수출 환경 변화 등 다양한 도전에 직면해 있습니다. 이에 따라 국내 기업들의 신성장 동력 확보와 경쟁력 강화 방안 마련이 시급합니다. 국내 기업의 AI 활용 역량을 강화하고 전 세계에서 견줄 수 있는 혁신 제품 개발을 위한 과제를 지속적으로 발굴할 예정입니다.

마지막으로 연구수행자분들께 하고 싶은 말씀이 있으시다면?

기술과 시장의 패러다임이 빠르게 변화하는 가운데, 미래 시장에서 경쟁력을 유지하기 위해서는 어떤 혁신 기술이 핵심이 될 것인지에 대한 깊은 고민이 필요합니다. 현재 AI 반도체, 생성형 AI, 초고화질·초소형 디스플레이 등 첨단 기술이 빠르게 발전하고 있으며, 소비자들의 기대 수준도 기존의 가격·기능·품질 경쟁을 뛰어넘어 압도적인 혁신 제품과 서비스를 요구하는 방향으로 변화하고 있습니다. 이에 따라 혁신 기술을 적극 활용하여 빠르고 가시적인 성과를 창출하는 것이 중요합니다. 연구자분들의 도전과 성과가 미래 산업의 변화를 이끌어갈 중요한 원동력이 되길 기대합니다.

박영호 디스플레이 PD 소개

2015.07.~ KEIT 입사
2014.01.~ 씨엔전자 필름사업부 부사장
2012.12.~ 공주대학교, 산학중점교수
2000.05.~ 선익시스템 CTO, CEO
1993.12.~ 삼성전자 반도체 연구소 선임연구원

이슈픽을 처음 보는 연구자분들을 위해 자기소개 부탁드립니다.

저는 반도체 분야에서 차세대 메모리 공정 및 소자 기술을 개발하며 연구를 시작하였고, 이후 디스플레이 산업에서 OLED 및 iLED(무기발광 디스플레이) 관련 소재·소자, 장비 및 패널 기술 개발을 수행해왔습니다. 2015년 한국산업기술기획평가원에 디스플레이 PD로 합류한 이후, 디스플레이 분야의 신규 사업 발굴 및 기획, 과제 기획뿐만 아니라 산업 정책 지원을 담당하고 있습니다. 앞으로도 디스플레이 산업의 발전을 위해 연구자분들과 함께 고민하고, 좋은 아이디어를 실현할 수 있는 동반자가 되도록 하겠습니다.

올해 디스플레이 분야에서 가장 주목해야 할 이슈는 무엇인가요?

2025년은 무기발광 디스플레이 기술개발 및 생태계 구축 사업('25~'32)이 본격적으로 시작되는 중요한 해입니다. 디스플레이 기술은 CRT와 LCD를 거쳐 OLED로 발전하며 자체 발광 소재를 활용하여 시야각을 개선하고, 유연 기판을 도입하면서 다양한 폼팩터를 구현하는 방향으로 진화해 왔습니다. 그러나 여전히 밝은 야외 환경에서의 시인성, 고온·고습 환경에서의 내구성 등 해결해야 할 과제가 남아 있습니다. 이러한 기술적 한계를 극복하고자 2023년부터 무기발광(iLED) 디스플레이 사업을 기획해 왔으며, 이를 통해 언제 어디서나 선명한 화면을 제공하는(All-Round), 저탄소 공정을 적용한(Green), 크기의 한계를 뛰어넘는(Off-Size) 디스플레이, 즉 ARGOS 디스플레이 기술 개발을 추진할 계획입니다.

올해 신규사업/과제 기획이나 선정공고, 행사 등 계획이 있으실까요?

올해는 기존의 OLED 기반 소형 스마트폰 및 TV를 넘어, 초소형 마이크로디스플레이 및 IT 디스플레이 시장 확대를 위한 다양한 사업이 준비되고 있습니다. 이를 위해 기존 OLED 대형 사업인 '디스플레이 혁신 공정 플랫폼 구축' 및 '무기발광 디스플레이 기술개발 및 생태계 구축'과 함께, 비예타 사업인 'OLED 한계 돌파 형상용화제품을 위한 기술개발', '신시장 창출형 디스플레이 기술개발 및 실증' 사업에 신규과제를 추가할 예정입니다. 또한 공간 컴퓨팅 구현을 위한 OLED 기반의 마이크로 디스플레이 사업인 'XR디바이스를 위한 AMOLED 마이크로 디스플레이 핵심 기술개발', 고해상도 OLED 디스플레이를 활용한 '초고해상도 AMOLED 기반 초실감 라이트 필드 디스플레이 기술개발'과 '차세대 모빌리티용 극한 환경 적용 OLED 기술개발' 사업을 시작하고자 합니다.

마지막으로 연구수행자분들께 하고 싶은 말씀이 있으시다면?

인간의 눈은 외부 정보를 받아들이는 주요 감각 기관이자, 감정을 표현하는 창이기도 합니다. 우리가 보는 디스플레이는 단순한 화면이 아니라, 정보를 시각적으로 구현하여 전달하는 산업의 "눈"과도 같습니다. 우리나라는 2004년 이후 17년간 세계 디스플레이 시장 1위를 유지하며 최고의 기술력을 보유하고 있습니다. 하지만 ICT 산업에서 반도체와 디스플레이는 떼어놓을 수 없는 핵심 분야이며, 디지털 전환(DX) 시대를 선도하기 위해서는 정보를 수집하고 처리하며 전달하는 디스플레이 산업의 지속적인 경쟁력 강화가 필수적입니다. 정보가 생명인 디지털 전환(DX) 시대에 선도적인 역할을 하기 위해서는 정보를 받아들여 처리하고 내보는 곳인데 있어 주역인 디스플레이 산업을 지속적인 우위가 필요하다고 생각합니다. 이를 위해 연구자분들의 창조적이고 도전 정신으로 지속적인 기술개발이 가장 중요한 시점이라 생각합니다.

기타 알리고 싶은 내용

최근 디스플레이는 산업의 격변기에 있다고 생각합니다. 외부적으로는 정부의 지원을 바탕으로 대규모 생산 능력을 갖춘 중국의 빠른 추격이 진행 중이며, 내부적으로는 TFT LCD와 OLED 간의 주도권 경쟁 속에서, iLED가 기술적 우위를 확보하며 도전장을 내밀고 있는 상황입니다. 이러한 변환기에는 갖고 있는 무기인 OLED의 경쟁력을 튼튼히 하고, 새로운 무기인 iLED를 빠르게 갈고 닦아서 미래를 준비해야만 주도권 경쟁에 우위를 점하여 나갈 수 있습니다. 연구자분들께서도 새로운 기술 트렌드에 대한 열린 시각을 갖고, 신기술 개발을 선도하는 주역이 되어주시길 바랍니다.

KEIT ISSUE PICK

발행일	2025년 03월
발행 번호	Vol. 2025-03
발행인	한국산업기술기획평가원 원장 전윤종
발행처	한국산업기술기획평가원(KEIT)
주소	대구본원 (41069) 대구광역시 동구 첨단로 8길 32(신서동 1152) Tel. 053) 718-8114 대전분원 (35262) 대전광역시 서구 문정로 48길 48(탄방동 647) 계룡빌딩 3층 Tel. 042) 712-9300~5 서울사무소 (04513) 서울특별시 중구 세종대로 39 상공회의소회관 4층 Tel. 02) 6050-2100
웹사이트	www.keit.re.kr
ISSN	2234-3873

이 책자의 저작권은 한국산업기술기획평가원에 있습니다.
무단전재와 복제를 금합니다.

*KEIT ISSUE PICK 원문은 KEIT 웹사이트(keit.re.kr)의
홍보관 ⇨ 간행물 탭에서 다운로드 받으실 수 있습니다.

디자인	구김종이	gu.kim.zong.i@gmail.com
일러스트	묘지	www.instagram.com/myo_ji/

제작	(사)장애인동반성장협회 동반사업장 서울시 금천구 가산디지털1로 33-33 대륭테크노타운2차 505-2 Tel. 02) 464-5565	
판형	189mm × 266mm	
종이	표지: 스노우지 250 g/m²	내지: 스노우지 100 g/m²
서체	프리젠테이션	Freesentation
	이슈 픽	Issue Pick

1	AI와 XR 기반 초실감 AI 가전 기술 동향	변기영 스마트전자 PD | 한국산업기술기획평가원 배터리디스플레이실 최철준 센터장 | 한국전자기술연구원 AI융합가전연구센터
2	XR 디바이스 및 서비스 관련 CES 2025 동향	변기영 스마트전자 PD | 한국산업기술기획평가원 배터리디스플레이실 김도균 교수 | 삼성서울병원 AI연구센터
3	프리폼 디스플레이 기술 동향	박영호 디스플레이 PD | 한국산업기술기획평가원 배터리디스플레이실 김형식 대표 | 그리니치컨설팅
4	AR·VR용 마이크로 디스플레이 기술 동향	박영호 디스플레이 PD | 한국산업기술기획평가원 배터리디스플레이실 안성덕 책임연구원 | 한국전자통신연구원 초실감메타버스연구소
+	Science Fiction –고스트 인 더 셸	전윤호