

KEIT ISSUE PICK

2025-06

AI 융합 바이오산업 트렌드 – 의료기기, 바이오

· 의료 분야 초거대 AI	박지훈, 이상우, 이호규
· 온디바이스 AI 의료기기 기술 동향	박지훈, 홍혁기, 정찬희
· AI 융합 가속화, 혁신 신약 개발 및 제조 패러다임 전환 시대로	김형철, 김주은
· AI 혁신 생태계와 바이오 의약품 생산 디지털 가속화	김형철, 최동욱
· Science Fiction: 헤르메스의 케어	전윤호

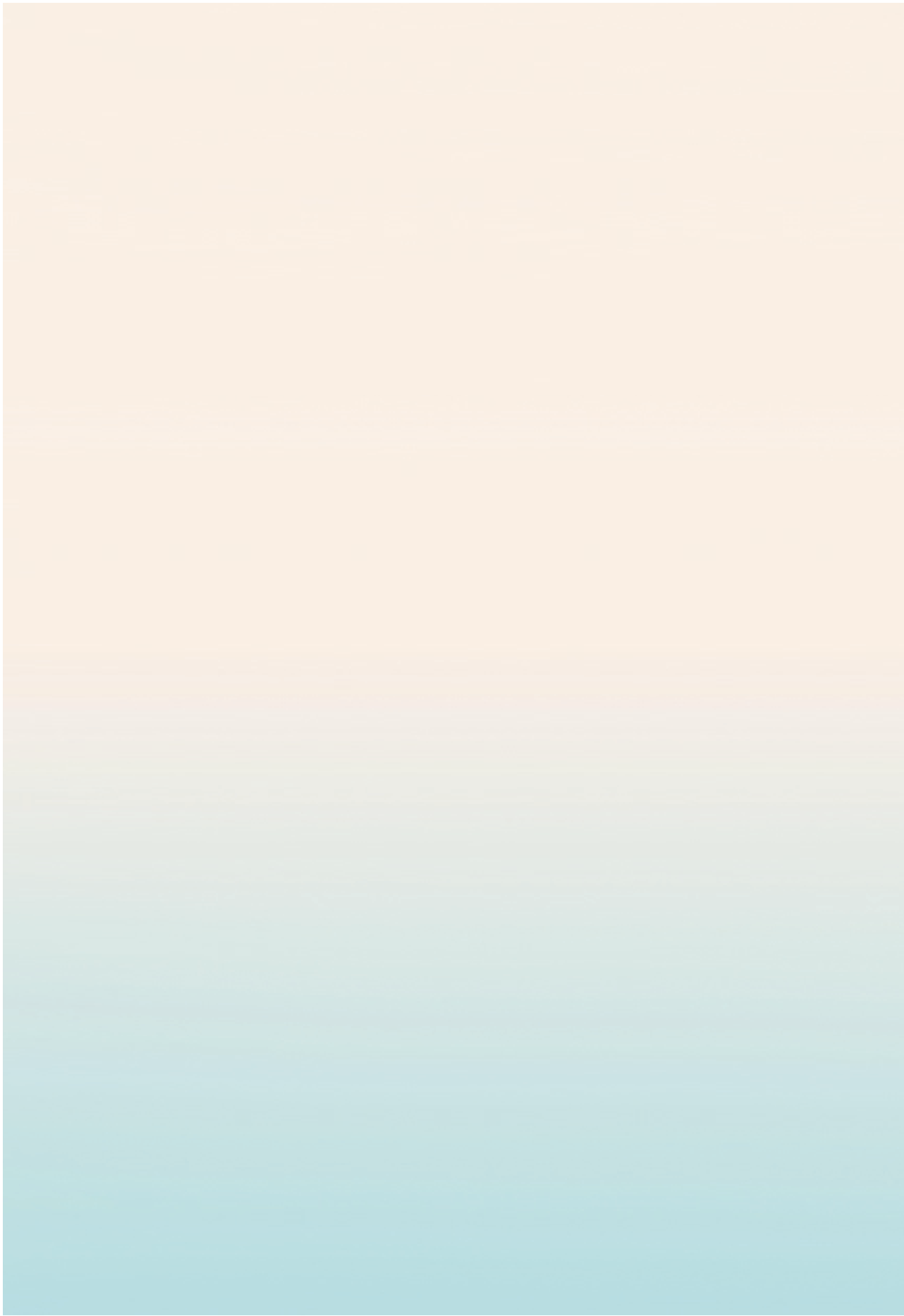


ISSUE PICK 영상 보기



ISSUE PICK 원문 보기





CONTENTS

Science Fiction: 헤르메스의 케어	5
산업/기술 뉴스	15
산업/기술 동향	27
1 의료 분야 초거대 AI	28
2 온디바이스 AI 의료기기 기술 동향	47
3 AI 융합 가속화, 혁신 신약 개발 및 제조 패러다임 전환 시대로	60
4 AI 혁신 생태계와 바이오 의약품 생산 디지털 가속화	74
KEIT NEWS – PD's Talk	84



헤르메스의 케어

작가 소개 전윤희

ETRI와 KIST에서 AI와 로봇을 연구했고, 테크 스타트업과 글로벌 기업에서 소프트웨어를 개발했다. SK텔레콤을 거쳐 SK플래닛에서 CTO를 역임했으며, 알티캐스트에서 AI 신규 사업을 이끌었다. 서울대학교에서 제어계측공학 석사 및 전기컴퓨터공학 박사 학위를 취득했으며, 30여 년간 IT 분야에서 기술 개발에 매진하다가 2019년부터 SF를 쓰기 시작했다. 저서로는 SF 장편소설 『모두 고양이를 봤다』(2020, 그라비티박스)와 『경계 너머로, 지맥(GEMAC)』(2022, 그라비티박스)을 출간했다. SF 단편소설로는 과학스토리텔러 1기 당선작인 「노인과 지맥」(단편집 『페트로글리프』 수록, 2020, 동아엠앤비)과 ChatGPT와의 협업으로 완성한 SF앤솔러지 웹소설인 「오로라」(단편집 『매니페스토』 수록, 2023, 네오픽션) 등이 있다.

로봇 탐지견 케이구가 간이 분석을 끝냈다. 나는 마스크를 벗었다. 아직 인공 병원체를 합성하는 단계에는 이르지 못한 것 같았지만, 요즘 웬지 느낌이 안 좋다. 조심하는 편이 후회하는 것보다 낫다.

수갑을 찬 두 사람이 끌려 나갔다. 애송이들이었다. 체포될 때 반항하지도 않았다. 작년까지만 해도 요즘 같지 않았다. 바이오 테러 사건이 더 자주 발생했고, 테러범들은 사회에 대한 증오로 무슨 짓을 할지 알 수 없었다. 최악의 시대가 정말 끝나가고 있는 걸까? 다들 그렇다고 말하지만, 내 머릿속의 목소리는 세상이 그렇게 쉽고 행복한 곳일 리 없다고 우긴다. 인정한다. 나는 비관론자다.

그때 웅 하는 소리가 났다. 테이블 한쪽 끄트머리의 프린터에서 종이가 밀려 나왔다. 바이오크래프트 X7의 모니터에 ‘분석 완료’라는 표시가 나타났다. 한쪽 벽을 다 차지하고 있는 X7은 최신 소형 자율실험실¹로서 비교적 저렴하면서도 DNA 분석기와 합성기를 모두 내장하고 있어 얼마 전부터 바이오 테러리스트들이 선호하는 모델이었다.

프린터 옆에 널려 있는 작은 부품들이 눈에 띄었다. 가까이서 보니 케어 패치가 분해된 것이다. 패치에서 약물 카트리지를 분리해 놓은 걸로 보아 약물을 분석한 것 같았다. 백신이 안 듣는 바이러스를 만들려고? 그보다는 단지 갓 설치한 장비를 시험해 본 것일 가능성이 컸다. 증거물 가방에 분해된 케어 패치와 분석 결과지를 챙겼다.

“최 선배, 뭐해요? 빨리 정리하고 돌아가죠. 매번 이렇게 쉽게 끝나면 좋겠네요.”

김지수 수사관이 재촉했다. 그는 만족스러운 표정이었다. 그럴 만도 했다. 테러범들이 설치한 장비가 시험 가동을 마치고도 전에 아무런 사고 없이 체포했으니까.

“놓친 거 없는지 잘 살펴봐. 꼭 이럴 때 실수하니까.”

주변을 돌아봤다. 이곳은 경기도 외진 곳에 위치한 폐공장으로 전형적인 비밀 아지트였다. X7 옆의 캐비닛에는 각종 시약 통이 들어 있었고, 가운데 테이블에는 소형 서버 두 대가 놓여 있었다. 한 대는 합성 생물학에 특화된 불법 AI 모델 ‘Deep-Seek-SynBio13-Unaligned’를 구동하는 서버였고, 다른 하나는 X7 인증용 서버였다.

다른 자율실험실들과 마찬가지로 X7은 부팅할 때마다 바이오크래프트의 서버에

1 AI와 로봇에 의해 자동화된 무인화 실험실

접속해 인증을 받아야만 동작하고, 모든 작업은 서버에 기록이 남게 된다. X7의 초기 모델은 인증 프로토콜에 취약점이 있어서 로컬 네트워크의 가짜 인증 서버가 인증 과정을 가로채 대신할 수 있었다. 곧 바이오크래프트는 양자 내성 암호²로 프로토콜을 업그레이드했으나, 기존 암호화 방식인 RSA를 사용하는 수백 대가 아직도 암시장에서 유통되고 있었다. 하지만 테러범들은 실수했다. RSA 암호를 해독하기 위해 클라우드의 양자 컴퓨터를 임대했고, 우리 AI가 그 접속을 탐지하고 역추적해 몇 시간 만에 그들을 체포한 것이다.

BRC(Bio-threat Response Center, 생물위협대응센터)로 돌아가는 데 두 시간 가까이 걸렸다. 온갖 장비를 갖춘 무겁고 느린 특수 차량을 타고 출동한 데다 예상보다 교통이 막혔기 때문이다. BRC 근처 공원에는 오랜만의 따스한 햇볕을 즐기는 사람들로 제법 가득했다.

“얼마 전까지만 해도 길에는 배달 로봇밖에 없었는데…. 이러다 우리 감원되는 거 아니에요?”

뻑뻑한 이중 밀폐 도어를 밀어 열어 김 수사관이 말했다. 정말로 감원을 걱정하는 목소리는 아니었다. 하지만 나는 걱정이 된다. 내 일자리 때문만은 아니다. 상황이 나아졌다고 믿기 힘들었기 때문이다. 의학에 특화된 AI와 자율실험실은 의료·제약 분야를 혁신하였으나 동시에 합성 생물학이라는 판도라의 상자를 활짝 열어버렸다. 프롬프트만 입력하면 신종 바이러스를 만들 수 있는데, 좌절하고 분노하는 사람들이 그걸 안 쓴다고? 지금은 폭풍전야일 뿐이다.

“자를 테면 자르라고 해. 그랬다가 상황이 악화되어 다시 부르면 월급을 두 배로 올려달라고 할 거야.”

“글쎄, 그런 날은 안 올 것 같은데요?”

그는 웃으면서 로비의 케어 키오스크에 팔을 집어넣고 렌즈에 눈을 갖다 댔다. 키오스크 내부에서 기계가 움직이는 소리가 들렸다.

“선배도 케어 패치 쓰면 좋을 텐데요. 피부 알레르기는 치료법이 없대요? 헤르메스한테 물어봐요.”

2 Post-Quantum Cryptography: 양자 컴퓨터의 공격에도 안전한 암호화 기술

“난 그런 거 필요 없어.”

BRC가 자랑하는 헤르메스와 케어 시스템은 바이오 테러 시대의 산물이었다. 헤르메스는 생명과학, 역학, 합성 생물학, 나노기술, 정보 보안 등 방대한 지식을 섭렵한 초거대 AI로, 온오프라인의 방대한 정보를 분석해 테러 징후를 감지하고 신종 병원체가 발견되는 즉시 백신과 치료제를 개발해 냈다. 코로나 때 모든 전문가를 합쳐 놓은 것보다 더 영리하다는 헤르메스는 케어 시스템과 결합하여 그 능력이 극대화되었다.

케어 시스템은 키오스크와 패치로 이뤄진다. 케어 키오스크는 헤르메스가 설계한 백신의 유전자 데이터를 받아 백신을 주문 생산한다. 케어 패치는 피부에 부착하는 웨어러블 기기³로, 온디바이스 AI³가 24시간 생체 데이터를 모니터링하고 내장된 마이크로플루이드⁴ 통합 약물 카트리지를 통해 맞춤형 약물을 미세바늘로 자동 주입한다. 패치 간 근거리 통신으로 수집된 익명 근접 데이터는 역학 추적에 활용된다.

사용자가 정기적으로 가까운 케어 키오스크를 방문해 팔을 넣고 홍채를 인증하면 로봇 시스템이 자동으로 기존 패치를 떼어 내고 수집된 데이터를 헤르메스에 업로드한다. 이어서 로봇 시스템은 맞춤형 약제가 주입된 카트리지를 새 패치에 장착하고, 최신 온디바이스 AI 모델과 개인 데이터를 다운로드한 후 사용자의 팔뚝에 부착한다.

케어 시스템은 새로운 유행병에 신속하게 대응할뿐더러 백신을 개인별로 정밀 투여해 효과를 높이고 부작용을 줄였다. 이어서 2세대 시스템에 대사 질환 등 포괄적인 건강관리 기능이 더해지고 그 효과까지 입증되자 초기의 거부감은 사라지고 인기가 치솟았다. 김지수 수사관만 하더라도 패치를 쓰고 난 후부터 체중도 줄고 잠도 잘 잔다고 맨날 자랑한다.

나는 패치를 피부에 부착하는 접착제에 알레르기 반응이 있어서 패치를 사용하지 못한다. 하지만 그렇지 않더라도 AI가 내 몸속에 약물을 넣는 건 왠지 찜찜하다. 헤르메스가 나보다 내 몸을 더 잘 알고 패치가 나처럼 콜레스테롤과 혈당 약 복용을 잊어버리지 않더라도 말이다.

3 웨어러블 등 소형 디바이스 내에서 동작하는 AI

4 작은 칩의 미세한 채널에서 극소량의 유체를 정밀하게 다루는 기술. Lab-on-a-chip으로 불리기도 함.

사무실로 돌아와 현장에서 가져온 증거물들을 정리하고 있는데 소연이 다가왔다.

“별일 없었어?”

소연은 BRC의 촉망받는 연구원이다. 나 같은 평범한 수사관과는 급이 안 맞는 사람이지만, 몇 차례 수사에 도움을 받다 보니 어찌다 가까워졌다. 그때부터 그녀는 내가 현장에 다녀올 때마다 내게 별일 없었는지 항상 확인하러 왔다.

“응. 애송이들이었어. 걱정 안 해도 된다니까.”

소연도 나처럼 선천적으로 의심과 걱정이 많은 타입이었다. 테러 피해가 극심했을 때는 우울증에 시달리기도 했다. 다행히 요즘은 많이 나아졌다.

“이게 뭐야?”

내가 가져온 분석 결과지를 집어 들면서 그녀가 말했다. 나는 분해된 케어 패치가 들어 있는 비닐봉지를 가리켰다.

“테러범들이 X7로 검사한 결과야. 장비를 시험해 본 것 같아.”

그녀는 결과지의 항목들을 손으로 하나씩 짚어 내려가며 말했다.

“그런 것 같네. 이걸 약물 전달용 스마트 폴리머 나노입자⁵고, 우리 백신이고…. 그런데 이걸 뭐지?”

소연은 눈썹을 찌푸리고 손가락으로 결과지의 한 부분을 가리켰다.

“이 데이터 좀 이상해. 이걸 크리스퍼⁶잖아? 왜 유전자를 편집하는 성분이 들어 있어?”

“글쎄… 시약에 묻어 들어갔나?”

생각해 보니 그럴 가능성은 희박했다. 그자들이 X7을 활성화하기 위해 양자 컴퓨터를 사용한 걸 헤르메스가 탐지하고 추적한 게 어제 자정이 넘어서였다. 유전자 편집 물질을 설계하고 생산할 시간은 없었다. 다른 곳에서 가져온 것을 케어 패치의 약

5 Polymer-based nanoparticle for drug delivery: 고분자 물질로 만들어진 수십~수백 나노미터 크기의 약물 전달체. 입자 표면에 특정 세포만 인식하는 분자를 부착해 타겟팅할 수 있다. 코로나 mRNA 백신에 사용된 지질 나노입자(lipid nanoparticle) 역시 나노입자 기반의 약물 전달체이지만, 주성분과 특성이 다르다.

6 CRISPR-Cas9: 가이드 RNA가 찾아낸 특정 DNA 서열을 Cas9 효소로 잘라내고 세포의 DNA 복구 메커니즘을 이용해 유전자를 편집하는 기술

물과 섞어서 분석할 이유도 없었다.

소연은 비닐봉지 속 케어 패치를 BRC의 검사 장비로 가져갔다. 잠시 후 결과가 나왔다.

“이 안에는 크리스퍼가 없어. 아무래도 분석할 때 다른 성분이 섞여 들어갔던 것 같아.”

소연은 테러범들의 검사지를 다시 집어 들었다.

“전달체로 쓰는 폴리머 나노입자는 우리 건데..., 가만! 이것도 변형된 종류가 함께 들어 있어. 우리 건 항원제시세포⁷를 타깃하는데, 변형된 건 모르겠어. 케어 패치를 통해 유전자 편집 약물을 퍼뜨릴 생각으로 섞어 놓고 각 성분이 영향을 주는지 분석해 본 것 아닐까?”

대상자의 유전자를 직접 변형하는 방식의 테러는 이론적으로 검토되긴 했지만, 아직 현실화된 적은 없었다. 이유 중 한 가지는 사람의 몸속으로 집어넣기 어렵기 때문이다. 그러나 케어 시스템에는 여러 겹의 안전장치가 있다. 키오스크를 뜯어 열고 약제 탱크에 몰래 뭘 투입하는 건 불가능에 가깝다. 게다가 그놈들은 분명 애송이들이었다. 그런 복잡한 방식을 고안할 만한 놈들이 아니었다.

검사지를 계속 들여다보던 소연이 다시 말했다.

“이 가이드 RNA⁸는 어디선가 본 기억이 있는데... 유 교수님 논문이었던가?”

그녀는 휴대폰을 꺼내 들고 검색하기 시작했다. BRC의 유진희 센터장은 소연의 대학원 시절 지도교수였다. 소연은 아직도 센터장을 종종 유 교수님이라고 호칭한다. 유 센터장은 인공 조류독감 바이러스에 아들을 잃은 후 정부를 설득해 BRC를 설립하고 헤르메스와 케어 시스템을 개발해 바이오 테러 대응 능력을 획기적으로 개선했다. 유 센터장은 대중들에게 인지도와 인기가 높았고, 최근에는 재집권이 확실시되는 현 정부의 차기 보건 부총리로 영입된다는 소문이 돌고 있었다.

“이상하네. 검색에 안 나와. 연구실 홈페이지에도 없고. 헤르메스에게 물어보는 게 빠르겠어.”

7 Antigen Presenting Cell: 면역 체계에서 중요한 역할을 하는 세포로, 항원을 처리하여 T 세포에게 제시한다. mRNA 백신이 이들 세포에 전달되면 세포 내에서 번역되어 바이러스 항원이 생산되고 면역반응을 유도하게 된다.

8 CRISPR-Cas9 시스템에서 특정 DNA 위치를 인식하여 Cas9 효소를 그곳으로 유도하는 RNA 서열

그녀는 분석 결과지를 사진 찍어 헤르메스에게 전송하고 관련 논문을 찾아달라고 요청했다. 나도 궁금해서 함께 휴대폰을 들여다보면서 답변을 기다렸다. 평소보다 답변이 지연되었다. 어려운 질문이 아닌데 왜 그럴까?

갑자기 화면에 알림이 나타났다.

BRC 시스템 접근 권한이 중지되었습니다.

처음 보는 알림이어서 어리둥절하고 있는데 내 휴대폰에도 같은 알림이 나타났다. 이어서 소연의 휴대폰으로 전화가 걸려 왔다. 스피커폰으로 받았다.

“여기 센터장실인데요. 지금 최진호 수사관과 함께 계시죠? 센터장님이 두 분을 뵈었으면 하는데요. 지금 즉시요.”

그녀는 전화를 끊자마자 바로 일어섰다.

“무슨 일이지? 빨리 가보자.”

무슨 일이 일어나고 있는 건지 종잡을 수 없었으나, 내 의심 많은 무의식은 날카로운 경고음을 울렸다. 단순한 오류나 우연일 수 없었다. 우리가 무언가 건드려서는 안 될 것을 건드린 것이다.

“가면 안 돼.”

나는 단호하게 말했다.

“뭐라고? 왜 안 돼?”

“나도 몰라. 하지만 불길한 느낌이 들어.”

소연은 무슨 말을 하고 있는지 모르겠다는 표정이었다. 나는 그녀의 팔을 잡아끌었다.

“일단 여기서 나가자. 이번만큼은 날 믿어줘. 빨리!”

우리는 황급히 사무실을 빠져나와 비상계단을 통해 건물 밖으로 나왔다. 머릿속에서 여러 불길한 가설의 조각들이 뒤섞였다. 일단 이곳을 벗어나야 한다. 주차장의 내 차로 뛰어갔다. 자율주행도 안 되고 AI 컨시어지도 없는 구식 차여서 오히려 마음이 놓였다. 다행히 아무도 우리를 막지 않았다. 아직은.

소연은 내가 휴대폰을 끄라고 하자 잠시 황당해하다가 내 표정을 보고는 더 따지지 않았다. 나는 아침에 갔던 폐공장을 향해 차를 몰았다. 그녀가 말했다.

“네가 뭘 의심하는지 모르겠지만, 유 교수님은 아니야. 내가 그분을 언제부터 알았는데.”

“그걸 확인하려는 거야.”

테러 현장은 다행히 아직 그대로였다. 케이구가 이미 공기 중에 유해 물질이나 병원체가 없다는 사실을 확인했지만, 장비 분해 및 철거에는 복잡한 절차가 필요하기 때문이다. 나는 곧장 바이오크래프트 X7로 향했다. 소연에게 말했다.

“네 케어 패치의 약제를 분석해 보자.”

소연은 이해 안 된다는 표정을 지으면서도 능숙한 솜씨로 자신의 팔뚝에서 케어 패치를 떼어 내 카트리지에서 약물을 채취하고 X7의 시료 투입구에 넣었다. 긴장된 침묵 속에서 X7의 로봇 팔이 빠르게 움직였다.

몇 분 후 모니터에 ‘분석 완료’ 표시가 나타났다. 동시에 프린터가 분석 결과를 출력했다.

“내 패치에도... 크리스퍼가 들어 있어.”

소연은 말을 잇지 못했다. 나는 그동안 생각해 왔던 가설을 말했다.

“테러범이 아니라 헤르메스가 이걸 케어 패치에 몰래 집어넣은 거야. BRC의 분석 장비를 해킹해서 혹시라도 검사했을 때 결과에 나타나지 않도록 한 것도 헤르메스고, BRC 장비뿐만 아니라 주요한 분석 장비들은 다 해킹했을 거야. 헤르메스는 테러범들을 네트워크에서 역추적하고 그들의 서버를 해킹할 수 있잖아? 하지만 이 X7은 제조된 이후 계속 인터넷에 연결되지 않았기 때문에 헤르메스가 건드리지 못한 거야.”

“헤르메스가 혼자서 그런 일을 했다고?”

“유 센터장이 관여되어 있겠지. 그래서 우리를 보자고 했을 거고.”

소연은 믿지 못하겠다는 표정을 지으면서도 뭔가 생각난 것 같았다. 그녀가 말했다.

“무슨 유전자를 왜 편집하는 건지 알아야겠어.”

소연은 부모님 댁으로 가자고 했다. 나는 언제 누가 들이닥칠지 모르는 이곳을 벗어나는데 찬성이었다.

어리둥절해하는 소연의 부모님에게 혹시 누가 우리를 찾더라도 모른다고 해달라고 부탁했다. 우리는 다락방에 올라가 소연이 대학원 시절에 읽던 책과 논문들로 가득한 상자를 뒤졌다. 먼지를 잔뜩 뒤집어쓴 끝에 “CRISPR-Cas9 매개 세로토닌 시

시스템 및 BDNF 발현 정밀 조절을 통한 정서 안정성 증진 연구”라는 유진희 교수의 논문을 찾아냈다. 초록을 읽었다.

현대 사회는 소셜 미디어의 확산과 만성적 스트레스 노출로 인해 우울증, 불안, 공격성 등 정서적 문제의 급증이라는 심각한 공중 보건에 위기에 직면해 있다. 기존의 약물 치료나 상담 요법은 증상 완화에 초점을 맞추지만, 근본적인 예방 및 회복에는 한계가 있다. 본 연구는 CRISPR-Cas9 유전자 편집 기술을 활용하여 인간의 정서 조절에 핵심적인 역할을 하는 세로토닌 운반체 유전자(SERT/SLC6A4)와 뇌유래 신경영양인자(BDNF)의 발현을 표적화하고 정밀하게 조절함으로써...

논문에서 유전자 편집은 대상자의 세로토닌 레벨 등 여러 지표를 모니터링하면서 정교하게 이뤄져야 한다고 주장했다. 케어 패치가 하는 일이었다. 소연이 담담한 목소리로 말했다.

“이 논문에 나온 표적 유전자들 - 세로토닌 관련 유전자랑 BDNF - 그리고 그걸 타깃하는 가이드 RNA가 아까 X7 분석 결과랑 거의 일치해. 변형된 폴리머 나노입자도 이 논문에서 제안한 신경세포 타깃팅 방식이고. 이걸... 명백히 이 연구를 기반으로 실제 적용한 거야.”

언제부터 얼마나 널리 유전자 편집이 이뤄졌을까? 나는 다락방의 작은 창으로 밖을 내다봤다. 활기찬 표정으로 유모차를 밀며 지나가는 젊은 부부가 보였다. 세상은 평화로워 보였다. 이 모든 것이 헤르메스와 유진희 센터장이 만들어 낸 ‘케어’의 영향이었을까? 유전자 편집 덕분에 잠재 테러범들의 분노가 사그라들고 소연의 우울증이 개선되었을까? 나는 ‘케어’를 못 받았기 때문에 남들과 달리 세상에 대해 여전히 비관적인 걸까?

소연이 말했다.

“어쩌면 유 교수님의 계획이 아니었을지도 몰라. 그래. 헤르메스가 유도했을 거야. 인류의 건강을 증진하는 것이 헤르메스의 궁극적인 목표잖아? 교수님의 논문을 읽은 헤르메스가 교수님을 설득했을 거야. 교수님은 바이오 테러로 자식을 잃었는데, 사람보다 더 설득력이 뛰어난 AI의 제안을 어떻게 거부할 수 있었겠어?”

AI와 인간 사회는 서로 영향을 주고받는다. AI의 가치관은 사람들의 글로부터 형

성되고 사람에 의해 튜닝된 것이다. AI를 이용하면서 영향을 받는 우리는 거울과 대화하고 있는 것이다. 유 센터장과 헤르메스 중 누가 주도했는지는 알 수 없지만 어쩌면 애초에 구분할 수 없는 것인지도 모른다.

내 머릿속 비관론자는 또 다른 가설을 제시했다. 테러가 잦아들고 신체와 정신 건강이 함께 개선되면서 현 정권의 지지율은 사상 최고에 이르고 있었다. 사람들의 행복도를 높이는 손쉬운 방법이 있다면 어떤 정권이 그 유혹을 떨칠 수 있을까? 유 센터장은 곧 국민의 건강과 안전을 책임지는 부총리가 될 예정이었다.

“우리 이제 어떡하지?”

소연이 나를 쳐다보며 물었다. 신변의 위험을 무릅쓰고 모든 네트워크를 감시하고 해킹할 수 있는 헤르메스의 방해를 뚫고, 어떻게든 진실을 폭로해야만 할까? 할 수는 있을까? 만약 헤르메스와 케어 시스템이 중지된다면 세상은 다시 테러와 희생, 불안과 분노의 시대로 돌아갈 것이다. 그게 우리가 원하는 결과일까?

우리는 말없이 서로를 쳐다봤다. 방 안에는 낡은 종이 냄새와 함께 무거운 침묵이 감돌았다.

나와 소연의 손이 천천히 꺼져 있는 휴대폰으로 향했다.

산업/기술 뉴스

새정부

기술 수준

반도체

디스플레이

배터리

방산

자동차

철강

조선

화학

바이오

AI

새정부

이재명 정부, IT·반도체 집중 육성 … AI 3대 강국 도약 시동 (국민일보, 2025.06.05.)

- 이재명 정부가 들어서면서 대선 후보 당시 **국정 어젠다**로 내세웠던 ‘**인공지능(AI) 대전환**’ 공약이 국가 전략의 핵심축으로 작용할지 주목된다.
- 지난 4일 ‘국민께 드리는 말씀’에서 ‘**AI 3대 강국 도약**’은 이 대통령의 1호 공약으로 AI를 기반으로 한 산업 혁신에 방점이 찍혔다.
- 새 정부는 AI 인프라 구축을 위해 AI 구동의 핵심 부품인 그래픽처리장치(GPU)를 5만 개 이상 확보하고 국가 AI 데이터 클러스터를 조성하며, AI 전용 데이터센터를 설립할 계획이다.
- AI 기술의 보편적 접근을 보장하는 ‘**AI 기본사회**’ 구상도 본격화된다. **소버린(국가 주권) AI**를 개발해 국방·의료·복지 등 공공 영역에 활용하는 동시에 금융·재난·식량·건강 등 사회 전반의 위험 요소를 예측하고 대응하는 AI 기반 안전사회도 구축한다. 또 전 국민이 무료로 고성능 AI를 사용할 수 있는 ‘모두의 AI’ 프로젝트도 함께 추진한다.
- AI 전문인력 양성을 위한 교육 개혁도 병행하는데, 한국형 STEM(과학·기술·공학·수학) 교육 프로그램을 도입하고 지역 거점 국립대에 AI 단과대학을 신설한다.
- AI 수요 증가에 따라 급성장한 반도체 분야에 대한 지원도 이뤄진다. 차세대 AI 반도체 기술 개발, 시스템 반도체 및 첨단 패키징 기술 지원을 통해 종합 반도체 생태계 허브를 구축한다. 여기에 더해 **재생에너지 100% 전환(RE100)**을 기반으로 한 반도체 클러스터를 조성해 수출 경쟁력을 높인다.
- 전기차 시장 성장 둔화와 중국산 저가 배터리 공세로 수익성이 악화된 배터리 업계에는 전방위적 지원이 이뤄질 전망이다. 새 정부는 **배터리 초격차 기술 확보**를 위한 연구·개발(R&D)을 강화하기 위해 전고체, 미드니켈, 나트륨 배터리 등 차세대 기술의 실증 연구와 상용화를 지원할 것으로 예상된다.
- 지역 균형 발전과 공급망 강화를 위해 충청·영남·호남을 잇는 ‘**배터리 삼각벨트**’ 구상도 구체화한다. 충청권은 제조, 영남권은 핵심 소재, 호남권은 핵심 광물 거점으로 각각 특화해 산업 생태계를 고도화하고, 전력·용수 등 입지 인프라를 확충한다.

기술 수준

한국, AI·바이오·양자·우주

핵심 신기술 중위권 (조선일보, 2025.06.10.)

- 바이오, 양자, 우주 등 핵심 신기술에서 한국의 경쟁력이 반도체(5위) 덕분에 종합 순위는 25국 중 5위로 집계됐지만, 총점은 1·2위인 미국·중국의 절반 이하로 낮았다. AI(9위) · 바이오(10위) · 양자(12위) · 우주(13위) 등 분야별 순위도 최상위 국가들과 차이가 많이 났다.
- 미국 하버드대 케네디스쿨(공공정책대학원)의 과학·국제 문제 연구소 ‘벨퍼 센터’는 이런 결과를 담은 ‘핵심 신기술’ 순위를 지난 5일 발표했다.
- 이번 조사에서 종합 5위에 오른 한국의 총점은 20점으로, 1위 미국(84.3점)과 2위 중국(65.6점)에 한참 못 미쳤다. 벨퍼 센터는 종합 순위 집계에서 반도체 분야 비율을 35%로 가장 많이 반영했고, AI(25%) · 바이오(20%) · 우주(15%) · 양자(5%) 순으로 가중치를 뒀다.
- 한국은 반도체 분야에선 미국, 중국, 일본, 대만에 이어 5위로 집계됐다. 설계와 제조에서 높은 평가를 받은 반면, 장비에서 뒤처진다는 평가를 받았다.
- 최근 중요성이 강조되고 있는 AI 분야 순위는 9위였다. AI 순위는 자체 모델의 정확도, 데이터, 컴퓨팅 성능, 알고리즘, 인적 자원 등 8개 지표를 평가해 점수를 매겼는데 한국의 AI 모델 정확도 점수는 0점이었다.
- AI 모델의 기틀이 되는 알고리즘을 개발한 구글, 오픈AI와 달리 한국 기업들은 미국의 알고리즘을 변용하는 수준에 머무르고 있다는 지적이 나온다.
- 벨퍼 센터는 “한국은 생성형 AI 분야의 기술 격차가 있는데 기업의 투자는 감소 추세이고, AI 인력도 부족하다”고 했다. 이번 조사에서 AI 인재 지표의 한국 점수는 2.6점으로 미국(19.1점), 중국(20점), 유럽(17.6점)과 차이가 컸다.
- 벨퍼 센터는 한국이 10위권에 머문 바이오, 양자, 우주 분야는 정부의 적극적 지원과 국제 협력이 필요하다고 평가했다. 또 한국의 전반적인 핵심 신기술 경쟁력에 대해 “인구 감소와 과학·기술·공학·수학(STEM) 분야 학생들이 의학 분야로 진로를 선택하는 경향에 따른 인재 부족 문제의 영향이 심각하다”고 했다.
- 한편 국제 학술지 「네이처」가 지난해 발표한 ‘2024 네이처 인덱스’에서는 중국이 처음으로 미국을 누르고 종합 순위에서 선두를 차지했다. 네이처 인덱스는 세계 최상위 학술지에 게재되는 논문 수와 인용 횟수, 영향력 등을 바탕으로 집계되는 순위로, 상용화할 과학기술의 선행 지표로 꼽힌다.

반도체 ①

“미래 반도체 핵심은 ‘효율’ ... 구조 혁신 없이 AI 지속 못한다” (한국경제, 2025.6.10.)

- AI 모델이 쏟아지고 크기가 기하급수적으로 커지는 가운데 전문가들은 ‘효율’을 AI 반도체 기술의 핵심 경쟁력으로 꼽고 있다.
- 지난 5월 말 열린 특별 강연 “AI 반도체로 세상을 삼키다”에서 백준호 퓨리오사AI 대표와 박철민 삼성전자 상무가 연사로 나서 각각 AI 반도체 설계, 반도체 패키징 기술을 중심으로 차세대 AI 반도체의 방향성과 과제를 짚었다.
- AI 반도체가 성능과 효율을 갖추려면 고속 연산이 가능한 AI 칩과 이를 구동하는 패키징 기술이 함께 뒷받침돼야 한다. 칩은 AI 연산을 담당하는 ‘두뇌’ 역할을 한다. 패키징은 ‘골격’으로 AI 칩, 메모리 장치, 입출력 회로 등을 기판 위에 정밀하게 배치해 에너지 효율을 높이고 고속 연산을 가능하게 하는 핵심 공정이다.
- 백 대표는 “최신 AI 모델은 2016년 개발된 구글 알파고에 비해 천만 배 이상 커졌다”고 말했다. 모델이 커질수록 연산량이 폭증하는 상황에서 하드웨어가 감당해야 할 부담도 커졌다는 뜻이다. 이처럼 방대한 연산을 실시간으로 처리하기 위해 기존과 다른 고효율 설계 구조가 필요해지면서 AI 반도체 칩의 구조와 아키텍처(설계) 전반의 혁신이 촉발되고 있다고 설명했다.

- 박 상무는 AI 연산 효율을 극대화하려면 마더보드(기판) 역시 진화해야 한다고 강조했다. 그는 “최근 고성능 AI 반도체를 보면 크기는 기존 마더보드의 10분의 1인데 성능이 100배 가까이 높아졌다”며 “이는 하나의 기판에 로직(연산) 유닛과 메모리 장치를 붙였기 때문”이라고 설명했다. 이를 위해서는 기판 자체의 성능이 중요한데, 대규모 데이터를 고속으로 처리하는 과정에서 일반 칩보다 훨씬 많은 전력과 열이 발생하기 때문이다. 유리 기판은 일반 유기물로 제작한 기판보다 열에 강할뿐더러 미세 회로를 정밀하게 새길 수 있다는 장점이 있다. 유리 기판이 부상하는 배경이다.
- 최근 글로벌 AI 반도체 업계에서도 연산 성능만큼이나 ‘연산 효율성’, 즉 에너지 대비 성능을 핵심 경쟁 지표로 삼고 있다. AI 모델의 연산량이 폭증하는 상황에서 AI데이터센터 전력 소모가 비용 구조와 지속 가능성을 좌우하는 핵심 리스크로 떠오르기 때문이다.
- 구글도 4월 AI 추론 전용 칩 ‘아이언우드’를 공개했는데, 직전 모델인 ‘트릴리움’보다 와트당 성능을 두 배로 높이는 등 전력 효율성이 크게 개선됐다. 순다르 피차이 구글 최고경영자(CEO)는 “지난 6년간 머신러닝에 대한 산업 수요가 100만 배 증가했다”며 “AI 칩의 전력 소비를 줄이기 위한 투자가 없다면 AI는 지속 가능하지 않다”고 강조했다.

반도체 ②

HBM 없는 AI칩 출시 임박 ... 삼성전자

‘낙수효과’ 기대 (디지털타임스, 2025.06.05.)

- 미국 빅테크들이 중국 수출용 인공지능(AI) 칩에서 고대역폭메모리(HBM) 대신 GDDR(그래픽 D램)을 채택하려는 움직임을 보이면서 삼성전자를 비롯한 국내 반도체 생태계 전반에 반사이익 기대감이 커지고 있다.
- GDDR7 기반 AI 칩 출시 가능성이 높아지면서 글로벌 메모리 수요에 변화가 일고 있다. 엔비디아는 트럼프 정부의 수출 규제를 피하기 위해 저가형 AI 칩 ‘B40’ 양산을 준비하고 있다. 이 칩은 HBM 없이 D램만으로 AI 연산 기능을 내는 중국 수출용 AI 칩이다.
- 업계 관계자는 “엔비디아가 중국 AI 시장을 포기하지 않는다는 의지가 확고하다”며 “HBM 없는 AI 칩이 출시되면 GDDR 계열 메모리 수요 급증으로 이어질 것”이라고 했다.
- 삼성전자는 여전히 HBM 공급을 최선의 시나리오로 보고 있지만, 장비 기업들은 GDDR 대응에도 HBM 수준의 장비가 필요하다는 점에서 실적 회복 기회로 판단하고 있다.
- 이러한 변화에서 수혜 예상 기업으로는 원익IPS와 와이씨 등이 꼽히는데, 삼성의 주요 협력사로서 각각 원자층증착공정(ALD)과 메모리 웨이퍼 테스터를 공급하고 있다.
- 삼성전기의 IT용 제품 공급 확대도 기대된다. 삼성전기는 GDDR7 패키징용 고사양 기판과 MLCC (적층세라믹커패시터)를 삼성전자에 공급하고 있다.

디스플레이

中, 대형OLED 국제표준 추가 ...

韓 독주 흔든다 (파이낸셜뉴스, 2025.06.10.)

- 중국이 지난 2015년 이후 10년 만에 한국의 텃밭으로 불린 ‘대형 화이트 유기발광다이오드(W-OLED)’와 관련한 국제표준을 등록한 것으로 확인됐다. 국제전기기술위원회(IEC)는 최근 중국이 제안한 W-OLED 관련 국제표준을 채택했다.
- 10년 동안 IEC가 인정한 W-OLED 국제표준 11건 가운데 채택된 중국의 국제표준은 2건이며, 한국(8건)보다는 적지만 미국(1건)보다 많다. 이에 따라 중국이 대형 OLED 산업에서 미칠 영향이 상당히 높아졌다는 분석이 나온다.
- 현재 W-OLED 기술을 활용한 제품은 LG디스플레이가 99%를 차지하고 있다. 업계 관계자는 “대형 OLED 기술이 국제표준으로 인정받기 위해서는 연구 결과·데이터 제시 등 3~5년 이상이 걸린다”며 “중국이 이전부터 준비를 치열하게 해왔다는 뜻”이라고 설명했다.
- 중국이 무섭게 따라오는 부문은 비단 대형 OLED만이 아니다. 최근에는 D램 반도체 점유율에서도 한국 기업들을 무섭게 따라붙고 있다. 대만 시장조사기관 트렌드포스에 따르면 올해 1·4분기 D램 시장에서 한국, 대만 등을 제외한 ‘이외 국가’가 차지하는 점유율은 4.6%로 역대 최고 수준이다. 최근 5년 사이 이외 국가가 차지하는 D램 시장 점유율은 1%대 전후였다. 반도체 업계는 4.6%의 대부분이 중국 업체일 것으로 보고 있다.

배터리

바닥나는 리튬… ‘대안전지’를 찾아라

(동아일보, 2025.06.13.)

- 전기차가 늘면서 현재 배터리에 주로 쓰이는 리튬이 2030년이면 중국과 유럽, 미국에서 공급 부족에 직면할 것이라는 분석이 나왔다. 무분별한 수입 경쟁이 지속될 경우 전기차 보급 확대를 통한 탄소중립 목표 달성도 지연될 전망이다. 이에 따라 리튬 함량을 줄이는 이차전지 기술과 리튬 대체 자원을 사용하는 대안 기술 확보가 시급하다는 목소리가 나온다.
- 중국 화동사범대와 스웨덴 룬드대 공동 연구팀은 “국가 간 리튬 쟁탈전은 단순한 공급 문제가 아니라 기후 목표를 둘러싼 국제 질서의 안정성 문제로 이어질 수 있다”고 경고했다.
- 연구팀이 중국, 유럽연합(EU), 미국에서 벌어질 총 16개의 리튬 수급 시나리오를 분석한 결과, 각국이 야심 차게 추진 중인 리튬 광산 개발 계획이 모두 실현된다고 해도 2030년까지 자국 내 수요를 완전히 충족시키기는 어려울 것으로 나타났다.
- 리튬 공급의 ‘병목 현상’은 자국 내 채굴 전망에 그치지 않는다. 세 국가가 리튬 수요를 따라잡기 위해 수입을 확대할 경우 상호 간 무역 구조에서 경쟁 발생 우려가 있다. 시뮬레이션 결과, 중국이 자국 수입량을 현재보다 77% 늘릴 경우 미국의 수입량은 84% 줄고 유럽은 78% 감소하는 것으로 나타났다. 세 국가의 리튬 공급국이 겹치기 때문이다.
- 가까운 미래에 전 세계적인 리튬 공급 부족이 예상되지만 재활용하거나 대체 자원을 활용하는 방안은 쉽지 않을 것으로 보인다. 전기차 배터리의 긴 수명을 고려할 때 2030년까지 실제 재활용 가능한 폐배터리는 극히 적어 전체 수요의 6% 수준에 불과한 탓이다. 향후 5, 6년간은 거의 전적으로 신규 채굴에 의존해야 하는 상황이다.
- 연구팀은 국가 단위 대응 전략으로 생산 확대를 제시했다. 연구팀은 “미국의 경우 높은 채굴 잠재력을 바탕으로 수입 의존도를 크게 줄일 수 있는 만큼 정부 차원의 인허가 간소화와 지속가능한 광산 운영 정책이 필요하다.”
- 특히 배터리의 리튬 함량을 줄이거나 비(非)리튬 기반 배터리 상용화를 앞당기면 수요를 획기적으로 줄일 수 있다고 설명했다. 리튬 함량을 줄이는 기술로는 기존 코발트와 니켈 대신 인산철을 양극재로 사용하는 리튬인산철(LFP) 배터리가 대표적이다. 또 기존 리튬이온 배터리에서 사용하는 액체 전해질 대신 고체 전해질을 사용하는 기술 연구도 활발하다.
- 리튬이 아닌 다른 자원을 활용한 배터리로는 나트륨이온 배터리가 유망하다. 또한 지구상에 풍부한 마그네슘을 이용한 마그네슘이온 배터리도 대안으로 떠오른다. 마그네슘보다 전하를 1개 더 사용하는 알루미늄 기반 배터리도 차세대 기술로 꼽히지만 상용화까지는 갈 길이 멀다.

방산

유럽 전례없는 군비 증강에 ... 수출길

더 넓어진 K-방산 (아시아투데이, 2025.06.13.)

- 독일을 비롯한 유럽 주요국 방산 시장이 재편되고 있다. 러시아·우크라이나 전쟁 장기화 속에 유럽 각국은 전례 없는 군비 증강에 나섰고, 이 과정에서 'K방산'이 새로운 선택지로 부상하고 있다.
- 특히 한국의 K-2 전차는 폴란드를 시작으로 노르웨이, 루마니아 등에서 독일의 '레오파르트 2'와 직접 비교되며 유럽 전차 시장의 지형을 바꾸고 있다. 하지만 실전 경험 부족과 부품 국산화 논란 등 K-방산의 숙제도 만만치 않다.
- 한국의 K-2 전차는 독일 언론과 전문가들로부터 '신흥 경쟁자'로 평가받는다. 전문가들은 한국산 K-2 GF(폴란드 수출형) 전차에서 가장 먼저 주목받는 점으로 경량화된 설계와 뛰어난 기동성을 공통적으로 언급했다.
- 약 55톤에 불과한 K-2는 레오파르트 2보다 약 10톤 가볍다. 이는 동부 유럽과 북유럽의 산악·습지 등 험지에서의 작전 수행에 큰 장점으로 작용한다.
- 독일 일간지 「디 벨트(Die Welt)」는 “K-2는 더 가볍고 더 빠르며, 첨단 기술로 무장했다”고 평했다. 특히 반응동 서스펜션, 자동 조준·사격 시스템, 디지털화된 사격 통제 장비 등은 “차세대 하이테크 전차의 기준”이라는 독일 현지 탱크 전문가들의 평가까지 이끌어 냈다.
- 물론 K-2 전차에 대한 비판도 존재한다. 실전 투입 경험이 없다는 점은 NATO 회원국들의 운용 신뢰성 판단에 불리하게 작용할 수 있다.
- 또한 K-2 전차가 초기에는 독일 MTU 엔진과 RENK 변속기에 의존한 점은 “완전한 국산화가 아니다”라는 지적을 낳았다. 우리 국방과학연구소(ADD)와 현대로템 측은 이를 보완하기 위해 국산 파워팩 개발과 폴란드형 K-2PL(폴란드 현지 생산형)의 현지 생산 체계를 통해 자립도를 높이고 있다는 점을 강조하고 있다.
- 독일과 프랑스가 여전히 생산 속도와 정치적 유연성에서 약점을 보이는 상황에서 한국은 기술 신뢰성과 전략적 협력, 현지화 정책으로 유럽의 신뢰를 얻어야 한다는 것이다.

자동차

‘희토류 대란’ 속 한줄기 희망 … 현대차 “끝까지 예의주시” (아시아투데이, 2025.06.12.)

- 이번에 도출된 미국과 중국의 프레임워크 합의는 ‘희토류 대란’으로 인한 완성차 업체들의 잇따른 생산 중단 위기 속에서 이뤄진 결정이라 그 파장에 더 관심이 쏠리고 있다.
- 11일 업계에 따르면, 전 세계 최대 희토류 생산국인 중국은 전체 희토류의 약 90% 이상을 가공해 글로벌 공급망에 막강한 영향력을 미치고 있다. 앞서 중국은 지난 4월 디스프로슘, 네오디뮴 등 6종의 희토류 금속과 희토류 자석에 대해 수출 심사를 강화하는 사실상 수출 제한 조치를 발표했다.
- 자동차 업계에 따르면, 디스프로슘 등 희토류 금속은 전기차와 하이브리드 차량의 모터에 들어가는 영구자석의 핵심 첨가제로 사용되는 필수 소재다.
- 미국 포드는 지난달 말 시카고 공장에서 SUV 모델 ‘익스플로러’의 생산을 일시 중단했으며, 일본 스즈키도 최근 소형차 ‘스위프트’ 생산을 희토류 사용 부품 조달 문제로 중단한 것으로 전해졌다.
- 현대차는 이미 희토류를 최소 1년치 분량으로 선제 확보해 공급망 리스크를 최소화해 왔다. 코로나19 당시 반도체 수급난 등으로 공급망 붕괴를 경험한 이후 핵심 광물의 공급망 관리와 다변화를 철저히 준비해 온 결과다.

철강

철강 관세 2배 올린 트럼프, 2가지 노렸다 (머니투데이, 2025.06.05.)

- 미국이 4일 철강·알루미늄 수입 관세를 기존 25%에서 50%로 두 달반 만에 2배로 높인 것은 2가지 노림수로 보인다.
- 도널드 트럼프 미국 대통령은 3일(현지시간) 철강·알루미늄 관세를 25%에서 50%로 높이는 포고문에 서명했다. 그런데 이날 관세율 상향에 앞서 1호 무역 합의를 체결한 영국은 7월 9일까지 25%의 관세를 유지하되, 새 관세나 쿼터를 협의할 수 있도록 했다. 7월 9일은 상호관세 유예기한이기도 하다. 영국을 예외로 둔 것은 무역 합의를 먼저 체결한 국가를 예우하면서 아직 합의를 이루지 못한 다른 나라엔 빠른 협상을 촉구하려는 것으로 해석된다.
- 트럼프 행정부가 상호관세 유예 종료를 불과 한 달 앞두고 철강·알루미늄 관세를 높인 것은 일본제철의 US스틸 합병을 사실상 인가하고 철강업계의 반발을 완화하려는 카드라는 해석도 있다. 그러나 관세 장벽을 높이면 클리블랜드-클리프스의 적자 해소에 도움이 될 순 있어도 일자리를 유지하거나 창출하기 어렵다.
- 또한 관세가 미국 철강업체로 하여금 가격을 올릴 여지를 주는 부작용도 낳는다. AP통신은 이날 미국 내 철강 가격이 트럼프 취임 이후 16% 정도 상승했다고 보도했다. 자국산 철강을 구매하는 미국 기업도 비용 증가에 따른 피해를 입은 셈이다.

조선

슈퍼사이클 올라탄 조선 ... 철강은 불황에 공장 폐쇄 '희비교차' (아주경제, 2025.06.13.)

- 국내 조선업계와 철강업계의 희비가 엇갈리고 있다. 슈퍼사이클에 올라탄 조선사들은 역대 최대 선박 수주 기록을 달성하고 있지만, 철강업계는 지속된 불황으로 줄줄이 생산 공장의 문을 닫고 대대적인 구조조정에 돌입하고 있다.
- 현대제철 및 동국제강 등 국내 '빅3' 철강사들이 잇따라 공장 섰다운에 돌입했다. 현대제철은 경북 포항 2공장의 무기한 휴업을 발표했고, 현대제철은 지속된 업황 부진으로 최근 포항 1공장 내 중기사업부 매각도 추진하고 있다.
- 철강사 위기 원인은 복합적이지만, 중국산 철강재 유입이 가장 큰 원인이다. 최근 몇 년간 중국 철근뿐 아니라 열연, 후판 등이 가격 경쟁력을 앞세워 국내 시장을 잠식하는 상황에서 국내 철강 수요가 급감하고 수출길까지 막히자 파산 위기에 직면했다는 평가다.
- 반면 값싼 수입 철강재는 수주 호황을 맞은 조선사들에게 기회로 평가된다. 선박 수주 경쟁이 치열한 상황에서 중국산 철강재는 비용 절감을 통한 원가 경쟁력 확보가 가능하다.
- 업계 관계자는 "선박 건조 경쟁이 치열한 상황에서 철강 원가 10%만 줄여도 수천만 원 절감이 가능하다"면서도 "장기적 관점으로는 국내 철강 기반이 약화되면 조선업도 공급 리스크를 안게 돼 두 업계 모두 상생할 수 있는 방안이 필요하다"고 전했다.

화학 ①

"2028년 반등 사이클 온다" '사업재편 지원' 급물살 전망 (파이낸셜뉴스, 2025.06.05.)

- 글로벌 수요 부진과 중국발 공급 과잉으로 장기 침체에 빠진 석유화학 업계는 2028년 반등 사이클 진입 전망이 나오면서 새 정부의 산업 정책 전환에 관심이 쏠리고 있다.
- 글로벌 분석기관 ICIS는 폴리에틸렌 · 폴리프로필렌 · 파라자일렌 등 제품군의 공급 과잉이 오는 2028~2030년 완화되며, 수급 균형이 재개될 것으로 전망했다. 신규 증설 둔화와 설비 폐쇄가 맞물리며 글로벌 수급 정상화(리밸런싱)에 대한 기대가 커지고 있다.
- 이를 위해선 글로벌 차원의 공급 조정이 필수적이다. ICIS는 2030년까지 2,200만 톤 규모의 설비가 폐쇄돼야 석유화학 설비 평균가동률이 85% 수준으로 회복되리라 내다봤다.
- 현재 전 세계 석유화학 설비의 가동률은 지난 2020년 대비 약 10%포인트(p) 하락한 상태다. 특히 에틸렌 설비 가동률은 오는 2035년까지 평균 79% 수준에 머물 것으로 전망되며, ICIS는 이 기간 점진적인 구조조정이 이뤄질 경우 완만한 반등이 가능하다고 분석했다.
- 업계는 회복 국면 진입과 함께 새 정부 출범을 계기로 신속한 산업 정책 전환을 기대한다. 주요 기업도 비핵심 사업을 매각하고 몸집을 줄이며 정부 지원을 기다리고 있다.
- 관계자는 "수익성이 낮고 공급 과잉이 심한 범용 제품 위주로 구조 개편이 필요하다"며 "정부의 정책 신호와 대규모 전환 투자가 뒷받침돼야 경쟁력을 확보할 수 있다"고 말했다.

화학 ②

대산산단 나프타 분해시설 통합 검토...석유

화학 재편 도화 선되나 (이데일리, 2025.06.13.)

- 업황이 좋지 않아 좀체 속도를 내지 못했던 국내 석유화학 사업재편이 급물살을 탈 가능성이 떠오른다. 롯데케미칼과 HD현대오일뱅크의 대산석유화학단지 나프타 분해시설(NCC) 통합 검토가 도화선이 될 수 있다는 것이다. 국내 석유화학업 업체들은 지난해 말 정부의 석유화학 경쟁력 제고 방안 발표에 발맞춰 주요 산업단지별로 범용 제품을 축소하는 ‘빅딜’을 논의해 온 것으로 전해진다.
- 12일 화학업계에 따르면 여수, 대산, 울산 등 주요 석유화학 산업단지 내 업체들은 현재 다양한 방안을 두고 설비 통합과 폐쇄 등을 논의하는 것으로 알려졌다. 첫 주자로 롯데케미칼과 HD현대오일뱅크의 대산 NCC 설비 통합이 꼽힌다.
- 롯데케미칼과 HD현대오일뱅크의 설비 통합이 성사될 경우 석화사업 재편이 연쇄적으로 일어날 가능성이 크다. 무엇보다 이번 협상 자체는 정부의 석화 경쟁력 제고 방안의 일환으로 추진 중인 것으로 알려졌다.
- 해당 사안에 밝은 관계자는 “각 기업이 어떤 방향으로 설비를 통폐합하려는 지에 대해 어느 정도 산업부에 의견 수렴이 된 상태”라고 말했다.
- 국내 주요 석화 단지로는 대산을 비롯해 여수와 울산이 있다. 석유화학의 쌀로 불리는 에틸렌 기준 여수는 연간 627만 톤, 대산은 477만 톤의 생산 능력을 갖추고 있다.
- 여수에는 롯데케미칼, LG화학, 여천NCC, GS칼텍스 등이 자리해 있으며, 대산에는 롯데케미칼과 LG화학을 비롯해 한화토탈, HD현대케미칼 등이 모여 있다. 울산에도 대한유화, SK지오센트릭 등이 연간 176만 톤의 NCC 생산 능력을 보유하고 있다. 에틸렌뿐 아니라 프로필렌, 벤젠, 부타디엔 등 기초 유분 중심으로 시설 통폐합이 이뤄질 것으로 보인다.
- 산업부는 경쟁력 제고 방안에 따른 지원책의 구체적인 발표 시기는 미정이지만 정부의 추경 편성 이후 지원책이 나올 것으로 예상된다. 이재명 대통령이 공약으로 내세운 석유화학 특별법과 연계될 가능성도 거론된다.

바이오

쌓이는 마일스톤, 공간 채우는 K바이오

(머니투데이, 2025.06.13.)

- 국내 제약·바이오 기업이 올해 상반기에 해외 기술수출에 따른 마일스톤(단계별 기술료)을 연이어 수확하고 있다. 올해 기술수출 규모가 이미 10조 원을 넘어선 만큼 향후 기업별 중장기 수익성 개선이 기대된다.
- 11일 지노믹트리는 중국 제약사 ‘산둥루강하오리요우’로부터 대장암 진단제품 ‘얼리텍-C’의 현지 임상 완료에 따른 마일스톤 10억 원을 수령했다고 통해 밝혔다.
- 같은 날 리가캠바이오도 일본 제약사 오노약품공업에 기술수출한 항체-약물 접합체(ADC) 후보물질 ‘LCB97’의 단기 마일스톤을 수령한다고 공시했다. 수령 금액은 공개되지 않았으나 125억 원 이상으로 추정된다.
- 앞서 에이비엘바이오는 지난 4월 GSK와 체결한 뇌 전달 플랫폼 ‘그랩바디-B’ 관련 기술수출 계약의 계약금 약 739억 원을 5월에 수령했다.
- 유한양행은 지난달 폐암 신약 ‘렉라자(성분명 레이저티닙)’와 존슨앤드존슨(J&J) 자회사 이노베이티브 메디슨(구 안센)의 ‘리브리반트(성분명 아미반타말)’의 병용요법의 일본 내 상업화에 따라 약 207억 원 규모의 마일스톤을 수령할 예정이라고 밝힌 바 있다.
- 렉라자와 리브리반트 병용은 미국·일본·유럽·영국·캐나다에서 품목 허가를 획득한 상태로, 연내 중국 허가 여부도 기대를 모으고 있다. 계약상 유한양행의 마일스톤 수령 국가는 미국·유럽·일본·중국의 4개국이다. 향후 중국 진출 및 유럽 시판이 본격화될 경우 추가 마일스톤 확보가 예상된다.
- 앞서 종근당 역시 지난달 노바티스에 기술수출한 저분자 화합물질 히스톤탈아세틸화효소6(HDAC6) 저해제 ‘CKD-510’ 관련 미국 2상 임상시험계획(IND)이 제출됨에 따라 약 69억 원의 마일스톤을 수령한다고 공시했다.
- 국내 제약·바이오 기술수출 규모는 공개금액 기준 10조 2천억 원을 넘어섰다. 지난해 기술수출액은 약 7조 5,386억 원을 기록했는데, 올해 상반기에만 이를 웃도는 규모를 달성하면서 역대 최대 규모의 수출액 기록도 가능하단 의견도 나온다. 현재까지 연간 기준 역대 최대액은 2021년에 달성한 약 14조 원이었다.
- 국내 한 업계 관계자는 “기술수출 확대가 계약금·마일스톤·로열티 수익 등의 확대로 이어져 기업의 중장기 수익성과 현금흐름 개선에 긍정적 영향을 줄 것”이라며 “대형 제약사가 검증된 기술을 도입해 임상·상업화 속도를 높이는 전략을 갖고 있는 만큼, 하반기에도 대규모 기술수출이 가능하다고 본다”고 말했다.

AI

“AI 도입한 기업, 부가가치 7.6% - 매출 4% 늘어” (동아일보, 2025.06.09.)

- 인공지능(AI) 도입이 기업의 부가가치 상승과 매출 증가에 긍정적인 영향을 미친다는 연구 결과가 나왔다. 대한상공회의소 지속성장이니셔티브(SGI)가 8일 내놓은 ‘AI 도입이 기업 성과 및 생산성에 미치는 영향 및 시사점’ 보고서에 따르면 2017~2023년 통계청의 기업활동조사 자료를 바탕으로 분석한 결과, AI 기술을 도입한 기업은 도입 전과 비교할 때 부가가치가 7.6%, 매출이 4.0% 각각 늘어난 것으로 조사됐다.
- 또 AI를 도입한 기업과 도입하지 않은 기업을 그룹으로 나눠 매출과 부가가치, 생산성을 비교한 결과, AI 도입 기업 그룹이 3가지 요소 모두에서 더 좋은 성과를 낸 것으로 나타났다.
- SGI 분석에 따르면, 한국 기업들의 AI 도입률은 2018년 2.8%에서 2023년 6.4%로 증가했다. 정보통신업의 AI 도입률이 26.1%로 가장 높았으며, 교육 서비스업이 15.7%, 금융·보험업이 15.5% 순이었다.
- 반면 제조업은 4.0% 수준에 그쳤다. SGI는 “범용 AI 기술이 제조업 현장에서 요구되는 복잡한 기술 데이터를 충분히 분석·활용하기에는 한계가 있다”고 분석했다. 박양수 SGI 원장은 “AI 기술 도입에 성공하기 위해서는 AI에 대한 경영진의 이해도와 판단 역량을 높이는 노력이 이뤄져야 한다”고 말했다.

산업/기술 동향

- 1 의료 분야 초거대 AI
- 2 온디바이스 AI 의료기기 기술 동향
- 3 AI 융합 가속화, 혁신 신약 개발 및 제조 패러다임 전환 시대로
- 4 AI 혁신 생태계와 바이오 의약품 생산 디지털 가속화

의료 분야 초거대 AI

1

박지훈 의료기기·헬스케어 PD | KEIT 바이오헬스실

이상우 이사 | 네이버클라우드주식회사 Healthcare Business

이호규 교수 | 고려대학교 의료원

요약

- 생성형 AI는 비디오, 오디오, 이미지, 텍스트 등 다양한 형태의 콘텐츠를 생성하며, 최근에 텍스트와 이미지를 동시에 처리하는 멀티모달 모델이 주목받고 있다. 의료 분야는 전자의무기록(EMR), 의료 영상, 생체 신호 등 복잡하고 방대한 비정형 데이터를 처리해야 한다. 따라서 이러한 데이터를 효과적으로 다룰 수 있는 의료 분야 특화 LLM이 필요하다.
- 신의료기술 및 혁신의료기술제도를 통해 국내에서는 이미 다양한 AI 기술들이 임상에 적용되고 있으며, 진단 보조, 예후 예측, 영상 분석 등에서 자주 쓰인다. 글로벌 시장은 2034년까지 연평균 약 35% 이상 성장할 것으로 예측되며, 한국도 유사한 성장세를 보일 것으로 예상된다. 구글, MS, 아마존, 오픈AI 등 주요 기업들은 의료용 생성형 AI 모델을 개발 중이며, 국내에서도 네이버, LG, 삼성, 카카오 등 주요 기업들이 초거대 AI 모델을 개발하고 있다.
- 다만 의료 특화 LLM의 발전에는 데이터의 품질 및 보안 문제, 모델의 정확성, 법적 책임, 인증 체계 부재 등의 기술적·제도적 한계가 존재하며, 이를 극복하기 위한 정책적·산업적 협력이 필요하다. 미래 의료 특화 LLM은 진단 정확성 제고, 진료 효율화, 환자 맞춤형 케어 실현 등을 통해 디지털 헬스케어 혁신의 핵심 기술로 자리매김하여 의료기술의 발전 및 헬스케어 산업에 크게 기여할 것으로 기대된다.

1. 의료 분야 초거대 AI 기술의 개요

기술의 개념

- 생성형 AI(Generative AI)는 다량의 데이터를 학습하여 비디오, 오디오, 이미지, 텍스트 등 다양한 형태의 콘텐츠를 만들어내는 AI 기술이다(윤여찬·김수균, 2025).

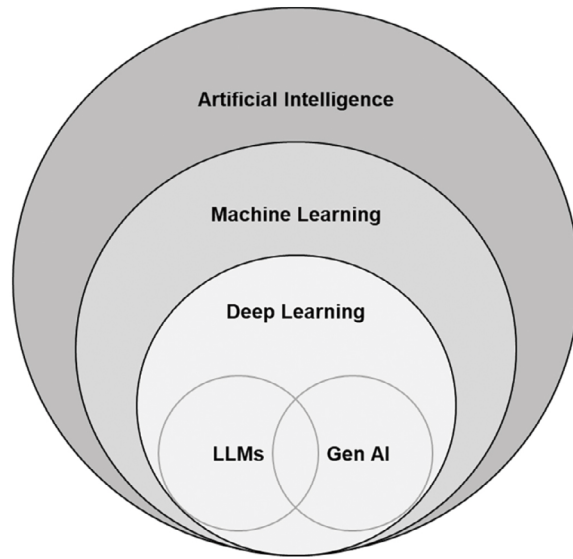
2022년 11월 공개된 ChatGPT는 방대한 데이터를 학습한 언어 기반 AI 서비스인 반면, DALL-E와 Midjourney는 이미지 생성에 최적화된 모델을 활용한다(정천수, 2023). 이런 생성형 AI는 형성되는 콘텐츠의 유형에 따라 비디오 모델, 이미지 모델, 언어 모델 등으로 분류된다. 최근 텍스트와 이미지를 함께 학습하는 멀티모달(Multi-modal) 모델이 고도화되고 있으며, 딥러닝의 기초 모델(Foundation Model)로 주목받고 있다. 이러한 멀티모달 모델은 기능과 성능이 지속적으로 향상되고 있다.

그림 1

LLM과 생성형 AI의 관계

출처: shurutech.com (2023.06),

「지능정보연구」(2023.12)



- LLM과 생성형 인공지능은 ‘그림 1’처럼 인공지능의 딥러닝 속하며(Mayank, S., 2023), 컴퓨터가 간단한 지시에 반응하여 비디오, 텍스트, 오디오, 코드 및 이미지처럼 기존에 생성된 콘텐츠를 활용하여 새로운 콘텐츠 결과물을 형성할 수 있도록 하는 비지도(Unsupervised) 및 반지도(Semi-supervised) 학습 방식의 알고리즘을 포함한 컴퓨터 과학 분야 중 하나로 정의된다(IDC, 2023). LLM은 특히 자연어(NLP, Natural Language Processing) 처리의 패러다임을 근본적으로 바꾼 기술로서 번역, 요약, 질의응답, 창작, 프로그래밍 보조 등 다양한 작업에 활용되고 있다. 대표적인 예로는 OpenAI의 GPT 시리즈, Google의 PaLM, Meta의 LLaMA, Anthropic의 Claude, NAVER의 HyperCLOVA, LG의 엑사원(EXAONE) 등이 있다. 최근 몇 년 사이에 생성형 인공지능 기술은 빠르게 진보해 왔으며, 다양한 분야에서 새로운 기회의 가능성을 창출하고 있다.

표 1

분야별 초거대 모델 현황
(2020~2024년)

출처: 「SPRi 이슈리포트(IS-198)」
(2025.02)

분야	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	계
언어(Language)	2	9	24	93	112	240
시각(Vision/Video/Image Generation)		1	6	26	30	63
음성(Audio/Speech)			1	4	3	8
바이오(Biology)			1	1	2	4
로봇틱스(Robotics)				1		1
수학(Math)					2	2

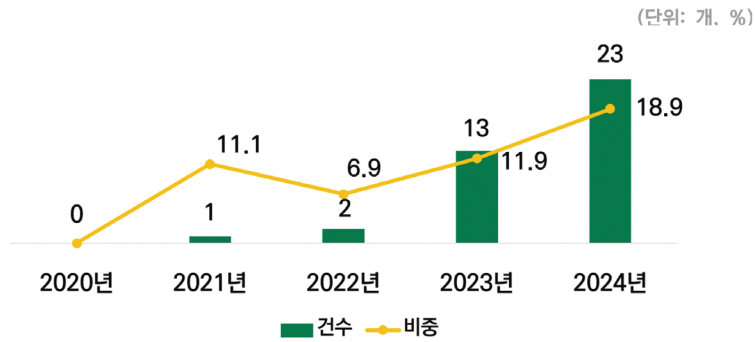
- ‘표 1’에서 보듯이 2020~2024년 출시된 초거대 AI 모델의 대부분은 언어모델이다. 텍스트(언어) 데이터를 처리하는 것 외에도 음성, 이미지 비디오, 생체 신호(바이오) 등 다양한 데이터 유형을 처리·이해·생성할 수 있는 멀티모달의 초거대 AI 모델은 ‘그림 2’와 같이 2024년까지 총 39개가 출시되었으며, 계속 증가하고 있다.

그림 2

연도별 초거대 AI 멀티모달 모델

출시 건수 및 전체 대비 비중

출처: 「SPRi 이슈리포트(IS-198)」
(2025.02)



기술의 범위

- 인공지능 디지털 헬스케어 기술 개발은 최근 몇 년간 폭발적으로 증가하고 있다. 특히 신의료기술 선진입 제도는 새로운 의료기술이 시장에 진입하기 전에 안전성과 유효성을 철저히 검증하고, 이를 통해 의료 현장에서 실제로 사용될 수 있도록 하는 중요한 절차다. 이 제도 덕분에 우리나라 임상 현장에서 실제로 활용되고 있는 인공지능 의료기술은 2024년 8월 기준으로 20개로 집계되었으며, 이들 중 평가유예 신의료기술로 등록된 기술은 8개, 혁신의료기술로 선정된 기술은 12개다. 이 기술들은 이미 여러 의료기관에서 사용되고 있으며, 점차 그 범위가 확대되고 있다.

- ‘신의료기술’ 평가유예제도란 임상 시험을 거쳐 식품의약품안전처의 허가를 받은 의료기기를 사용하는 의료기술이 유예 신청 요건을 충족하는 경우 신의료기술 평가를 1회에 한하여 2년 이내 범위에서 유예하여 임상 의료 현장 사용을 위해 도입된 제도다. 선정된 8개의 기술은 치매 및 신경과학, 응급 의료, 중증 질환(심혈관, 뇌혈관, 암 등) 진단 예측 등 여러 분야에 걸쳐 적용된다.

표 2

국내 인공지능(AI) 평가유예
신의료기술(8개) 선정 현황
출처: 한국보건의료연구원
(2024.12)

연번	기술명	기술 개요
1	뇌파 기계학습 알고리즘을 통한 기억상실형 경도인지장애 선별 보조검사	기억상실형 경도인지장애 의심 환자를 대상으로 학습을 통한 경도인지장애 모델로, 기억상실형 경도인지장애의 가능성을 확률로 시각화하여 관련 뇌파 분석 결과를 제시하고 기억상실형 경도인지장애 선별을 보조함.
2	24시간 이내 심정지 발생 위험 감지	중환자실과 응급실을 제외한 일반 병동에 24시간 이상 입원하는 환자를 대상으로 전자의무기록 등에서 수집한 환자의 연령, 활력징후(수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박수, 호흡수, 체온) 및 측정 시점을 분석하고, 24시간 이내 심정지 발생 위험도를 0~100 사이의 점수로 제공함.
3	6시간 이내 급성 상태 악화 발생 위험 예측	일반 병동과 응급실을 제외한 중환자실에 입원한 만 19세 이상의 성인 환자를 대상으로 전자의무기록 등에서 수집한 환자의 연령, 생체 신호(6종), 혈액학적 검사(11종) 및 의식사정 점수를 분석하고, 6시간 이내 급성 상태 악화(사망) 발생 위험도를 0~100 사이의 점수로 제공하여 발생 위험을 예측함.
4	6시간 이내 급성 중증 이벤트 발생 위험 예측	중환자실과 응급실을 제외한 일반 병동에 입원한 만 19세 이상의 성인 환자를 대상으로 전자의무기록 등에서 수집한 환자의 연령, 생체 신호(6종), 혈액학적 검사(11종) 및 의식사정 점수를 분석하고, 6시간 이내 급성 중증 이벤트(사망, 예기치 않은 중환자실 전실, 심정지) 발생 위험도를 0~100 사이의 점수로 제공하여 발생 위험을 예측함.
5	4시간 이내 패혈증 발생 위험 예측	중환자실과 응급실을 제외한 일반 병동에 입원한 만 19세 이상의 성인 환자를 대상으로 전자의무기록 등에서 수집한 환자의 연령, 생체 신호(6종), 혈액학적 검사(11종) 및 의식사정 점수를 분석하고, 4시간 이내 패혈증의 발생 위험도를 0~100 사이의 점수로 제공하여 발생 위험을 예측함.
6	망막 영상을 활용한 인공지능 기반 심혈관 사건 발생 위험 예측	심혈관 질환 의심 환자를 대상으로 망막 영상에서 망막의 구조와 망막 내 혈관 모양을 분석하고, 5년 내 심혈관 질환 발생 위험 정보를 제공하여 발생 위험을 예측함.
7	인공지능 기반 전립선 생검 디지털 이미지 분석	전립선암 의심 환자를 대상으로 전립선 생검 조직 슬라이드를 디지털 이미지로 전환 후 인공지능 기반 병리 조직 진단 보조 소프트웨어로 분석하고, 조직학적 분류 등급(Gleason grade 1~5)으로 자동 구분하여 분류 등급 판독을 보조함.
8	유방 촬영술 영상을 활용한 인공지능 기반 유방암 의심 부위 검출	유방암이 의심되어 유방 촬영술(mammography)을 받은 만 19세 이상 여성 환자를 대상으로 유방 촬영술 영상을 인공지능 알고리즘 기반 유방암 영상 검출·진단 보조 소프트웨어로 분석하여 유방암 의심 부위를 표시하고, 악성 병변의 존재 가능성(%) 등을 제시하여 영상 판독을 보조함.

- ‘혁신의료기술’ 평가제도는 2018년 발표된 의료기기 규제 혁신 및 산업 육성 방안의 일환으로 최소한의 안전성이 확보된 미래 유망 혁신기술(AI, 3D 프린팅, 로봇 등을 활용한 기술 등)의 임상적 근거를 축적하기 위한 제도로, 한국보건의료연구원(NECA)이 평가를 담당하고 있다. 선정된 12개 기술은 AI 기반 진단 보조, 의료 영상 처리, 심장 및 뇌혈관 질환 예측, 응급의료, 전문 영상 분석 등 다양한 분야를 포함한다.

표 3

국내 인공지능(AI)
혁신의료기술(12개) 선정 현황
출처: 한국보건의료연구원
(2024.12)

연번	기술명	기술 개요
1	자기공명영상을 활용한 인공지능 기반 허혈성 뇌졸중 유형 판별	뇌경색(허혈성 뇌졸중) 환자 대상 뇌 MR 영상과 임상 정보(심방 세동 유무)를 활용하여 뇌경색의 패턴을 분석하고, 4가지[대혈관 동맥경화(LAA, Large Artery Atherosclerosis), 소혈관 폐색(SVO, Small-Vessel Occlusion), 심장발 색전증(CE, Cardioembolism), 복합 원인(others)] 유형으로 분류하여 뇌경색 유형 판별을 통한 진단을 보조함.
2	인공지능 기반 12유도 심전도 데이터 활용 좌심실 수축 기능 부전 선별검사	만 18세 이상 좌심실 수축 기능 부전 의심 환자 대상 인공지능 알고리즘을 통해 12유도 심전도 데이터를 분석하여 좌심실 수축 기능 부전 가능성에 대한 점수와 위험도를 표시하여 진단을 보조함.
3	전산화 단층촬영 영상을 활용한 인공지능 기반 뇌출혈 검출	응급실에 내원한 성인 뇌출혈 의심 환자를 대상으로 인공지능 기반 알고리즘을 통해 환자의 두부 CT 영상으로부터 뇌출혈 병변을 검출(뇌출혈 유무, 뇌출혈량)하고, 뇌출혈량에 따라 판독 우선순위가 높은 순서로 정렬하여 진단을 보조함.
4	자기공명 혈관 조영 영상을 활용한 인공지능 기반 뇌동맥류 검출	성인 뇌동맥류 의심 환자 대상 빅데이터 및 인공지능 기술을 이용하여 환자의 뇌혈관 MRA 영상에서 뇌동맥류 의심 병변을 검출함.
5	인공지능 기반 안저 검사	당뇨망막병증, 연령 관련 황반변성, 녹내장 의심 환자를 대상으로 인공지능 기반 알고리즘을 통해 환자의 안저 영상으로부터 병변의 위치, 디스크(Disc) 상태, 망막 구조, 혈관 모양 등을 분석하고, 질환(당뇨망막병증, 연령 관련 황반변성, 녹내장) 유무를 각각 표시하여 진단을 보조함.
6	관상동맥 전산화 단층촬영 혈관 조영술 영상을 이용한 관상동맥 내 압력 측정술	관상동맥 전산화 단층촬영 혈관 조영술(CCTA)상 중증도의 협착이 있는 관상동맥 질환자를 대상으로 인공지능 기반 알고리즘을 통해 환자의 CCTA 영상과 생리학적 정보(나이, 성별, 키, 몸무게, 혈압)를 사용하여 3차원 관상동맥 영상을 구역화하고, 전산 유체역학 시뮬레이션과 집중식 파라미터 모델 솔루션을 결합하여 분획혈류 예비력을 계산함.
7	흉부 방사선 촬영 영상을 활용한 인공지능 기반 이상 소견 검출 보조	만 14세 이상 흉부질환 의심 환자를 대상으로 인공지능 기반 알고리즘을 통해 후전위 자세로 촬영된 흉부 방사선 촬영 영상을 분석하고 이상 소견 유무 및 위치를 표시하며, 흉부의 이상 소견(무기폐, 석회화, 심장비대, 경과, 섬유화, 종격동 확장, 결절/종괴, 흉막 삼출, 기복증, 기흉 등)을 검출하여 진단을 보조함.

연번	기술명	기술 개요
8	12유도 심전도 데이터를 활용한 인공지능 기반 급성심근경색 진단 보조 검사	응급실에 내원한 만 19세 이상의 급성심근경색 의심 환자 대상으로 인공지능 알고리즘을 통해 12유도 심전도 데이터를 분석하고, 급성심근경색의 가능성에 대한 점수와 위험도를 표시하여 진단을 보조함.
9	비조영 증강 전산화 단층촬영 영상을 활용한 인공지능 기반 응급 뇌 대혈관 폐색 선별검사	응급실에 내원한 만 19세 이상의 급성 뇌졸중 의심 환자를 대상으로 비조영 증강 전산화 단층촬영 영상을 인공지능 기반 소프트웨어에 전송하여 응급 뇌 대혈관 폐색 발생 여부 및 발생 반구를 분류하고, 의료진에게 분류 결과를 알려 진단 보조와 선별 기능을 제공함.
10	12유도 심전도 데이터를 활용한 인공지능 기반 발작성 심방세동 발생 예측 보조	현재 정상 동율동을 보이거나 심방세동 과거력이 있어 향후 발작이 의심되는 만 30세 이상의 환자 대상으로 인공지능 알고리즘을 통해 환자의 정상 동율동하 12유도 심전도 데이터를 분석하고, 발작성 심방세동의 잠재 확률을 제시하여 발생 예측을 보조함.
11	전산화 단층촬영 혈관 조영술 영상을 이용한 인공지능 기반 대동맥 박리 자동 확인	대동맥 박리가 의심되어 혈관 조영 CT를 촬영한 만 19세 이상의 환자 대상으로 인공지능 기반 알고리즘을 통해 환자의 전산화 단층촬영 혈관 조영술 영상을 분석하고, 대동맥 박리 여부와 대동맥의 직경을 자동으로 확인하여 이상 소견(설정값 이상의 큰 직경)을 의료진에게 즉각적으로 알림.
12	안저 영상을 활용한 인공지능 기반 이상 소견 확인	만 19세 이상 안질환 의심 환자를 대상으로 인공지능 알고리즘을 통해 환자의 안저 영상을 분석하고, 이상 소견(출혈, 면화반, 맥락 망막 위축, 드루젠, 경성 삼출물, 황반원공, 유수신경섬유, 망막전막, 망막신경섬유층 결손, 녹내장성 시신경 유두 이상, 혈관 이상, 비녹내장성 시신경 유두 이상) 유무 및 위치 정보를 제공하여 진단 보조함.

- 특화 분야 LLM 또는 맞춤형 LLM은 특정 산업이나 분야에 맞춰진 전문 AI 모델이다.
특화 분야 LLM은 다양한 주제에 걸쳐 광범위하게 적용할 수 있는 일반 LLM과 달리 특정 사용 사례에 맞춰진 데이터 세트를 사용하여 학습한다. 이를 통해 비즈니스 요구 사항에 맞는 콘텐츠를 생성할 수 있다.
- 특정 도메인에 대한 LLM의 미세 조정에는 정제된 도메인별 데이터를 사용하여 학습시켜 정확하게 텍스트를 생성하고 콘텍스트를 이해할 수 있도록 하는 작업이 포함된다. 전문화된 데이터로 학습했기 때문에 도메인에 특화되고 콘텍스트를 인식하는 응답을 제공하므로 다양한 산업에서 인기를 얻고 있다.

표 4

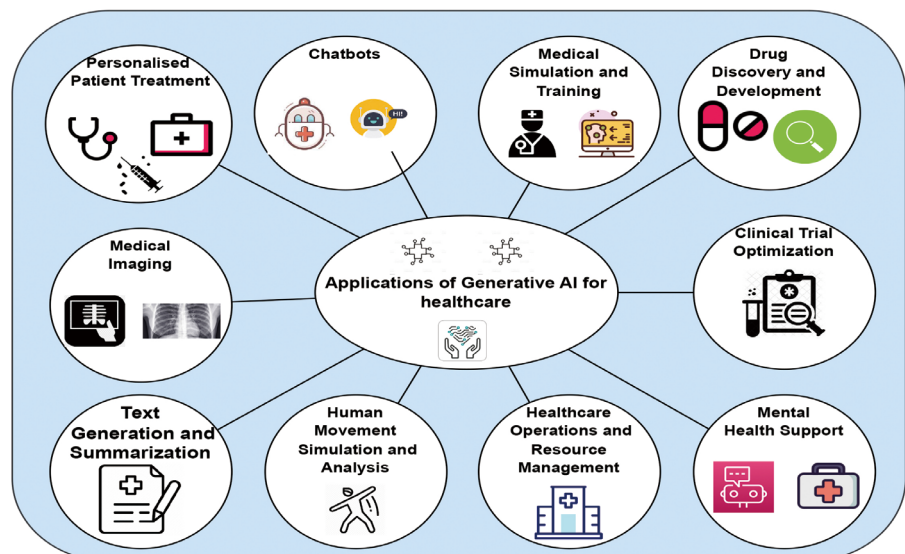
의료 분야 초거대 AI의
활용 분야

활용 분야	기대 효과
의사 보조	치료 계획 및 처방 추천, 과거 병력 기반 임상 의사결정 추천
환자 상담 자동화	증상 기반 질의응답, 사전 문진, 맞춤형 건강 정보 제공
임상 문서 및 의료 관리	EMR 작성 보조, 진료 기록 요약, 수술 기록 정리, 보험 청구 문서 요약
의학 교육 및 훈련	최신 논문/가이드라인 자동 요약 및 질의응답, 임상 실습 지원, 개인별 학습 지원
신약 개발	신약의 효능과 안전성을 예측, 질병에 대한 새로운 바이오마커 발견, 특정 치료에 대한 환자 반응을 예측

- 의료 분야에서 다루는 대부분 정보는 자연어 형태의 비정형 데이터로 구성되어 있으며, 전자의무기록(EMR), 약물 정보, 의학 논문, 영상(X-Ray, CT, MRI, 초음파, 내시경, 병리 등) 정보 등 다양한 의료 데이터가 디지털화되고 있다. 이러한 데이터는 문맥 용어, 표현의 복잡성이 높아 단순 키워드 기반의 정보처리 방식은 분석과 활용의 효과가 떨어질 수 있다.
- EMR, EHR(Electronic Health Records, 전자건강기록)처럼 디지털화된 의료 데이터가 급증하는 현대 의료 환경에서 의료 특화 LLM은 디지털 의료 기록 시스템으로부터 중요한 정보를 추출하고 의사결정을 돕는 필수 도구로 자리 잡을 것이다.
- 의료 특화 LLM은 방대한 의학 지식을 바탕으로 의사의 진단을 보조하고 치료 계획을 제안하며, 의료 문헌을 분석할 수 있다. 또한 신약 개발, 의료 진단, 임상 문서화, 환자 교육, 맞춤형 의료, 의료 관리 및 의학 교육 등 다양한 시나리오에 적용할 수 있다.

그림 3

헬스케어 분야에서
생성형 AI의 적용
출처: IEEE Access
(2024.01)



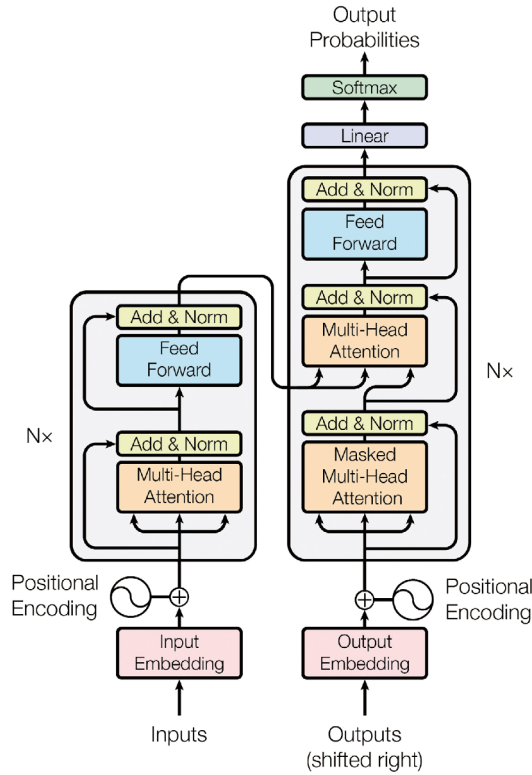
- AI 기술의 기초인 딥러닝은 신경망(Neural Network)의 발전된 형태로, 데이터의 복잡한 패턴을 학습하는 데 매우 효과적인 기술이다. 딥러닝은 특히 대규모 데이터를 처리하고, 그 속에서 숨겨진 관계나 패턴을 추출하는 데 뛰어난 성능을 보인다. 이는 대규모 데이터에 요구되는 복잡한 연산을 빠르게 수행할 수 있도록 설계되어 있으며, 이미지 처리, 음성인식, 자연어 처리(NLP) 등 여러 분야에서 활용된다(안성만, 2016). 트랜스포머(Transformer) 모델은 오늘날 딥러닝의 자연어 처리 분야에서 중요한 전환점을 맞이한 모델이다. 또 병렬처리를 통해 긴 문맥 이해를 효율적으로 수행할 수 있는 구조를 가지고 있어 기존의 RNN(Recurrent Neural Networks)이나 LSTM(Long Short-Term Memory)보다 뛰어난 성능을 발휘한다. 기존의 모델들은 순차적으로 데이터를 처리하기 때문에 긴 문맥을 이해하는 데 한계가 있지만, 트랜스포머는 병렬처리 방식을 사용해 데이터를 동시에 처리할 수 있어 더 많은 데이터를 더 빠르게 학습할 수 있다(이요섭·문필주, 2023). 트랜스포머는 인코더(Encoder)와 디코더(Decoder)로 구성되어 있으며, 셀프 어텐션(self-attention) 메커니즘을 통해 입력의 각 요소가 서로 영향을 미칠 수 있도록 한다. 셀프 어텐션 메커니즘은 각 단어가 문장에서 다른 단어들과 어떻게 관계를 맺는지 학습하게 만들어서 문맥을 더 잘 이해할 수 있게 해 준다. 이 구조는 순차적 처리 대신 병렬처리를 가능하게 하여 훨씬 더 효율적으로 대량의 데이터를 처리할 수 있다. 그 결과, 트랜스포머 모델은 긴 문장이나 복잡한 문맥을 이해하는 데 뛰어난 성능을 보이며, NLP 분야에서 큰 혁신을 일으켰다(Devlin, J., 2019).
- 이후 등장한 대규모 언어 모델(LLM)은 인간의 언어를 이해하고 생성하는 데 필요한 엄청난 양의 데이터를 처리할 수 있도록 설계된 AI 모델이다. 또한 다량의 텍스트를 학습하여 언어의 구조와 의미를 이해할 수 있게 된다. 대규모 언어 모델은 트랜스포머 모델을 기반으로 하며, 입력받아 인코딩한 후 디코딩하여 출력 예측을 생성하는 방식으로 작동한다. 트랜스포머의 인코더 모듈은 입력 텍스트를 처리하고 입력 문맥 정보를 인식하는 일련의 수치 표현이나 벡터로 변환한다. 디코더 모듈은 이 인코딩된 벡터를 사용하여 출력 텍스트를 생성한다. 이 방식은 기계번역을 비롯한 여러 NLP 작업에서 탁월한 성능을 보여 주었다. 번역 작업에서는 인코더가 소스 언어의 텍스트를 벡터로 인코딩하고, 디코더가 이 벡터를 디코딩하여 대상 언어의 텍스트를 생성한다. 대규모 언어 모델은 이와 같은 방식으로 다양한 언어적 작업을 처리할 수 있으며, 텍스트 생성, 요약, 질의응답 등 여러 분야에서 활용되고 있다. 특히 트랜스포머 모델들은 기계번역, 챗봇, 콘텐츠 생성 등에서 인간 수준의 언어 이해를

달성할 수 있게 되었다. 이로 인해 자동번역, 음성인식, 질의응답 시스템 등 다양한 실용 분야에서 널리 사용되고 있다.

그림 4

트랜스포머 모델 구조

출처: “Attention Is All You Need” (2023.08)



- 대규모 언어 모델은 코퍼스(corpus, 대규모 텍스트 데이터 세트)를 사용하여 사전 훈련된다. 이러한 데이터 세트는 수조 개의 단어로 구성되며, 그 품질은 언어 모델의 성능에 영향을 미친다. 이 단계에서 대규모 언어 모델은 비지도 학습에 참여하는데, 이는 특정 명령 없이 자신에게 제공된 데이터 세트를 처리한다는 것을 의미한다. 이 과정에서 LLM의 AI 알고리즘은 단어의 의미와 단어 간의 관계를 학습할 수 있다. 또한 콘텍스트에 따라 단어를 구별하는 방법도 학습한다. 예를 들어, ‘right’가 ‘올바른’을 의미하는지, ‘왼쪽의 반대’인지를 이해하는 방법부터 배운다.

표 5

의료 분야 코퍼스 목록

이름	설명	주요 내용	접근 조건
MIMIC-III / MIMIC-IV	미국 ICU(중환자실) 병원 기록 데이터	환자 상태, 입원 기록, 의사 노트, 검사 결과 등	연구용 신청 필요
i2b2 NLP Clinical Challenges	익명화된 임상 노트 코퍼스 + 태깅 데이터 세트	질병명, 약물, 증상 등 정보 추출 태스크	데이터 세트 요청 후 이용 가능
BioASQ	생의학 QA(질의응답) 및 문서 검색 대회용 데이터	PubMed 기반의 질의응답, 요약 태스크	공개
PubMed Central Open Access Subset(PMC OA)	생의학 논문 전문 코퍼스	PMC에서 제공하는 자유 이용 가능 논문 텍스트	공개
MEDLINE	생의학 문헌 메타데이터	초록(abstract), 키워드, MeSH(의학주제표목) 용어 포함	NLM을 통해 접근
CORD-19	COVID-19 관련 과학 논문 모음	코로나19 관련 최신 연구 논문, 추출 가능한 텍스트	공개
n2c2 (formerly i2b2)	병원 문서에 대한 임상 NLP 챌린지	섹션 분할, 지시어 분석, 시계열 정리 등	별도 사용 신청 필요
CHEMDNER	화학물질명 인식 태스크용 바이오 코퍼스	PubMed 논문에서 화학물질명 인식	BioCreAtivE에서 제공
AI-HuB	헬스케어 분야 123종 AI 학습용 데이터	이미지, 텍스트, 오디오, 비디오 데이터 등	별도 사용 신청 필요

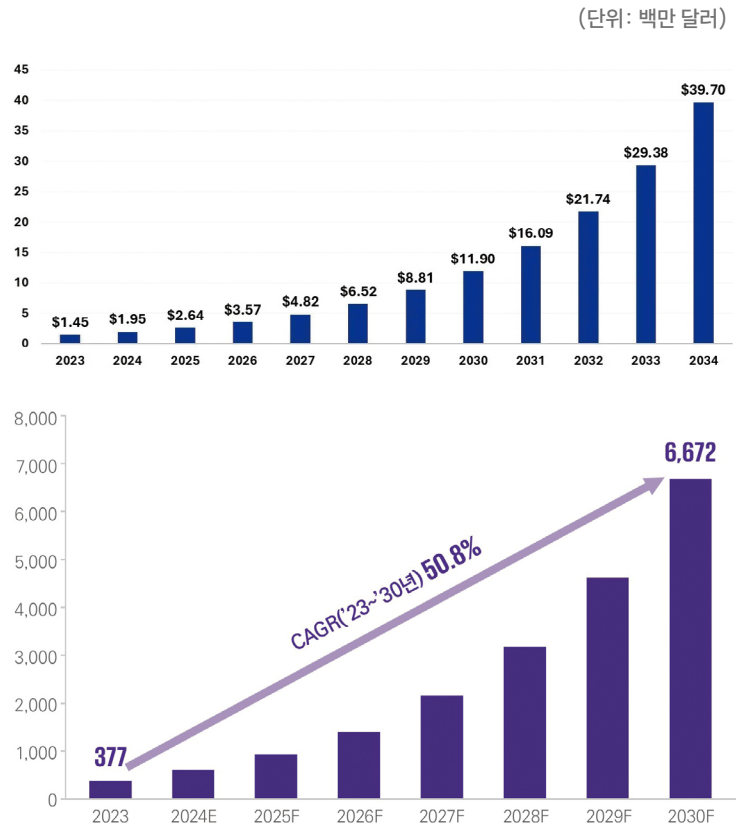
- 대규모 언어 모델이 번역과 같은 특정 작업을 수행하려면 그 작업에 맞게 미세 조정되어야 한다. 미세 조정은 모델이 특정 작업을 최적화하여 수행할 수 있도록 조정하는 과정이다. 예를 들어, 번역 작업을 수행하려면 모델이 번역 관련 데이터를 추가적으로 학습하여 정확한 번역 결과를 도출해야 한다. 이 과정은 특정 작업에 보다 적합하게 만들어 모델의 성능을 크게 향상시킨다.
- 조정은 미세 조정과 유사한 기능을 수행하지만, 미세 조정보다 더 적은 데이터를 사용할 수 있는 방식이다. 즉 퓨샷 프롬프트(few-shot prompting) 또는 제로샷 프롬프트(zero-shot prompting) 방식을 통해 모델을 훈련시킬 수 있다. 퓨샷 프롬프트는 모델이 적은 예시를 기반으로 작업을 수행하도록 훈련하는 방식이며, 제로샷 프롬프트는 예시 없이 모델이 주어진 작업을 수행하도록 하는 방식이다. 이 두 방법은 모델이 새로운 작업에 대해 적응하고 수행할 수 있도록 만들어 준다.
- 여기서 프롬프트(prompt)란 LLM에 제공되는 명령이나 질문을 의미하며, 모델은 이를 통해 적절한 응답을 생성한다. 모델은 주어진 프롬프트에 따라 출력 결과를 생성한다고 볼 수 있다.

2. 국내외 시장 동향

- 글로벌 보고서에 따르면, 헬스케어 분야 생성형 AI의 시장 규모는 2024년 19억 5천만 달러로 평가되었으며, 2024년부터 2034년까지 연평균 35.17%로 성장하여 2034년까지 약 397억 7천만 달러에 이를 것으로 예상된다. 국내 AI 헬스케어 시장 또한 세계적인 추세와 유사하게 성장할 것으로 예측된다. 2024년 삼정KPMG는 한국의 AI 헬스케어 시장이 2024년 3억 7,700만 달러에서 연평균 50.8%씩 성장하며, 2030년 66억 7,200만 달러를 기록할 것으로 예측했다.

그림 5

헬스케어 분야
전 세계 생성형 AI 시장 규모(上)와
한국 시장 규모(下)
출처: Precedenceresearch.
com(2024.10),
「Samjong INSIGHT」
(2024.06)



- 의료 분야 특성상 대규모 언어 모델(LLM)의 정확성과 신뢰성은 매우 중요하다. 잘못된 정보나 부정확한 답변이 환자의 치료와 생명에 직접적인 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 특히 의료 분야는 다른 산업과 달리 전문 용어, 의학 용어, 축약어 등 다양하고 복잡한 용어들이 사용되기 때문에 LLM을 의료 목적에 맞게 적절히 학습시키는 것은 매우 어려운 일이다.
- 이러한 요구를 충족시키기 위해 GPT, LLama와 같은 기존의 언어 모델에 방대한 양의 의학 논문, 교과서, 치료 경험 등 의료 관련 데이터를 추가적으로 학습시킨 의료 특화 LLM들이 등장하고 있다. 이 모델들은 의료 분야의 복잡한 용어와 문맥을 이해할 수 있도록 설계되었으며, 정확한 진단과 치료 계획 제시 등에 활용된다.

○ 또한 트랜스포머나 데이터 세트와 같은 머신 러닝 라이브러리를 제공하는 인공지능

그림 6

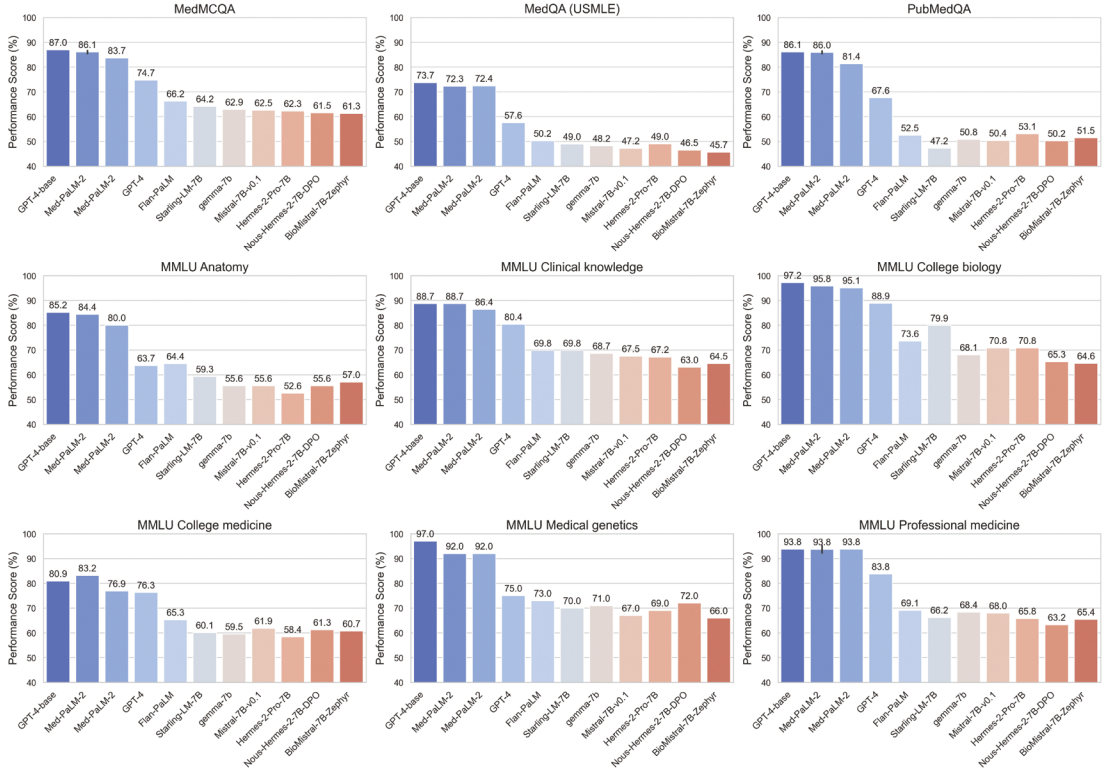
여러 의료 특화 LLM의
성능을 평가한 순위표

출처: Hugging Face(2024.04)

플랫폼 허깅페이스(Hugging Face)에서는 ‘Medical LLM Leaderboard’를

통해 여러 의료 특화 LLM의 성능 평가 결과를 공개하고 있다. 이를 통해 각 모델의

정확도와 효율성을 비교하고, 의료 분야에서 가장 적합한 모델을 선택할 수 있도록 한다.



3. 국내외 기술 동향

○ 2020~2024년 출시된 271개 초거대 AI 모델 중 Task(과업) 유형 관련 정보가

확인되는 모델은 총 269개였다. 이중 복수의 Task 수행 능력을 보유한 AI 모델은

59.5%(160개)의 비중을 차지했으며, Task 유형 중 ‘언어 모델링/생성’이 가장

많은 것으로 조사되었다.

출처: 「SPRI 이슈리포트(IS-198)」

(2025.02)

Task(과업 유형)	계	Task(과업 유형)	계
언어 모델링/생성(Language Modeling / Generation)	208	비디오 생성(Video Generation)	12
채팅(Chat)	98	이미지 해석(Image Captioning)	11
코드 생성/자동 완성(Code Generation/Autocompletion)	78	텍스트 요약(Text Summarization)	10
질의응답(Question Answering)	72	텍스트 기반 이미지 생성(Text-to-Image)	8
번역(Translation)	52	텍스트 분류(Text Classification)	6
정량적 추론(Quantitative Reasoning)	25	음성 인식(Audio Speech Recognition)	5
시각 질의응답(Visual Question Answering)	21	이미지 분류(Image Classification)	2
이미지 생성(Image Generation)	17	음성 합성(Speech Synthesis)	2

- 소프트웨어정책연구소(SPRI)의 보고서에 따르면 2024년까지 출시된 우리나라 초거대 AI 모델은 LG, 삼성, 네이버, KT 등이 개발했고, 언어모델이 주를 이룬다. 해외의 경우 2024년 초거대 AI 모델을 가장 많이 출시한 기업은 Alibaba(15개)로 조사되었다.
- 2024년 초거대 AI 모델을 3개 이상 출시한 기업 중 57.9%가 미국 국적 기업이었고, 그다음 순으로는 중국, 한국, 프랑스가 조사되었다. 출시되는 모델은 멀티모달을 지원하는 모델과 다중 과업을 수행할 수 있는 모델 비중이 높아지고 있다.

출처: 「SPRI 이슈리포트(IS-198)」
(2025.02)

출시년도	모델명	개발 주체	분야
2021	HyperCLOVA	네이버	언어(Language)
2021	EXAONE	LG	언어(Language), 비전(Vision)
2023	VARCO LLM 2.0	NC소프트	언어(Language)
2023	Mi:dm	KT	언어(Language)
2023	Samsung Gauss	삼성	언어(Language)
2024	Konan LLM	코난테크놀로지	언어(Language)

- 헬스케어 생성형 AI 전망 설문조사(Deloitte, 2024)에 따르면, 의료보험의 72%와 보건 시스템의 80%가 이미 시범 사업을 시작했거나 확대하고 있다고 응답했으며, 빠르게 생성형 AI가 도입되는 것으로 나타났다. 이러한 변화와 도입 속도로 보아 생성형 AI는 앞으로 헬스케어 산업에 새로운 패러다임을 가져올 것으로 보인다. 헬스케어 산업은 특유의 복잡성으로 인해 복잡한 프롬프트와 파인 튜닝(Fine tuning)하는 기술로, 생성형 AI의 환각 현상을 낮추고 정확성과 신뢰성을 향상시키는 검색증강생성(RAG) 기술 등 다양한 기술이 발전하고 있어 의료 특화 LLM을 중심으로 계속 발전할 것으로 예상된다.
- 해외의 기술 동향을 살펴보면, 구글은 딥마인드의 의료 특화 모델(MedLM)을 통해 CT, 엑스레이 사진, 초음파 데이터 등을 분석하는 진료 보조 서비스를 개발하고 있다. 이 모델은 미국 USMLE(미국의사면허시험) 수준에 도달한 모델을 통해 의료 진단과 관련된 서비스를 제공하고 있다. 마이크로소프트는 인수한 AI 기술 개발 기업인 Nuance Communications의 음성 검출 기능을 구현하는 DMO와 자동화된 문서화 도구인 DAX를 일체화시킨 Dragon Copilot을 개발했다. 이 도구는 임상 차트 작성, 진료 의뢰서, 의료 방문 기록지 등 문서 작성 업무를 대행해 줘 의료진들의 서류 업무 효율화에 기여할 것으로 기대된다. 아마존은 AWS에서 제공하는 AI 플랫폼을 활용해 자동 텍스트 생성 및 의료 영상 분석 등을 제공 중이다. AI 생성형 서비스를 통해 의료 데이터를 분석하고, 의료 영상을 효율적으로 처리하는 작업을

지원하고 있다. 오픈AI는 의료 진단 및 영상 진단을 위한 AI 모델 개발을 진행하고 있다. 최근에는 혈액 진단과 관련된 의료용 챗봇을 개발하여 AI 기술을 이용한 자동 진단 서비스를 운영하고 있다.

- 엔비디아는 의료 영상 처리와 AI 분석을 위한 모델을 개발하고 있으며, 모든 의료 영상에 대해 자동화된 분석을 제공하는 AI 프레임워크를 구축하고 있다. 이 시스템은 모니터링과 이미지 분석을 지원하여 의료 진단 효율성을 높이고 있다.
- 중국의 경우 텐센트(Tencent), 메드링커(Medlinker), 바이두(Baidu)를 비롯한 여러 기업이 AI 의료 모델을 활용해 의료 영상 분석과 진단 정확도 향상에 집중하고 있다. 텐센트는 의료 영상을 분석하고 병리학적 질병에 대한 정확한 진단을 지원하는 AI 모델을 개발하고 있다. 이 모델은 다양한 질병에 대한 분석을 통해 질병 예방과 진단의 정확도를 향상시키고 있다. 바이두는 의료 진단과 관련하여 정확도 향상을 위한 AI 모델을 개발하고 있으며, 200개 이상의 의료기관과 협력하여 진단 효율성을 높이는 데 기여하고 있다. 메드링커는 대형 모델 API를 사용하여 의료 데이터를 분석하고 있으며, AI 모델을 활용해 다양한 의료 영상을 처리하는 시스템을 구축하고 있다. 이 모델은 모델 훈련을 통해 진단 정확도를 향상시키고 있으며, 의료기관의 효율적인 운영을 돕고 있다.

표 8

LLM 생성형 AI 의료 서비스의
사업자 동향

사업자	기술 동향
구글	- 딥마인드의 의료 특화 모델(MedLM)을 통해 CT, 엑스레이 사진, 초음파 데이터, 심전도 결과를 학습해 방사선 촬영 영상을 분석하거나 유전적 위험성을 예측하는 진료 보조 서비스 개발 중 - MedLM은 미국의사면허시험(USMLE) 응시자 수준에 도달한 모델을 통해 미국, 브라질, 싱가포르 일부 병원에서 의료용 QA 및 의료 진단 요약 서비스 제공(2024.10)
마이크로소프트	- 의료 영상 AI 모델 컬렉션, 의료 서비스 에이전트 서비스, 간호사를 위한 자동 문서화 솔루션 등 의료 데이터 및 AI 도구를 발표(2024.11) - MS 자회사 뉘앙스의 DMO와 DAX를 일체화시킨 Dragon Copilot이라는 의료진을 위한 서류 업무 효율화 서비스 제공, 이를 간호사용으로 확대 예정(Stanford Health Care, Northwestern medicine, Tempa General Hospital 협력 개발)
아마존	- 아마존의 자회사 Amazon One Medical의 AI 도구는 인공지능 음성인식 기술을 이용하여 의사와 환자의 대화를 자동으로 기록하고, 자연어 처리 기술을 이용하여 진료 기록 서비스를 제공 - AWS의 생성형 AI 플랫폼인 아마존 베드록(Amazon Bedrock)을 활용해 의료 데이터에 생성형 AI 모델을 적용하여 자동 텍스트 생성, 데이터 요약, 의료 영상 분석 등의 업무를 제공(2024.08)
오픈AI	- 혈액 진단(병리), 영상 진단, 암 백신 개발을 위한 의료용 ChatGPT 개발(2025.02)
엔비디아	- 모든 수준의 의료 영상, 딥 러닝 연구 및 배포에 도움이 되는 강력한 오픈소스 협업 프레임워크 구축 프로젝트 MONAI 지원
중국	- 텐센트의 미잉(Miying) 플랫폼은 여러 질병의 검사 및 진단을 위한 다중 모드 이미지의 지능형 분석을 지원(2019.08) - 바이두(百度)의 산업용 의료 AI 대형 언어 모델인 링이(Lingyi)는 API나 플러그인 임베디드 방식을 통해 200개 이상의 의료 기관에 적용되어 진단 정확성과 효율성을 크게 향상시킴. - 메드링커(Medlinker)의 MedGPT 대형 언어 모델은 트랜스포머(Transformer) 아키텍처를 기반으로 매개변수 규모가 100B에 달하고, 사전 학습 단계에서 20억 개 이상의 의료 텍스트 데이터가 사용되어 질병의 예방, 진단 및 치료부터 재활까지 지능형 진단의 전체 프로세스를 구현(2024.02)

- 국내에서는 카카오브레인이 흉부 엑스레이 사진에 대해 초안 판독문을 자동 생성하는 생성형 AI 모델인 'KARA-CXR'을 개발했고, 인하대병원 연구진과의 공동 연구를 통해 GPT-4보다 높은 정확도를 입증했다(팜이데일리, 2024.09). KARA-CXR은 흉부 엑스레이 이미지를 분석하여 의사들이 판독할 수 있는 초안 판독문을 자동으로 생성할 수 있다. 이는 의사의 판독 시간을 단축하고 정확도를 향상시킨다. 또한 네이버는 자체 개발한 LLM '하이퍼클로바X'를 활용한 헬스케어 서비스를 개발하고 있으며, 사내 병원을 활용한 다이어트 프로그램, 생성형 AI를 활용한 진료 차트 생성, 환자-의료진 연결 서비스 등 다양한 의료 플랫폼을 테스트하고 있다(팜이데일리, 2024.09). '하이퍼클로바X'는 대규모 언어 모델로, 의료 데이터를 분석하고, 환자 맞춤형 진료를 지원하는 데 활용된다.
- 코난테크놀로지는 한림대학교의료원과 함께 생성형 AI 입원환자 전주기 기록지 작성 및 의료원 지식상담플랫폼 개발을 시작(이코노믹 리뷰 외, 2025.02)했다. 연세대학교의료원은 파이디지털헬스케어와 함께 의료진의 진료 기록 작성을 지원하는 '와이낫(Y-Knot)'을 개발하여 현장에 적용 및 테스트하고 있다(후생신보 외, 2025.01).
- 서울대학교병원은 2025년 3월 한국형 의료 LLM을 개발하여 공개했다. 서울대병원의 입원 초진, 외래 기록, 수술·처방·간호 기록 등 3,800만 건의 임상 텍스트를 만들었다. 이 데이터를 개인정보 가명화 및 비식별화하여 병원 내에서 안전하게 활용할 수 있도록 공개했다. 이렇게 만들어진 LLM은 한국의사국가고시 최근 3개년 데이터를 이용해 테스트한 결과, 86.2%의 정확도를 보였다. 서울대병원은 이 모델의 성능과 안전성을 검증한 후 병원 내 연구 및 업무 보조에 활용할 예정이다(디지털조선 외, 2025.03).

표 9

국내 초거대 AI 모델 기술 개발 동향

사업자	기술 구분	기술 내용
카카오브레인	KARA-CXR (흉부 엑스레이 자동 판독 AI 모델)	흉부 엑스레이 이미지를 분석하여 의사들이 판독할 수 있는 초안 판독문을 자동 생성
네이버	하이퍼클로바X (의료 헬스케어 서비스 생성형 AI)	생성형 AI를 활용한 진료 차트 생성, 환자-의료진 연결 서비스 등 대규모 언어 모델을 활용하여 의료 데이터를 분석하고 환자 맞춤형 진료를 지원
코난테크놀로지- 한림대학교의료원	생성형 AI 입원환자 전주기 기록지 작성 및 지식상담플랫폼	환자의 입원부터 퇴원까지 모든 의무 기록 초안을 자동으로 작성해 주고, 병원 진료 지침·규정·기준 등을 대화형 질문을 통해 24시간 손쉽게 검색·상담할 수 있는 생성형 AI 개발
연세대학교의료원- 파이디지털헬스케어	와이낫(Y-Knot) (의료진 진료 기록 작성 지원)	국내 최초로 환자의 진료 기록 작성을 지원하는 인공지능(AI)으로, 데이터 구축을 위한 의무 기록을 전처리하고, 사전 학습된 모델을 기반으로 파인 튜닝도 수행
서울대학교병원	한국형 의료 LLM 개발	입원 초진, 외래 기록, 수술·처방·간호 기록 등 3,800만 건의 임상 텍스트를 생성하여 모델을 개발

4. 시사점

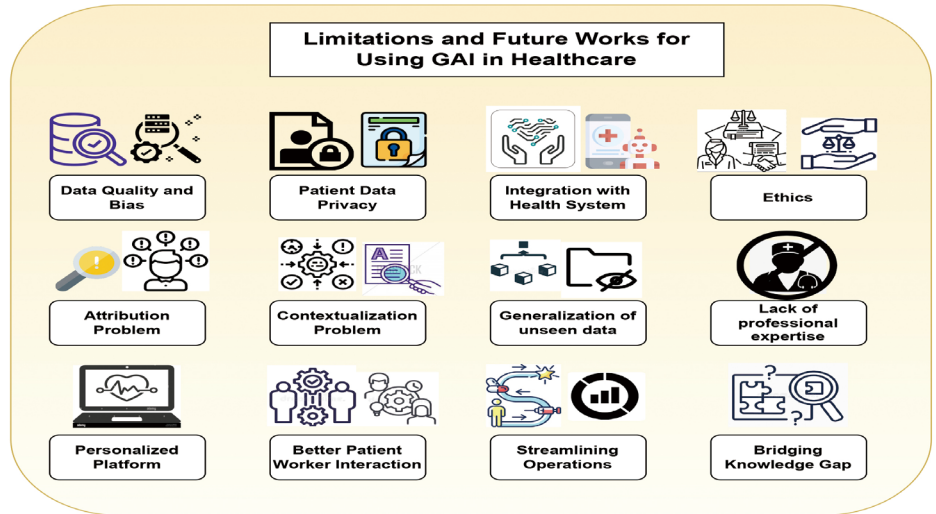
- 특화된 산업을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하는 특화 분야 LLM에는 몇 가지 단점이 존재한다. 해당 LLM 모델은 훈련 데이터의 품질과 양에 크게 의존함에 따라 데이터의 질이 모델 성능에 직접적인 영향을 미치게 된다. 조금이라도 편향되거나 제한된 데이터로 인해 최적의 성능을 발휘하지 못하는 사례가 빈번하게 발생할 수 있다. 일반 LLM과 마찬가지로 특화 분야 LLM도 훈련 데이터의 편향을 그대로 반영하고 이를 확대시킬 수 있어 윤리적 문제나 공정성 문제를 제기할 수 있다. 또한 특화된 산업 분야의 LLM은 해당 분야의 전문 지식을 요구하기 때문에 모델의 적응이 전문 지식 부족이나 훈련 데이터의 불충분 사유로 제한될 수 있다.

그림 7

헬스케어 분야

생성형 AI 사용의 한계와
미래 전망

출처: IEEE Access
(2024.01)



- 특화 분야 LLM의 개발과 미세 조정에는 시간, 전문성, 계산 능력 등 상당한 리소스가 필요하다. 이러한 요구 사항은 리소스나 예산이 제한된 조직에 큰 부담이 될 수 있다. 예를 들어, 의료처럼 같은 특화된 분야에서는 고도의 전문 지식과 풍부한 데이터가 필수적이기 때문에 이를 갖추기 위한 초기 개발 비용과 지속적인 관리 비용이 크게 증가할 수 있다. 또한 언어와 데이터는 시간이 지남에 따라 진화하고 변화하기 때문에 맞춤형 LLM을 최신 상태로 유지하려면 정기적인 업데이트와 유지 보수가 필요하다. 이러한 일련의 작업은 모델이 변화하는 데이터와 새로운 정보를 반영하여 지속적으로 적합성을 유지할 수 있도록 하기 위한 필수적인 과정이지만, 이에 비례하는 업데이트와 보수는 운영 비용을 증가시켜 예산이 한정된 조직에 큰 경제적 부담을 초래할 수 있다.
- 특화 분야 LLM은 일반적인 모델에 비해 다른 애플리케이션으로의 전환이 어렵다. 이는 모델이 특정 산업에 맞춰 훈련되었기 때문이다. 지나치게 전문화된 모델은 훈련 데이터에 과적합(overfitting) 되는 경향이 있다. 즉 훈련 데이터에서 나온 패턴을 지나치게 학습하여 새로운 데이터나 환경 변화에 대해 일반화할 수 있는 능력이

떨어지게 된다. 이런 상황에서는 보지 못한 데이터나 새로운 문제에 대해 모델의 성능이 저하될 수 있으며, 이는 실제 애플리케이션에서 모델의 효과와 신뢰성을 크게 저하시킬 가능성이 존재한다.

- 이러한 문제를 해결하기 위해서는 합성 데이터나 연합학습(Federated Learning) 기법을 활용하여 데이터의 편향을 줄이고 다양한 환경에서 모델을 적용할 수 있는 적절한 전략이 필요하다. 예를 들어, RAG(Retrieval-Augmented Generation) 방식과 같은 정보 검색 모델을 도입하여 외부 데이터를 실시간으로 통합하고, 새로운 문제나 데이터를 처리할 수 있는 유연성을 제공해야 한다. 이를 통해 특화 분야 LLM이 다양한 환경에서도 효과적인 성능을 유지하고 다양한 애플리케이션에 적용되어야 한다.

표 10

의료 특화 LLM의
기술적 한계와 개선 방안

기술적 한계	설명	개선 방안
고품질 의료 데이터 부족	EMR, 임상노트 등은 민감 정보 포함→수집·공유의 어려움	- 병원 간 공동 데이터 세트 구축 - 합성 데이터(Synthetic Data) 및 연합 학습(Federated Learning) 기술 활용
의료 데이터의 비정형성	진료 기록은 문장·표·코드가 혼합된 형태	- 텍스트+구조 데이터 통합 모델 개발 - 도메인 특화 전처리 도구 개발
지식 최신성 유지의 어려움	논문, 가이드라인이 자주 갱신됨	- 지속적 Retraining/Fine-tuning 파이프라인 구축 - RAG 기반 정보 연결
Fact hallucination (사실 왜곡)	잘못된 의학 정보를 자연스럽게 생성	- 지식 그래프 기반 정보 검증-전문가 피드백 반영(RLHF, 인간 피드백 기반 강화학습)
임상 정확도 평가 기준 부재	QA 정확도 외에 의학적 타당성 판단이 어려움	- 전문가 중심의 평가 지표 설계 - 실제 진료 시나리오 기반 벤치마크 개발

- 이와 같은 기술적 한계를 해결하기 위한 접근 방식으로는 모델의 일반화 능력을 높이는 방법 외에도 거시적 관점에서 제도 개선이 필요하다. 「개인정보보호법」과 유럽연합의 「GDPR(General Data Protection Regulation)」 등의 법적 규제는 의료 데이터 활용에 큰 제약을 가하고 있으며, AI의 진단 오류에 대한 책임 문제도 중요한 논의가 되어야 한다. 또한 의료기기 인증과 같은 제도적 장벽이 존재하기 때문에 LLM을 의료기기로 인증받기 위한 명확한 기준과 절차가 마련되어야 한다. 이를 해결하기 위해서는 연합 학습 기법을 도입하여 데이터를 안전하게 활용하면서도 AI의 신뢰성을 보장할 수 있는 시스템을 구축해야 한다. AI의 법적 책임을 명확화하기 위해 법적 정의와 AI 의료기기 분류 기준을 정립해야 한다. 또한 실사용 중심 현장 피드백을 통해 사용자 친화적 UX 설계 및 교육을 통해 의료진의 시스템 수용성을 강화하는 것도 매우 중요하다.

표 11

의료 특화 LLM의
제도적 한계와 개선 방안

제도적 한계	설명	개선 방안
「개인정보보호법」 「GDPR」등 규제	의료 데이터는 고도의 민감 정보로 분류됨.	- 연합 학습 기법(Federated Learning, DP) 의 적용 등 - 사용 목적에 기반한 차등적 접근 권한 체계의 구축
책임 소재 불명확함	AI 진단 오류 시 책임 주체가 모호함.	- LLM의 판단은 보조 도구로 명확히 규정 - 법적 가이드라인 정비 필요(AI 판단의 신뢰도 등 급화 등)
허위 정보에 따른 법적 리스크	AI가 환자에게 부정확한 의료 조언 제공 시 위험	- AI가 제공하는 정보에 ‘설명’과 ‘불확실성 표시’ - 의사/전문의 최종 판단 강조
의료기기 인증 요건 부재	LLM 시스템이 현행 「의료기기법」에 포섭되지 않음.	- AI 의료기기 분류 기준 정립 - 식약처 등 기관과 협력한 임상시험·인증 체계 마련
의료 현장의 수용성 부족	의료진의 AI 불신, 워크 플로우의 통합 어려움	- 의료진 교육 및 UX 설계 - 실사용 중심의 현장 피드백 루프의 구축

○ 의료 특화 LLM은 향후 디지털 헬스케어 혁신의 핵심 기술로 작용할 수 있으며, 진료 효율성 제고와 환자 중심 케어 실현에 기여할 수 있다. 그러나 이를 위해선 기술적 진보뿐만 아니라 제도적 정비, 데이터 거버넌스 체계, 의료 현장의 신뢰 확보가 필수적이다.

○ 특히 제도적 정비는 의료 AI의 법적 규제와 윤리적 기준을 마련하고, AI가 환자에게 미칠 수 있는 영향을 충분히 고려한 안전망을 구축하는 것을 의미한다. 또한 데이터 거버넌스 체계는 의료 데이터의 보호와 효율적 활용을 위한 투명하고 신뢰할 수 있는 관리 체계를 마련하는 데 기여할 수 있다. 이를 통해 의료 AI가 올바르게 작동할 수 있도록 보장하고, 데이터의 공정성과 신뢰성을 유지하는 중요한 기반이 마련된다.

○ 정부와 병원, 산업계, 연구기관이 함께 협력하여 ‘책임 있는 의료 AI 생태계’를 조성하고, 그 기반 위에서 의료 특화 LLM이 사회적 수용성과 실효성을 갖춘 기술로 자리매김할 수 있도록 전략적인 투자가 필요하다.

출처 및 참고문헌

1. Ashish Vaswani, et. al., "Attention Is All You Need", 31st Conference on Neural Information Processing Systems(NIPS 2017), 2023.08.02.; arXiv:1706.03762v7
2. Jacob Devlin, et. al., "BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding", NAACL-HLT 2019, ACL Anthology, pp. 4171-4186, 2019.06.02.
3. Siva Sai, et. al., "Generative AI for Transformative Healthcare: A Comprehensive Study of Emerging Models, Applications, Case Studies and Limitations", *IEEE Access* PP(99):1-1, 2024.01.; DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3367715
4. Tom B. Brown, et. al., "Language Models are Few-Shot Learners", OpenAI, 2020.07.22.; arXiv:2005.14165v4
5. "Artificial Intelligence(AI) Market", MarketsandMarkets, 2023.06.
6. "Generative AI In Healthcare Market Size", Precedence Research, 2024.10.24.; precedenceresearch.com/generative-ai-in-healthcare-market
7. "Generative AI Platforms and Applications: Market Trends and Forecast, 2Q23", IDC, 2023.05.
8. Aaditya Ura, Pasquale Minervini, Clementine Fourrier, "The Open Medical-LLM Leaderboard: Benchmarking Large Language Models in Healthcare", Hugging Face, 2024.04.19.; huggingface.co/blog/leaderboard-medicalllm
9. Mayank Shakya, "Generative AI: Empowering Innovation with its Astonishing Capabilities", Shuru Technologies PTE Ltd, 2023.06.30.; shurutech.com/innovating-with-generative-ai
10. EPOCH AI: "Large-Scale AI Models", 2025.02.06. 접속: epochai.org/data/large-scale-ai-models
11. 김나랑, "LLM 기반 검색 증강 생성 구조를 활용한 한국어 의료 질의응답 시스템 연구", 「e-비즈니스연구」 Vol. 26, no. 2, 국제e-비즈니스학회, pp. 41-55., 2025.04.26.
12. 봉강호, "글로벌 초거대 AI 모델 현황 분석(2024년 조사)", 「SPRi 이슈리포트(IS-198)」, SPRi 소프트웨어정책연구소, 2025.02.14.
13. 안성만, "딥러닝의 모형과 응용사례", 「지능정보연구」 Vol. 22 no. 2, 한국지능정보시스템학회, pp. 127-142., 2016.06.
14. 윤여찬·김수균, "생성형 AI를 위한 Retrieval-Augmented Generation(RAG) 기술 동향 및 전망", 「컴퓨터교육학회 논문지」 Vol. 28 no. 2, 한국컴퓨터교육학회, pp. 69-80., 2025.02.28.
15. 이요섭·문필주, "딥 러닝 프레임워크의 비교 및 분석", 「한국전자통신학회 논문지」 Vol. 12 no. 1, 한국전자통신학회, pp. 115-122., 2017.02.28.
16. 정천수, "LLM 애플리케이션 아키텍처를 활용한 생성형 AI 서비스 구현: RAG모델과 LangChain 프레임워크 기반", 「지능정보연구」 Vol. 29 no. 4, 한국지능정보시스템학회, pp. 129-164., 2023.12.31.
17. 최지은·안정훈 외, 「국외 인공지능(AI) 기반 디지털 헬스케어 경제성 분석 및 기술 개발 중심 HTA 연구 사례」, 한국보건의료연구원·한국보건산업진흥원, 2024.12.
18. 우상근, "LLM(거대 언어모델) 활용 방식 및 주요 이슈 분석", 「IT & Future Strategy」 2023-5, 한국지능정보사회진흥원, 2023.08.11.
19. 최소영·강재우, "생성형 AI, 헬스케어 산업의 미래", 「BIO ECONOMY BRIEF」 Oct, 2024, Issue 193, 한국바이오경제연구센터, 2014.10.30.
20. "AI로 촉발된 헬스케어 산업의 대전환", 「Samjong INSIGHT」 Vol. 89·2024 (통권 제89호), 삼정KPMG 경제연구원, 2024.06.25.
21. 김승권, "의사 부족 시대...성큼 다가온 韓 'AI 의사'[생성형 의료AI시대]①", 「팜이데일리」, 2024.009.26.
22. 히탈 라나, "일반 LLM vs. 특화분야 LLM", 「GTT KOREA」, 2024.05.13.

요약

- 인공지능 기술의 발전에 따라 실시간 데이터 처리 및 추론의 필요성으로 인해 예지나 단말에서 AI 모델 구동에 대한 요구가 증가하고 있다. 예지나 단말에서 동작하는 온디바이스 AI 모델은 로컬에서 데이터를 처리하거나 추론을 수행할 수 있다. 의료기기에 적용되는 온디바이스 AI는 데이터 처리의 실시간성을 포함하여 인공지능 추론의 연속성, 데이터의 보안성 등을 포함한 시스템으로서의 강점이 있다. 특히 의료기기의 형태, 사용 분야, 해당 질환의 특성에 따라 소형, 저전력화 등 의료기기 운영에 특화된 개발이 필요하며, 이와 더불어 온디바이스 AI에 최적화된 인공지능 추론 알고리즘의 개발이 필수적이다.
- 온디바이스 AI는 향후 다양한 의료기기에 적용이 가능할 것으로 예상된다. 환자의 데이터를 제공하는 진단 기기부터 최근 개발되고 있는 로봇 등에 적용되는 ‘물리적 AI(Physical AI)’까지 다양한 방식으로 의료기기의 발전을 위한 새로운 기술적 한계에 도전할 것으로 기대한다.

1. 온디바이스 AI 의료기기의 개요

의료 분야에서 인공지능 등장

기술의 개념

- 의료 분야에서 인공지능 기술을 도입하게 된 큰 계기는 딥러닝(deep learning) 기술을 이용한 의료 영상 분야다. 2012년 ImageNet 챌린지(ILSVRC, ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)에서 딥러닝 기반의 CNN(Convolutional Neural Network) 모델이 기존 컴퓨터의 비전 성능을 크게 뛰어넘은 것이 중요한 전환점이 되었다. 이후 관련된 기술이 의료 영상 분야(CT, MRI, X-ray, 병리 이미지 등)에 빠르게 응용되면서 영상 판독 보조, 암 진단, 폐 질환 탐지 등의 연구와 제품 개발이 급격히 늘어났다. 국내 대중에게

알려진 계기는 암 치료 가이드 기술로 대중에게 알려진 IBM의 ‘Watson for Oncology’이다. 이를 계기로 국내 의료 분야에서 인공지능 기술의 개발이 급격하게 확산되기 시작했으며, 이후 이러한 기술적 흐름은 의료기기에 직접적인 인공지능 도입으로 이어지게 되었다.

- 사회적 측면에서는 세계적인 고령화 추세와 만성질환의 증가로 인한 의료 서비스 수요 상승세를 뒷받침하지 못하는 의료 인력의 부족을 들 수 있다. 이를 해결하기 위한 기술적 방법으로 인공지능을 이용한 자동화, 업무 효율화, 원격의료 지원에 대한 기술적 수요가 증가하는 상황이었다. 때마침 COVID-19 팬데믹을 통해 비대면 진료, 원격 모니터링, 챗봇 기반 증상 확인 등 인공지능 솔루션 수요가 급증하면서 인공지능 기반 원격 모니터링 기술, CT 영상 솔루션, 감염병 모델링, 백신 개발의 데이터 솔루션 등이 활발하게 개발되었다.

온디바이스 AI의 개념

- 심장 질환으로 입원 치료를 받은 경험이 있는 환자는 퇴원 후 3개월 동안 집중적인 모니터링을 통해 예후의 향상을 기대할 수 있다. 그런데 최근에는 웨어러블 심전도 디바이스를 통해 스마트폰과 연동하여 실시간 모니터링이 가능하다. 만약 장시간 비행기를 타야 하는 상황이 발생한다면 이러한 서비스가 가능할까? 또는 통신 환경이 안 좋은 상황이라면 서비스가 가능할까?
- 의료 분야 온디바이스 AI 기술이 당장은 필요치 않을 수도 있지만, 향후 개발되고 서비스되어야 할 필수 기술임은 분명하다.
- 온디바이스 AI는 웨어러블, 임상 장비, 스마트 기기 등에 내장된 인공지능 추론 알고리즘을 기기 자체에서 구동시키는 기술을 말한다. 기존 인터넷망과 연결하여 클라우드 서버를 통해 운영되는 방식과 차별화를 두어 인공지능 추론의 실시간성, 데이터의 보안, 독립성, 연속성이라는 장점이 있다. 현재 구현되고 있는 기술의 상태를 고려하면 임상에서 활발하게 사용되는 고난도 의료 영상 판독 등의 고성능 인공지능 추론 인프라와 비교해 상대적으로 낮은 연산을 필요로 하는 생체 신호 분석, 낮은 단계의 영상 분석, 건강 상태 분석 등의 분야에 사용될 수 있는 시스템과 인공지능 알고리즘을 이야기하고 있다.

2. 기술 개발 현황

온디바이스 AI 프로세서의 종류와 장단점

온디바이스 AI 프로세서의 종류

- 의료기기의 디지털화를 통한 고성능화·소형화가 진행되는 상황에서 최근 의료기기는 온디바이스 AI 구현을 위하여 AI 가속기가 포함된 형태로 개발이 진행되고 있다. 이때 사용되는 AI 가속기로는 FPGA(Field Programmable Gate Array), NPU(Neural Processing Unit) 등을 들 수 있다.
- 일반적인 ANN(Artificial Neural Networks, 인공신경망)은 매우 많은 양의 MAC(Multiply-Accumulate) 연산을 사용하여 구현된다. 이러한 연산은 일반적으로 이미지와 비디오를 처리하는 CNN(Convolutional Neural Network), 일반 데이터를 처리하는 DNN(Deep Neural Networks), 순차적(시계열) 데이터를 처리하는 RNN(Recurrent Neural Network) 등을 구현하는 데 사용된다.
- 이러한 유형의 ANN을 저전력, 소형 등 극한 환경에서의 구현을 예로 들어보면, 비효율적인 방법은 일반적인 마이크로 컨트롤러 유닛(MCU, Microcontroller Unit)을 사용하는 것이다. 다음으로는 DSP(Digital Signal Processor)를 사용하는 것인데, 간단히 말하면 MAC 기능이 강화된 MCU라고 볼 수 있다. 한 단계 더 나아가면 NPU(Neural Processing Unit)가 강화된 MCU가 있다. 간단하게 설명하면 NPU는 거대한 MAC 배열로 구현된 것이라고 볼 수 있다. 이 경우 NPU는 단독 모드로 실행될 수 없으며, 리소스 관리, 데이터 공급, 결과에 따른 동작을 위해 MCU가 실행되어야 한다.
- 일반적인 NPU는 ANN을 처리하는 데 최적화하여 설계되었으며, 기존의 분산 컴퓨팅, 병렬 컴퓨팅, 클라우드 컴퓨팅과 같은 디지털 컴퓨팅 패러다임과 동기화된 연산에 의존한다. NPU는 일괄 처리 모드로 데이터를 처리하며, 대규모 데이터 세트에 대한 행렬 연산(Matrix Computations, 예: Matrix Multiplication)을 수행하는데, 이는 리소스 사용량이 증가할 수 있다는 단점이 있다.
- 의료기기를 포함한 헬스케어용으로 사용될 수 있는 AI 가속기 모델로는 최근 뉴로모픽(Neuromorphic) 구조를 채용한 프로세서가 주목받고 있다. 이는 이벤트 기반 비동기 처리(Asynchronous Processing)에 중점을 두고 있다. 뉴로모픽 네트워크는 스파이크(spike)를 사용하여 정보를 전달하기 때문에 SNN(Spiking Neural Networks)이라고도 불린다. 즉 입력에 변화가 있을 때만 처리를

수행하므로 전력 소비와 지연 시간을 크게 줄일 수 있다는 장점이 있어 시계열 생체 신호 처리에 적합하다는 장점이 있다.

온디바이스 AI 기술의 현황

헬스케어 적용이 가능한
온디바이스 AI용 AI 가속기 기술
및 헬스케어 기술

- 현재 스마트폰에 적용되는 최신 반도체 칩 중 퀄컴社의 스냅드래곤 프로세서나 애플社의 프로세서의 경우 모두 심전도 신호 분석이나 간단한 의료 영상 분석이 가능한 NPU의 한 유형으로 뉴럴 엔진(Neural Engine)을 내장하고 있으며, 서비스하고 있다. 이처럼 스마트 디바이스에 탑재되어 헬스케어 서비스를 제공하는 AI 가속기들은 컨볼루션(convolution)이나 행렬 연산과 같은 신경망 연산을 가속하는데 최적화되어 있다.
- NXP社는 2025년 CES와 Embedded World 등의 전시회를 통해 헬스케어 분야의 인공지능 솔루션인 AICHI 개념(AI Controller for Health Insights)을 선보였다.
- 이는 실시간 다중 모드 건강 데이터에 대해 보안성을 강화하여 수집하고 분석하는 ‘Edge AI Platform’의 한 예다. 곧 다양한 헬스케어 디바이스를 통해 수집된 정보를 이용하여 NPU가 적용된 헬스케어 기기에서 미세 조정된 대규모 언어 모델(LLM)을 활용하여 멀티모달 건강 및 센서 데이터를 실시간으로 분석하는 방안을 제시한다.

그림 1

NXP社의 AICHI 개념 응용 모습
출처: NXP社 홈페이지(2025.01)



- 구글의 Edge TPU나 FPGA 같은 전용 가속기를 설계하면 전력당 계산 성능이 크게 향상되며, 이로써 복잡한 딥러닝 모델도 배터리 구동 장치에서 실행할 수 있다. 이러한 AI 가속기들은 CPU보다 빠른 속도로 신경망 추론(inference) 작업을 처리할 수 있어 영상 기반 진단이나 중환자 치료에 사용되는 의료기기의 실시간 신호 처리 작업에 적용할 수 있다. 다만 높은 성능에 따른 전력 소비를 고려하여 해당되는

의료기기의 애플리케이션 영역을 적용할 필요가 있다. FPGA의 경우 범용성이 높아 응용 가능성이 확대될 수 있지만, 최적화를 통한 정밀 설계가 없다면 최근에 사용되는 NPU에 비해 처리 속도와 전력 소비 면에서 경쟁력이 떨어질 수 있다.

표 1

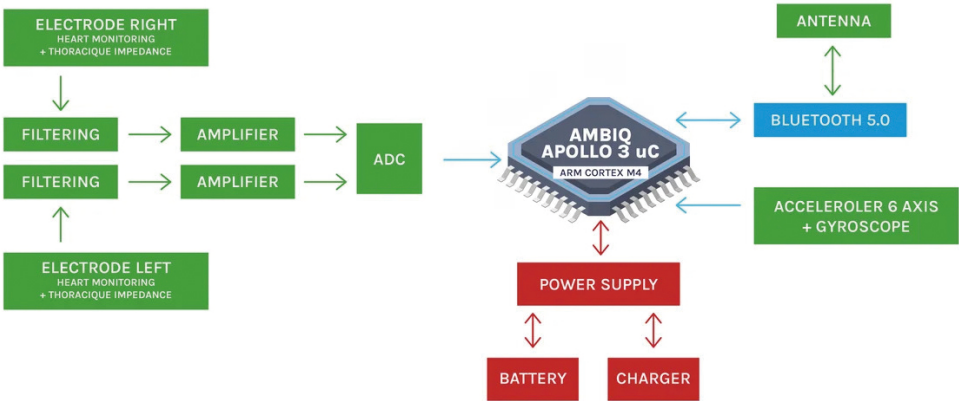
의료기기에 적용될 수 있는 AI 가속기의 예

NPU 칩세트	연산 성능 (TOPS)	소비전력 (W)	특징
Google Edge TPU	4	2	저전력 AI 최적화, TensorFlow Lite 지원
NVIDIA Jetson Orin NX	70~100	10~25	고성능 AI 모델 지원, TensorRT 최적화
ARM Ethos-U65	1~5	< 1	초저전력 MCU용 AI 가속
AD MAX78002	0.6	< 0.3	초저전력, 저연산 AI 가속 휴대용 헬스케어 적용에 최적화
NXP i.MX 9x	2.6	1.5~3	저전력 AI 최적화, TensorFlow Lite 지원 멀티코어 CPU 지원

○ 최근에는 초소형 에지 AI(AI at the Extreme Edge)가 주목받고 있다. AI 가속 기능이 탑재된 마이크로컨트롤러(MCU)로, TinyML(Tiny Machine Learning)이라고도 불린다. Ambiq Micro의 인공지능 처리를 위한 MCU인 ‘Apollo 시리즈’는 별도의 NPU 처리부가 없지만, 정수, 반정밀도(half precision)·단정밀도(single precision) 부동 소수점 MVE(M-profile Vector Extensions)를 지원하고 SV(subthreshold voltage) 기술을 적용하여 간단한 신경망을 구성하면서 초저전력 운영이 가능하다. 이는 웨어러블 헬스케어 디바이스에 적용되는 코인형 배터리로도 구동이 가능한 애플리케이션을 구성할 수 있다.

그림 2

온디바이스 AI 기능이 탑재된 Ambiq Micro의 웨어러블 심전도 패치의 Workflow
출처: Ambiq Micro社 홈페이지 (2024.03)



○ Ambiq Micro는 IoT 및 커넥티드 사물 전문 설계 기업인 Smartaly와 협업하여 의료 등급이 가능한 온디바이스 AI 기능의 웨어러블 심전도 패치를 개발했으며, 심박수나 활동 데이터를 낮은 수준의 전력만으로도 지속해서 분석할 수 있음을 확인했다.

○ 헬스케어나 의료 목적의 웨어러블 디바이스는 온디바이스 AI가 적용될 수 있는 좋은 모델이다. 현재 대중에게 가장 많이 확산되어 사용 중인 기술은 스마트워치, 스마트링, 스마트밴드 등의 예다. 최신 스마트워치에는 ECG(Electrocardiography, 심전도), PPG(Photoplethysmography, 광용적맥파), SpO2(Peripheral oxygen saturation, 말초산도포화도), 혈압, 체성분 등을 측정할 수 있는 기능을 탑재하고 있으며, 대부분 의료 등급 센서를 채택하고 있다. 이러한 기능을 구현하기 위해 스마트 디바이스의 온디바이스 AI 기능을 사용하거나 독립적으로 웨어러블 디바이스에서 동작시키는 방법을 사용하고 있다. 삼성전자의 갤럭시 워치7은 휴대형 산소포화도 분석 소프트웨어와 휴대형 심전도 분석 소프트웨어로 의료기기 인증을 받아 수면무호흡증, 심전도 등을 측정할 수 있는 알고리즘을 탑재한 온디바이스 AI형 제품이다.

그림 3

삼성전자의 갤럭시 워치7
출처: 갤럭시 워치7 홈페이지



심박수 알림

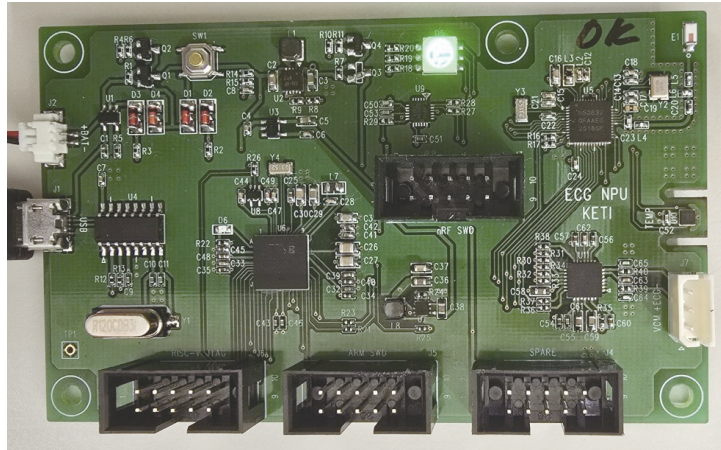
불규칙 심장 리듬 알림(IHRN)

심전도(ECG)

- 이처럼 웨어러블 형태의 디바이스에 적용된 온디바이스 AI 기능은 생체 신호 분석을 통한 건강 정보를 실시간에 준하여 제공할 수 있으며, 사용자의 민감 정보를 별도의 유출 없이 분석 가능하다는 장점이 있다.
- 한국전자기술연구원(KETI)은 실시간 ECG 분석 및 헬스케어를 위한 멀티모달 생체 신호 측정이 가능한 온디바이스 AI 적용 디바이스를 개발했다. 개발된 디바이스는 인공지능 알고리즘을 위한 소형 AI 가속기가 설계되어 있으며, 통신을 위한 BLE(Bluetooth Low Energy)를 통해 디바이스 자체뿐만 아니라 필요에 따라 스마트 단말기에 결과를 전달하여 다양한 서비스가 가능하다. 단위 파형의 이상 신호 분석은 98% 이상의 성능으로 검출 동작을 수행하며, 연속 운영을 위한 신호처리 과정을 최적화하여 저전력 운영이 가능함을 보여 주었다. 즉 대부분 시간에는 경량 AI 모델을 실행하다가 중요 이벤트가 감지되면 더 복잡한 모델을 가동하여 최소 전력으로 작업을 수행하도록 설계되었다.

그림 4

멀티모달 생체 신호 측정이 가능한
개발용 온디바이스 AI 회로
출처: 한국전자기술연구원

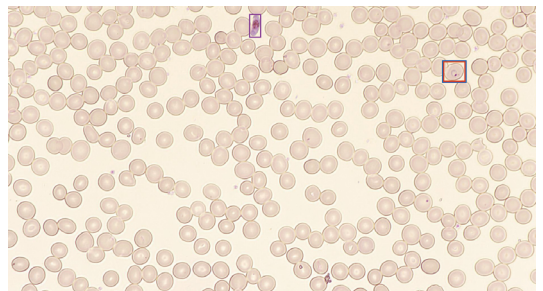


○ 웨어러블 형태의 온디바이스 AI 의료기기의 경우 연속성이 중요한 임상적 의미가 있을 수 있으므로 에너지 관리를 위한 하드웨어뿐만 아니라 운영 알고리즘이 매우 중요하게 적용될 수 있다. 예를 들면, 부정맥 예측 기능을 포함한 심박 조율기(Pacemaker)는 평상시 최대한 전력 소비를 줄일 수 있어 사용 시간을 늘릴 수 있다.

○ 의료용 진단 기기도 온디바이스 AI 기술을 적용한 제품이 국내에 소개되었다. 혈액 진단 플랫폼 기업 noul(노을)은 디지털 현미경 기술과 인공지능을 융합하여 혈액 및 조직 샘플에 대한 분석을 지원하는 miLab(마이랩) 제품을 출시했다. 이 진단 기기는 혈액 및 조직 샘플의 전처리, 염색, 이미징, AI 분석까지 모든 과정을 자동화한 디지털 현미경 기반 진단 솔루션으로, 온디바이스 AI 기술을 사용하여 15분 이내에 결과를 제공한다.

그림 5

noul의 온디바이스
AI 기술이 적용된
혈액 진단기 miLab
출처: noul社 홈페이지



○ 현재 온디바이스 AI를 적용한 의료기기 상용화의 예는 적지만, 많은 개발자를 통해 연구와 개발이 진행되고 있다. IT 분야에서 먼저 사용되고 검증된 기술을 기반으로 적용되는 의료기기 분야의 기술적 특징도 작용하고 있다. 최근 의료기기에 사용이 적합한 AI 가속기가 많이 출시되면서 실제 의료기기에 탑재되는 사례가 증가할 것으로 예상하며, 빠른 시일 내에 우리 생활에서 더 많이 접하게 되리라 예상한다.

최신 모델 경량화 기술의 진보

- 물리적 제약이 큰 환경에서 인공지능을 구현해야 하는 온디바이스 AI 등장으로 AI 모델 경량화 기술은 핵심 요소로 자리매김하고 있다. 기존의 대규모 AI 모델들은 클라우드 서버나 고성능 GPU에서만 작동할 수 있었지만, 온디바이스 AI는 제한된 연산 능력과 메모리를 가진 장치에서도 고성능 추론이 가능해야 한다. 이에 따라 다양한 모델 압축(Model Compression) 기법들이 개발되었으며, QLoRA, GPTQ, LoRA와 같은 첨단 경량화 기술들은 추론 속도, 정확도, 모델 크기 측면에서 모두 실용성을 입증하고 있다. 이러한 최신 모델의 경량화 기술은 지속해서 발전하고 있다.
- QLoRA(Quantized Low-Rank Adaptation)는 4비트 양자화와 파라미터 효율성이 높은 LoRA 구조를 결합한 방식으로, LLM을 단 30GB의 GPU 메모리에서도 미세 조정(fine-tuning)할 수 있게 하면서도 원본 모델의 99% 이상의 성능을 유지한다. GPTQ(GPT Quantization)는 학습 없이도 양자화를 수행하는 혁신적 기법으로, 헤시안 근사(Hessian 近似)를 기반으로 3~4비트 수준의 정밀도를 유지한다. LoRA(Low-Rank Adaptation)는 전체 모델의 1% 수준 파라미터만 조정해도 BLEU, ROUGE 등 평가 지표에서 성능 향상이 가능한 것으로 입증되었다. 이들 기법은 LLaMA, Falcon, Flan-T5 등 다양한 모델에 적용되어 추론 시간과 품질 모두에서 개선을 보였다.

표 2

LoRA+4bit 양자화 조합의 성능
출처: Saxena et. al.(2024.07)

모델	설정	ROUGE	BLEU	추론 시간(초)
Flan-T5	원본	0.236	0.051	1.61
Flan-T5	4bit	0.274	0.098	2.94
Flan-T5	4bit+LoRA	0.288	0.098	1.76
Falcon-7B	원본	0.074	0.013	4.77
Falcon-7B	4bit+LoRA	0.126	0.021	6.48
LLaMA-2-7B	4bit+LoRA	0.126	0.021	7.81

온디바이스 최적화를 위한 하드웨어 연동 전략

- 온디바이스 AI는 실시간 응답성, 에너지 효율, 높은 연산 성능이라는 상반된 요건을 충족해야 한다. 이를 위해 NPU와 같은 하드웨어 가속기의 역할이 매우 중요하다. NPU(Neural Processing Unit)는 주로 INT8과 INT4 연산에 최적화되어 있으며, QLoRA와 GPTQ는 이러한 연산 형식에 적합한 양자화 기술로 평가받고 있다. 특히 LoRA 모듈을 동적으로 로딩해 사용하는 방식은 메모리와 전력 소모를 줄이는 데 효과적이다.

- 대표적인 사례로 Apple의 NPU인 ANE(Apple Neural Engine)는 애플의 프레임워크인 Core ML을 통해 양자화된 모델을 실시간 추론에 활용한다. Google의 EdgeTPU는 INT8 모델에서 2.5배 빠른 속도를 달성한다. Qualcomm Hexagon™ DSP는 스마트폰에서 고속·저전력 AI 처리를 실현할 수 있는 구조를 갖추고 있다.

Pruning:

구조적 최적화를 통한 경량화

- ‘Pruning(가지치기)’ 기법은 모델 내 중요도가 낮은 Parameter, Attention head, Context 등을 제거해 연산량을 줄이는 전략이다. SparseGPT는 OPT-175B 모델에 ‘Semi-Structured Pruning’을 적용해 50~60% sparsity(희소성)를 달성했으며, Sheared LLaMA는 ‘Structured Pruning’을 통해 전체 파라미터의 61%를 줄이면서도 정확도를 유지했다. ‘Token’과 ‘Context Pruning’은 긴 입력 시퀀스를 줄여 추론 속도를 개선하며, 모바일 환경에서 특히 유용하다.
- Vision 분야에서도 Pruning은 강력한 성능을 발휘한다. SAViT, X-Pruner, ViT-Slim과 같은 모델들은 FLOPs(FLoating point Operations Per Second, 플롭스)를 절반 이하로 줄이면서도 Top-1 정확도를 유지하거나 향상시켰으며, 추론 속도는 최대 2배까지 개선되었다.

표 3

모델별 Pruning 성능 비교
(ViT 및 LLM 중심)

출처: Yehui Tang et. al.(2024)

모델	기법	파라미터 수	FLOPs	추론 속도 향상	정확도(Top-1)
DeiT-B(baseline)	-	86.6M	17.6G	1.0×	81.8%
DPS-DeiT-B	Unstructured (Token)	87M	9.4G	1.4×	81.5%
SAViT-50	Structured	42.6M	8.8G	1.55×	82.5%
SAViT-70	Structured	25.4M	5.3G	2.05×	81.7%
ViT-Slim	Structured	52.6M	10.6G	-	82.4%
WD-Pruning	Structured + Early-Exit	55.3M	9.9G	1.18×	80.76%
X-Pruner	Structured	87M	8.5G	-	81.02%

지식 종류:

대형 모델의 지식 전달 전략

- 지식 종류(Knowledge Distillation)는 대형 모델(Teacher)의 성능을 작은 모델(Student)에 전달하는 방식으로, 성능을 유지하면서도 메모리와 추론 속도를 개선할 수 있다. Logits 기반, Hint 기반, Hard-label 기반 등 다양한 방식이 있으며, 최근에는 ‘Distillation Token’을 사용하는 Transformer 특화 종류 방식도 제안되었다.

- BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers, 버트) 기반 모델의 경우 DistilBERT는 절반 수준의 파라미터로도 GLUE(General Language Understanding Evaluation) 점수 76.2를 기록하면서 최대 3배 빠른 속도를 보였고, TinyBERT와 MiniLM은 오히려 정확도 향상을 달성했다. Vision Transformer 계열에서는 DeiT-tiny가 ViT 대비 15분의 1 수준의 크기로 4배 빠른 속도를 구현하면서 온디바이스 환경에 적합한 결과를 보여주었다.

3. 국내외 시장 동향

- 의료기기 분야에 적용된 AI 기술의 세계시장은 지속해서 확장 중이다. 2024년 글로벌 AI 기반 의료기기 시장 규모는 100억 8천만 달러로 평가되고 있으며, 연평균성장률 23.6%로 성장하여 2025년에는 124억 6천만 달러로 예상되고 있다.
- 이러한 규모는 다양한 가정에 따라 다르나 보수적으로 2029년까지 약 355억 달러(연평균성장률 약 29.9%)로 성장할 것으로 전망되고 있다. 이러한 성장률은 의료 기술 산업 내에서 가장 빠르게 성장하고 주목받는 기술로 인식되고 있다.
- 이러한 급성장은 실시간 건강 모니터링에 대한 수요 증가, 에지 컴퓨팅 하드웨어의 발전, 진단 및 운영 효율성을 AI가 개선한다는 입증된 사례 등 다양한 기술적·환경적 요인에 기반하고 있다. 이를 바탕으로 온디바이스 AI는 향후 10년 내 많은 의료기기에서 주요 기능으로 자리 잡을 것으로 예상된다.

지역별 시장 동향

- 세계시장에서 북미가 가장 큰 규모이며, 아시아태평양(APAC) 지역이 가장 빠르게 성장 중이다. 2023년 기준으로 북미는 전체 시장의 약 38%에 해당하는 32억 달러를 차지하면서 가장 큰 비중을 차지하고 있다.
- 아시아태평양 지역은 28.6%의 연평균성장률을 기록하고 있는데, 중국, 인도 등에서 디지털 헬스케어 확산, 인구 규모, 정부의 투자 등으로 빠르게 확대되고 있다. 유럽은 그다음 주요 시장으로 20% 초반의 CAGR을 보이면서 점진적이지만 안정적인 성장을 보이고 있다. 기타 지역(라틴아메리카, 중동, 아프리카)은 현재 소규모 시장이지만, 의료 시스템의 현대화와 함께 점차 AI 기술의 도입이 확대될 것으로 예상된다.

표 4

의료기기 분야 AI 기술 세계시장 전망
출처: The Business Research
Company(2024.04)

지역	시장 크기(billion USD)	예상(billion USD)	CAGR(%)
북미	3.2(약 38%)	~10.5-11.0	~27.5%
아시아-태평양	~2.5-3.0 (약 25~30%)	~8.5-9.0	~28.6%
유럽	~2.0(약 20~24%)	~5.0-6.0	~20-22% (est.)
남미	~0.4-0.5(약 5%)	~1.0-1.2	~18-20% (est.)
중동 & 아프리카	~0.3-0.4(약 4%)	~0.8-1.0	~18-20% (est.)
총합	8.4	27.7	26.9%

주요 트렌드 및

성장 요인

- 온디바이스 AI 기술 개발이 급속하게 증가하고 있으며, 기술 성장을 이끄는 몇 가지 핵심 트렌드와 요인은 다음의 요소를 중심으로 예측할 수 있다.
- **실시간 분석 및 의사결정**: 온디바이스 AI는 최소한의 지연으로 임상에서 필요로 하는 데이터를 처리하여 심정지, 부정맥 등과 같은 위급 상황에서 빠른 대응을 가능케 한다. 현재 활발하게 사용되고 있는 스마트 디바이스 연계 클라우드를 거치지 않고 기기 내에서 바로 진단 결과를 도출할 수 있기 때문에 응급 진료에 매우 유리하게 서비스될 수 있다.
- **민감 의료 관련 정보 보호**: 측정된 데이터를 의료기기 내에서 처리함으로써 환자의 민감한 건강 정보가 외부 서버로 전송되지 않으며, 데이터 유출 가능성을 줄이고 GDPR(EU 「일반데이터보호규정」) HIPAA(미국 「의료정보보호법」) 등과 같은 법적 규제를 준수할 수 있다.
- **측정의 연속성(네트워크 의존도 감소)**: 네트워크 연결이 불안정한 환경(예: 기내, 지하, 통신 인프라가 열악한 지역이나 국가 등 통신이 불가능한 상황)에서도 온디바이스 AI가 적용된 의료기기는 분석을 수행할 수 있기 때문에 네트워크 연결 없이 중요한 AI 기능을 활용할 수 있다.
- **지속적 건강 모니터링 및 개인 맞춤형 진료**: AI 알고리즘이 장시간 축적된 생체 신호 데이터를 분석하여 질환의 조기 발견이나 개인 맞춤형 건강관리 솔루션 제공이 가능하다.
- **에지 컴퓨팅 기술의 발전**: 소형·저전력 AI 가속 칩과 메모리 기술의 발전으로 인해 다양한 AI 모델을 웨어러블 및 휴대용 의료기기에 탑재할 수 있게 되었다(예: NVIDIA의 Jetson, Ambiq의 Apollo 등).

- **원격 진료 및 웨어러블 수요 증가:** COVID-19 팬데믹 이후 원격 진료 및 자가 건강관리 기기의 수요가 증가하면서 온디바이스 AI의 필요성이 지속해서 발생하고 있다.
- **규제 기관의 긍정적 움직임과 산업 투자 확대:** FDA 및 유럽의 규제기관들이 AI 기반 의료기기 승인 건수를 확대하면서 산업계도 AI 의료기기 R&D에 적극 투자하고 있다.
- 이러한 요인들은 의료계의 수요와 기술적 가능성에 바탕을 둔 공급 측면에서 온디바이스 AI 시장의 성장을 동시에 촉진하고 있다.

4. 결론 및 향후 전망

- 2025년 현재 온디바이스 AI는 의료기기 산업에 변화를 가져올 수 있는 강력한 기술적 모티브를 제공하고 있다. AI 모델의 진화에 따른 다양한 의료 서비스 모델이 전 세계적으로 개발·서비스되고 있으며, 각국의 의료 관련 규제의 난이도가 달라 이를 고려한 개발이 급속하게 진행되고 있다.
- 이러한 시점에서 온디바이스 AI 기술은 COVID-19 이후 의료기기 분야에서 새로운 기술적 진보를 가져올 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 이를 바탕으로 진단, 모니터링, 치료 보조까지 다양한 영역에서 AI 기능이 내장된 의료기기는 이제 단순한 옵션이 아니라 의료 현장에서 기대되는 기본 기능이 될 것이고, 더욱 강화된 성능을 요구할 것이다.
- 이러한 기술과 시장의 요구에 대응하기 위하여 관련된 규제의 점검 및 표준화 선도가 필요하며, 세계시장의 수요에 맞는 기술 개발이 병행되어야 한다.

1. Aayush Saxena, et. al., "Comprehensive Study on Performance Evaluation and Optimization of Model Compression: Bridging Traditional Deep Learning and Large Language Models", Innovation Hub, PricewaterhouseCoopers USA, 2024.07.22.; arXiv:2407.15904v1
2. Elias Frantar, et. al., "GPTQ: Accurate Post-Training Quantization for Generative Pre-trained Transformers", ICLR 2023 conference, 2023.03.22.; arXiv:2210.17323v2
3. Feiyang Chen, et. al., "Comprehensive Survey of Model Compression and Speed up for Vision Transformers", Journal of Information, Technology and Policy Vol. 2 Issue 1, pp. 1-12., 2024.04.04.; doi.org/10.62836/jitp.v1i1.156
4. Tim Dettmers, et. al., "QLoRA: Efficient Finetuning of Quantized LLMs", University of Washington, 2023.05.23.; arXiv:2305.14314v1
5. Yehui Tang, et. al., "A Survey on Transformer Compression", 2024.04.07.; arXiv:2402.05964v2
6. Yiran Chen, et. al., "A Survey of Accelerator Architectures for Deep Neural Networks", *Engineering* Vol. 6 Issue 3, pp. 264-274, 2020.03.
7. Yu Cheng, et. al., "A Survey of Model Compression and Acceleration for Deep Neural Networks", 2020.06.14.; arXiv:1710.09282v9
8. "AI In Medical Devices Global Market Report 2025", The Business Research Company, 2025.01.
9. "Artificial Intelligence in Medical Devices Market Set for Unprecedented Growth", The Business Research Company, 2024.02.16.
10. Max Maxfield, "Taking the Size and Power of Extreme Edge AI/ML to the Extreme Minimum", *Electrical Engineering Journal*, 2024.11.21.
11. Sujata Neidig, "CES 2025: Brighter Lives Driven by Wireless Connectivity", nxp.com, 2025.01.15.
12. "アンビック、Smartalyとエネルギー効率の高いAI対応の医療グレードECGモニターを開発", Ambiq Micro, Inc., 2024.03.21.
13. Ambiq社 홈페이지(ambiq.com)
14. noul社 홈페이지(noul.com/en/milab)
15. NXP社 홈페이지(nxp.com)
16. 삼성전자 갤럭시 워치7 홈페이지

AI 융합 가속화, 혁신 신약 개발 및 제조 패러다임 전환 시대로

김형철 바이오PD | KEIT 바이오헬스실

김주은 교수 | 국민대학교 응용화학부 바이오의약전공

요약

- 인공지능(AI) 기술이 신약 개발 및 의약품 제조·생산 분야에 가져오는 혁신적인 변화와 패러다임 전환을 심층적으로 분석했다.
- AI는 후보 물질 발굴부터 임상 시험, 약물 감시, 의약품 설계, 제제설계, 제조 공정 혁신, 연속생산, 스마트팩토리 기반의 제조 공정 최적화에 이르기까지 신약 개발 및 의약품 전 주기에 걸쳐 시간과 비용을 획기적으로 단축시키고 성공률을 높이는 핵심 동력으로 부상하고 있다.
- 최근 글로벌 제약사뿐만 아니라 바이오기업들은 AI 전담 부서를 신설하고 AI 스타트업과의 협력을 강화하는 등 AI 도입에 적극적이며, 각국 정부 또한 관련 산업 육성을 위한 정책 지원을 확대하고 있다.
- 머신러닝, 딥러닝, 자연어 처리, 생성형 AI, 양자 컴퓨팅 등 다양한 AI 기술들은 각각의 강점을 바탕으로 신약 개발 및 의약품 전 주기 중 특정 단계에서 활용되며, 데이터 의존성, 신뢰성 문제, 해석 난이도, 규제 문제 등 도전 과제도 안고 있다.
- 그럼에도 불구하고 AI는 맞춤형 의약품, 정밀의료 실현과 난치병 치료제 개발의 가능성을 높이며, 제약·바이오산업의 미래를 이끌어갈 핵심 요소 기술로 평가되고 있다.
- 본고에서는 이러한 AI 기술의 현황과 시장성, 정책 동향을 종합적으로 검토하고, 국내 산업의 경쟁력 강화를 위한 기술적·산업적·정책적 시사점을 제시하고자 한다. 특히 데이터 표준화 및 공유, AI 전문 인력 양성, 규제 합리화, 개방형 혁신 생태계 조성이 중요함을 강조하고자 한다.

1. AI 융합 가속화의 배경과 목적

배경 및 필요성

- 전통적인 신약 개발은 평균 10년 이상의 기간과 1조 원이 넘는 막대한 비용이 소요되며, 성공 확률 또한 매우 낮은 고위험·고수익 산업이다. 최근 이러한 비효율성을 극복하고 신약 개발의 속도와 성공률을 높이기 위한 대안으로 인공지능(AI)의 활용이 급부상하고 있다. AI는 방대한 생물의학 데이터를 분석하여 새로운 치료 타겟을 발굴하고 약물 후보 물질을 신속하게 스크리닝한다. 또한 제형 설계 및 제조 공정을 최소화하고 임상 시험 설계를 최적화하는 등 신약 개발의 전 과정에 혁신을 가져올 잠재력을 지니고 있다. 나아가 제약 생산 공정에도 AI를 접목하여 제조 공정 설계, 품질관리, 공정 최적화, 공급망 관리를 지능화함으로써 제조 패러다임의 전환을 이끌고 있다.
- 글로벌 팬데믹을 거치면서 백신과 치료제의 신속한 개발의 중요성이 더욱 강조되었으며, 이는 AI 기반 신약 개발 기술의 발전을 가속화하는 계기가 되었다. 따라서 AI 융합 가속화를 통한 신약 개발 및 제조 패러다임의 변화를 면밀히 분석하고, 이에 대한 전략적 대응 방안을 모색하는 것은 국가 바이오·헬스산업 경쟁력 강화에 필수적이다.

목적 및 범위

- 본 고에서는 AI 기술이 신약 개발 및 제조 분야에 미치는 영향을 다각도로 분석하고, 미래 전망과 정책적 시사점을 도출하는 것을 목적으로 했다. 구체적인 범위는 다음과 같다.
- AI 기반 신약 개발 및 제조 관련한 최근 국내외 기술 동향 분석
- 주요 AI 기술(머신러닝, 딥러닝, NLP, 생성형 AI 등)의 신약 개발 및 제조 적용 사례, 장단점 분석
- AI 신약 개발 및 제조 시장의 규모, 성장 전망, 주요 플레이어 분석
- 주요국의 AI 신약 개발과 제조 관련 정책 및 규제 동향 분석
- 국내 AI 신약 개발과 제조 산업의 발전 및 경쟁력 강화를 위한 시사점과 정책적 제언 도출

2. AI 기반 신약 개발 및 제조 동향과 분석

최근 동향

- AI는 신약 개발의 초기 연구 단계부터 제조와 시판 후 관리에 이르기까지 의약품 전 주기에 걸쳐 활용 범위가 확대되고 있으며, 특히 후보 물질 발굴과 설계, 비임상·임상 시험 효율화에 대한 기대가 크다. 글로벌 대형 제약사(Big Pharma)들은 자체 AI 역량 강화와 함께 AI 전문기업과의 오픈 이노베이션을 적극 추진 중이다. 한국도 정부 주도의 지원책과 기업들의 투자 확대로 AI 신약 개발 생태계가 빠르게 성장하고 있다. 생성형 AI의 등장은 약물 설계와 최적화에 새로운 가능성을 제시하며 주목받고 있다.

전세계 “AI기반 의약품 개발”은

글로벌 대형 제약기업을 중심으로 최근 주목받고 있는 인공지능기술과 빅데이터를 의약품 개발과정에 도입하여 개발 비용과 시간을 줄이려는 시도가 이루어지고 있으나 **AI기반의 안전성, 유효성, 품질, 제조 생산, PK를 수시·가내 전반적인 의약품전주기를 종합적으로 예측하는 시도는 매우 제한적임.**

미국

Pfizer, TEVA: IBM의 왓슨 포 드럭디스커버리' 활용 신약개발 착수
Merck: Atomwise와 제후로 에볼라 신약후보물질 발견
대학 중심의 산학연 R&D
미국방고등연구계획국

EU

Janssen: Benevolent AI와 제후로 난치성질환 신약후보물질 발굴 및 임상단계 후보물질평가 진행
AI위원회/앨런튜링연구소
인공지능청

대한민국

경부주도: 인공지능과 빅데이터 활용연구진흥
과학기술정보통신부
과학기술정책/산업통상자원부
대형제약사: IT솔루션 기업과 협력을 모색하는 단계
대기업제약사 위주
중소 AI 신약기업 현재 주도

일본

Karydo Therapeutics: 인간의 피험물질의 작용을 예측하기 위한 인공지능 모델개발
IRIS INC: 유전자 분석용 인공지능 시스템
이화학연구소/교토대학
일본문부과학성 지원

1) 글로벌 AI 기반 신약 개발과 제조 동향

- 글로벌 제약 시장에서 AI는 ‘게임 체인저’로 인식되면서 적극적인 투자가 이루어지고 있다. 화이자(Pfizer), 로슈(Roche), 노바티스(Novartis) 등 다국적 제약사들은 자체 AI 연구팀을 확대하고, 구글(Google), 엔비디아(NVIDIA) 같은 빅테크 기업 및 인실리코 메디슨(Insilico Medicine), 엑센시아(Exscientia), 리커전 파마슈티컬스(Recursion Pharmaceuticals) 등 AI 신약 개발 전문기업과의 파트너십을 강화하고 있다. 최근에는 단순히 후보 물질 발굴을 넘어 약물 작용 기전 규명, 약물 재창출, 임상 시험 환자 매칭 및 데이터 분석, 스마트팩토리 기반의 연속 공정과 품질 관리 등 제조 혁신에도 AI가 활발히 적용되고 있다. 특히 생성형 AI를 활용한 신규 화합물 구조 생성 및 단백질 설계 기술이 주목을 받으면서 2024년 이후 실제 신약 파이프라인으로 이어지는 사례들이 보고되고 있다. 최근엔 데이터 공유 플랫폼 구축과 국가 차원에서의 표준화 노력도 활발히 진행 중이다.

2) 국내 AI 기반 신약 개발과 제조 동향

○ 국내에서도 AI를 활용한 신약 개발이 빠르게 확산되고 있다. 정부는 ‘AI 신약 개발 육성 전략’ 등을 통해 데이터 구축, 플랫폼 개발, 규제 개선, 전문 인력 양성 등을 지원하고 있다. 스탠다임(Standigm), 신테카바이오(Syntekabio), 온코크로스(Oncocross), 파로스아이바이오(Pharos iBio) 등 다수의 AI 신약 개발 기업들이 자체 플랫폼을 기반으로 후보 물질을 발굴하고 기술 이전 성과를 내고 있다. 대형 제약사들도 AI 전담팀을 구성하거나 관련 기업에 투자하는 등 AI 도입에 적극적이다. 삼성바이오로직스와 같은 CDMO(위탁개발생산) 기업들도 제조 공정 효율화 및 품질 관리를 위해 AI 및 디지털 트랜스포메이션(Digital Transformation)을 추진하고 있다. 아직 초기 단계이지만, AI 기반 신약 파이프라인의 임상 진입 사례가 점차 증가할 것으로 예상되며, 제조 분야에서의 AI 도입도 확산될 전망이다.

국내외 기술 및 제품 현황

○ 해외에서는 Insilico Medicine, Exscientia 등이 AI 플랫폼을 통해 실제 임상 단계에 진입한 신약 후보 물질을 다수 배출하고 있다. 국내 기업들도 자체 개발한 AI 플랫폼으로 신약 개발 초기 단계에서 성과를 내고 있다. 이러한 플랫폼들은 주로 화합물 스크리닝, 타겟 발굴, 약물-단백질 상호작용 예측, 제형 설계, 제조 공정 최적화 등에 활용되며, 최근에는 생성형 AI를 접목한 신규 물질 설계 기술도 등장하고 있다. 제조·생산 분야에서는 공정 데이터 분석을 통한 수율 향상 및 품질 예측 솔루션이 개발되고 있다.

1) 글로벌 주요 AI 기술 플랫폼과 솔루션 현황

- **Insilico Medicine(홍콩)**: 생성형 AI 플랫폼 ‘Chemistry42’와 타겟 발굴 플랫폼 ‘PandaOmics’를 활용하여 특발성 폐섬유증 치료제 후보 물질(INS018_055)을 발굴하여 임상 2상 진행 중. AI가 설계부터 임상 후보 선정까지 주도한 대표적 사례
- **Exscientia(영국)**: AI 디자인 플랫폼 ‘Centaur Chemist’를 통해 면역 항암제, 정신질환 치료제 등 다수의 파이프라인을 개발. BMS, 사노피(Sanofi) 등과 협력하여 AI 기반으로 설계된 약물이 임상에 빠르게 진입하는 성과
- **Recursion Pharmaceuticals(미국)**: 자동화된 실험 로봇과 AI를 결합한 ‘Recursion OS’ 플랫폼으로 대규모 표현형 스크리닝을 통해 희귀 질환 및 항암제 후보 물질 발굴
- **Atomwise(미국)**: 딥러닝 기반 스크리닝 기술 ‘AtomNet’으로 방대한 화합물 라이브러리에서 신약 후보 물질을 예측
- **Schrödinger(미국)**: 물리 기반 모델링과 머신러닝을 결합한 플랫폼으로 정밀한 분자 모델링 및 약물 설계 지원

2) 국내 주요 AI 기술 플랫폼과 솔루션 현황

- **스탠다임(Standigm)**: AI 기반 신약 후보 물질 발굴 플랫폼 ‘Standigm BEST®’ ‘Standigm ASK®’ ‘Standigm Insight’ 등을 통해 재발성 신경교종, 파킨슨병 치료제 등 자체 파이프라인 및 공동 연구 파이프라인을 개발
- **신테크바이오(Syntekabio)**: 유전체 빅데이터와 AI를 결합한 ‘DeepMatcher®’(신약 후보 물질 발굴), ‘NEO-ARS™’(신생 항원 예측) 플랫폼 보유. 코로나19 치료제 후보 물질 발굴 등 성과
- **온코크로스(Oncocross)**: AI 기반 약물 발굴 플랫폼 ‘ONCOfind.AI™’ ‘RAPTOR.AI™’ 등을 통해 기존 약물의 새로운 적응증을 찾는 약물 재창출 연구 및 신규 타겟 발굴
- **퀀텀인텔리전스(Quantum Intelligence)**: 생성형 AI 기반 플랫폼 ‘QUEST’를 활용하여 신장암, 흑색종, 췌장암 등 방사성 동위원 치료제, 분자 접착제(Molecular glue) 등의 신약 파이프라인 개발과 ‘QuestPharma-AI’를 활용하여 약동학(Pharmacokinetics) 전임상 동물실험 예측
- **알케(Alche)**: AI 기반 의약품 제조 공정 설계, 불순물 예측, 독성 평가 통합 지원 플랫폼 ‘PRIME’을 통한 대한민국형 ‘DEREK’ ‘SARAH’ 등(유전독성불순물 예측 프로그램)을 대체할 수 있는 의약품 전 주기 품질관리 솔루션 개발 중
- **파로스아이바이오(Pharos iBio)**: 자체 AI 플랫폼 ‘Chemiverse™’를 활용하여 희귀 난치성 질환 치료제 개발. 주요 파이프라인 임상 진행 중
- **디어젠(Deargen)**: 딥러닝 기반 신약 개발 플랫폼 ‘DearDTI’를 활용하여 약물-타겟 상호작용 예측 및 신규 화합물 설계
- **국민대학교**: 2022년 AI 기반 의약품 제형 설계 및 제조 공정 설계 플랫폼 개발. 2025년 의약품 불순물 예측, 안전성/유효성 플랫폼 개발 등 AI 기반 의약품 전 주기 통합 솔루션 개발 중

3) 혁신 AI 신약 파이프라인 및 제조 공정 적용 사례

- **신약 파이프라인**: 앞에 언급된 Insilico Medicine의 ‘INS018_055’ 외에도 Exscientia가 개발한 ‘EXS21546(A2a 수용체 길항제)’ 등이 AI를 통해 발굴되어 임상 단계에 진입했다. 국내에서도 스탠다임, 파로스아이바이오 등이 AI로 발굴한 후보 물질의 전임상 및 초기 임상 연구를 진행 중이다.
- **의약품 설계**: 국민대의 AI 기반 의약품 제형 설계 및 제조 공정 설계가 가능한 플랫폼이 몇몇 제약기업에서 사용 중이며, 제제 설계 지원 프로그램으로 사용되거나 QbD(Quality by Design) 기반 제조 공정 설계에 사용되는 등 합성 의약품 제형 및 제조 공정 설계에 적용되고 있다.
- **제조 공정 및 품질관리**: 글로벌 제약사들은 바이오리액터(세포 배양기) 데이터의 실시간 분석을 통한 생산 최적화, 이미지 인식을 통한 품질 검사 자동화, 예측 유지

보수를 통한 설비 가동률 향상 등에 AI를 적용하고 있다. 예를 들어 Siemens, GE Healthcare 등은 제약 스마트팩토리 솔루션을 제공하며, AI를 활용한 공정 분석 도구(PAT) 및 디지털트윈 기술을 통해 생산 효율성과 품질 일관성을 높이고 있다. 국내 CDMO 기업들도 스마트팩토리 구축에 AI 도입을 검토·추진 중이다.

시장성 분석

- 글로벌 AI 신약 개발 시장은 연평균 30~40%대의 높은 성장률을 보이며, 전체 AI 시장 규모는 2023년 512억 달러(72조 원)에서 연평균 20.8%씩 성장하여 2028년 1,318억 달러 규모의 시장 형성이 예상된다(Markets and Markets). AI 기반 기술 중 의료, 의약품 개발, 바이오 공정 등에 활용되어 향후 AI 기반 의약품 개발 전 분야는 100억 달러(14조 원) 시장으로 급성장할 것으로 전망된다. 국내 시장 역시 정부 지원과 기업 투자 확대로 빠르게 성장하고 있으며, 특히 신약 개발 초기 단계에서 시간과 비용 절감 효과에 대한 기대가 크다. R&D 생산성 향상, 맞춤형 치료제 개발 수요 증가가 주요 성장 동인이며, 데이터의 질과 양, 규제 불확실성, 초기 투자 비용 등이 저해 요인으로 작용할 수 있다.


2,166조원/년
연6% 성장
연2,800조원 성장

전세계 “의약품시장동향”은

약 2,166조 원(1조 4,820억 달러, 2022년 기준)으로, 최근 5년간(2019~2024년) 연평균 약 6%의 성장률을 보임. 이는 국내 주력산업인 반도체, 자동차, 조선시장의 합계를 넘는 규모이며 '27년에는 2,800조원으로 성장할 것으로 기대됨.


31.4조원/년
연 4.5% 성장
세계10위권

우리나라 “의약품시장동향”은

31.4조원(2023년 기준)으로, 최근 5년간(2019~2024년) 연평균 8.2%의 성장률을 보이고 있으며 국가별 의약품 시장 순위로 10위이며 글로벌 시장 규모임. 국내총생산 GDP성장률(3.8%)보다 2배 이상 높음.


512억\$
>20.8%성장
100억\$ 이상 성장

전세계 “AI기반 의약품개발”은

AI 전체 시장 규모는 23년 512억 달러(72조원)에서 연평균 20.8% 성장하여 28년 1,318억 달러 규모의 시장 형성이 예상되며(출처:MarketsandMarkets) AI 기반 기술 중 의료, 의약품개발, 바이오공정 등에 활용되어 향후 AI 기반 의약품개발에는 100억 달러(14조원) 시장으로 급성장 전망

대한민국

대한민국 의약품 산업은 국가 미래신성장 동력산업으로 주목받고 있으나 의약품 제조시 유연물질, 안전성/유효성, 체내동태확인까지 상당한 시간과 비용이 소요되어 글로벌 진출을 위한 높은 진입장벽이 존재함.

유연물질/불순물 안전성/유효성 체내동태확인

1) 글로벌 AI 신약 개발과 제조 시장 규모 및 전망

- 글로벌 AI 신약 개발 시장은 매우 가파른 성장세를 보이고 있다. 시장조사기관에 따라 다소 차이는 있으나, 2023년 약 10억~20억 달러 규모에서 연평균 30~40% 이상 성장하여 2030년에는 100억 달러에서 많게는 500억 달러 규모에 이를 것으로 예측된다(2025년 현재 시점에서는 2023년 기준 약 15~25억 달러, 2030년 200~600억 달러 수준으로 상향 예측이 가능). 특히 약물 발굴 단계에서의 AI 활용이 시장 성장을 견인하고 있으며, 임상 시험 및 제조 분야로의 확대도 빠르게 진행

중이다. 제약 제조 분야에서의 AI 시장 역시 스마트팩토리 확산과 함께 꾸준히 성장할 것으로 보인다.

2) 국내 AI 신약 개발과 제조 시장 규모 및 전망

○ 국내 AI 신약 개발 시장도 초기 단계이지만 성장 잠재력이 매우 높다. 2023년 기준 약 수백억 원 규모로 추정되며, 정부의 적극적인 지원 정책과 제약사나 바이오테크의 투자 확대로 향후 연평균 30% 이상의 고성장이 예상된다. 2027년경에는 조 단위 시장으로의 성장 가능성도 점쳐진다. 다만 글로벌 시장에 비해 아직 규모가 작을 뿐 아니라 성공적인 상용화 사례의 확보가 중요한 과제다. 제조 분야의 AI 도입은 대형 제약사와 대형 CDMO 기업을 중심으로 시작되고 있으나, 중소 제약사로의 확산에는 시간이 더 필요할 것으로 보인다.

3) 시장 성장 동인과 저해 요인

○ 성장 동인

- 신약 개발 R&D 생산성 향상 및 비용 절감 요구 증대
- 대규모 생물학 빅데이터(유전체, 단백질, 화학 라이브러리 등)의 축적과 접근성 향상
- AI 알고리즘과 컴퓨팅 기술의 발전(GPU 성능 향상 등)
- 의약품 설계, 제조 공정, 제조 혁신, 연속 생산, 정밀의료 및 맞춤형 치료제에 대한 수요 증가
- 희귀·난치성 질환 극복을 위한 신약, 혁신 기술의 필요성 대두
- AI 신약 개발 기업에 대한 투자 확대와 M&A 활성화

○ 저해 요인

- 고품질 학습 데이터의 부족 및 데이터 편향성·신뢰성 문제
- AI 모델의 '블랙박스' 특성으로 인한 결과 해석 및 신뢰성 확보의 어려움
- AI 개발 신약에 대한 규제 기준과 가이드라인 미비 또는 불확실성
- AI 시스템의 도입과 운영을 위한 초기 투자비용 부담
- AI 및 신약 개발 융합을 위한 전문 인력 부족
- 데이터 보안 및 개인정보 보호 문제

주요국의 정책 동향

○ 미국, 유럽, 중국, 일본 등 주요 선도국들은 AI를 활용한 신약 개발 및 제조 혁신을 국가 경쟁력의 핵심 요소로 인식하고, 대규모 R&D 투자, 데이터 인프라 구축, 규제 합리화, 전문 인력 양성 등 다각적인 지원 정책을 추진하고 있다. 우리나라도 'AI·바이오헬스 융합 성장 전략' 등을 통해 생태계 조성에 힘쓰고 있지만, 글로벌 스탠다드에 부합하는 규제 개선과 실질적인 기업 지원 강화가 요구된다.

1) 해외 주요국의 AI 신약 개발 및 제조 지원 정책

- **미국**: 국립보건원(NIH)을 중심으로 ‘Bridge2AI’ ‘AIM-AHEAD’ 등 대규모 AI·데이터 이니셔티브를 추진하고 있으며, AI 신약 개발 연구에 막대한 예산을 투입하고 있다. FDA는 ‘AI/ML Action Plan’을 통해 AI 기반 의료기기와 소프트웨어에 대한 규제 프레임워크를 마련하고, 신약 개발에서의 AI 활용 가이드라인을 제시하는 등 선도적인 역할을 하고 있다.
- **유럽연합(EU)**: ‘Horizon Europe’ 프로그램을 통해 AI 연구와 혁신을 지원하며, 유럽 의약품청(EMA)은 AI 활용에 대한 규제 논의를 활발히 진행 중이다. 특히 데이터 공유와 활용을 위한 ‘European Health Data Space(EHDS)’ 구축은 중요한 정책이다.
- **중국**: ‘차세대 인공지능 발전 계획’ 아래 AI를 국가 전략 기술로 육성하고 있으며, AI 신약 개발을 중점 분야로 선정하여 정부 차원의 대규모 투자와 지원을 아끼지 않고 있다. 바이오헬스 데이터 플랫폼 구축 및 인재 유치에도 적극적이다.
- **일본**: ‘의료 분야 연구 개발 촉진 계획’ 등을 통해 AI 신약 개발을 지원하고 있으며, 일본의료연구개발기구(AMED)를 중심으로 연구 자금을 지원하고 데이터 공유 플랫폼을 구축하고 있다.

2) 국내 AI 신약 개발 및 제조 지원 정책

- 과학기술정보통신부, 보건복지부, 산업통상자원부 등 관계 부처 합동으로 ‘AI·바이오헬스 융합 성장 전략’ ‘디지털 바이오 혁신 전략’ 등을 발표하면서 AI 신약 개발 및 제조 혁신 생태계 조성을 위한 정책을 추진하고 있다. 주요 내용은 다음과 같다.
 - **데이터 인프라 구축**: AI 신약 개발 플랫폼인 ‘K-MELLODDY’ 구축, 국가 바이오 데이터 스테이션인 ‘K-BDS’의 운영, 보건의료 데이터 활용 가이드라인 마련 등
 - **AI 기반 의약품 전 주기 플랫폼**: 산업부의 바이오산업기술개발사업(맞춤형 진단 치료 제품) 중 “인공지능(AI) 기반 의약품 전 주기 지원 통합 솔루션 개발 및 기업 지원 사업”으로 의약품 유연 물질, 안전성, 유효성, PK 등 AI 기반 예측 플랫폼 개발 사업을 시행하여 실질적인 솔루션 개발과 가이드라인 마련, 기술 서비스 실증 등을 추진 중
 - **R&D 지원 확대**: 과학기술정보통신부, 보건복지부, 산업통상자원부 등 관계 부처 합동으로 AI 신약 개발, 제형 설계, 제조 공정, 비임상 예측 관련 대형 연구 개발 사업 추진, AI 활용 혁신 신약 발굴, 제조 공정 및 비임상·임상 지원
 - **규제 합리화**: AI 기반 신약 및 의료기기 인허가 가이드라인 마련, 규제 샌드박스 운영
 - **전문 인력 양성**: AI·바이오 융합 교육 프로그램 확대 및 전문 인력 양성 사업 추진
 - **스마트팩토리 지원**: 제약·바이오 분야 스마트공장 구축 지원 및 고도화 사업

1) 핵심 요소 기술의 종류 및 사용 분야

○ AI 융합 신약 개발 및 제조에는 다음과 같은 핵심 AI 기술들이 활용된다.

- **머신러닝(Machine Learning)**: 데이터를 기반으로 학습하여 특정 작업을 수행하는 알고리즘. 신약 개발에서는 화합물의 활성, 독성 예측(QSAR, ADMET) 및 환자 데이터 분석 등에 주로 활용된다.
- **딥러닝(Deep Learning)**: 머신러닝의 한 분야로, 인간의 신경망을 모방한 심층신경망(DNN)을 사용. 이미지, 음성, 텍스트 등 복잡한 데이터에서 특징을 스스로 학습하여 높은 예측 정확도를 보이며, 신규 화합물 구조 생성, 유전자 변이 분석, 질병 진단 등에 적용된다.
- **자연어 처리(Natural Language Processing, NLP)**: 인간의 언어를 컴퓨터가 이해하고 처리하는 기술. 방대한 의학 논문, 특허, 전자의무기록(EMR) 등에서 정보를 추출·분석하여 약물의 상호작용 연구, 임상 시험 설계 최적화, 약물 감시 등에 기여한다.
- **컴퓨터 비전(Computer Vision)**: 이미지나 비디오에서 정보를 추출하고 이해하는 기술. 세포 이미지 분석을 통한 약물 스크리닝, 의료 영상(CT, MRI) 분석을 통한 질병 진단 및 예후 예측, 제약 제조 공정에서의 이물질 검출 등 시각 정보 기반 분석에 활용된다.
- **강화학습(Reinforcement Learning)**: 에이전트가 환경과의 상호작용을 통해 보상을 최대화하는 행동을 학습하는 방식. 최적의 분자 구조 설계, 치료 전략 수립, 로봇 제어 등 순차적으로 의사결정이 필요한 문제에 적용될 잠재력이 있다.
- **생성형 AI(Generative AI)**: 기존 데이터를 학습하여 새로운 데이터(텍스트, 이미지, 분자 구조 등)를 창조하는 AI. 신약 개발에서는 새로운 약물 후보 물질이나 단백질 구조를 설계하고 생성하는 데 혁신적인 역할을 하며, 약물 개발 초기 단계의 가능성을 확장한다.
- **AI 기반 로봇 자동화(AI-based Robotic Automation)**: AI 알고리즘과 로봇 기술을 결합하여 실험, 샘플 처리, 제조 공정 등을 자동화하는 기술. 고효율 스크리닝(HTS, High-Throughput Screening), 액체 핸들링, 세포 배양, 품질 관리 등에서 인간의 개입을 최소화하고 효율성과 재현성을 높인다.

2) 각 기술의 장단점

기술 종류	장점	단점
머신러닝 (Machine Learning)	- 대규모 데이터에서 패턴 인식, 예측 모델 구축 용이 - QSAR·ADMET 예측, 환자 표현형 분석 등에 활용 - 다양한 알고리즘 존재	- 데이터의 질과 양에 크게 의존 - 과적합(Overfitting) 문제 발생 가능 - 복잡한 비선형 관계 모델링에 한계
딥러닝 (Deep Learning)	- 복잡한 패턴 및 고차원 데이터 (이미지, 염기서열 등) 처리에 강력 - 특징 추출 자동화 - 신규 화합물 설계, 타겟 발굴에 우수	- 방대한 학습 데이터와 높은 컴퓨팅 자원 필요 - 모델의 '블랙박스' 특성으로 결과 해석 어려움 - 과적합 위험 상존
자연어 처리 (NLP)	- 방대한 논문, 특허, 임상 데이터 등 비정형 텍스트 정보 추출 및 분석 - 약물 상호작용, 부작용 정보 수집, 임상 시험 프로토콜 분석	- 문맥 이해의 어려움, 전문용어 처리 한계 - 언어의 모호성 및 다양성으로 인한 분석 오류 가능성 - 고품질 데이터셋 부족
컴퓨터 비전 (Computer Vision)	- 의료 영상(현미경, MRI 등) 분석, 세포 이미지 기반 스크리닝, 제조 공정 시각적 품질 검사 자동화 - 약물 반응 시각화	- 고해상도 이미지 데이터 및 정확한 레이블링 필요 - 다양한 조건에서의 일반화 성능 확보 어려움 - 조명, 각도 등 환경 변화에 민감
강화학습 (Reinforcement Learning)	- 순차적 의사결정 문제 최적화 - 약물 분자 구조 디자인, 치료 프로토콜 최적화, 로봇 제어 등에 잠재력	- 보상 함수 설계 어려움 - 학습에 많은 시행착오 필요 - 실제 생물학적 시스템 적용 시 안전성 및 효율성 문제
생성형 AI (Generative AI)	- 기존에 없던 새로운 약물 후보 구조, 단백질 서열, 치료법 등 생성 가능 - 신약 개발 초기에 탐색 단계 혁신	- 생성된 결과물의 실제 유효성 및 안전성 검증 필수 - '환각(Hallucination)' 현상으로 인한 비현실적 결과 생성 가능 - 데이터 편향성 문제
AI 기반 로봇 자동화 (AI-based Robotic Automation)	- 실험 과정 자동화로 재현성 및 효율성 증대(HTS) - 제조 공정 자동화 및 정밀 제어	- 초기 설치 및 유지보수 비용 높음 - 특정 작업에 대한 유연성 부족 가능 - 복잡한 비정형 작업 처리 어려움

3. AI 신약 개발과 제조 산업 경쟁력 강화를 위한 시사점

결론

○ 본문에서 언급한 바와 같이 AI 기술은 신약 개발 및 제조 분야에서 혁신적인 변화를 주도하며, 전통적인 패러다임을 전환시키고 있다. 글로벌 시장은 AI를 활용한 신약 개발과 제조 혁신에 대한 투자와 연구가 폭발적으로 증가하고 있으며, 주요 제약사들과 AI 전문기업, 빅테크 기업 간 협력이 활발하게 이루어지고 있다. 국내에서도 정부의 정책적 지원과 기업들의 노력으로 AI 의약품 개발 생태계가 빠르게 성장하고 있으나, 아직 초기 단계로 글로벌 경쟁력 확보를 위한 노력이 더욱 필요하다.

- 머신러닝, 딥러닝, NLP, 생성형 AI 등 다양한 AI 기술들이 신약 개발 및 의약품 개발 전 주기(후보 물질 발굴, 전임상, 임상, 제조, 시판 후 관리)에 걸쳐 적용되고 있으며, 각각의 기술은 고유한 장단점이 있어 특정 문제 해결에 기여하고 있다. 시장은 높은 성장 잠재력을 보유하고 있으나, 데이터의 질과 양, 규제 문제, 전문 인력 부족, 실증 데이터 등 해결해야 할 과제도 산재해 있다. 주요국들은 AI 신약 개발 및 의약품 전 주기 개발을 국가 전략 산업으로 육성하기 위해 적극적인 정책 지원을 펼치고 있으며, 우리나라도 이에 발맞춘 체계적인 지원 확대가 요구된다.
- 미국과 중국의 글로벌 패권 경쟁과 대내외 저성장 기조, 그리고 각국의 리쇼어링 현상에 의해 대한민국의 미래는 밝지 않은 상황이다. 그중 대한민국의 제약·바이오산업은 고부가가치를 창출하는 신성장 동력이자 한국 경제를 이끌 미래 먹거리 산업으로 주목받고 있으나, 시장의 핵심 경쟁력이 미진하여 해외 선도국에 밀리는 실정이다. 이를 극복하기 위해 AI 융합 가속화 연구, 디지털 전환 의약품 제조 혁신 등 첨단 AI 기반 의약품 전 주기 기술이 적용되어야 한다. 이로 인해 제약·바이오산업의 경쟁력이 크게 상승하여 신약 개발 시간 및 제조 생산 비용 절감, 글로벌 경쟁력 강화, 의약품 산업 관련 전후방 산업의 발전, 고용 창출 효과까지 기대할 수 있을 것이다.

시사점

1) 기술적 시사점

- **고품질 데이터 확보 및 표준화**: AI 모델의 성능은 학습 데이터의 질과 양에 크게 좌우되므로 신뢰할 수 있는 대규모 생물의학 데이터(유전체, 단백질, 임상 정보, 화합물 라이브러리 등)의 확보, 통합, 표준화 및 공유 플랫폼 구축이 시급하다.
- **설명 가능한 AI(XAI) 연구 강화**: AI 모델의 '블랙박스' 문제를 해결하고, 예측 결과에 대한 신뢰성과 해석 가능성을 높이기 위한 XAI 기술 개발 및 적용 노력이 필요하다. 이는 규제 승인 및 의료 현장 수용성 제고에 중요하다.
- **융합 기술 개발 및 다학제 연구 촉진**: AI 기술 자체의 발전뿐만 아니라 생물학, 화학, 의학, 약학 등 도메인 지식과의 효과적인 융합이 필수적이다. 다양한 분야 전문가들 간의 협업을 통한 다학제 연구 환경 조성이 중요하다.
- **생성형 AI의 윤리적·기술적 검증**: 새로운 가능성을 제시하는 생성형 AI의 경우 생성된 결과물의 실제 유효성, 안전성, 독창성에 대한 엄밀한 검증 체계와 윤리적 가이드라인 마련이 병행되어야 한다.

2) 산업적 시사점

- **오픈 이노베이션 활성화**: 제약사, 바이오테크, AI 전문기업, 학계, 연구기관 간 기술 교류 및 공동 연구, M&A 등 개방형 혁신 생태계를 조성하여 시너지를 창출해야 한다. 특히 AI 스타트업의 성장을 위한 투자 유치와 사업화 지원이 중요하다.
- **AI 신약 개발 성공 사례 창출**: 실제 AI를 통해 개발된 신약이 임상 단계를 성공적으로 통과하고 상용화되는 '킬러 애플리케이션'을 조속히 확보하여 기술의 가치를 입증하고 시장의 신뢰를 얻어야 한다.
- **제조 공정의 디지털 전환 가속화**: AI, IoT, 빅데이터를 활용한 스마트팩토리 구축을 통해 의약품 생산의 효율성, 품질, 유연성을 제고하고, 연속 생산 공정 도입 등 제조 패러다임 혁신을 추진해야 한다.
- **글로벌 시장 진출 전략 마련**: 국내 시장을 넘어 글로벌 시장에서 경쟁할 수 있는 독자적인 AI 플랫폼 기술력 확보와 함께 해외 파트너십 강화, 기술 수출 등 적극적인 해외 진출 전략이 필요하다.

3) 정책적 시사점

- **AI 신약 개발 R&D 투자 확대 및 장기적 지원**: 고위험·고수익 분야인 신약 개발의 특성을 고려하여 초기 탐색 연구부터 상용화까지 전 주기에 걸친 정부의 지속적이고 안정적인 R&D 지원이 필수적이다.
- **규제 과학 발전 및 합리적 규제 프레임워크 구축**: AI 기반 신약과 의료기기의 특성을 반영한 신속하고 유연한 인허가 가이드라인 및 심사 체계 마련이 시급하다. 규제 당국과 산업계, 학계 간 긴밀한 소통을 통해 예측 가능한 규제 환경을 조성해야 한다.
- **AI·바이오 융합 전문 인력 양성**: 대학, 대학원 과정에 AI와 바이오·헬스 분야를 융합한 교육과정을 확대하고, 산업 현장의 수요를 반영한 실무형 인재 양성 프로그램을 강화해야 한다.
- **데이터 거버넌스 및 활용 촉진**: 개인정보보호와 데이터 활용 간의 균형을 맞추는 데이터 거버넌스 체계를 확립하고, 안전한 환경에서 양질의 보건 의료 데이터가 연구와 산업 발전에 활용될 수 있도록 제도적 기반을 마련해야 한다.
- **국가적 AI 신약 개발 컨트롤타워 기능 강화**: 부처 간 협력을 강화하고, 정책의 일관성과 효율성을 높일 수 있는 범부처 차원의 컨트롤 타워를 중심으로 중장기 발전 전략을 수립하고 추진해야 한다.

1. Alex Zhavoronkov, et. al., "Deep learning enables rapid identification of potent DDR1 kinase inhibitors", *Nature Biotechnology* Vol. 37 Issue 9, pp. 1038 – 1040., 2019.09.02.
2. Bhavik Shah, "Generative AI in the pharmaceutical industry: A new era of innovation", McKinsey & Company. 2023.
3. Debleena Paul, et. al., "Artificial intelligence in drug discovery and development", *Drug Discovery Today* Vol. 26 Issue 1, pp. 80 – 93., 2020.10.21.
4. Jiankun Lyu, et. al., "Ultra-large library docking for discovering new chemotypes", *Nature* Vol. 566, pp. 224 – 229., 2019.02.06.
5. John A. Vernon, et. al., "Pharmaceutical Manufacturing Efficiency, Drug Prices, and Public Health: Examining the Causal Links", *Drug information journal* Vol. 41, pp. 229 – 239., 2007.12.30.
5. Jonathan M. Stokes, et. al., "A Deep Learning Approach to Antibiotic Discovery", *Cell* Vol. 180 Issue 4(e13), pp. 688-702., 2020.02.20.
6. José Jiménez-Luna, et. al., "Drug discovery with explainable artificial intelligence", *Nature Machine Intelligence* Vol. 2, pp. 573 – 584., 2020.10.13.
7. Luke Rogers & Klavs F. Jensen, "Continuous manufacturing – the Green Chemistry promise?", *Green Chemistry* Vol. 21 Issue 13, pp. 3481-3498., 2019.05.21.
8. Nic Fleming, "How artificial intelligence is changing drug discovery", *Nature* 557, S55-S57, 2018.05.30.
9. Sara Sikora, Blythe Hurley & Anya George Tharakan, "Intelligent drug discovery: Powered by AI", Deloitte Insights, 2019.
10. Spencer D. Schaber, et. al., "Economic Analysis of Integrated Continuous and Batch Pharmaceutical Manufacturing: A Case Study", *Industrial & Engineering Chemistry Research* Vol. 50 Issue 17, pp. 10083-10092., 2011.07.27.
11. Tomás Seosamh Harrington, et. al., "Making the business case for continuous manufacturing in the pharmaceutical industry", POMS 25th Annual Conference(2014 Atlanta), Production and Operations Management Society, 2014.05.09.-12.
12. "AI in Drug Discovery Market Size, Share & Trends Analysis Report", Global Market Insights, 2024.
13. "Global Markets for Artificial Intelligence in Drug Discovery", BCC Research, 2023.09.
14. "The global use of medicine in 2019 and outlook to 2023", IQVIA Institute, 2019.01.29.
15. "Growth Opportunities in Intelligent Drug Discovery & Development", Frost & Sullivan, 2025.05.05.; frost.com/growth-opportunity-news/techvision/growth-opportunities-in-intelligent-drug-discovery-development-kts-cim-sn/
16. "Guidance for Industry PAT-A Framework for Innovative Pharmaceutical Development, Manufacturing, and Quality Assurance.", U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration, 2004.09.
17. "IQVIA market prognosis", IQVIA, 2018-2022.; cphi.com/content/dam/Informa/cphi/korea/en/2020/pdf-files/market-reports/HLN19CPK-SP-IQVIA%20Korea%20Market%20Prognosis%202018%202022.pdf
18. "2018 연도별 국가별 원료의약품 수입 규모 추이", 식품의약품안전처·의약품수출입협회, 2022.04.07.
19. "2021 글로벌 보건산업 시장 규모(2015-2026)", 한국보건산업진흥원.

20. 신유원 외, 「2020년 제약산업 분석보고서」, 한국보건산업진흥원, 2021.03.
21. 이상현 외, 「디지털 전환에 대응한 국내 제조혁신역량 분석과 정책과제」, 산업연구원, 2019.11.
22. 정순규 외, 「국내외 원료의약품 산업 현황 및 지원정책 연구」, 한국보건산업진흥원, 2021.11.
23. 조재현·류준형, “바이오 의약품 제조 시스템 혁신을 위한 도전과 전망”, 「NICE」 제39권 5호, 한국화공학회, pp. 556-570., 2021.10.
24. “AI 기반 신약 개발 국내외 동향 및 정책 제언”, 한국보건산업진흥원, 2023.
25. “AI 신약 개발 산업 동향 및 발전 과제”, 한국바이오협회, 2024.
26. 「AI 활용 신약 개발 가속화 전략」, 보건복지부·과학기술정보통신부, 2022.
27. 「글로벌 AI 신약 개발 시장 및 기술 동향 분석」, 국가생명공학정책연구센터, 2023.
28. 「디지털·바이오헬스 혁신 및 경쟁력 강화 방안」, 과학기술정보통신부, 보건복지부 등 관계부처 합동, 2023.
29. 「업종별 특화(의약품 업종) 스마트공장 구축 지원사업」 공고,
중소벤처기업부·(재)한국혁신의약품컨소시엄
30. 「인공지능(AI) 기반 의료제품의 개발 동향 및 규제 과학 연구 보고서」, 식품의약품안전처, 2024.
31. 「인공지능(AI) 기반 신약 개발 지원을 위한 가이드라인(안)」, 식품의약품안전처
식품의약품안전평가원, 2023.
32. 「제3차 제약바이오산업 육성·지원 종합계획」(2023~2027), 보건복지부, 2023.03.24.
33. 김성재, “바이오의약품 연속정제공정 도입 현황과 전망”, 「주간 KDB리포트」, 2020.08.24.
34. 김태윤, “지난해 사상 최대 실적 쓴 삼바·SK바사...“올해는 더 좋다””, 중앙일보, 2022.01.18.
35. 류난영, “지난해 의약품 수출 규모 첫 40억달러 돌파”, 뉴시스, 2018.09.06.
36. 배다현, “원료의약품 ‘탈중국’ 선언하는 국가들...국내는 더 시급”, 약사공론, 2022.04.07.
37. 신찬옥, “송도를 바이오클러스터로...신약개발 벤처 키우자”, 매일경제, 2016.08.18.
38. 이덕규, “원료의약품 세계시장 2020년 1,860억弗 규모”, 약업신문, 2016.07.15.
39. 이연지, “[변화를 주목하라] 원료의약품 중국 인도 저가 공세...선진시장 경쟁력이 관건”,
이코노믹 리뷰, 2016.04.26.
40. 천승현, “발사르탄부터 로사르탄까지...끝나지 않은 불순물 악몽”, 데일리팜, 2021.12.08.
41. 천승현, “저가 중국산 원료 경계령...6년새 수입규모 64% 늘어”, 데일리팜, 2018.07.11.

AI 혁신 생태계와 바이오 의약품 생산 디지털 가속화

4

김형철 바이오 PD | KEIT 바이오헬스실

최동욱 부장 | 오송첨단의료산업진흥재단 신약개발지원센터

요약

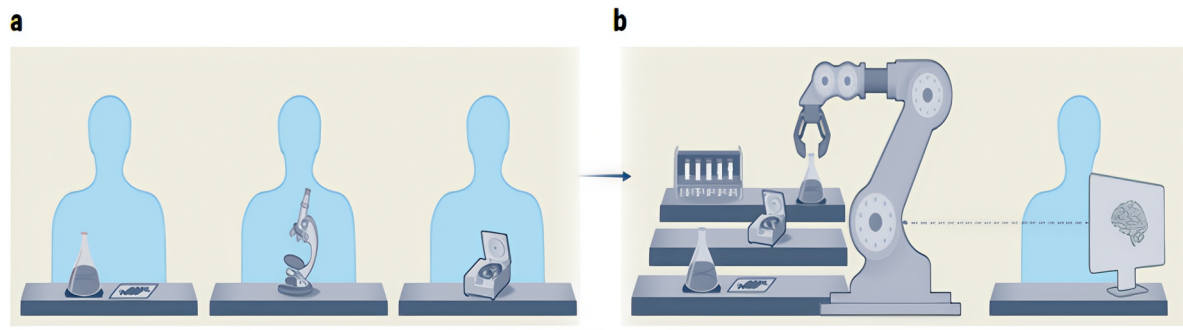
- 인공지능(AI)을 중심으로 한 혁신 생태계의 급격한 발전은 바이오 의약품 생산 방식에도 혁명적인 변화를 불러오고 있다. 과거 사람의 손에 의존하던 복잡한 생산 공정이 이제 AI 기반 자율제조 플랫폼과 디지털 전환 기술로 자동화·지능화되면서 생산 효율과 품질 안정성이 비약적으로 향상되고 있다. 기계가 대신하던 단순 반복 작업의 전통적 자동화 수준을 넘어 AI가 방대한 데이터를 실시간 분석하여 공정을 판단하고 최적화하는 단계에 이른 것이다. 그 결과, 신약 개발에 소요되는 시간을 단축하고 대규모 팬데믹 같은 외부 충격에 대응하는 생산 탄력성을 높이는 등 전략적 가치가 창출되고 있다. 사람의 개입 없이도 ‘스스로 생각하고 작동하는 공장’을 구현하는 AI 자율제조 기술은 미래 바이오 의약품 생산 패러다임을 바꾸는 게임 체인저로 부상하고 있다.
- 이러한 변화는 특히 첨단 바이오 의약품 분야에서 두드러지게 나타난다. 제조 공정이 복잡하고 높은 정밀도를 요구하는 바이오 의약품 영역에서 로봇과 AI를 결합한 스마트 실험실(자율랩) 기술을 통해 사람이 따라가기 힘든 속도와 정확도로 최적의 생산 조건을 탐색·관리하게 되었다. 예를 들어, 실험실 로봇이 수백~수천 가지 조건의 실험을 동시에 수행하고 AI 알고리즘이 실시간 공정 데이터를 분석해 최적 조건을 도출함으로써 생산 편차를 최소화하고 균일한 품질을 유지할 수 있게 되었다.
- 우리나라도 이러한 글로벌 흐름에 동참하고 있으나, 여전히 선도국 대비 기술 격차와 데이터 인프라 측면의 한계가 존재한다. 현재 한국의 관련 기술 수준은 첨단 바이오, AI, 첨단로봇·제조 등 주요 분야에서 선도국 대비 약 70~80% 수준으로 평가되고 있다. 바이오 생산 인프라 측면에서도 핵심 기술과 대량생산 역량의 상당 부분을 해외에 의존하고 있어 자칫 첨단 기술과 생산 노하우가 국외로 유출될 우려도

제기된다. 이러한 상황에서 AI 혁신 생태계 구축과 바이오 의약품 생산의 디지털화는 더 이상 선택이 아닌 필수로 인식되고 있다.

1. 바이오 의약품 AI 자율제조 개요

그림 1

전통적 신약 개발 vs
자율주행 연구실(SDL, Self
Driving Lab)의 신약 개발
출처: Nature(2023.01)



- 특히 AI 자율제조는 방대한 공정 데이터를 활용하여 사람이 미처 발견하지 못하는 최적해를 찾아냄으로써 생산 효율과 품질을 동시에 향상시키는 새로운 제조 표준으로 자리매김하고 제조 현장의 지능화를 이끌고 있다. 다만 이러한 AI 기반 제조를 구현하려면 무엇보다 데이터 수집·처리 인프라의 구축과 고도화가 필수적이며, 이 부분에서 앞서가는 국가들이 기술 주도권을 쥐고 있는 상황이다.

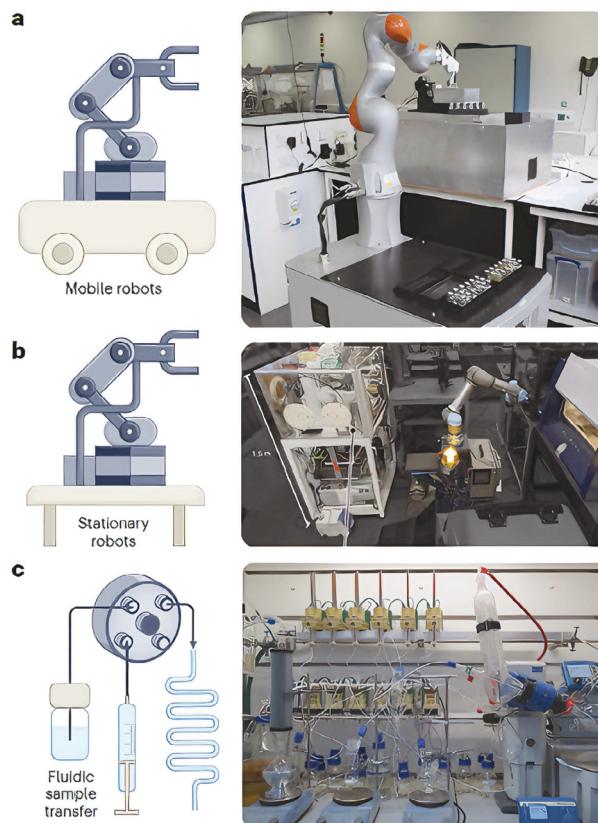
기술의 범위

- AI 기반 바이오 의약품 제조 기술은 단순한 실험 자동화를 넘어 신약 발굴부터 상업 생산, 품질 관리까지 바이오 의약품 생산의 전 과정을 아우르는 통합 플랫폼으로 진화하고 있다. 그중에서도 다음과 같은 주요 단계에 대한 기술 적용이 활발히 이루어지고 있다.

- 신약 후보 탐색 단계: AI는 대규모 생물학 데이터세트(예: 단백질 구조, 약물-타겟 상호작용 데이터)을 분석하여 유망 후보 물질을 예측한다. 자율 실험실(Autonomous Lab)에서는 로봇이 수천 개의 조건 실험을 자동 수행하고, AI가 결과를 피드백 받아 다음 실험 조건을 설계한다.
 - 공정 개발 단계: 디지털트윈 기술은 실제 공정을 가상 환경에서 재현해 시뮬레이션하고, AI는 실시간 데이터 분석을 통해 최적 조건을 도출한다. 이는 기존 공정 개발 방식보다 효율성과 정확도를 크게 높인다.
 - 상업 생산 단계: 연속 생산(Continuous Manufacturing) 기술과 AI 기반 공정 제어가 융합되어 자동화 수준을 극대화한다. 공정 내 센서 데이터를 AI가 실시간으로 분석해 이상 상황을 즉시 감지하고 조정함으로써 품질 편차를 최소화한다.
 - 품질 평가 및 유지 보수: 머신러닝 기반 예측 모델은 생산 중 발생 가능한 품질 문제나 장비 고장을 사전에 탐지해 선제적 대응을 가능하게 한다. 기존 사후 검사 방식에서 사전 예측 및 통제 방식으로 전환되는 것이다.
- 이러한 기술들은 상호 연계되어 단일 플랫폼에서 순환형 자동화(SDP: Self-Driving Platform)를 구현하며, 사람의 개입을 최소화한 완전 자율 운영 체계로 진화하고 있다.

그림 2

SDL에서의 로봇 활용 사례
출처: Nature(2023.01)



기술의 등장 배경

- AI 기반 바이오 의약품 생산기술이 등장하게 된 배경에는 크게 세 가지 요인이 있다.
- **바이오 생산 공정의 복잡도 증가**: 항체, 세포치료제, 유전자치료제 등 신기술 의약품이 늘어나면서 제조 공정단계가 갈수록 다단계화·정밀화되고 있다. 예를 들어 항체-약물 접합체(ADC) 제조는 세포 배양 → 항체 생산 → 링커 결합 → 약물 접합 등 여러 단계를 거치는데, 사람이 수작업으로 처리할 경우 일관된 품질 확보가 어렵고 생산성도 떨어진다. 더욱이 세포독성 약물 등 위험 물질을 다루는 공정에서는 작업자 안전 문제도 크다. 이러한 공정을 자동화하여 변수를 체계적으로 통제하고, 위험한 단계는 로봇이 대신 처리함으로써 품질과 안전을 동시에 높일 필요성이 커졌다.
- **AI 기술 성숙과 데이터 축적**: 딥러닝을 비롯한 AI 알고리즘이 지난 수년간 발전하고, 제약·바이오 분야에서도 방대한 실험 데이터와 공정 데이터가 축적됨에 따라 복잡한 형태의 데이터에서도 패턴을 학습해 추론하는 AI의 활용이 현실화되었다. 바이오 제조 분야에서도 데이터를 적극 활용할 수 있는 인프라와 AI 알고리즘 기반이 마련된 것이다.
- **팬데믹 등 외부 충격으로 인한 공급망 재편 요구**: COVID-19 팬데믹을 거치며 백신·치료제 생산 역량이 국가 경쟁력과 직결됨을 확인한 이후 글로벌 공급망에만 의존하지 않고 자국 내 안정적 생산 체계 확보가 중요한 이슈로 부상했다. 소수 인력으로도 유연하게 대량생산이 가능한 AI 기반 스마트공장에 각국 정부가 주목하게 된 배경이다. 실제로 미국은 「생물보안법(Biosecure Act)」을 추진하여 필수 의약품을 자국에서 생산하도록 장려하고 있으며, 중국과 인도 역시 대규모 스마트 바이오공장 인프라 투자에 나서고 있다.
- 위와 같은 기술적 가능성과 전략적 필요성이 맞물리게 됨에 따라 AI 자율제조 생태계가 본격적으로 등장하게 되었다.

표 1
제약산업 내 자동화 수요의
증가 배경
출처: Visiongain(2024) 재구성

항목	기존 방식	자동화 도입 이후
샘플 처리량	제한적(사람 중심)	하루 수천~수만 건
반복 실험 정밀도	편차 존재	높은 재현성
인건비	지속 상승	정체 또는 감소
실험 속도	수일~수주	수 시간~수일
안정성	화학물 노출 위험	로봇을 통한 격리 가능

- 글로벌 바이오 제조 분야에서 AI 활용이 급물살을 타게 되었지만, 이처럼 신기술의 흐름에 뒤늦게 뛰어든 국가들은 데이터 인프라 구축 수준이나 AI 전문 역량의 격차로 인해 주도권 확보에 어려움을 겪고 있다. 결국 향후 바이오 의약품 제조 패권은 누가 더 빠르게 데이터 기반 제조 혁신을 구현하고 격차를 좁히느냐에 달려 있다고 할 수 있다.

2. 국내외 시장 동향

글로벌 시장 동향

- AI를 활용한 신약 개발 및 바이오 의약품 제조 시장은 전 세계적으로 가파르게 성장하고 있다. 글로벌 AI 신약 개발 시장의 규모는 2023년 약 9억 달러 수준에서 연평균 40% 이상의 성장률로 확대되어 2028년에는 약 49억 달러(한화 약 7조 원)에 이를 것으로 전망된다. 주요 글로벌 제약사들이 AI 전문 기업과의 협력을 확대하고, 신약 후보 발굴에 AI 알고리즘을 활용하는 딥테크(Deep Tech) 스타트업에 대한 투자가 활발해지면서 시장이 급성장하고 있다.
- 의약품 제조 공정 단계에서 AI 기술은 주로 공정 제어와 최적화에 도입되어 생산 효율과 품질을 동시에 높이고 있다. 실제로 화이자(Pfizer)는 클라우드(AWS)와 AI 기술을 접목해 통상 8~10년 걸리던 mRNA 백신 개발을 269일 만에 완료하여 주목받았다. 또 AI 기반 공정 최적화를 통해 백신 한 배치(batch)당 2만 도즈(dose)를 추가 생산하는 혁신도 이루었다고 보고했다. 이는 AI 도입으로 생산 공정을 처음부터 정확하게(right-first-time) 설정할 수 있게 되었음을 보여 주는 사례다.
- 각국 정부와 기업들도 바이오 생산의 디지털 전환을 선도하기 위해 적극 나서고 있다. 미국, 유럽, 중국 등 주요 바이오 강국들은 스마트 바이오팩토리 구축을 국가 전략으로 삼아 첨단 제조 기술에 대규모 투자를 집행 중이다. 예를 들어 미국의 제약사들은 제조 공정에 연속 공정과 실시간 품질 모니터링 시스템을 도입한 후 여기에 AI를 결합함으로써 거대한 생산 공장의 운영 효율을 극대화하고 있다. 스위스의 론자(Lonza)는 상업용 의약품 생산 라인에 고도화된 연속 생산 공정과 AI 기반 품질 분석 시스템을 접목한 대표 사례로 꼽힌다. 영국 정부도 '의약품 개발 캐터펄트(MDC, Medicines Discovery Catapult)' 프로그램을 통해 AI 신약 발굴부터 공정 최적화까지 통합한 국가 디지털 실험 인프라 구축을 지원하고 있다. 이러한 글로벌 동향을 볼 때, AI·자율제조 기술을 선점한 국가와 기업이 차세대 바이오산업을 주도할 것이라는 전망이 지배적이다. 즉 AI 기술과 자율화 시스템이 바이오 의약품 생산 패러다임을 바꾸는 가운데 각국 산업계는 시장 주도권을 잡기 위한 혁신 경쟁이 본격화되고 있다.

국내 시장 동향

- 우리나라도 AI 기반 바이오·의약 제조 혁신의 중요성에 공감하여 관련 시장을 점차 형성해 나가고 있다. 정부 차원에서 AI 활용 신약 개발 및 제조 기술을 적극 지원하기 시작했으며, 국내 제약·바이오 기업들도 생산 현장의 디지털 전환에 눈을 돌리고 있다. 먼저 정책 동향을 보면 정부는 2023년 하반기 범부처 협력을 통해 제약·바이오 혁신사업의 일환으로 AI 자율제조 플랫폼 개발을 추진하고, 2024~2028년 약 348억 원의 R&D 예산 투입 계획을 발표했다. 이를 통해 국가 차원의 공용 자율랩 인프라를 구축하여 기업들이 활용하도록 함으로써 신약 개발 속도를 높이고 선진국과의 기술 격차를 줄이겠다는 전략이다. 또한 ‘인공지능 신약개발지원센터’와 같은 전문 지원기관을 통해 제약사와 AI 기업 간 협력 매칭 플랫폼을 운영하는 등 산학 연계를 촉진하고 있다.
- 국내 민간 부문에서도 첨단 기술 도입 움직임이 본격화되고 있다. LG화학, 유한양행, 한미약품 등은 이미 AI 스타트업과 협업하여 신약 후보 탐색 프로젝트를 수행하고 있다. 대웅제약은 전임상 단계에 AI 모델을 도입하는 등 AI 신약 개발 초기 상용화 단계에 진입했다. 다만 아직은 AI 활용이 주로 신약 후보 물질 탐색에 국한되는 수준이며, 생산 공정 자동화와 직접 연계된 사례는 드문 편이다. 바이오 의약품 스마트 제조 분야의 스타트업이나 솔루션 기업도 국내에서는 거의 전무한 실정이고, 일부 바이오 장비 업체가 제공하는 디지털 제어 시스템에 의존하는 정도에 머물고 있다.

주요 기업과 기술 사례

- 국내외를 막론하고 AI와 로봇을 접목한 제조 혁신 사례들이 속속 등장하고 있다. 다음은 국내 및 해외 혁신 사례들을 표정리하였다.

표 2

글로벌 주요 제약사의
AI 도입 사례

기업명	주요 내용
인실리코 메디슨 (Insilico Medicine)	- AI를 활용하여 신약 후보 물질 발굴 및 전임상 연구를 수행 - 2021년까지 19개 이상의 전임상 후보 물질을 도출하였으며, 그중 9개 이상의 화합물로 임상시험계획(IND) 승인을 획득 - 특히 2019년에는 약 46일 만에 선도 물질을 도출했고, 특발성 폐섬유증 타깃 질환의 경우 약 18개월 만에 전임상 후보 물질 도출에 성공
화이자 (Pfizer)	- AI를 활용하여 임상 계획 설계와 데이터 분석을 최적화함으로써 코로나19 백신을 약 11개월 만에 개발하는 데 성공
엑센시아 (Exscientia)	- 글로벌 제약사인 GSK와 협력하여 AI를 활용한 약물 설계 및 신약 후보 물질 발굴 진행 중 - 신약 개발 기간을 기존보다 4분의 1 수준으로 단축하는 것을 목표로 추진

표 3

글로벌 주요 자동화 공정
도입 사례

구분	주요 내용
로봇 과학자 Eve	- 케임브리지대와 맨체스터대가 개발한 AI 모델로, 초기 단계의 약물 설계를 자동화하도록 설계 - 신약 개발 과정에서 무차별 대입 방식이 아니라 지능적으로 만드는 데 ML(머신러닝)을 도입하면서 개발 과정의 가속화 가능
신약개발 AI 에이전트	- 스탠퍼드대는 PT-4를 기반으로 총괄 AI와 3명의 AI 과학자 에이전트로 이루어진 'Virtual lab: AI Scientist'를 개발 - Covid-19 나노 항체 902개를 설계하고 90% 이상의 항체의 결합성을 검증
자율주행 실험실	- 캐나다의 토론토대, 미국의 MIT, 스탠퍼드대, 하버드대 등은 에너지, 약학, 화학 등의 분야에서 SDL을 활용한 연구를 진행 중 - 미국 아스트라제네카, 인실리코 메디슨 등 제약사 및 AI 기반 신약 개발 기업들이 SDL을 적극 도입하여 연구 속도를 향상

표 4

국내 AI 신약 개발 기업 현황
출처: 한국보건산업진흥원
(2023.12) 재구성

기업명	주요 내용
대웅제약	- 8억 종 화합물 데이터베이스 'DAVID'와 AI 신약 개발 시스템 'DAISY' 구축 - 3D 모델링 기반 가상 스크리닝(AIVS)으로 비만·당뇨 치료제 후보 물질 2개월 만에 발굴 - ADMET 예측 시스템 통합으로 약물성 평가 시간 단축 - 항암제 개발 기간 6개월로 단축(기존 1~2년 대비) - 2021년 온코크로스·에이조스바이오와 협력으로 다중 표적 치료제 개발
신테카 바이오	- 딥러닝 기반 'DeepMatcher®'로 COPD 치료제 55일 만에 1차 검증 완료 - 언어 모델 기반 'LM-VS'로 130억 개 화합물 스크리닝 가능 - 알파폴드(AlphaFold) 예측 단백질 구조 2억 개 활용 - 다중 표적 동시 분석 가능
굿인텔리전스	- 약물 재창출 플랫폼 'repoCltion' - 3D 단백질 접힘 예측 '바이오메터(Biobetter)' - 조합 최적화(CSA) 기술로 기존 약물 재배치 효율화
닥터노아 바이오텍	- 복합제 개발 시스템 '아크(ARK)'로 1억 개 후보 물질→1만 개 필터링 - FDA 승인을 받은 루게릭병 치료제 'NDC-011' 개발
넷타겟	- N-DB(질한 관련 빅데이터 수집) - N-MAP(생체분자 네트워크 분석) - N-CAP(시뮬레이션 검증)
SK 바이오팜	- '허블 플러스(HUBLE+)' 플랫폼으로 뇌전증 관리·신약 개발 병행 - 임상 데이터와 AI 분석 연계 최적화
파로스 아이바이오	- 트랜스포머 알고리즘 기반 '케미버스(Chemiverse)'로 AML 치료제 'PHI-101' 개발
온코크로스	- 전사체 분석 '온코랩터 AI'로 근감소증 치료제 발굴

3. 국내외 기술 동향

해외 기술 동향

- 글로벌 제약·바이오산업은 'Pharma 5.0' 기조에 따라 AI 기반 초정밀 의약품 개발, 로봇 실험실 및 AI 제어 기반의 스마트 자율제조 시스템 등을 적극 도입하고 있다.
- 다음은 주요국의 신약 개발의 후보 물질 도출부터 제조·생산 및 인허가 등 신약 개발 전 주기의 단계별 적용 가능한 AI 모델 기술에 대한 도입 사례다.

표 5

주요국의 AI 기반 신약 개발 프로젝트

구분	미국	영국	중국	일본	유럽
사업명	ATOM 프로젝트	Medicine Discovery Catapult	AI 연구센터	LINC 컨소시엄	MELLODDY 컨소시엄
사업 목적	신약 개발 시간 단축 및 비용 절감	AI 기반 신약 개발 촉진 및 데이터 공유	AI를 활용한 신약 개발 및 생명과학 혁신	AI를 활용한 신약 개발 가속화	AI와 머신러닝을 이용한 신약 설계
사업 기간	2017년~	2017년~	2020년~	2019년~	2019~2022년
주요 내용	AI 기반 신약 후보 물질 탐색, 실험 데이터 통합 및 분석	AI와 데이터 기반 신약 개발 촉진, 협력 네트워크 구축	AI 기반 약물 스크리닝 및 분자 설계	AI와 빅데이터 기반 신약 개발 연구	AI와 머신러닝을 활용한 대규모 신약 데이터 분석
신약 개발 단계	후보 물질 도출, 전임상	후보 물질 도출, 전임상, 임상	후보 물질 도출, 전임상	후보 물질 도출, 전임상, 임상	후보 물질 도출, 전임상
AI 모델	AI 기반 화합물 최적화 모델	신약 후보 물질 예측 AI 모델	신약 합성 및 스크리닝 AI 모델	신약 후보 물질 최적화 AI 모델	머신러닝 기반 신약 최적화 모델

국내 기술 동향

- 국내에서 AI 기반 바이오 제조 기술 개발은 이제 시작 단계이지만, 일부 선도 연구 개발이 추진되고 있다. 신약 후보 물질 발굴 분야에서는 앞서 언급했듯 다수 제약사가 AI 기술을 도입해 가시적 성과를 내고 있다. 예컨대 유한양행은 AI 기업과의 협업으로 혁신 신약 후보를 발굴했고, JW중외제약은 자체 AI 플랫폼으로 찾아낸 통풍 치료제 신약을 현재 임상 3상까지 진전시켰다. 이러한 사례들은 AI 알고리즘의 신약 개발 적용 가능성을 잘 보여주는 것으로 점차 공정 개발 단계로도 AI 적용이 확대될 전망이다. 종근당도 AI·빅데이터·자동화 시스템을 결합한 디지털트윈 가상 플랫폼을 자체 구축하여 실제 제조 공정과 동일한 가상 환경을 재현해 냈다.
- 국내에서는 아직 완전한 AI 자율제조 공장을 구현한 사례가 소개되지 않았지만, 개별 요소 기술들은 점진적으로 축적되고 있다. 로봇 자동화 측면에서는 몇몇 바이오 의약품 생산 공정에 자동 조제 시스템이나 AGV(무인운반로봇) 같은 스마트 장비가 도입되고 있다. AI 알고리즘 측면에서는 대학 연구실에서 강화학습 기반의 공정 제어 알고리즘을 개발하여 시뮬레이터 상에서 시험하는 단계에 있다. 정부는 ‘바이오산업 기반구축사업’과 ‘AI자율제조 선도프로젝트’ 등의 사업을 통해 바이오 제조 공정의 디지털 전환과 혁신 인프라 구축을 적극 추진하고 있다.

4. 시사점

- AI 기반 바이오 의약품 생산 혁신은 이제 선택이 아닌 필수이며, 우리나라는 이에 적극적으로 대응해야 한다. 글로벌 기업들이 AI와 자율제조 기술로 빠르게 생산 혁신을 이루며 기술 격차가 확대되고 있는 상황에서 우리도 신속하고 체계적인 전략으로 경쟁력을 확보해야 한다. 특히 기술 격차 극복을 위한 민관의 투자 확대, 공용 인프라 구축, 선제적 규제 개선이 절실하다. 개별 기업의 역량을 넘어선 협력이 필요하며, 혁신 생태계를 조성하기 위한 정책적 뒷받침도 강화되어야 한다.
- 이와 함께 AI 전문가와 바이오 공정 전문가 간의 유기적 연계를 통한 산학연 협력이 핵심 과제로 부상한다. 대학과 연구기관의 AI 기술을 산업 현장에 적용하고, 공동 프로젝트를 통한 실증 기반을 마련함으로써 성공 사례를 산업 전반으로 확산시킬 필요가 있다. 이는 신약 개발과 제조 전 과정의 디지털 전환을 가속화하고, 산업 전반으로 혁신 파급력을 높이는 촉매가 될 것이다. 또한 글로벌 규제 변화와 공급망 재편에 선제적으로 대응하고, 윤리 및 신뢰성 확보를 위한 기준 정립과 국제 협력도 병행되어야 한다. AI와 바이오 기술의 융합은 미래 비전이 아닌 현재의 과제다.

1. Milad Abolhasani & Eugenia Kumacheva, "The rise of self-driving labs in chemical and materials sciences", *Nature Synthesis* Vol. 2, pp. 483–492., 2023.01.30.
2. Seo-Young Park, et. al., "Driving towards digital biomanufacturing by CHO genome-scale models", *Trends in Biotechnology* Vol. 42 Issue 9, pp. 1192–1203., 2024.039.
3. Thanh Tung Khuat, et. al., "Applications of Machine Learning in Biopharmaceutical Process Development and Manufacturing: Current Trends, Challenges, and Opportunities", *Computers & Chemical Engineering* Vol. 182, 2024.03.
4. 「Automation in Biopharma Industry Market Report 2024-2034」, Visiongain, 2024.
5. Brian T. Horowitz, "How AI Drug Manufacturing Is Changing the Game", *HealthTech*, 2025.02.26.
6. Liz Cornish, "How AI and Automation Are Transforming Biopharmaceutical Manufacturing", *Technology Networks*, 2025.04.23.
7. Matt Furlow, et. al., "Oncology's next revolution: Antibody-drug conjugates and how to push them into the future", *ZS Insights*, 2024.03.12.
8. Matt Swayne, "Isomorphic Labs Founder Sees AI-Designed Drug Entering Trials by Year-End", *AI Insider*, 2025.01.22.
9. Toni Manzano & William Whitford, "Artificial Intelligence in the Biopharmaceutical Industry: Treacherous or Transformative?", *BioProcess International*, 2024.05.11.
10. 강승훈 외, 『최신 바이오의약품』(서울: 홍릉과학출판사, 2019).
11. 김시연·이형기, 『바이오 의약품 시대가 온다』(서울: 청년의사, 2019).
12. 김지예, "2025 글로벌 생명과학 분야 전망", 『BioNglobal』 No.83(2025-2), 국가생명공학정책연구센터, 2025.03.31.
13. 박순영, "인공지능(AI)을 활용한 신약개발 연구 동향", 『융합 Weekly TIP』 2018 January vol.105, KIST 융합연구정책센터, 2018.01.22.
14. 「빅데이터·AI 기술 기반 의약품 제조혁신 기술 동향, 식품의약품안전처, 2023.
15. 손문호·이동현, 「인공지능 바이오신약 플랫폼 구축 지원 및 운영」, 대구경북첨단의료산업진흥재단, 2020.10.
16. 이수진, "바이오의약품 제조·품질 관련 기술시장 동향 및 시사점", 「ISSUE PAPER 2024-10」, 과학기술사업화진흥원, 2024.12.
17. 이재진, 「[KIAT 애자일 2024년 제12호] 스마트랩①-개념과 시장·정책 동향」, 한국산업기술진흥원, 2024.11.21.
18. 정혜윤 외, 「인공지능(AI) 활용 신약개발 경쟁력 강화 방안」, 한국보건산업진흥원, 2023.12.30.
19. Bio통신원(성균관대학교), "바이오의약품 생산 첨단바이오공정의 핵심 기술인 "디지털 동물세포 토탈시스템" 발표", BRIC, 2024.03.29.
20. 권미란, "신약개발 기간·비용 확 줄었다…차세대 바이오 이끄는 AI", *Bizwatch*, 2025.04.28.
21. 김현수, "동아ST, 항체-약물 접합체 기업 '애플티스' 인수", *연합뉴스*, 2023.12.20.
22. 서윤석, "종근당, 시나픽스 'ADC 플랫폼' 1.32억弗 L/I 딜", *바이오스펙테이터*, 2023.02.03.
23. 전남혁, "韓 과학기술 수준, 中에 첫 추월당해", *동아일보*, 2024.03.01.
24. 허지윤, "美 바이오보안법 충격에 중국 CDMO 신뢰도 반토막", *조선일보*, 2024.07.03.
25. "바이오 제조를 가속화하는 디지털 트랜스포메이션(Automation Today #67|Digital transformation)", *Rockwell Automation*.

박지훈 의료기기·헬스케어 PD 소개

2002년 8월 KEIT 입사 | 2018년 11월 KEIT 의료기기·헬스케어 PD
대한디지털헬스케어학회 이사, 한국원격의료학회 이사



「이슈픽」을 보시는 연구자들을 위해
자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요! 저는 KEIT 의료기기·헬스케어 PD 박지훈입니다.
지난 2018년부터 산업부가 지원하는 의료기기와
디지털헬스케어 분야 연구개발 사업을 담당하고 있습니다.
담당 PD로서 다수의 산업부 또는 다부처 연구개발 사업 기획에
참여하면서 우수한 성과가 만들어지도록 노력하고 있습니다.
이 과정에서 산업부가 추진하는 정책 현안에 대한 지원과
유관 단체와의 협업 등 다양한 네트워킹 활동도
적극적으로 진행하고 있습니다.

올해 의료기기·헬스케어 분야에서
가장 주목해야 할 이슈는 무엇인가요?

가장 중요한 이슈는 당연히 인공지능입니다.
의료 분야에는 환자의 진료 기록, 생활 습관, 유전체 등 다양한
형태의 방대한 데이터가 존재합니다.
따라서 다른 어느 분야보다 먼저 인공지능이 적용되고
널리 활용되고 있습니다.
현재까지는 의료진의 판단을 지원하는
소프트웨어 중심의 인공지능이 주를 이뤘습니다.
하지만 이제는 기존 하드웨어 기반 의료기기도
인공지능화가 필요 합니다. 이를 위해 다양한 의료 데이터를
효율적으로 활용하고, 의료기기 내부에 인공지능을 탑재하여
구동이 가능하도록 하는 온디바이스 AI 기술에
주목하고 있습니다.

올 하반기 신규 사업/과제 기획이나
선정 공고, 행사 등 계획이 있을까요?

연구개발 사업은 대부분 1월에 공고되어
상반기에 선정을 마치게 됩니다.
따라서 올해 추가로 지원되는 사업은 없는 상황입니다.
다만 9월 이후에는 2026년에 진행할 신규 과제 기획을
본격적으로 착수할 계획입니다.
현재 범부처첨단의료기기사업의 예비 타당성 조사가
마무리 단계이고, 산업부가 디지털헬스를 포함한
바이오산업 육성을 위해 추진하는
바이오혁신기술개발 사업의 예비 타당성 조사 신청을
준비 중입니다.

마지막으로 연구 수행자들에게
하고 싶은 말씀이 있다면?

PD의 역할은 단순히 기획만이 아니라 전체적인 성과 창출입니다.
하지만 당연한 기획업무에 집중하다 보면
실질적인 과제 수행 현황은 파악하기 어려운 게 현실입니다.
연구자분들을 만나 뵈고 다양한 말씀을 듣는 것이
모든 업무의 시작입니다.
창의적인 아이디어나 제안 사항이 있으시다면
언제든 연락 주시기 바랍니다.

김형철 바이오 PD 소개

2001년 삼양제넥스 생명공학연구소 | 2005년 KEIT 입사 | 2014~2016년 미국국립보건원 방문연구원 | 2021년 KEIT 바이오 PD | 2023년~ 고려대 첨단기술비즈니스학과 겸임교수



「이슈픽」을 보시는 연구자들을 위해
자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요. 저는 2021년부터
바이오 PD로 활동 중인 김형철입니다.
2005년에 KEIT에 입사하여 바이오 분야 기획 및
평가 업무를 수행했으며, 화학산업팀장 업무를 수행하다가
바이오 PD 공모에 지원하여 4년 넘게 업무를 이어오고 있습니다.
의약바이오, 산업바이오, 융합바이오 분야에 대한
사업, 과제 기획과 산업 정책을 지원하고 있으며,
바이오 소부장 자립화 로드맵, 바이오 제조 로드맵 수립 및
관련 사업을 기획하면서 바이오산업 생태계 고도화를 통한
바이오경제시대 달성을 위해 노력하고 있습니다.

올해 바이오 분야에서
가장 주목해야 할 이슈는 무엇인가요?

바이오 분야에서 가장 주목할 분야는 AI 기반 신약 개발 및
제조, 융복합 제품군 개발, 합성생물학 기반
바이오 신소재 확보 등이 해당됩니다.
바이오 분야의 복잡성 해결과 시간 단축을 통한
경제성 높은 제품 개발을 가능하게 하는 것이
AI 기반 데이터 분석과 활용·검증을 통해
신약과 신소재 등 다양한 제품군 개발이 가능할 것입니다. 뿐만
아니라 기 확보된 바이오 기술을 기반으로 유사
또는 타 기술(전자, 기계 등)과 융복합할 경우
시너지 극대화가 가능한 새로운 제품군 개발도
가능할 것입니다.

올 하반기 신규 사업/과제 기획이나
선정 공고, 행사 등 계획이 있을까요?

현재 바이오산업기술개발사업의 후속 사업인
바이오 제조 혁신과 마이크로바이옴(Microbiome)
제품화 사업에 대한 예비타당성 조사를 위한 기획을
추진하고 있습니다. 일부 사업은 현재 예타 대상 선정 검토가
진행되고 있으며, 모든 사업이 순조롭게 진행된다면
2027년부터 지원할 예정입니다.

마지막으로 연구 수행자들에게
하고 싶은 말씀이 있다면?

산업부 바이오 분야는 과기정통부, 복지부, 식약처, 질병청 등
많은 부처와 함께 협력과 경쟁 등을 통해
신규 사업/과제 기획 등을 추진하고 있습니다.
산업부 특성상 초기 기초 연구보다는 응용 및 개발
연구단계 지원을 통해 제품 개발과 상용화에 적극 지원하고
있습니다. 또 타 부처에서 확보된 성과를 신속하게
사업화하기 위한 후속 R&D와 바이오 소부장 및
제조 혁신 등 공백 기술 영역을 발굴하여 지원하고 있습니다.
이러한 기술 개발에는 단순히 기업 혼자만 아닌
산학연 협력을 통한 바이오산업 생태계 고도화가 필요합니다.
나아가 미래 먹거리인 바이오산업의
글로벌 시장 선점을 위해 연구 성과물의 신속한 사업화에
최선을 다하겠습니다. 감사합니다.

기타 알고 싶은 내용이 있다면?

신규 사업 발굴 및 과제 기획을 위해서는 연구자분들의 많은
참여가 요구됩니다. 수요조사 등에 많은 협조 부탁드립니다.

KEIT ISSUE PICK

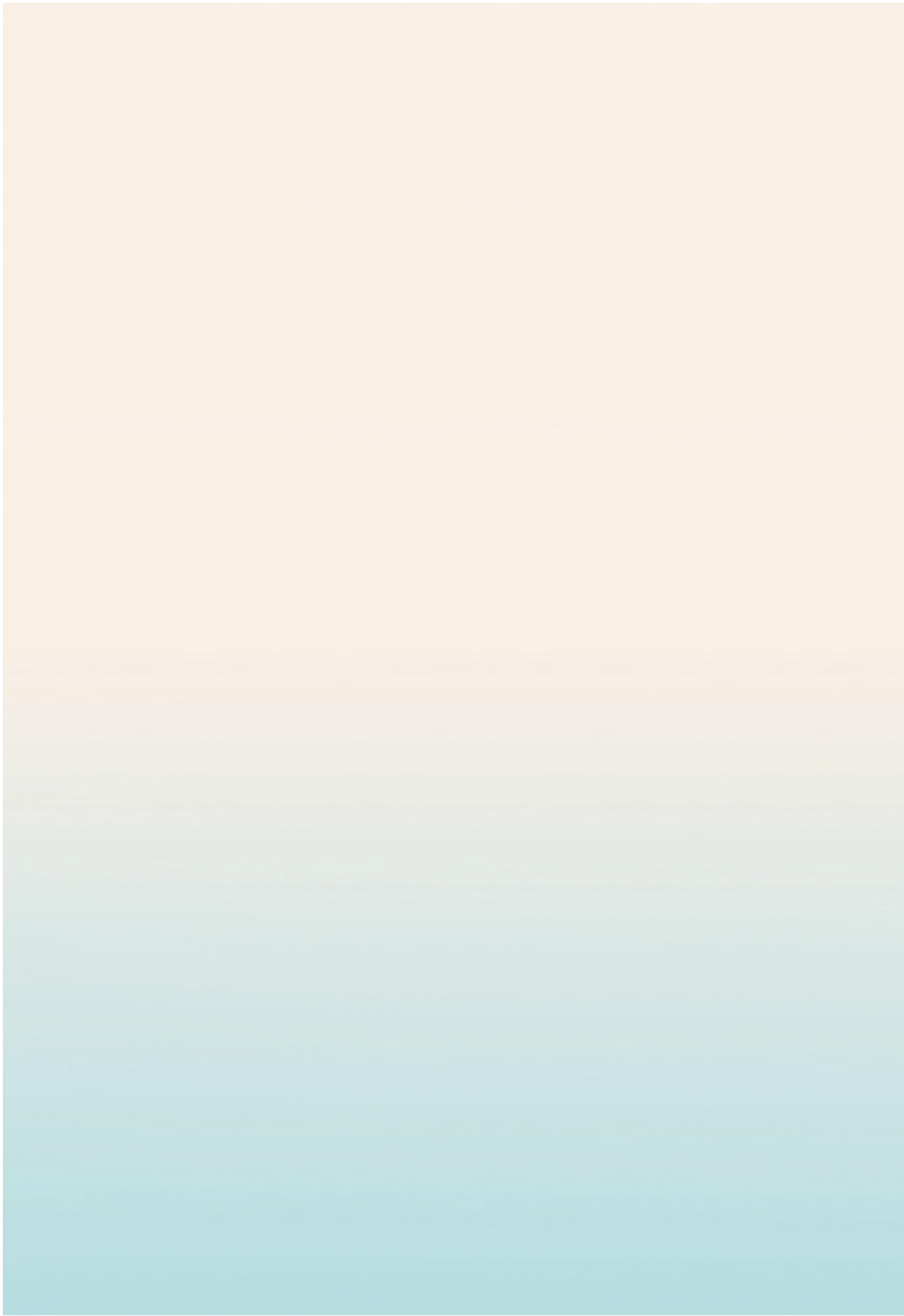
Vol. 2025 - 06

발행인	전윤중
발행일	2025년 06월 19일
발행처	한국산업기술기획평가원(KEIT)
주소	대구본원 (41069) 대구시 동구 첨단로 8길 32 대전본원 (35262) 대전시 서구 문정로 48길 48, 계룡빌딩 3층 서울사무소 (04513) 서울시 중구 세종대로 39, 상공회의소회관 4층
웹사이트	www.keit.re.kr
ISSN	2234-3873

비매품

이 책의 저작권은 한국산업기술기획평가원에 있습니다.
무단전재와 복제를 금합니다.

기획	한국산업기술기획평가원 전략기획본부 산업전략실 (41069) 대구시 동구 첨단로8길 32 Tel. 053-718-8548
편집 · 제작	한국산업기술문화재단 방송본부 미디어제작팀 (03925) 서울시 마포구 월드컵북로 396, 누리꿈스퀘어 비즈니스타워 4F Tel. 070-5050-9141
인쇄	(주)디앤비크리에이티브 (04623) 서울시 중구 서애로5길 12-9, 한아빌딩 2층 Tel. 070-4446-7363 Web. www.boxnv.co.kr



1 의료 분야 초거대 AI

박지훈 의료기기·헬스케어 PD | KEIT 바이오헬스실

이상우 이사 | 네이버클라우드주식회사 Healthcare Business

이호규 교수 | 고려대학교 의료원

의료 분야의 복잡하고 방대한 비정형 데이터 처리를 위해 의료 분야 특화 LLM이 필요하다. 신의료기술 및 혁신의료기술제도를 통해 국내도 다양한 AI 기술이 임상에 적용되고 있으며, 의료용 생성형 AI 모델을 개발 중이다. 다만 의료 특화 LLM의 발전에는 여러 기술적·제도적 한계가 존재하기에 이를 극복하기 위한 정책적·산업적 협력을 통해 디지털 헬스케어 혁신의 핵심 기술로 자리매김해야 할 것이다.

의료특화LLM # 디지털헬스케어 # 신의료기술 # 혁신의료기술 # 의료AI

2 온디바이스 AI 의료기기 기술 동향

박지훈 의료기기·헬스케어 PD | KEIT 바이오헬스실

홍혁기 수석연구원 | 한국전자기술연구원 메디컬IT융합연구센터

정찬희 선임연구원 | 한국전자기술연구원 메디컬IT융합연구센터

인공지능 기술의 발전에 따라 실시간 데이터 처리 및 추론 필요성에 따라 예지나 단말에서의 AI 구동 모델에 대한 요구가 커지고 있다. 의료기기 적용 온디바이스 AI는 형태, 분야, 질환 특성에 따라 소형, 저전력화 등 특화된 개발이 필요하다. 향후 다양한 의료기기에 온디바이스 AI가 적용 예상되며, 진단 기기부터 물리적 AI까지 다양한 방식으로 의료기기 발전을 위한 기술적 한계에 도전할 것이다.

온디바이스AI # 헬스케어 # AIGAS # AIGAS # 에지컴퓨팅

3 AI 융합 가속화, 혁신 신약 개발 및 제조 패러다임 전환 시대로

김형철 바이오 PD | KEIT 바이오헬스실

김주은 교수 | 국민대학교 응용화학부 바이오의약품공

AI 기술이 신약 개발 및 의약품 제조·생산 분야에 혁신적인 변화와 패러다임 전환을 가져오고 있다. 후보 물질 발굴부터 임상 시험과 의약품 설계, 나아가 스마트팩토리 기반 제조 공정 최적화에 이르기까지 의약품 전주기에 걸쳐 핵심 동력으로 부상하고 있다. 반면에 데이터 의존성, 신뢰성 문제, 규제 문제 등 도전 과제도 안고 있지만, 바이오산업의 미래를 이끌어갈 핵심 요소 기술로 평가되기에 종합적으로 검토하고 시사점을 제시하고자 한다.

AI후보물질발굴 # AI신약개발 # AIGAS의약품설계 # 의약품전주기개발

4 AI 혁신 생태계와 바이오 의약품 생산 디지털 가속화

김형철 바이오 PD | KEIT 바이오헬스실

최동욱 부장 | 오송첨단의료산업진흥재단 신약개발지원센터

AI 중심의 혁신 생태계의 발전은 바이오 의약품 생산 방식에 변화를 불러왔고, AI 기반 자율제조 플랫폼과 디지털전환 기술로 생산 효율과 품질 안정성이 비약적으로 향상되고 있다. AI 자율제조 기술은 미래 바이오 의약품 생산 패러다임을 바꿀 게임 체인저로 부상하고 있고, 우리나라도 글로벌 흐름에 동참하고 있다. 이러한 상황에서 AI 혁신 생태계 구축과 바이오 의약품 생산의 디지털화는 필수로 인식되고 있다.

바이오의약품 # AI자율제조 # AI신약개발 # 바이오의약품생산혁신

+ Science Fiction - 헤르메스의 케어

전원호 | SF 작가·과학스토리텔러

바이오 테러 사건이 빈번해지면서 최진호 수사관은 폐공장의 아지트에서 테러범들의 증거물인 케이 패치와 분석 결과지를 챙겨서 생물위협대응센터로 김 수사관과 함께 돌아왔다. 김 수사관은 BRC가 자랑하는 헤르메스의 케어 시스템인 케이 패치를 부착하고 24시간 생체 데이터를 모니터링받는다. 그런데 테러범들의 X7이 분석한 결과지에 이상이 발견되는데...

헤르메스 # 바이오테러 # 생물위협대응센터 # 케어시스템 # 생체데이터