

표준 이슈 포커스

S t a n d a r d s I s s u e F o c u s

제29호 2026년 6월

I. 표준·산업 이슈

표준 정책 이슈

IEC 이사회 한국 개최, 전기·전자 국제표준 전략 집중 논의
싱가포르·영국·호주·캐나다와 'AI 표준화 협력' MOU 체결

해외 표준 이슈

[일본] '일본형 표준 가속화 모델 2025' 발표
[호주] 어린이 보호 포장 개정판 발표
[중국] 중국 주도 최초의 '제품 탄소발자국 디지털화' 국제표준 제정 외 3건

첨단 산업 이슈

[모빌리티] 광주광역시, 자율주행 실증도시 조성 사업 본격 착수
[인공지능] 정부, 국내 첫 NPU 전용 데이터센터 건설
[로봇] 정부, '한국형 인공지능 휴머노이드' 개발 사업 착수 외 3건

II. 첨단 표준 포커스

INSIDE 피지컬AI 시대, 표준이 판 가른다

INTERVIEW 협동로봇 안전의 최전선, 표준이 만든다

INITIATIVE 인공지능 옷을 입은 로봇산업 패권, 국제표준이 가른다

III. 국제표준 플러스

국제표준화기구 동향 전 세계 에너지 소비를 바꾼 기호
영화 산업에 신뢰할 수 있는 AI가 필요한 이유
머신러닝의 모든 것
마법의 메커니즘, 딥러닝

사실상표준화기구 동향 휴머노이드 작업을 위한 시맨틱 맵 기반 최신 기술 동향
시맨틱 맵 기술 동향 및 표준화 분석

국제표준 발간목록

국제표준 회의일정

IV. 미래 표준 인사이드

탄소중립표준화 동향 강화되는 친환경차 규제와 국제표준의 개발 방향
조선·해양 수송산업의 탄소중립 전환과 국제표준화 대응 방향
도심 하늘을 여는 UAM, 표준화가 미래 모빌리티 패권을 좌우한다
탄소중립 실현을 위한 제로에너지건물 국제표준화 동향 및 대응 전략

표준행사 안내

I

표준·산업 이슈



표준 정책 이슈 ①

IEC 이사회 한국 개최, 전기·전자 국제표준 전략 집중 논의

- 세계 3대 국제표준기구 중 하나인 국제전기기술위원회(IEC)의 최상위 의사결정기구인 이사회가 6월 17~18일 양일간 한국에서 개최함
 - IEC는 ISO·ITU와 함께 WTO가 인정한 세계 3대 국제표준기구로, IEC 이사회는 운영 방향·중장기 전략·원국 협력 등을 논의하는 최상위 의사결정 기구임
 - 이사회 기간 중 국내 산·학·연 이해관계자 간담회, 회장단 회의가 연달아 개최되며, 반도체·배터리·AI 등 한국 주요 산업의 국제표준화 성과를 주요국에 알릴 예정임
 - 한국전력공사 문일주 기술혁신본부장이 IEC 시장전략이사회(MSB) 이사로 선출되며 전력·에너지 분야를 중심으로 IEC 내 한국의 표준화 정책 참여 기반이 더욱 강화될 전망이다

출처: 국가기술표준원 보도자료('26.06.15.)



표준 정책 이슈 ②

싱가포르·영국·호주·캐나다와 'AI 표준화 협력' MOU 체결

- 국가기술표준원이 6월 11일 싱가포르·영국·호주·캐나다 국가표준기관들과 'AI 사전표준화 협력에 관한 양해각서'를 체결함
 - 사전표준화란 본격적인 표준 개발 이전 단계에서 기술 개념, 요구사항, 시험방법, 적합성평가 요소 등을 산업계 등 수요자 중심으로 선제적으로 정리하는 활동임
 - 5개국은 공동 워크숍, 전문가 세미나 등을 정기적으로 개최하여 AI 표준화 및 적합성평가 관련 모범사례를 공유하고, 백서·기술보고서·가이드 발간 등을 위한 사전표준화 협력을 추진할 계획임
 - 김대자 국가기술표준원장은 "미국과 중국 중심의 AI 기술·표준 경쟁이 심화되는 상황에서, AI 표준화를 위한 다양한 목소리를 낼 수 있는 국제 협력체계를 구축했다는 점에서 의미가 있다"고 강조함



출처: 국가기술표준원 보도자료('26.06.12.)



해외 표준 이슈 ①

[일본] ‘일본형 표준 가속화 모델 2025’ 발표

- 일본이 표준화를 단순 기술 지원에서 경영 전략의 핵심으로 격상시키는 ‘일본형 표준 가속화 모델 2025’를 발표함
 - 거대한 글로벌 변화에 대응해 국제 표준화 주도권을 확보하고 자국 기술이 세계의 공통 규칙이 될 수 있도록 하는 새로운 로드맵 마련의 필요성에 따라 마련됨
 - (1) 기업 경영진의 표준화 전략 내재화 (2) 전략적 분야 선정 및 신속한 표준 제정을 위한 민관협력 강화 (3) 기술력과 교섭력을 동시에 갖춘 표준화 전문가 양성 (4) 미국·유럽·아시아와의 파트너십을 통한 ISO/IEC 채택 확률 제고 등 4대 전략을 추진함

출처: 일본경제산업성(METI) 보도자료(‘26.05.22.)



해외 표준 이슈 ②

[호주] 어린이 보호 포장 개정판 발표

- 호주표준협회(SA)가 영유아의 단추형 건전지 삼킴·삽입 사고 예방을 위해 국제표준(ISO 8317)에 부합하는 강화된 어린이 보호 포장 표준(AS 1928:2026)을 발표함
 - 호주에서는 매주 약 20명의 어린이가 단추형 건전지를 삼키거나 몸에 넣어 응급실을 찾고 있어, 더 안전하고 재사용·재활용이 가능한 포장 설계의 필요성이 개정 배경이 됨
 - 이번 개정으로 ‘개봉·폐쇄’의 정의가 세분화되고 재사용 가능 포장까지 안전 테스트 범위가 확대되었으며, 재활용 가능 설계를 장려해 환경적 영향을 줄이는 순환 경제 방향도 반영됨

출처: 호주표준협회(SA) 보도자료(‘26.05.05.)



해외 표준 이슈 ③

[중국] 중국 주도 최초의 ‘제품 탄소발자국 디지털화’ 국제표준 제정

- 중국이 제안한 ‘제품 탄소발자국(CFP) 디지털화 — CFP 데이터 교환 형식 및 가이드라인’이 IEC에서 공식 승인되어, 중국 주도 최초의 제품 탄소발자국 디지털화 국제표준이 됨
 - 전자·전기 제품 공급망이 복잡하게 얽혀 있는 현실에서 탄소발자국 산정 기준·교환 방식·데이터 포맷이 국가·기업 별로 제각각이라 공급망 내 데이터 전달의 정확성이 낮음
 - 이번 표준은 파편화되어 있던 탄소 배출 데이터의 형식과 교환 방식을 통일하여 전자·전기 제품 공급망 전반의 데이터 투명성을 높이는 것을 목표로 함
 - 독일·일본·영국 등 주요국의 지지를 확보하여 녹색·저탄소 분야에서 중국이 국제표준화 주도권을 강화하게 됨

출처: 중국국가표준화관리위원회 보도자료(‘26.05.12.)



해외 표준 이슈 ④

[뉴질랜드] 호주·뉴질랜드, 호흡기 보호구 표준 ISO 체계로 전면 전환

- 호주·뉴질랜드가 호흡기 보호구와 관련하여 기존의 독자 표준(AS/NZS 1715·1716)을 폐기하고, 세계 최초로 국제표준(AS/NZS ISO) 체계로 전면 전환함
- 이는 수십 년간 사용된 기존 표준의 노후화와 코로나19 팬데믹이 드러낸 공급망·안전 관리의 한계를 극복하기 위한 조치로 단순한 규정 변경이 아닌 글로벌 안전 기준과의 통합을 의미함
- 기존 2개의 포괄적 표준에서 30개 이상의 세부 ISO 표준으로 전문화되며 제조사는 제품 재시험·재분류를, 사업장은 보호 프로그램 전면 재검토를 이행해야 함

출처: 뉴질랜드표준원(SNZ) 보도자료('26.05.13.)



해외 표준 이슈 ⑤

[영국] 금융기관, 넷제로 전환 계획 국제표준 발간

- 영국표준협회(BSI)가 금융기관의 기후 선언과 실제 금융 실행 간의 간극을 좁히고 글로벌 금융 시스템의 신뢰성·책임성을 강화하기 위한 넷제로 전환 계획 표준(ISO 32212)을 발간함
- 은행·보험사·자산운용사 등 모든 금융기관을 대상으로 실제 금융 의사결정과 위험 관리·거버넌스에 넷제로 전환 계획을 내재화할 수 있는 실무 지침을 제공함
- 이는 전 세계 170개 이상 국가표준화기관과 중앙은행·규제기관(IMF, PRI, NGFS 등)의 피드백을 반영한 최초의 공인 표준임

출처: 영국표준협회(BSI) 보도자료('26.06.03.)



해외 표준 이슈 ⑥

[미국] AI 혁신과 사이버 보안에 관한 행정명령 발표

- 미국 정부가 연방 기관의 사이버 방어 강화와 AI 산업과의 보안 협력을 목표로 하는 'AI 혁신 및 보안 촉진' 행정명령을 발표하여 신뢰할 수 있는 AI 생태계 구축을 추진함
- 미국 사이버보안인프라보안국(CISA), 재무부 등에 새로운 사이버 보안 지침 마련과 소프트웨어 취약점 식별·보완을 위한 'AI 사이버 보안 정보 공유소' 구축을 임무로 부여함
- NIST 등 관계 기관 협의를 통해 AI 모델의 첨단 사이버 역량을 평가하고 어떤 모델이 '적용 대상 프런티어 모델'에 해당하는지 판정하기 위한 벤치마킹 프로세스를 요구함
- 또한 AI 개발자가 시장 출시 전에 기밀 유지 및 지식재산권 보호를 받는 조건으로 연방 정부에 해당 모델에 대한 접근권을 제공할 수 있는 자발적 프레임워크를 구축함

출처: 미국국립표준협회(ANSI) 보도자료('26.06.02.)



첨단 산업 이슈 ①

[모빌리티] 광주광역시, 자율주행 실증도시 조성 사업 본격 착수

- 국토교통부가 광주광역시 전역을 자율주행 실증도시로 지정하고, 관·민 협력 체계를 통해 차량이 스스로 운전하는 레벨4 완전자율주행 상용화 기반을 구축할 예정임
- 광주는 2028년까지 국비 610억 원이 투입되는 자율주행 실증도시 조성 사업 구역으로 지정되었으며, 올해 7월부터 자율주행차 200대가 생활권 도로에 투입되어 실증 데이터를 수집할 계획임
- 현대차·기아가 SDV(소프트웨어 중심 자동차) 200대를 제공하고, 자율주행 기업들이 센서·소프트웨어를 탑재해 주행 데이터를 수집함

출처: 동아일보('26.05.14.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ②

[인공지능] 정부, 국내 첫 NPU 전용 데이터센터 건설

- 과학기술정보통신부가 국산 NPU(신경망처리장치) 중심의 AI 추론 전용 컴퓨팅센터를 광주에 설립하기 위해 1조원 규모의 타당성 조사와 기본계획 수립 용역에 착수함
- AI 인프라 경쟁의 무게중심이 GPU 확보에서 추론 비용 절감으로 이동함에 따라, 고비용·고전력의 GPU 대신 추론에 특화된 저전력 NPU 비중을 70~80%로 맞춘 전용 인프라 구축의 필요성이 대두됨
- 센터에는 총 1만 1천여 개의 AI 반도체가 도입될 예정이며, 국산 NPU 기업의 실증 무대이자 소비된 AI 실현을 위한 국산화 기반 마련의 목적도 있음

출처: 한국경제('26.05.14.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ③

[로봇] 정부, '한국형 인공지능 휴머노이드' 개발 사업 착수

- 과학기술정보통신부가 산·학·연·병 협력체계를 구축하고 2030년까지 504억 원을 투입해 한국형 AI 휴머노이드 개발 사업에 본격 착수함
- AI 기반 국가 프로젝트 'K-문샷'의 핵심 과제로, 하드웨어·소프트웨어·AI를 패키지형으로 통합 개발해 R&D 성과가 양산으로 이어지는 구조를 목표로 함
- KIST의 휴머노이드 'KAPEX'를 기반으로 LG전자가 양산형 모델을, LG에너지솔루션은 전고체 배터리를, LG AI연구원은 멀티모달 모델 엑사원(EXAONE) 기반 비전·언어 기술을 각각 담당함

출처: 연합뉴스('26.05.18.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ④

[배터리] 포스코퓨처엠, 실리콘 음극재 양산 신기술 개발 성공

○ 포스코퓨처엠이 기존 흑연계 음극재보다 에너지 저장 능력을 4배 이상 높여 ‘꿈의 배터리 소재’라 불리는 실리콘 음극재 양산 신기술 확보에 성공함

- 실리콘 음극재는 이론상 흑연 대비 5~10배 높은 저장 능력을 갖춰 주행거리 연장과 충전 시간 단축이 가능하나, 충·방전 반복 시 부피 팽창으로 인한 수명 저하 문제가 상용화의 걸림돌로 지적되어 왔음
- 포스코퓨처엠은 실리콘 입자를 초미세 단위로 분산하고 탄소 소재와 결합하는 방식으로 팽창 문제를 완화하여 충·방전 1,000회 후에도 초기 용량의 80% 이상을 유지하는 내구성을 확보함
- 향후 상용화 과정을 거쳐 대량생산까지 성공할 경우 차세대 배터리 시장의 판도를 바꿀 ‘게임체인저’ 역할을 할 것으로 기대됨

출처: 매일경제('26.05.20.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ⑤

[미래선박] 정부, ‘장보고 N 프로젝트’ 핵추진잠수함 기본계획 발표

○ 정부가 약 8,000t급 핵추진잠수함 3척 이상을 국내에서 개발·건조하는 ‘장보고 N 프로젝트’ 기본계획을 공식 발표함

- 미국 해군의 버지니아급(7800t)에 준하는 규모의 핵잠을 저농축우라늄(LEU) 연료 방식으로 개발하며, 핵무기 비보유·비개발 원칙과 핵비확산 약속을 기본계획에 명시함
- 2025년 11월 한미 정상 합의로 미국의 핵잠 건조 승인이 이루어진 지 6개월 만에 기본계획이 발표되었으며, 한미 핵잠 후속 협상은 이르면 6월 중으로 시작될 예정임

출처: 동아일보('26.05.27.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ⑥

[인공지능] 젠스 황, 피지컬 AI 생태계 구축 위한 한국 기업 연쇄 회동

○ 엔비디아 젠스 황 CEO가 방한 사흘째 메모리, 하드웨어, 소프트웨어 분야 한국 대표 기업 수장들과 잇따라 회동하며 피지컬 AI 중심의 가치사슬 구축에 나섬

- SK하이닉스·삼성전자와는 차세대 AI 가속기에 탑재될 HBM4 공급 물량 및 타임라인을 조율하고, 데이터센터 인프라 협력 방안도 논의함
- 현대차·두산그룹과는 자율주행·협동로봇·산업용 휴머노이드 분야의 포괄적 제휴를 논의하며 피지컬 AI 하드웨어 동맹을 강화함
- 크래프톤·엔씨소프트와의 회동에서는 양사가 축적한 3D 물리 엔진 기술을 피지컬 AI의 가상 학습 환경으로 활용하는 소프트웨어 파트너십을 구체화함

출처: 한국경제('26.06.07.) 등 언론보도 종합

II

첨단 표준 포커스



INSIDE

피지컬AI 시대, 표준이 판 가른다



LG는 젠슨 황 회동 이후, 2주 만에(6월 22일) 엔비디아 본사를 방문해 인공지능과 로봇틱스 협력을 논의하며 피지컬 AI 생태계 구축에 속도를 내고 있다. / 사진=LG 보도자료

피지컬 AI 시대의 서막

“AI의 다음 단계는 로봇공학이다. 지금 가장 중요한 단계가 바로 피지컬 AI다.”

젠슨 황 엔비디아 CEO가 올해 초 CES 2026 무대에서 3,000석을 가득 채운 청중 앞에 던진 말이다. 선언은 곧 행동으로 이어졌다. 지난 6월 5일, 그는 ‘간부회동’ 이후 7개월 만에 다시 한국을 찾았다. AI 파트너사들과 협력을 강화하기 위해서다. 젠슨 황은 LG, SK, 현대, 네이버, 두산 등 국내 파트너사들을 격의 없이 만나며 피지컬 AI 동맹을 구체화하는 모양새를 보여줬다. 업계에서는 그의 행보를 단순한 반도체 공급망 파트너를 넘어, 피지컬 AI와 AI 인프라를 함께 구현할 산업 동맹으로 평가한다.

피지컬 AI란 텍스트와 이미지를 생성하는 데 그쳤던 기존 AI와 달리, 현실 세계의 3차원 공간과 물리 법칙을 이해하고 직접 행동하는 AI를 말한다. 센서·카메라·음성 등 다양한 멀티모달 입력을 받아 로봇이나 자율주행차 같은 물리적 기기가 스스로 판단·행동하도록 만드는 기술이다. 엔비디아는 이를 구현하기 위해 훈련용·추론용·시뮬레이션용 세 가지 컴퓨팅 인프라가 필요하다고 설명한다. 쉽게 말해 ‘상상하는 뇌’가 생성형 AI라면, 피지컬 AI는 ‘행동하는 몸’까지 갖춘 존재다.

왜 지금 반도체와 함께 주목받나

피지컬 AI가 반도체 열풍과 맞물려 더욱 뜨거워지는 데는 이유가 있다. 피지컬 AI 로봇은 실시간으로 방대한 데이터를 처리하며 판단하기 때문에, 고성능 GPU와 고대역폭메모리(HBM)가 필수적이다. 시장조사기관 카운터포인트리서치에 따르면 2026년 1분기 기준 HBM 시장 점유율은 SK하이닉스 58%, 삼성전자 21%로 집계됐다. 한국이 전체의 약 79%를 공급한다. 피지컬 AI가 커질수록 K-반도체의 위상도 함께 높아지는 구조인 셈이다.뱅크오브아메리카는 2024년 3000대에 그쳤던 휴머노이드 로봇 출하량이 2030년 120만대, 2035년 1000만대로 급증할 것으로 내다본다. 젠스 황이 한국 대기업 총수들을 연이어 찾은 것은 이 거대한 공급망의 재편을 앞두고 한국과의 공동 설계에 나서겠다는 신호로 읽힌다.

표준을 선점한다는 것의 의미

시장이 폭발적으로 성장할 때 가장 먼저 움직이는 나라가 있다. 바로 표준을 천 나라다. 표준은 단순히 규격을 통일하는 데 그치지 않는다. 시장 참여 자격, 제품 설계의 기준선, 수출 시 진입 장벽까지 결정한다. 이를 먼저 세운 국가·기업이 산업 생태계 전체를 설계하는 주도권을 갖게 된다. 중국은 이미 발 빠르게 움직이는 중이다. 2025년 12월 중국 공업정보화부는 ‘휴머노이드 로봇 및 임바디드 인텔리전스 표준화 기술위원회’ 출범식을 열었다. 휴머노이드 로봇 산업은 기술 발전과 시장 확대 속도가 빠른 반면, 표준 정비가 이를 충분히 뒷받침하지 못한다는 문제의식에서 마련됐다. 완성품부터 부품·모듈, 응용 분야, 안전 등에 이르기까지 산업 전 주기를 아우르는 표준의 제·개정을 담당하며 종합 표준체계 구축 가이드라인을 마련해 정부와 산·학·연이 공동 참여할 수 있는 표준화 추진체계를 구축 중이다.

표준으로 산업을 설계하다

한국도 움직이고 있다. 과학기술정보통신부는 지난 5월 KIST를 주관기관으로 ‘민관협력 기반 AI 인간형 로봇(휴머노이드) 원천기술 고도화 사업(2026~2030년)’ 착수를 알렸다. 이는 정부의 범부처 AI 프로젝트 ‘K-문샷’의 핵심 과제 중 하나로 2030년까지 총 504억 원을 투입해 한국형 대표 AI 휴머노이드 플랫폼을 확보한다는 목표다.

국가기술표준원(이하 국표원)도 제도적 기반 마련에 나섰다. 2025년 12월 ‘산업 인공지능 표준화 포럼’을 열고, 휴머노이드 등 산업별 특성을 반영한 제조데이터 수집·공유와 AI 시스템 간 상호운용성 표준 수요가 높아지고 있음을 확인했다. 나아가 지난 4월에는 반려로봇을 국가표준(KS) 인증 대상 품목으로 지정하며 소비자 서비스 로봇 분야의 품질 신뢰 체계를 구축했다. 음성·얼굴 인식 등 상호작용 성능은 물론, 위급 상황 대응 기능까지 포함해 제품의 기능과 안전성을 종합 평가한다. 이밖에도 우리나라는 20년 이상 ISO·IEC 로봇 분야 국제표준화 활동에 참여해 왔다는 강점이 있다. 특히 서비스로봇 분야는 우리나라가 2003년 세계 최초로 표준화를 제안한 바 있다.

생성형 AI가 콘텐츠와 언어를 바꿨다면, 피지컬 AI는 실물경제 전체를 재편할 잠재력을 가진다. 한국은 탄탄한 제조 기반과 세계 최고 수준의 반도체·배터리 공급망, 그리고 첨단 제조 현장이라는 ‘실전 훈련장’을 갖고 있다. 피지컬 AI 시대는 기술력만큼이나 표준을 얼마나 빠르게, 그리고 얼마나 국제적으로 설계하느냐의 싸움이기도 하다. 국표원 중심의 표준화 선점 노력이 한국 로봇 산업의 글로벌 경쟁력을 결정짓는 핵심 변수가 될 것이다.

※ 참고 자료: LG전자, 엔비디아 홈페이지, 한중과학기술협력센터, 조선일보, 전자신문, 로봇신문



협동로봇 안전의 최전선, 표준이 만든다

임우철 수석(두산로보틱스)



치킨을 튀기고 커피를 내리는 로봇이 일상이 된 시대. 하지만 사람과 나란히 일하는 로봇이 ‘안전하다’고 말할 수 있으려면, 눈에 보이지 않는 촘촘한 기준들이 먼저 존재해야 한다. 두산로보틱스 Product Safety & Certification 파트의 임우철 수석은 협동로봇의 안전 설계와 국제표준 대응 최전선에서 일해온 실무 전문가다. 그에게 협동로봇의 현재와 휴머노이드의 미래, 그리고 ‘표준’이라는 보이지 않는 무기의 힘을 물었다.

최근 치킨을 튀기거나 커피를 내리는 로봇처럼 일상에서 로봇 팔을 마주하는 일이 부쩍 늘었다. 기존의 거대한 ‘산업용 로봇’과 두산이 주력하는 ‘협동로봇(Cobot)’의 차이는 무엇인가

로봇을 활용할 때는 로봇 자체의 힘과 속도뿐만 아니라 어떤 공구를 달았는지, 어떤 물체를 옮기는지, 작업자와의 거리는 어느 정도인지에 따라 위험성이 달라진다. 따라서 사람, 로봇, 작업물, 주변 환경을 모두 고려한 작업장 전체의 안전 설계를 수행해야 한다.

기존의 산업용 로봇은 주로 공장 안에서 안전펜스로 둘러쳐져 작업자와 분리된 공간에서 동작하는 것을 가정한다. 빠른 속도와 강한 힘으로 반복 작업을 수행하도록 설계되었다. 반면 협동 로봇은 작업자와 공간을 공유하며 작업할 수 있도록 설계되었다. 신뢰성과 고장 내성이 확인된 위치·속도 감시 기능, 충돌 감지 기능, 안전 정지 기능 등을 기본적으로 포함한다.

협동로봇을 쓴다고 해서 ‘어떤 상황에서도 무조건 안전하다’는 뜻은 아니다. 하지만 외형이나 무게 측면에서 본질적으로 안전한 부분이 있고, 다양한 협동 환경에서 위험을 줄일 수 있도록 세세한 안전 기능 설정을 제공하기 때문에 기존 산업용 로봇과 확실히 차별화된다. 이러한 특징 덕분에 그동안 로봇이 쓰이지 않던 서비스 영역까지 응용 범위가 확장되고 있다.

두산은 현재 업계 최다 협동로봇 라인업을 자랑하고 있다. 경쟁한 글로벌 경쟁 속에서 두산이 구축한 위상은 어느 정도인가? 특히 30kg 무게까지 드는 고하중 능력이 왜 두산만의 압도적 무기인가

한국뿐만 아니라 미국, 유럽 제조업계에서도 노동력 부족, 생산성 향상, 작업자 안전 확보가 중요한 과제다. 과거 대형 산업용 로봇이나 리프트 장비가 필요했던 작업에 고가반하중(들어 올릴 수 있는 무게)과 넓은 작업 범위를 갖춘 협동로봇을 적용하면, 훨씬 유연하고 경제적으로 자동화를 구현할 수 있어 수요가 늘고 있다.

실제로 두산의 고가반하중 협동로봇인 H-Series와 P-Series는 유럽과 북미 시장에서 팔레타이징(화물 적재), 패키징, 머신텐딩(가공물 투입·인출) 공정을 중심으로 높은 관심을 받아왔다. 또한 실제 산업 현장에서 검증된 내구성과 장시간 운용 안정성을 바탕으로, 생산성 향상과 빠른 투자 회수(ROI)를 실현하며 경쟁사 대비 우위를 점하고 있다.

6월, 젠슨 황 엔비디아 CEO가 방한해 ‘피지컬 AI 총동맹’의 신호탄을 올렸다. 엔비디아가 두산로보틱스를 핵심 파트너로 낙점한 배경은 무엇이며, 앞으로 기대되는 바가 있다면

두산로보틱스는 로봇 공급을 넘어, 제조현장에서 검증된 기술을 기반으로 AI·비전·모션제어 기술을 결합하여 자동차와 물류 등 다양한 산업에 적용 가능한 지능형 로봇 솔루션 기업으로 사업 방향을 고도화하고 있다. 향후에는 이러한 AI 기반 지능형 로봇 솔루션을 토대로 숙련공 수준의 작업을 수행할 수 있는 산업용 휴머노이드 기술로 확장해 나갈 계획이며, 엔비디아도 이런 방향성에 공감한 것으로 생각한다.

현재 엔비디아와의 협업을 통해 에이전틱 로봇 운영 체계를 개발하고 있다. AI를 활용한 인식, 추론, 시뮬레이션을 통해 로봇이 작업환경을 스스로 인식하고 판단하여 작동하도록 하는 데 초점을 두고 있으며, 관련 협업 결과물은 CES 2027에서 선보일 예정이다.

협동로봇은 ‘사람과 같은 공간에서 일한다’는 특성 때문에 무엇보다 안전이 중요해 보인다. 제품을 개발하고 전 세계로 수출할 때 바이블처럼 활용하는 핵심 국제표준은 무엇이며, 이것이 제품 설계에 어떻게 반영되고 있는가

협동로봇 안전의 핵심이 되는 국제표준은 ISO 10218 시리즈와 ISO TS 15066이다. ISO 10218-1은 산업용 로봇 자체의 안전 요구사항을, ISO 10218-2는 로봇 응용 및 로봇 셀의 안전 요구사항을 다루며, ISO TS 15066은 협동 운전시의 추가적인 안전 요건을 다룬다.

대부분의 국가가 ISO 10218을 부합화 표준으로 채택해 로봇 안전 기준으로 삼고 있다. 두산로보틱스는 적합성평가, 다시 말해 안전인증의 기준이 되는 안전 표준의 요구사항을 협동로봇 사양과 기능·기획 단계부터 이러한 안전 표준 요구사항을 반영하고, 이를 각 부품과 소프트웨어 모듈에 할당하여 개발 및 시험을 진행한다. 물론 표준 요구사항을 기본으로 삼되, 실제 사용 환경에 맞춰 유연하게 설정하고 협동로봇의 활용도를 높이는 세부 기능을 고안해 제품 설계에 함께 반영하고 있다.

〈로봇 안전 기준 관련 표준〉

ISO 10218-1	산업용 로봇 자체의 안전 요구사항
ISO 10218-2	로봇 응용 및 로봇 셀의 안전 요구사항
ISO TS 15066	협동 운전 시 필요한 추가적인 안전 요건



협동로봇 작업장 현장에서 여러 컨설팅을 담당해왔는데, 현행 국제표준을 실제 국내 사업장에 적용할 때 기업들이 가장 어렵게 느끼는 부분은 무엇이었나

현장의 많은 이해관계자들은 안전에 대해 ‘250N 이하’, ‘100mm 이상’처럼 명확한 수치 기준을 바라는 경우가 많다. 하지만 모든 상황에 일괄 적용 가능한 수치를 정하는 것은 사실상 불가능하고, 설령 정하더라도 다양한 상황을 포괄하기에는 불충분할 수 있다. 사실 궁극적으로 달성해야 할 목표는 현장의 안전 확보이지, 표준이 제시하는 수치를 충족하는 것이 아니다.

이런 처방적 안전표준의 맹점을 보완하기 위해 위험 기반·퍼포먼스 기반의 안전 표준과 방법론이 도입되었고, 대표적인 것이 위험성 평가다. 기계의 의도된 용도와 사용 시나리오에서 출발해 위험원과 위험 상황을 식별하고, 위험성을 판정하여 감소 조치를 시행하는 일련의 과정은 자율 책임 하에 지속적으로 점검·보완해야 한다. 이런 자율적 기준이라는 개념 자체가 국내 기업의 로봇 적용 현장에서 여전히 어렵게 느껴지는 것 같다.

제조업체가 준수해야 하는 기능안전도 마찬가지다. 제품 개발과 인증 과정에서 연구개발자들이 가장 당혹스럽게 느끼는 부분은, 기능안전 표준의 방법론이 제품에 무엇을 어느 수준으로 달성해야 하는지 구체적으로 요구하지 않는다는 점이다. 글로벌 인증기관에 세부사항을 문의해도 원칙에 따라 합리적으로 진행했는지를 점검할 뿐, 적합 여부를 단정적으로 판정해주지 않는다. 해당 제품 설계가 어떤 논리로 표준과 규정을 만족하는지 설명하는 것은 결국 제조사의 몫이다.

주어진 문제를 가장 빠르고 효율적으로 풀어내는 데 익숙한 국내 문화에서, 스스로 문제를 식별·정의하고 적절한 방법론을 선택해 해결책을 찾으며 그 합리성을 입증하는 국제표준의 체계가 어렵게 느껴지는 것은 사실이다. 하지만 이러한 방법론이 도입된 지 이미 20여 년이 넘었고, 표준 체계는 이미 AI 기반의 다음 세대로 넘어가고 있다. 지금이야말로 적극적인 대응이 필요한 시점이다.



최근 로봇 업계의 최대 화두는 휴머노이드다. 걸어 다니며 AI로 스스로 판단하는 휴머노이드의 안전을 규정하는 건 또 다른 문제일 것 같다. 현재 글로벌 시장에서 논의 중인 휴머노이드 관련 기능안전 표준 동향과 기술적 과제는 무엇인가

기능안전은 이중화나 고장 진단 같은 강인한 설계만큼이나, 인적 오류와 계통적 오류를 방지하는 강인한 개발 프로세스를 강조해 왔다. 전기·전자·논리회로와 소프트웨어로 제어되는 많은 기계와 시스템이 의도한 대로 사양이 정의되고, 설계·구현·시험·생산·설치되는 전 과정을 검토하고 확인하는 것이 중요하다는 의미다. 휴머노이드 로봇은 보행, 자세 제어부터 인식, 판단, 작업계획 및 실행의 전 과정에 필연적으로 기계 학습과 같은 AI 기술을 적용하고 있다. 하지만 기계학습을 통해 최적화된 파라미터와 로직이 왜 그렇게 결정되었는지

설명하기 어렵고, 기존 안전관련 제어시스템의 시험 및 검토 방식으로 검증하기도 어렵다는 점이 문제다.

AI 기술과 기능안전의 관계는 이미 자율주행 자동차 분야에서 많은 논의가 있었는데, 휴머노이드 로봇 기술의 진보로 상품화 가능성이 높아지면서 이를 더욱 명확히 정립해야 할 필요성이 커졌다. 이런 추세를 반영하듯 2024년에 AI와 기능안전의 관계를 다루는 기술보고서 ISO/IEC TR 5469가 발행되었고, 이를 구체화하고 규범화한 기술시방서 ISO/IEC TS 22440 시리즈가 2027년 발행을 목표로 현재 개발 중이다. 기능안전의 프레임워크를 규정한 수평표준 IEC 61508 시리즈도 AI 기술 활용을 반영하는 방향으로 16년 만에 제3판 개정을 앞두고 있다.

휴머노이드 로봇의 안전 표준을 제정하는 ISO TC 299 WG 12에서도 안전제어시스템의 AI 연관부분은 기능안전 관련 수평표준과 기술시방서를 인용하려 한다. 그러나 기존 산업용 로봇 및 기계안전 관점의 보수적인 기능안전 체계와 비교하면 AI 신기술을 반영해 개발 중인 표준에는 여전히 충분히 설명하지 못하는 부분이 있어 논란이 이어지고 있다.

각국 전문가들 간의 시각 차이도 드러난다. 다만 이는 패러다임 전환 과정의 과도기적 혼란으로 볼 수 있으며, 결국 AI 활용을 수용하고 휴머노이드 시장 확대를 허용하는 방향으로 정리될 것으로 예상된다. 표준 개발 논의 과정의 지속적인 모니터링과 전략적 대응이 중요하다. 해외 선도 기업들은 AI 반도체·모듈 수준에서부터 새로운 기능안전 패러다임을 선제적으로 반영해 제품 개발과 인증을 준비하고 있는 만큼, 시장 선점을 위해서는 국내 업계의 적극적인 대응이 필요함을 특히 더 강조하고 싶다.

현재 로봇 관련 국제표준은 과거 전통 공장의 틀에 갇혀 있어, 환경이 변하는 F&B, 스마트 물류, 야외 스마트팜, 나아가 차세대 휴머노이드 로봇의 기술 고도화 속도를 규제가 따라가지 못한다는 지적이 있다. 현업에서 느끼는 현행 국제표준의 가장 큰 맹점이나 규제 장벽은 무엇인가

ISO 10218 시리즈가 오랜 논의 끝에 2025년에 개정 출간되었다. 2011년 이후 추가된 협동 운전, 말단장치 안전 등의 개념을 포함해 대대적으로 개편되었고, 올해 KS 부합화가 이루어지면 국내 자율안전확인신고나 작업장 안전인증 등 산업용 로봇과 협동로봇의 안전을 평가하는 제도에도 반영될 것으로 보인다.

문제는 이 표준이 AI를 도입하지 않는 기존 기능안전 개념을 기준으로 작성되었다는 점이다. 협동로봇 설치 현장에서도 AI 기술로 작업을 효율화하고 최적화할 여지가 많지만, 관련 안전 기준은 아직 부재한 것으로 파악된다. 아직 초기 단계인 휴머노이드 로봇에 대해 AI 기술 활용을 가능하게 하는 방향으로 표준 논의가 이루어지고 있다는 점을 생각하면 다소 아이러니한 상황이다. 본격적인 휴머노이드 시장 개화 이전에, 협동로봇의 AI 활용 시 안전 고려사항에 대한 기준 정립이 필요하다고 생각한다.

"표준을 지배하는 자가 시장을 지배한다"고 한다. 한국 로봇 산업의 국제표준 선점을 위해 정부와 국가기술표준원에 바라는 실질적인 지원책이 있다면

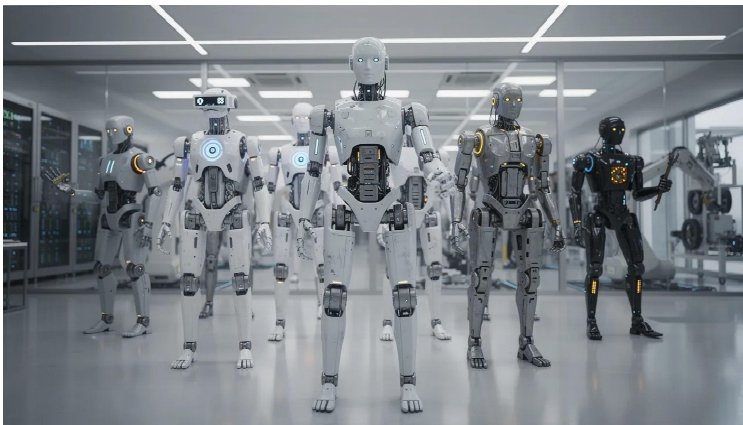
기업은 제품과 직접적으로 연관된 표준 외에도 인용된 여러 표준을 구입해 전반적인 기술 내용을 확인해야 하는데, 국제표준의 높은 구매 비용이 부담될 수 있다. 다행스럽게도 국제표준에 부합화된 KS 표준이 존재하지만, 국제표준의 제정 범위와 개정 주기가 빨라지면서 일부 표준은 KS 부합화와 현장 전파 사이에 시간 차가 발생할 수 있다. 기업이 이를 제때 인지하지 못하면 최신 기술 동향을 따라가기 어려워진다. 연구개발 방법론 역시 속도와 효율성이 갈수록 강조되는 만큼, 최신 국제표준의 부합화와 현장 전파가 더 신속하고 체계적으로 이루어질 수 있도록 관련 예산과 전문 인력 확충, 절차 간소화를 검토해 주길 바란다.

아울러, 표준화 활동에 소극적이었던 기업들이 적극적으로 나서도록 독려하려면 표준화 자체의 지원을 넘어, 이해관계자 합의에 기반한 표준이 시장의 자율규제 기준으로 작용할 수 있는 제도적 기반이 필요하다. 신기술 태동기에 업계가 자율적으로 최소한의 기준을 수립하고, 이것이 제도적으로 활용될 것이라는 기대가 있다면 표준화 참여의 동기부여가 될 것이다. 최초 기준 수립과 시범 운영 이후 이해관계자와 규제 당국이 지속적으로 표준을 평가하고 신속한 개정 과정을 통해 고도화해 간다면, 기술과 제도 양쪽에서 시너지를 발휘할 수 있을 것이다.

나아가 이렇게 제정된 국내 표준의 운영 경험을 바탕으로 국제표준 제정을 제안한다면, 신기술 관련 국제표준 선점으로 이어지는 선순환 구조도 만들 수 있다고 생각한다. 이는 앞서 말한 자율적 기준 수립과도 맥을 같이하는 것으로, 이를 위해 국가기술표준원의 표준화 지원과 더불어, KS 표준의 제정·개정이 국내 제도에 자동으로 연동될 수 있도록 관련 규제 부처와 산업계가 함께 참여하는 협력 체계가 마련된다면 큰 도움이 될 것이다.



인공지능 옷을 입은 로봇산업 패권, 국제표준이 가른다



인공지능(AI) 기술이 가상 세계를 넘어 물리적 실체와 결합하는 ‘피지컬(Physical) AI’ 시대가 본격 도래했다. 로봇이 스스로 주변환경을 인식하고 인간과 상호 작용하는 자율 성숙 단계에 진입하면서, 글로벌 시장의 패권 경쟁은 ‘누가 세계 시장의 표준을 선점하는가’로 수렴하고 있다. 미국, 유럽 등 선진국이 국가 주도의 표준화 전략을 무기로 기술 장벽을 높이는 가운데, 대한민국은 국가기술표준원을 필두로 로봇 분야 표준화 로드맵을 가동하고 있다.

공적 표준 기구(ISO·IEC)에서의 영향력 확대는 물론, 실전 배치 단계에 접어든 웨어러블·자율이동로봇(AMR) 분야의 생태계 장악을 겨냥한 대한민국의 국가표준전략을 살펴본다.

지능형 로봇 대전환, 왜 지금 표준인가

로봇은 인류의 편리, 효율, 안전을 위한 약속이자 디지털 대전환 시대의 핵심 인프라다. 과거 공장 내 단순 반복작업을 수행하던 제조용 로봇의 시대는 저물고, 인공지능과 머신러닝을 탑재한 로봇이 인간의 생활 공간과 전문 서비스 영역으로 쏟아져 나오고 있다. 정부는 이미 ‘산업대전환 초격차 프로젝트’를 통해 지능형 로봇을 11대 핵심 투자 분야로 선정했다. 2030년까지 총 13조 5,000억 원 규모의 예산이 투입되는 거대한 국책 사업의 중심에 로봇이 서 있다.

글로벌 시장에서 기술 표준은 국경을 통제하는 무역기술장벽(TBT)으로 작동한다. 유럽연합(EU)의 기계류 지침(Machinery Directive)이 대표적인 사례다. 이 지침은 국제표준인 산업용 및 서비스용 로봇 안전 요구사항을 강제 기준으로 채택했다. 결과적으로 이 표준을 충족하지 못하는 로봇은 유럽 시장 진입 자체가 차단되는 강력한 기술 장벽으로 기능하고 있다. 미국 역시 중국과의 미래 기술 경쟁에서 우위를 점하기 위해 ‘핵심 신기술 국가표준전략’을 발표하며 기술 패권 확보에 사활을 걸었다.

국제표준은 실제 산업 기술을 바탕으로 제정된다. 이 때문에 표준기술 속에 자국의 원천 특허를 반영시키는 ‘표준필수특허(SEP)’ 확보 싸움이 치열하다. 표준을 장악한 기업과 국가는 전 세계 로봇 제조사들로부터 강력한 경제적 이익을 거두어들인다. 대한민국이 선진국과의 기술 격차를 줄이고 글로벌 로봇 시장의 ‘룰 메이커(Rule-Maker)’로 도약하기 위해 지금 당장 표준화 주도권을 확보해야 하는 이유가 바로 여기에 있다.

가상에서 현실로, 피지컬 AI 로봇 기술의 실체와 최신 이슈

올해 초 미국 라스베이거스에서 개최된 세계 최대 IT 전시회 'CES 2026'의 최대 화두는 단연 피지컬 AI였다. 엔비디아(NVIDIA), 퀄컴(Qualcomm), AMD, 인텔(Intel) 등 글로벌 반도체 거인들은 이제 단순히 칩셋만 파는 비즈니스 모델에서 탈피했다. 이들은 인공지능 모델, 가상 공간 시뮬레이션, 개발 도구까지 통합 제공하는 '풀스택(Full-Stack) 서비스' 체계로 완전히 전환했다.

엔비디아는 물리 세계를 이해하는 월드 파운데이션 모델인 '코스모스(Cosmos)'와 휴머노이드 로봇 전용 모델 '그루트(GROOT)'를 전면에 내세웠다. 온디바이스 AI 연산을 수행하는 로봇의 두뇌인 '젯슨(Jetson)' 칩과 가상 가속 훈련소인 '아이작(Isaac)' 시뮬레이션을 유기적으로 결합하여 글로벌 로봇 생태계를 집어삼키고 있다. 퀄컴 역시 휴머노이드 및 자율이동로봇(AMR)의 뇌 역할을 하는 고성능 프로세서 '드래곤윙(Dragonwing) IQ10' 시리즈와 함께 시너지 효과를 낼 수 있는 실리콘-투-스킬 풀스택 아키텍처를 전격 공개하며 엔비디아에 정면 도전장을 던졌다.

우리나라 역시 실전 배치 단계에 진입했다. 현대자동차·보스턴 다이내믹스는 제조 공정에 즉시 투입 가능한 양산형 전구식 휴머노이드 '아틀라스(Atlas)'를 공개했다. 구글 딥마인드의 월드 모델과 엔비디아의 추론 칩을 탑재한 이 로봇은 목과 허리, 손을 360도 회전하며 인간 이상의 작업 효율을 보여준다. LG전자는 바퀴형 이동 베이스에 양팔 로봇을 결합한 가사용 휴머노이드 '클로이(CLOI)'를 선보였다. 세탁기에서 빨래를 꺼내 건조기로 이동시키고 수건을 개는 등 가사 해방의 청사진을 제시했다. 초소형·고출력 통합 구동 모듈인 '액추에이터 악시움(AXIUM)'을 독자 개발해 기술 자립도를 높였다.

요동치는 글로벌 로봇 시장 동향과 비즈니스 쟁점

국내 로봇 시장은 제조용 로봇 약 3조 원, 전문·개인 서비스용 로봇 약 9,000억 원, 부품 및 소프트웨어 1조 7,000억 원 규모로 매년 10%에 육박하는 가파른 성장세를 기록하고 있다. 국내 로봇 산업 전체 매출액은 10조 원 돌파를 달성했다. 특히 전문 서비스용 로봇과 로봇 임베디드 부문의 생산액 증가율이 매우 두드러진다. 글로벌 시장 역시 국제로봇협회(IFR) 조사 결과 전 세계 로봇 시스템 시장 가치가 495억 달러(약 67조 원) 규모로 추정되며 대규모 장기 투자 유치가 가속화되고 있다.

현재 글로벌 로봇 산업의 최대 쟁점은 데이터 확보를 통한 하드웨어와 소프트웨어의 선순환 생태계 구축이다. 과거에는 로봇의 모든 관절 각도와 모션을 수동으로 코딩해야 했다. 이제는 대규모 시각-언어-행동(VLA) 파운데이션 모델 기반의 모방 학습과 시뮬레이션 가상 환경을 통한 강화 학습이 대세로 자리 잡았다. 즉, 실제 작업 현장에서 쌓이는 데이터의 양이 로봇의 지능 성능을 결정한다.

이러한 상황에서 중국 기업들은 막대한 정부 보조금과 수직계열화된 공급망을 무기로 전 세계 로봇 시장을 무섭게 잠식하고 있다. 유니트리(Unitree)는 2025년 한 해에만 대중 보급형 휴머노이드 'G1'을 5,500대 이상 출하하며 세계 최초로 휴머노이드 앱스토어 플랫폼 사업을 시작했다. 애지봇(AgiBot)은 4,000㎡ 규모의 대형 데이터 수집 전용 공장(Giga Data Factory)을 가동해 100만 개 이상의 실제 작업 주행 궤적 데이터를 축적했다. 중국 소부장 부품 생태계의 규모의 경제 달성은 가공할 가격 파괴로 이어지고 있다. 과거 수천만 원을 호가하던 휴머노이드 가격을 1만 위안(한화 200만 원대) 수준까지 떨어뜨리는 초저가 치킨게임이 시작되었다. 대한민국 로봇 기업들이 단품 중심의 제조 단가 싸움에서 벗어나 고부가가치 표준 플랫폼 소프트웨어 중심의 차별화 전략을 수립해야 하는 이유다.



국제표준화기구 및 사실상 표준화기구에서의 표준개발 경쟁

로봇 분야를 총괄하는 기구는 ISO/TC 299(로봇) 기술위원회다. 미국, 독일, 한국, 일본, 중국 등 27개 로봇 선도국이 치열한 표준개발 다툼을 벌이고 있다.

우리나라는 ISO/TC 299에서 글로벌 표준 개발에 적극 참여하고 있다. 한국로봇산업협회가 로봇 및 로봇 장치 분야의 국가 표준개발협력기관(COSD) 및 국제표준 간사기관으로 총 62종의 국가표준(KS) 정비 운영을 전담하고 있다. 산·학·연 전문가로 구성된 로봇 및 로봇 장치 전문위원회와 기계응용 기술심의회를

상시 가동 중이며, 민간 표준 포럼인 지능형로봇표준포럼(KOROS)을 통해 전문가 연구 소위원회를 활발히 운영하고 있다.

대한민국의 로봇 전문가들은 표준화기구 기술위원회의 프로젝트 리더와 컨비너를 수임하며 눈에 띄는 성과를 거두고 있다. 경희대학교 이순걸 교수는 ISO/TC 299/WG 1 작업반의 의장(컨비너)을 수임하여 ISO 8373(로봇 용어) 및 ISO 9787(좌표계 및 운동 기호) 개정 작업을 완료했다. 또한, 세종대학교 박관웅 교수는 개인지원 로봇 안전 표준인 ISO 13482 개정 작업의 총괄 프로젝트 리더를 맡아 글로벌 서비스 로봇의 가이드라인을 수립하고 있다.

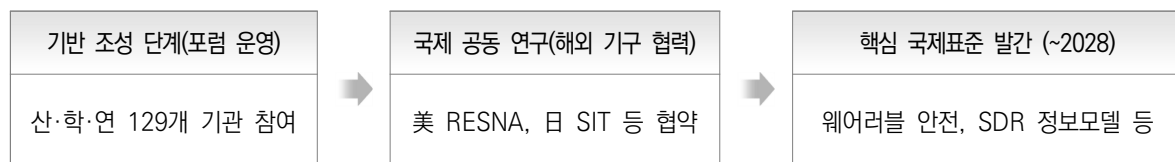
세종대학교 문승빈 교수는 ISO 18646 시리즈(서비스 로봇 성능 기준 및 시험방법)의 개발을 주도하며, 바퀴형 이동 능력, 주행, 조작 등 핵심 기술평가 규격을 제정하였으며, 강원대학교 박홍성 교수는 서비스 로봇의 모듈화 표준인 ISO 22166-1 제정에 이어, 하드웨어·소프트웨어 부품 간 호환성을 높이는 ISO 22166-201(모듈용 공통 정보 모델)의 제정을 주도한 바 있다.

최근 표준화 트렌드는 ISO, IEC 등 전통적인 공적 표준에만 머무르지 않는다. IEEE-RAS(국제전기전자공학회 로봇자동화협회), OMG(오브젝트 관리 그룹) 등 민간 주도의 사실상 표준화기구의 영향력이 막강해졌다. IEEE-RAS는 로봇 내비게이션 주행을 위한 지도 데이터 표현 표준인 'IEEE P1873' 및 3D 맵 표준인 'IEEE P2751' 개발을 총괄하고 있으며, OMG Robotics-DTF에서는 한국과 일본이 공동 의장을 수임하여 로봇 시스템 통합을 촉진하기 위한 '로봇 서비스 온톨로지(RoSo 1.0)' 및 상호작용 서비스 표준화를 주도하고 있다.

로봇 분야 표준화 로드맵

정부는 글로벌 기술패권 경쟁에 선제적으로 대처하고 국내 로봇 기업의 세계 시장진출을 확보하기 위해 '지능형 로봇 표준화 로드맵'을 가동했다. 범정부 차원의 자원을 집중하여 2028년까지 연 2종 이상의 신규 국제표준(PWI) 도출을 꾀하고자 한다.

〈그림〉 지능형 로봇 국가표준화 전략 로드맵



이를 위한 전략으로 첫째, 민간 주도 표준화 협력 거버넌스 및 실증 인프라 조성이다. R&D 과제 기획 단계부터 기술 개발과 표준 제안을 동시에 바인딩하는 연계 시스템을 정착시키고자 한다. 실제 환경 및 가상환경(디지털 트윈)에서 로봇 비즈니스 모델(BM)의 성능과 안전성을 검증하는 실증평가 기술 표준체계를 정립하여 기업들의 사업화 속도를 앞당긴다.

둘째, 글로벌 연구기관과의 국제 공동 표준 개발이다. 국내 주도의 독자 노선에서 벗어나 세계 최고 권위의 해외 기관과 편당·연구를 매칭하는 프로젝트를 추진하고 있다. 미국 재활공학및보조기술협회(RESNA) 및 동의대학교가 협력하여 '로봇 기술이 적용된 보조기기 공통 안전 요구사항'과 '진단평가용 재활로봇 성능평가 방법' 표준을 개발하고 있으며, 일본 시바우라공대(SIT) 및 강원대학교, ETRI가 연합하여 레고처럼 로봇 하드웨어·소프트웨어를 쉽게 조합하는 'SDR 구현을 위한 정보모델' 및 '자율이동로봇(AMR)용 소프트웨어 정의 로봇 정보모델' 표준을 제정하는데 힘쓰고 있다.

셋째, 서비스 로봇 분과위원회(SC) 설립을 통한 영향력 확대다. 유럽과 일본이 우위를 점하고 있는 TC 299 내부에서 우리나라 주도의 서비스 로봇 분과위원회(SC)를 신설할 것을 공식 제안한 바 있으며, 이를 통해 서비스 로봇 분야의 국제 간사국 지위를 전격 확보하여 향후 전 세계 서비스 로봇의 성능, 안전, 주행, 소프트웨어 규격 제정의 칼자루를 대한민국이 쥐겠다는 포석이다.

미래 로봇틱스 강국 사수를 위한 추진 전략

국내 로봇 산업의 지속가능한 미래 인프라 구축 방향과 범정부적 차원의 이행 계획은 다음과 같이 집약된다.

첫째, 공적 표준(ISO·IEC)과 사실상 표준의 칩체적인 활동이다. 로봇청소기, 서빙 로봇 등 소비재 서비스 로봇 시장은 공적 표준보다 실질적인 비즈니스 인터페이스를 규정하는 민간 단체 표준의 파급력이 더욱 막강하다. 글로벌 사실상 표준화 기구에 국내 로봇 대기업과 중소 부품사들이 연합군으로 참여할 수 있는 다자간 협의체 활동에 더욱 집중해야 한다.

둘째, 사이버 보안 기술표준 장벽 구축이다. 중국산 휴머노이드와 AMR의 가공할 저가 양산 공세에 정면 하드웨어 단가 싸움을 벌이는 것은 승산이 낮다. 중국 로봇의 아킬레스건은 바로 사이버 보안 및 개인 정보 데이터 유출 우려다. 2027년 전면 시행되는 유럽의 기계류 규정(MR) 및 무선장비지침(REL)의 사이버 보안 의무화 기조에 맞춰, 국내 시장에 진입하는 모든 로봇에 대해 보안을 검증하는 인증제도 도입을 통해 안전성이 검증되지 않은 저품질 불법 수입 로봇의 무분별한 국내 인프라 진입을 차단하는 방어막을 구축해야 한다.

셋째, 부품 신뢰성 보장과 예지보전 패키지 표준화를 통한 차별화다. 하드웨어 제조력의 격차를 극복하기 위해, 국내 소부장 대기업과 협력하여 국산 액추에이터 및 하모닉 감속기의 성능과 내구성을 객관적으로 증명하는 고유 성능평가 표준 제정을 정례화해야 한다.

넷째, 의료·방산·공공 조달 등 규제 기반 고부가가치 시장의 표준 선점이다. 후발 주자들이 쉽게 접근할 수 없는 미국 FDA 의료기기 인증, 고도화된 기능 안전(SIL3), 국방 규격(MIL-SPEC) 등 고위험·고신뢰성 분야의 기술 규격을 초기 제품기획 단계부터 설계에 표준을 연계해야 한다.

이러한 공공 실증 데이터를 기반으로 축적된 고품질의 한국인 인체치수 및 참조표준 데이터를 웨어러블 재활 로봇의 제어 알고리즘 표준과 융합한다면, 글로벌 헬스케어 및 전문 서비스 로봇 시장에서 초격차 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다.

※ 참고 자료

국가기술표준원, 「2024 국가표준백서」

한국로봇산업진흥원(KIRIA), 「2025 로봇 분야 해외 인증제도 종합 안내서」

한국로봇산업협회(KAR), 「ISO/TC 299 동향분석 리포트」

III

국제표준 플러스



국제표준화기구 동향

전 세계 에너지 소비를 바꾼 기호



우리가 매일 아무 생각 없이 누르는 수많은 전자기기 속 작은 기호가 있다. 이 기호가 우리 일상에 어떤 영향을 미쳤는지 의식하는 사람은 많지 않다. 전 세계가 함께 쓰는 '전원 심볼'은 전자제품 디자인 방식을 소리 없이 변화시켰으며, 전 세계 전력 소비량을 대폭 줄이는 데 핵심적인 역할을 했다.

1973년 국제전기기술위원회(IEC)가 이 기호를 만들기 전에는 기기를 켜고 끄는 방법을 표시하는 통일된 기준이 없었다. 제조사, 국가, 산업마다 서로 다른 문구나 스위치, 마크를 사용했기 때문에 혼선이 빚어졌고 때로는 안전사고로 이어지기도 했다.

이진법에서 1은 켜짐(ON)을, 0은 꺼짐(OFF)을 뜻한다. 전 세계 어디서나 통하는 기호가 필요하다고 판단한 IEC 전문가들은 먼저 1과 0의 사용법을 표준화했다. 그리고 훗날 두 숫자를 하나로 결합해 대기전력 모드를 나타내는 하나의 이미지(⏻)를 만들어냈다. 이 기호가 국제 표준인 'IEC 60417(장비에 사용되는 그래픽 기호)'로 정의되면서, 각국 정부와 제조사들은 전 세계 누구나 알아볼 수 있는 이 아이콘을 중심으로 에너지 절약 시스템과 관련 규제를 설계할 수 있게 되었다.

또한, 이 기호는 대기전력 모드를 대중화하는 데 기여하며 제조사들의 제품 설계 방식에도 영향을 미쳤다. 대기전력 모드는 곧 많은 제품의 기본 기능으로 자리 잡았고, 이후 대기 전력 제한 기준 등이 마련되면서 에너지 정책에서 수시로 관리할 수 있는 영역으로 발전했다.

IEC는 가전제품의 전력 소비량을 측정하는 다양한 표준을 보유하고 있다. 이는 에너지 효율성을 높이는 데 가장 기본이 되는 작업이다. 신뢰할 수 있는 측정 방법이 있어야 정책 입안자들이 제조사를 압박해 제품의 에너지 소비를 줄이도록 유도할 수 있기 때문이다. 이는 제조사들이 제품 기능은 향상시키면서도 에너지 사용량은 줄일 수 있는 방법을 연구하게 만들어 기술 혁신을 촉진하는 계기가 되기도 한다.

가장 흔한 예로 텔레비전을 들 수 있다. 1990년대에 생산된 TV는 대기 전력 상태에서 최대 20W(와트)를 소비했으나, 오늘날 출시되는 제품들은 대개 1W 미만을 소비한다. 전 세계 수십억대의 기기에서 발생하는 이 작은 감소가 한데 모여 엄청난 양의 에너지를 절약하는 결과로 이어진 것이다.

이러한 성과는 국제표준이 있었기에 가능했던 규제 덕분이다. 대표적인 예로 유럽연합 집행위원회의 'EU 대기전력 규제'를 들 수 있다. 이 규제는 2030년까지 35TWh(테라 와트시)의 전력을 절감할 것으로 예상되는데, 이는 대기 전력 소비량을 52%나 줄이는 수치다. 이 규제는 정확한 측정을 위해 IEC 62301 표준을 유럽 실정에 맞춰 도입한 기준을 활용하고 있다. 미국의 '에너지 스타(ENERGY STAR)*' 프로그램도 또 다른 사례다. 미국 정부가 지원하는 이 에너지 효율 인증 제도는 대기 전력 및 저전력 소비량을 측정하는 공식 방법으로 IEC 62301 표준을 채택하고 있다.

결국적으로 이 모든 사례는 국제표준이 어떻게 글로벌 에너지 정책을 수립하고, 전력 소비를 줄이며, 수십억 개의 일상 제품을 더 나은 방향으로 변화시키는지 그 강력한 힘을 잘 보여준다.



출처 : IEC 홈페이지<<The symbol that transformed global energy use>>

* 에너지 스타(ENERGY STAR): 미국 환경보호청(EPA)과 에너지부(DOE)가 1992년에 공동으로 설립한 자발적 에너지 효율 인증 프로그램

영화 산업에 신뢰할 수 있는 AI가 필요한 이유



제79회 칸 국제영화제에서 황금종려상을 받은 루마니아 크리스티안 문주 감독

지난 5월 세계적인 스타들이 칸 영화제의 레드카펫을 밟은 가운데, 인공지능(AI)이 올해 영화제에서 가장 뜨거운 화두로 떠올랐다. AI는 이미 수년 전부터 활용됐지만 올해 행사는 하나의 거대한 전환점으로 기록될 전망이다. 일부 평론가들은 이를 두고 ‘프랑스 리비에라(칸 해변)에 몰아친 AI 쓰나미’라고 표현하기도 한다. 이제 논쟁의 핵심은 AI가 영화 산업을 재편할 것인가가 아니라 ‘어떻게’ 재편할 것인가이다. 누군가는 AI를 강력한 창작 도구로 바라보지만, 또 다른 이들은 영화의 본질을 위협하는 존재로 두려워하고 있다.

분명한 점은 시각 효과와 편집부터 더빙, 시나리오 개발에 이르기까지 영화 제작 전반에 AI가 깊숙이 자리 잡고 있다는 사실이다. 스티븐 소더버그 감독의 영화 <존 레논: 마지막 인터뷰>가 대표적인 예다. 이 작품에서는 초현실적인 시각 시퀀스를 구현하기 위해 AI가 생성한 이미지가 활용되었다.

영화계의 많은 이들이 제작 기간 단축, 비용 절감, 새로운 창작의 가능성 등 AI가 가져다줄 이점을 반긴다. 그러나 동시에 예술적 진정성 훼손, 일자리 감소, 원작자 표현 권리, 저작권 및 동의의 문제 등에 대한 우려의 목소리도 커지고 있다. AI 활용의 투명성에 대한 논쟁도 가열되는 중이다. 영화제 주최 측은 감독이 작품 제작에 AI를 사용했는지 여부를 의무적으로 공개하도록 해야 할지 고심 중이다. 이는 AI의 도움을 받아 만든 영화를 어떻게 평가해야 할지에 대한 영화계의 혼란을 잘 보여준다.

영화 산업계는 이러한 우려를 해소하기 위해 발 빠르게 움직이고 있다. 오스카상을 주관하는 미국 영화예술과학아카데미

(AMPAS)는 2027년 아카데미 시상식부터 적용될 새로운 AI 가이드라인을 발표했다. 미국 배우·방송인 노동조합 역시 명확한 사전 동의, 공정한 보상, 연기력에 대한 통제권 보장을 골자로 하는 AI 프레임워크를 발표한 바 있다.

그러나 AI는 한 국가에만 국한된 문제가 아니다. 영화는 국경과 문화를 초월해 소비된다. AI 도입 속도가 빨라짐에 따라 이 기술을 안전하고 책임감 있게 사용하기 위한 더욱 명확한 국제적 프레임워크가 절실했다. 이에 IEC는 ISO와의 합동 기술위원회(ISO/IEC JTC 1/SC 42)를 통해 수년간 이 목표를 향해 노력해 왔다. 현재까지 약 100개에 달하는 AI 관련 국제표준을 제정했거나 개발 중이다.

대표적으로 AI 경영시스템 표준인 'ISO/IEC 42001'은 조직이 AI를 책임감 있게 설계, 배포, 관리할 수 있도록 구조화된 프레임워크를 제공한다. 이를 통해 투명성, 책임성, 위험 관리를 확보할 수 있으며 각국의 규제 요건을 충족하고 효과적인 AI 거버넌스를 구축할 수 있는 강력한 토대가 마련된다. 이 외에도 신뢰성, 데이터 품질, 감독 및 위험 관리 등을 다루는 표준 포트폴리오들은 편향성, 저작권 침해, AI 생성 콘텐츠의 윤리적 활용 등 까다로운 현안을 해결하는 데 필수적인 지침이 된다.

2025년, IEC는 다른 국제 표준화 기구인 ISO, ITU와 함께 공동 성명을 발표했다. 이 성명은 안전하고 포용적이며 효과적인 AI 국제 표준을 발전시키고 국가 간 AI 격차를 해소하겠다는 공동의 의지를 담고 있다. 또한, 국제 표준이 사회에 이익을 가져다주고 기술 혁신을 주도하며, 인간의 기본권을 수호하는 '신뢰할 수 있는 AI 시스템'을 어떻게 지원할 수 있는지에 대한 청사진을 제시했다.

신뢰할 수 있는 AI 시스템 구축 방안은 2025년 12월 2일부터 3일까지 한국 서울에서 열린 '제1회 국제 AI 표준 서밋'의 핵심 의제이기도 했다. 이 행사에서는 AI 개발 과정에서 인권을 보호하는 등 더 광범위한 사회적 영향을 고려함으로써 국제 표준의 실효성을 높일 수 있는 방안이 깊이 있게 논의되었다.

현재 칸 영화제에서 펼쳐지는 논쟁은 여러 산업 전반에서 일어나는 거대한 변화를 대변한다. AI는 더 이상 먼 미래의 기술이 아니다. 이미 영화가 만들어지고 소비되는 방식을 바꾸고 있는 현실이다. 물론 해결해야 할 과제는 여전히 많다. AI를 안전하고 윤리적이며 투명하게 사용하기 위해서는 지속적인 국제 협력과 명확한 표준 마련이 필수적이다. 글로벌 AI 표준은 기술이 인간의 창의성을 무너뜨리는 것이 아니라, 오히려 한층 더 확장하고 풍요롭게 만드는 데 결정적인 역할을 할 수 있을 것이다.

출처 : IEC 홈페이지<<Lights, camera, AI: the need for trustworthy AI in the film industry>>

머신러닝의 모든 것



머신러닝의 정의와 핵심 메커니즘

배움은 오랫동안 경험과 직관에 의존하는 인간만의 영역으로 여겨졌으나, 인공지능의 발전으로 기계가 데이터로부터 학습하는 시대가 도래했다. 그 중심에 있는 머신러닝(ML·Machine Learning)은 명시적인 프로그래밍 없이 계산을 통해 모델 파라미터(내부 변수)를 최적화하고, 데이터의 패턴을 식별하여 자율적인 의사결정을 내리는 기술이다.

머신러닝의 하위 집합인 딥러닝(Deep Learning)은 인간 두뇌의 뉴런 구조에서 영감을 받은 다층 인공신경망을 활용한다. 이는 복잡한 알고리즘을 통해 대규모 고차원 데이터에서 특징을 자동으로 추출하며 이미지·음성 인식, 자연어 처리 등에서 탁월한 성과를 보인다. 머신러닝의 구현 프로세스는 ①데이터 수집, ②데이터 전처리, ③모델 훈련, ④특징 선택 및 엔지니어링, ⑤평가 및 최적화, ⑥배포 및 모니터링의 단계를 거친다.

머신러닝 모델의 분류

머신러닝은 통계학, 확률론, 최적화 기법을 기반으로 하며 크게 세 가지 모델로 분류된다.

- 지도 학습(Supervised Learning): 라벨이 지정된 훈련 데이터셋을 기반으로 결과를 예측하거나 분류한다. 얼굴 인식, 물체 감지, 품질 관리 등에 활용된다.
- 비지도 학습(Unsupervised Learning): 라벨이 없는 데이터셋을 사용하여 인간의 감독 없이 숨겨진 패턴이나 구조를 감지한다. 고객 세분화 및 데이터 분석에 주로 쓰인다.
- 강화 학습(Reinforcement Learning): 라벨링된 데이터 없이 시행착오를 거치며, 일련의 성공적인 보상 결과에 기반하여 최적의 행동 지침을 학습한다.

여기서 머신러닝 알고리즘은 모델을 훈련하는 방법(선형 회귀, 심층 신경망 등)을 뜻하며, 머신러닝 모델은 알고리즘을 데이터셋에 적용하여 도출한 최종 수학적 함수이자 표현물을 의미한다.

모델 평가와 성능 관리의 중요성

훈련된 모델이 새로운 데이터에서도 신뢰성 있게 작동하는지 검증하기 위해 데이터를 ‘훈련 세트’와 ‘테스트 세트’로 분할하여 평가한다. 분류 작업에는 정확도, 정밀도, 재현율, F1-스코어가 활용되며, 회귀 작업에는 평균 제곱 오차 등이 지표로 사용된다. 모델 평가에서 핵심이 되는 두 가지 개념은 다음과 같다.

- 오버피팅(과적합, Overfitting): 모델이 근본적인 패턴이 아닌 훈련 데이터의 노이즈까지 과도하게 암기하여, 새로운 데이터 적용 시 성능이 저하되는 현상이다. 실제 환경에서 신뢰성을 떨어뜨리는 주원인이다.
- 일반화(Generalization): 학습한 내용을 처음 보는 데이터에 올바르게 적용하는 능력이다. 의미 있는 패턴을 포착하되 지나치게 특수해지지 않도록 균형을 잡는 것이 머신러닝의 핵심 과제다.

산업별 실무 적용 사례와 경제적 효과

머신러닝은 이미 다양한 산업에서 운영 실무로 자리 잡았으며, 크게 세 가지 측면에서 가치를 창출하고 있다.

- 효율성 향상 및 자동화: 반복적인 워크플로우를 최적화하여 비용을 절감한다. 제조 분야의 ‘예방 정비’는 장비 고장을 예측해 가동 중단 시간을 줄인다.
- 의사결정 강화: 복잡한 데이터 분석을 통해 선제적 대응을 지원한다. 금융 분야에서는 사기 거래 탐지 및 신용 리스크 평가에 적극 활용된다.
- 사용자 경험 혁신: 소매, 이커머스, 엔터테인먼트 등에서 개인화된 제품 및 콘텐츠 추천 시스템을 구동하며, 의료 분야에서는 이미지 분석을 통해 질병 조기 진단의 정확도를 높인다.

머신러닝의 리스크와 사회적 영향

머신러닝의 영향력이 대규모 의사결정으로 확대됨에 따라 다음과 같은 잠재적 위험성에 대한 철저한 통제가 요구된다.

- 인간에 미치는 영향: 훈련 데이터의 왜곡으로 인한 편향 및 공정성 문제, 심층 신경망의 내부 구동 과정을 알 수 없는 블랙박스 문제, 민감 정보 노출에 따른 개인정보 보호 리스크가 존재한다.
- 시스템 및 사회적 영향: 입력 데이터를 미세하게 조작하여 오작동을 유발하는 적대적 공격 등 보안 취약점이 존재하며, 고용 시장 재편에 따른 일자리 손실 및 불평등 확대 우려가 있다.

신뢰성 확보를 위한 국제표준

시간이 흐름에 따라 데이터가 변하고 모델의 성능이 저하되는 특성상, 머신러닝 시스템의 지속적인 신뢰성을 유지하기 위해서는 표준화된 거버넌스 프레임워크가 필수적이다. 이에 따라 ISO와 IEC는 합동 기술위원회인 ISO/IEC JTC 1/SC 42(인공지능)를 통해 머신러닝 표준을 제정하고 있다. 대표적으로 ISO/IEC 23053은 머신러닝을 사용하는 AI 시스템의 공통 프레임워크를 규정하여 데이터 거버넌스, 모델 개발 및 시스템 감독의 명확성을 제공한다. 결과적으로 머신러닝의 미래는 기술의 성능을 넘어, 국제 표준 기반의 일관성과 책임성을 바탕으로 실제 환경에서 얼마나 안전하게 신뢰성을 확장할 수 있느냐에 따라 결정될 것이다.

출처 : ISO 홈페이지 <<Machine learning(ML): All there is to know>> 요약 정리

마법의 메커니즘, 딥러닝



인간의 두뇌는 의식, 사고, 그리고 인간 고유의 성정을 형성하기 위해 함께 작동하는 수많은 요소로 구성되어 있다. 이러한 독특하고 복잡한 아름다움을 인공적으로 복제하는 것은 불가능해 보였다. 하지만 딥러닝(Deep Learning)은 컴퓨터가 인간의 두뇌처럼 생각하고 학습할 수 있는 미래를 향해 큰 걸음을 내딛는 중이다. 인공지능의 하위 집합인 딥러닝은 최근 몇 년 동안 가장 혁신적이고 강력한 기술 중 하나로 널리 인식되고 있다.

딥러닝이란 무엇인가

흔히 DL로 약칭되는 딥러닝은 머신러닝과 인공지능의 하위 집합이다. 컴퓨터가 인간 두뇌의 뉴런이 정보를 처리하고 학습하는 방식을 모방하도록 훈련하는 기술로, 말 그대로 인공신경망(Artificial Neural Network)을 의미한다.

딥러닝을 통해 기계는 인간 두뇌의 다층 구조를 시뮬레이션하는 방식으로 데이터를 처리하도록 학습하며, 이를 통해 한때 인간 고유의 역량이었던 작업을 수행할 수 있게 되었다. 우리는 이미 이미지 인식, 언어 번역, 자율주행 등 다양한 딥러닝 응용 분야와 활용 사례를 목격하고 있으며, 이는 모두 컴퓨터의 역량 범위 내에 들어와 있다. 본질적으로 딥러닝은 방대한 양의 데이터 속에 숨겨진 복잡한 인사이트를 도출하는 강력한 도구다.

딥러닝의 영향력을 진정으로 파악하려면 내부를 들여다보고 무엇이 이 기술을 구동하는지 확인해야 한다. 단순히 데이터뿐만 아니라, 시스템이 처리하는 모든 정보 조각을 통해 학습하고 적응하며 개선되는 놀라운 방식이 핵심이다.

딥러닝은 어떻게 작동하는가

자연적인 인간의 두뇌는 상호 연결된 수백만 개의 뉴런으로 구성되어 있다. 자연을 모델로 한 딥러닝 알고리즘은 인공 뉴런 또는 유닛이라 불리는, 상호 연결된 노드들이 여러 층을 이룬 인공신경망을 사용한다. 각 층은 이전 층의 정보를 처리하여 다음 층으로 전달하며, 점진적으로 더 높은 수준의 특징과 패턴을 추출한다.

훈련 과정에서 신경망의 파라미터와 가중치는 예측된 출력과 실제 출력 간의 차이를 최소화하도록 조정된다. 여러

차례의 반복을 거치면서 모델은 높은 수준의 정확도와 정밀도로 예측을 수행하거나 작업을 완료할 수 있을 때까지 점차 정교해진다.

딥러닝 알고리즘을 구현하기 위해 다양한 프로그래밍 언어가 등장했다. 많은 이들이 단순성, 가독성, 그리고 광범위한 라이브러리(개발자가 공통적인 문제를 쉽게 해결할 수 있도록 미리 작성된 코드 묶음) 덕분에 파이썬을 활용한 딥러닝 기술을 주목하고 있다. 텐서플로우와 파이토치같은 대중적인 라이브러리는 딥러닝 모델을 구축하고 훈련하기 위한 풍부한 도구와 기능을 제공한다.

딥러닝의 한계는 무엇인가

뛰어난 역량과 놀라운 잠재력에도 불구하고, 딥러닝에 한계와 문제가 없는 것은 아니다. 높은 메모리 및 저장 용량을 요구하며, 데이터를 대량으로 소비하기 때문에 특히 데이터가 부족하거나 비용이 많이 드는 영역에서는 고품질의 다양하고 잘 라벨링된 데이터 세트를 확보하는 것이 어려울 수 있다. 또한 훈련 자원과 전력을 많이 소모하며, 훈련 데이터에서는 잘 작동하지만 새로운 데이터에서는 저조한 성과를 내는 오버피팅(과적합)에 취약할 수 있다. AI의 대부분 영역과 마찬가지로, 딥러닝 역시 데이터 보안을 둘러싼 윤리적 우려와 학습 영역에 스며들 수 있는 인간 고유의 편향 및 부정확성이라는 문제를 안고 있다.

딥러닝을 위한 프레임워크

딥러닝의 잠재적 이점은 막대하지만, 이를 실현하기 위해서는 기술에 대한 우수한 거버넌스가 필수적이다. 신뢰를 구축하고 리스크를 완화하기 위해서는 적절한 법적·윤리적 프레임워크의 개발이 중요하다.

국제표준은 AI 분야 내에서 딥러닝의 책임감 있는 도입을 보장하는 데 중요한 역할을 할 것이다. ISO는 IEC와 협력하여 인공지능 전담 전문가 그룹을 통해 이미 다수의 표준을 발행했으며, 전 세계 딥러닝 응용 분야를 위한 진화하는 지침 프레임워크를 구축하고 있다. 기업과 정책 입안자들은 딥러닝 모델의 윤리적이고 안전한 배포를 보장하기 위한 일환으로 이러한 표준을 활용할 수 있다. 국제표준을 준수하는 것은 모든 부문에서 고객 및 동업자 간의 신뢰를 구축하는 기반이 된다.

딥러닝의 미래

딥러닝은 아직 초기 단계에 머물러 있지만, 향후 기하급수적으로 성장하여 사회를 변화시킬 것으로 예상된다. 딥러닝과 다른 첨단 기술의 통합(예를 들어 증강 현실이나 가상 현실과의 결합)은 우리가 주변 세계를 경험하고 상호작용하는 방식을 혁신할 수 있다. 단순히 길을 걷는 행위만으로도 주변 건물과 랜드마크에 대한 즉각적인 정보를 제공받아 증강될 수 있으며, 가상 세계는 점점 더 몰입감 넘치고 현실적으로 변할 것이다.

우리는 농업, 에너지, 제조 등의 분야에 딥러닝이 적용되어 프로세스를 최적화하고 효율성을 향상시키며 혁신을 주도할 것으로 기대할 수 있다. 그리고 더 중요하게는, 기후 변화와 식량 안보 같은 지구적 규모의 문제에 대한 해결책을 가속화할 것이다. 국제표준의 안내를 받고 인간의 창의성과 독창성에 의해 구동되는 딥러닝의 미래 풍경은 매혹적이고 영감을 주며 거의 무한하다.

출처 : ISO 홈페이지<<Deep learning: The mechanics of magic>>



휴머노이드 작업을 위한 시맨틱 맵 기반 최신 기술 동향

피지컬 AI 시대, 로봇은 공간을 ‘이해’해야 일할 수 있다

노동기 LG전자(시맨틱 맵 사실상 표준(P3140) IEEE 대응 위원) 박사



최근 로봇 산업의 중심축이 빠르게 이동하고 있다. 과거 로봇은 정해진 경로를 따라 이동하거나, 미리 프로그래밍된 동작을 반복하는 자동화 장비에 가까웠다. 그러나 생성형 AI, 비전언어모델, 로봇 파운데이션 모델, 강화학습 기반 제어 기술이 결합하면서 로봇은 이제 주변 환경을 인식하고, 사람의 지시를 이해하며, 스스로 행동을 선택하는 ‘피지컬 AI(Physical AI)’로 진화하고 있다. 특히 사람의 생활공간과 작업공간에서 다양한 일을 수행해야 하는 휴머노이드 로봇은 단순히 잘 걷고, 물건을 잘 잡는 것만으로는 충분하지 않다. 로봇이 실제 환경에서 유용하게 일하려면 공간, 사물, 사람, 작업 절차를 함께 이해하는 지능이 필요하다. 이때 핵심 기반이 되는 기술이 바로 시맨틱 맵(Semantic Map)이다.

시맨틱 맵은 로봇이 바라보는 공간을 단순한 점, 선, 면의 집합이 아닌 ‘무엇이 어디에 있고, 어떤 의미를 가지며, 어떤 작업과 연결되는가’라는 관점에서 표현하는 지도이다. 세계 최대 로봇학회인 ICRA 2026에서 피지컬 AI와 로봇 작업 능력을 주제로 발표한 LG전자 CTO부문 노동기 박사를 만나, 휴머노이드 작업을 위한 시맨틱 맵 기반 기술 동향과 표준화 방향을 들어보았다.

피지컬 AI 시대에서 휴머노이드 로봇의 역할은 어떻게 달라지고 있는가

피지컬 AI는 인공지능이 디지털 공간을 넘어 실제 물리 세계에서 인식하고, 판단하고, 행동하는 기술 흐름을 의미한다. 챗봇이나 검색형 AI가 텍스트와 이미지를 다루는 지능이라면, 피지컬 AI는 센서로 환경을 보고, 그 상황을 해석한 뒤, 모터와 제어 시스템을 통해 실제 행동으로 이어지는 지능이라고 볼 수 있다.

휴머노이드 로봇이 주목받는 이유도 여기에 있다. 사람을 닮은 외형 자체가 중요한 것이 아니라, 사람이 사용하는 공간과 도구를 큰 변경 없이 활용할 수 있다는 점이 중요하다. 공장, 물류창고, 병원, 가정은 모두 사람 중심으로 설계된 환경이다. 문손잡이, 선반, 테이블, 가전제품, 엘리베이터, 계단 등은 대부분 사람의 신체 구조와 행동 방식을 전제로 만들어져 있다. 휴머노이드는 이러한 환경에서 별도의 대규모 인프라 변경 없이 다양한 작업을 수행할 수 있는 잠재력을 갖는다.

다만 현재의 휴머노이드는 아직 ‘보여주는 데모’와 ‘실제 현장 작업’ 사이에 큰 간극이 있다. 보행, 조작, 음성 대화, 시각 인식 각각의 요소 기술은 빠르게 발전하고 있지만, 이를 실제 환경에서 안정적으로 연결하는 것은 여전히 어려운

문제다. 컵을 집어 옮기는 동작도 위치, 재질, 주변 장애물, 사용자의 의도, 안전 조건에 따라 매번 달라진다. 따라서 앞으로의 경쟁력은 단순한 하드웨어 성능보다 로봇이 환경을 얼마나 잘 이해하고, 작업 맥락에 맞게 행동할 수 있는가에서 결정될 것이다.

휴머노이드가 실제 작업을 수행하기 위해 왜 시맨틱 맵이 중요한가? 기존 SLAM 지도와는 무엇이 다른가

기존 SLAM 지도는 로봇이 '내가 어디에 있는가'를 알기 위한 공간 표현에 가깝다. 라이다나 카메라로 주변을 인식하고, 벽이나 장애물의 위치를 추정해 로봇의 위치와 지도를 동시에 계산한다. 이동 로봇이나 청소 로봇에서는 이러한 기하학적 지도가 매우 중요하다. 그러나 휴머노이드가 사람의 지시를 받고 작업을 수행하려면 여기서 한 단계 더 나아가야 한다.

예를 들어 사용자가 "식탁 위 컵을 싱크대에 가져다줘"라고 말했을 때, 로봇은 식탁과 싱크대가 어디에 있는지, 컵이 어떤 물체인지, 컵을 잡을 수 있는지, 이동 경로에 장애물이 있는지, 싱크대에 놓는 것이 안전한지까지 이해해야 한다. 단순한 좌표 지도만으로는 이 작업을 완성하기 어렵다. 시맨틱 맵은 이러한 정보를 하나의 공간 기억으로 묶어준다. 즉, 공간의 구조뿐 아니라 객체의 이름, 기능, 위치, 관계, 작업 가능성까지 함께 표현한다.

개인적으로 시맨틱 맵을 휴머노이드의 '작업 기억' 또는 '공간 기반 장기 기억'으로 봐야 한다고 생각한다. 로봇이 한 번 본 공간을 매번 새롭게 인식하는 것이 아니라, 과거에 구축한 지도와 현재 센서 정보를 결합해 상황을 갱신하고, 이를 기반으로 다음 행동을 계획하는 방식이다. 특히 가정이나 병원처럼 환경이 계속 변하는 공간에서는 지도 자체가 고정된 결과물이 아니라 지속적으로 업데이트되는 지식 구조가 되어야 한다.

최근 글로벌 기술 동향을 보면 VLA, 로봇 파운데이션 모델, 월드 모델 같은 개념이 빠르게 등장하고 있다. 이러한 흐름과 시맨틱 맵은 어떤 관계가 있는가

최근 로봇 AI의 큰 흐름은 비전, 언어, 행동을 하나로 연결하는 것이다. VLA, 즉 Vision-Language-Action 모델은 카메라로 본 장면과 사람의 언어 지시를 함께 이해하고, 이를 로봇의 행동으로 변환하는 접근이다. NVIDIA의 GROOT, Google DeepMind의 Gemini Robotics와 같은 로봇 파운데이션 모델은 이러한 방향을 대표한다. 이들은 대규모 데이터로 학습한 모델을 기반으로 다양한 로봇 작업에 일반화하려는 시도다.

그러나 나는 이러한 모델이 실제 현장에서 안정적으로 작동하기 위해서는 시맨틱 맵과 결합되어야 한다고 본다. 대규모 AI 모델은 순간적인 장면 이해에는 강하지만, 특정 공간의 장기적 구조, 객체의 위치 변화, 사용자별 생활 패턴, 작업 이력까지 모두 기억하기는 어렵다. 반면 시맨틱 맵은 로봇이 활동하는 특정 환경에 대한 지속적인 공간 지식을 제공한다.

월드 모델 역시 중요한 흐름이다. 월드 모델은 로봇이 행동했을 때 환경이 어떻게 변할지를 예측하는 모델이다. 예를 들어 로봇이 서랍을 열면 내부 공간이 나타나고, 물체를 옮기면 장면이 바뀐다. 이러한 예측 능력은 조작 작업에서 매우 중요하다. 하지만 월드 모델이 현실적인 예측을 하려면 현재 환경의 구조와 의미를 알아야 한다. 이때 시맨틱 맵은 월드 모델의 입력이자 검증 기준이 될 수 있다.

결국 앞으로의 로봇 지능은 거대 AI 모델 하나로 완성되기보다는, VLA 모델, 월드 모델, 시맨틱 SLAM, 작업 계획, 제어 기술이 결합된 구조로 발전할 가능성이 높다. 이 구조에서 시맨틱 맵은 로봇이 물리 세계를 이해하고 행동하기 위한 중심 인터페이스가 된다.

그동안 자율 서비스 로봇, Semantic SLAM, Embedded SLAM 연구를 수행해왔다. 이러한 연구 경험이 휴머노이드 작업 능력과 어떻게 연결되는가

오랫동안 자율 서비스 로봇을 위한 SLAM, 센서 융합, 3D 재구성, 시맨틱 지도, 작업 계획 기술을 연구해왔다. 서비스 로봇은 실험실이 아니라 실제 상업 공간과 생활공간에서 동작해야 한다. 조명 변화, 반사체, 좁은 복도, 반복 구조, 사람의 이동, 가구 배치 변화처럼 예상하기 어려운 문제가 항상 발생한다. 그래서 단순히 알고리즘 성능이 좋은 것보다 제한된 컴퓨팅 자원에서 안정적으로 동작하고, 현장 변화에 강인한 시스템을 만드는 것이 중요하다.

이 경험은 휴머노이드에도 그대로 연결된다. 휴머노이드는 이동 로봇보다 더 복잡한 작업을 수행하지만, **결국 출발점은 ‘공간을 정확히 이해하는 것’이다**. 로봇이 자기 위치를 잃으면 작업은 시작조차 할 수 없다. 물체를 잘못 인식하면 조작이 실패하고, 공간의 의미를 잘못 이해하면 사용자의 의도와 다른 행동을 할 수 있다.

특히 내가 관심을 두는 부분은 시맨틱 맵을 단순한 인식 결과가 아니라 작업 계획과 연결하는 것이다. 예를 들어 공간을 “주방”, “거실”, “복도”로 구분하고, 각 공간 안의 객체와 가전, 이동 가능 영역, 조작 가능 영역을 함께 표현하면 로봇은 더 효율적으로 행동할 수 있다. “식기세척기에 접시를 넣어라”라는 지시는 단순한 물체 이동이 아니라, 접시 인식, 식기세척기 위치 파악, 문 열림 상태 확인, 안전한 궤적 생성, 작업 완료 확인이 결합된 복합 작업이다. 시맨틱 맵은 이러한 복합 작업을 단계별로 연결하는 기반 지식이 된다.

시맨틱 맵 기반 휴머노이드 기술이 상용화되기 위해 해결해야 할 핵심 기술 과제는 무엇인가

첫째는 실시간성과 경량화이다. 대규모 AI 모델은 높은 성능을 보여주지만, 실제 로봇은 배터리, 발열, 연산 자원, 통신 지연이라는 제약이 있다. 모든 판단을 클라우드에 의존하면 지연과 안정성 문제가 생길 수 있고, 반대로 모든 것을 온디바이스에서 처리하려면 모델 경량화와 효율적인 지도 표현이 필수적이다. 따라서 시맨틱 맵도 고해상도 3D 모델을 무겁게 저장하는 방식이 아니라, 작업에 필요한 의미 정보를 선택적으로 유지하고 갱신하는 방향으로 발전해야 한다.

둘째는 동적 환경 대응이다. 실제 공간은 계속 변한다. 사람이 물건을 옮기고, 문이 열리고 닫히며, 가구 배치가 바뀐다. 휴머노이드는 이러한 변화를 인식하고 지도를 갱신해야 한다. 동시에 일시적 변화와 장기적 변화를 구분해야 한다. 예를 들어 바닥에 잠시 놓인 가방과 새로 배치된 가구는 다르게 처리되어야 한다.

셋째는 작업 수준의 의미 표현이다. 현재 많은 시맨틱 맵은 객체 이름이나 위치를 붙이는 수준에 머무른다. 하지만 휴머노이드 작업을 위해서는 “잡을 수 있는가”, “열 수 있는가”, “위에 올려둘 수 있는가”, “사람에게 위험한가”, “이 작업에 필요한 도구인가”와 같은 기능적 의미가 중요하다. 즉, 객체의 이름보다 **객체의 사용 가능성과 작업 관계를 표현하는 것이 중요해진다**.

넷째는 신뢰성과 안전성이다. 휴머노이드가 사람 주변에서 작업하려면 잘못된 인식이나 계획이 곧 안전 문제로 이어질 수 있다. 따라서 시맨틱 맵에는 불확실성도 함께 표현되어야 한다. 로봇이 확실히 아는 정보와 불확실한 정보를 구분하고, 불확실할 때는 추가 관측을 하거나 사용자에게 확인을 요청하는 방식이 필요하다. 이것이 실제 서비스 로봇과 휴머노이드의 신뢰성을 높이는 핵심이다.

표준화 관점에서는 어떤 이슈가 중요하다고 보는가

시맨틱 맵 기반 휴머노이드 기술은 특정 기업의 내부 구현만으로 끝날 문제가 아니다. 로봇, 가전, 스마트홈, 물류 시스템, 제조 설비, 클라우드 AI 가 서로 연결되기 때문에 공통된 표현 방식과 인터페이스가 필요하다. 특히 휴머노이드가 다양한 환경에서 작업하려면 공간, 객체, 작업, 안전 상태를 표현하는 데이터 구조가 어느 정도 표준화되어야 한다.

예를 들어 “문”, “서랍”, “컵”, “식기세척기” 같은 객체를 로봇과 가전, 스마트홈 플랫폼이 서로 다르게 정의하면 상호운용성이 떨어진다. 반대로 객체와 공간의 의미, 기능, 상태, 관계를 공통된 방식으로 표현할 수 있다면 로봇은 다양한 기기와 서비스를 더 쉽게 연결할 수 있다. 이때 온톨로지(Ontology)가 중요하다. 온톨로지는 개념과 개념 사이의 관계를 체계적으로 정의하는 기술이다. 휴머노이드 작업에서는 “컵은 잡을 수 있는 물체”, “식기세척기는 접시를 넣는 가전”, “주방은 조리과 식기 정리가 이루어지는 공간”과 같은 지식 구조가 필요하다.

앞으로의 표준화 이슈는 크게 세 가지로 볼 수 있다. 첫째, 로봇이 사용하는 공간·객체·작업 의미의 공통 표현이다. 둘째, 로봇과 스마트홈·가전·건물 시스템 간의 API 및 데이터 연동이다. 셋째, AI 가 내린 판단과 행동의 근거를 설명하고 검증할 수 있는 안전·신뢰성 체계이다. 휴머노이드가 실제 환경에 들어갈수록 기술 표준은 단순한 문서가 아니라 시장 확산의 기반 인프라가 될 것이다.

국내 산업계가 이 분야에서 경쟁력을 확보하기 위해 어떤 전략이 필요한가

한국은 휴머노이드 하드웨어만 놓고 보면 미국이나 중국의 대규모 투자 속도와 경쟁해야 하는 부담이 있다. 그러나 한국이 가진 강점도 분명하다. 가전, 디스플레이, 반도체, 배터리, 통신, 스마트홈, 제조 현장, 서비스 로봇 경험이 모두 존재한다. 특히 가정과 상업 공간에서 실제 제품을 운영해본 경험은 매우 큰 자산이다. 휴머노이드는 결국 사람이 사는 공간과 일하는 공간에서 동작해야 하기 때문이다.

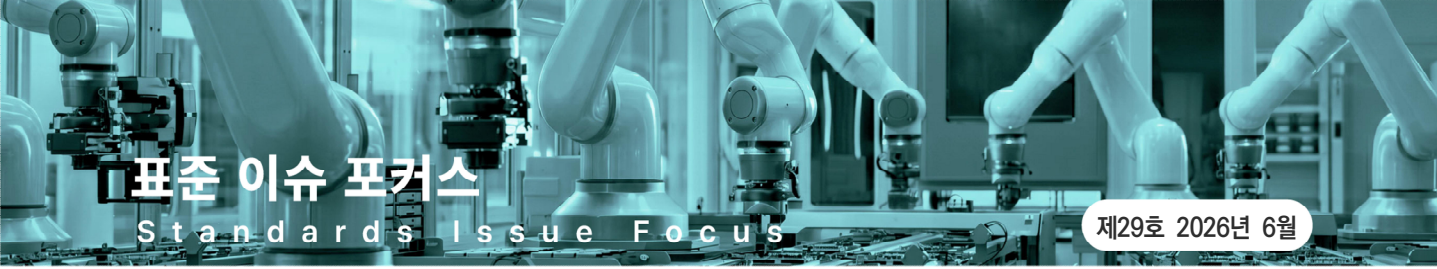
따라서 국내 전략은 단순히 더 빠르게 걷는 로봇, 더 무거운 물체를 드는 로봇을 만드는 데 그쳐서는 안 된다. 한국이 강점을 가진 생활공간, 가전, 스마트홈, 서비스 로봇 생태계를 결합해야 한다. 예를 들어 휴머노이드가 냉장고, 세탁기, 오븐, 식기세척기, 청소로봇과 연결되어 사용자의 생활을 도와주는 구조는 한국 기업들이 강점을 발휘할 수 있는 영역이다.

또한 시맨틱 맵과 온톨로지 기반의 공간 지능을 국내 산업 표준으로 발전시키는 전략이 필요하다. 로봇이 특정 회사의 제품에서만 동작하는 것이 아니라, 다양한 기기와 공간에서 상호운용될 수 있도록 공통 데이터 구조와 API 를 준비해야 한다. 이는 기술 경쟁력뿐 아니라 표준 경쟁력의 문제이기도 하다. 앞으로 로봇 시장의 주도권은 하드웨어를 누가 먼저 만들었는가보다, 로봇이 일할 수 있는 생태계와 규칙을 누가 먼저 만들었는가에 의해 결정될 가능성이 높다.

이 분야에 도전하려는 후배 연구자와 산업계 전문가들에게 전하고 싶은 말이 있다면

휴머노이드와 피지컬 AI는 어느 한 분야만 잘해서는 해결하기 어려운 주제다. 로봇 기구, 제어, SLAM, 컴퓨터 비전, 자연어 처리, 강화학습, 작업 계획, 안전 공학, 표준화까지 여러 분야가 함께 연결되어야 한다. 그래서 가장 중요한 키워드는 ‘융합’이라고 생각한다.

특히 시맨틱 맵은 이러한 융합의 중심에 있는 기술이다. 지도는 로봇에게 단순한 배경 정보가 아니라, 인식과 계획과



행동을 연결하는 공통 언어이다. 앞으로의 로봇은 “어디로 이동할 것인가”를 넘어 “무엇을 이해했고, 왜 그 행동을 선택했으며, 어떻게 안전하게 수행할 것인가”를 설명할 수 있어야 한다.

후배 연구자들에게는 실제 환경의 문제를 많이 경험해보라고 말하고 싶다. 논문 속 벤치마크에서 좋은 성능을 내는 것도 중요하지만, 실제 로봇은 조명 하나, 바닥 재질 하나, 사용자의 작은 행동 하나에도 영향을 받는다. 현장을 이해하는 연구자가 결국 좋은 로봇 지능을 만들 수 있다.

피지컬 AI 시대는 이제 시작 단계다. 휴머노이드가 사람의 생활과 산업 현장에 본격적으로 들어오기 위해서는 아직 해결해야 할 문제가 많다. 그러나 시맨틱 맵과 온톨로지, 로봇 파운데이션 모델, 스마트홈·제조 시스템 연동 기술이 함께 발전한다면 로봇은 단순한 자동화 장비를 넘어 사람과 같은 공간에서 함께 일하는 지능형 파트너가 될 수 있을 것이다. 한국도 이 흐름에서 충분히 중요한 역할을 할 수 있다고 생각한다.

시맨틱 맵 기술 동향 및 표준화 분석

엄태영 한국로봇융합연구원 책임

에피소딕 메모리를 결합한 4D 시맨틱 SLAM

기존의 시맨틱 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)과 3D 시맨틱 장면 그래프(Scene Graph)는 주로 로봇이 주변 환경의 물체와 공간 구조를 이해하고 기록하는 데 초점을 두어 왔다. 이들 기술은 ‘어떤 물체가 어디에 존재하는가’에 대한 정적인 공간 정보(Spatial Memory)를 구축하는 데 매우 효과적이지만, 시간에 따른 환경 변화와 사건의 맥락을 표현하는 데에는 한계가 있었다.

최근 공개된 Khronos와 같은 시공간 메트릭-시맨틱 SLAM 프레임워크는 이러한 한계를 극복하기 위해 에피소딕 메모리(Episodic Memory) 개념을 도입하였다. 이는 단순히 물체의 위치를 기록하는 것이 아니라 ‘언제’, ‘어디서’, ‘무슨 일이 발생했는가’를 함께 저장함으로써 로봇이 과거 경험을 기반으로 상황을 이해하고 의사결정을 수행할 수 있도록 한다. 결과적으로 **시맨틱 맵은 정적인 3차원 공간 표현을 넘어 시간 정보를 포함하는 4차원 공간-사건 데이터베이스로 발전하고 있다.**

이러한 개념은 IEEE Robotics and Automation Society(RAS) 산하의 Semantic Map 표준화 P3140 Working Group에서 지속적으로 논의되고 있으며, 현재 P3140.1(Use Cases and Requirements)과 P3140.2(Framework and Application Development Interface) 표준안을 중심으로 국제 표준화가 추진되고 있다. 해당 표준은 자율주행 로봇, 제조용 로봇, 물류 로봇, 서비스 로봇 등 다양한 분야에서 공통적으로 활용 가능한 시맨틱 맵 데이터 구조와 인터페이스를 정의하는 것을 목표로 한다.

최근 로봇이 수집하는 데이터의 규모는 폭발적으로 증가하고 있다. 고해상도 카메라, LiDAR, Depth Camera 등 다양한 센서에서 생성되는 모든 데이터를 저장하는 것은 연산량과 저장 공간 측면에서 현실적으로 어렵다. 이에 따라 Meta의 V-JEPA와 같은 잠재공간(Latent Space) 기반 표현 기술을 활용하여 환경 변화 중 중요한 사건만 선택적으로 저장하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 예측 모델이 예상하지 못한 변화(Surprise)를 탐지하면 이를 에피소딕 메모리에 저장함으로써 효율적인 장기 기억 구조를 구현할 수 있다.

또한 최근의 시맨틱 매핑 기술은 CLIP, VLM(Vision-Language Model), LLM(Large Language Model)과 같은 파운데이션 모델을 적극적으로 활용하고 있다. 기존 기술이 “의자”, “책상”, “문”과 같은 사전 정의된 객체만 인식할 수 있었다면, 최신 기술은 자연어 기반의 개념을 이해할 수 있다. 예를 들어 “깨지기 쉬운 물체”, “사람이 자주 이동하는 공간”, “미끄러울 가능성이 높은 구역”과 같은 추상적인 개념도 지도상에 표현할 수 있으며, 이는 인간과 협업하는 로봇의 상황 인지 능력을 크게 향상시킨다.

인간과 협업하는 환경(제조공장, 물류창고, 병원, 가정 등)은 지속적으로 변화한다. 이렇게 사람과 로봇이 함께 작업하는 공간에서는 일시적인 동적 장애물과 구조적인 환경 변화를 구분하여 처리하는 것이 중요하다. 이를 위해 Spatio-Temporal SLAM 기술은 시간에 따른 객체 상태 변화를 추적하고, 동적 객체와 정적 객체를 분리하여 지도 정보를 업데이트한다. 에피소딕 메모리가 결합된 시맨틱 맵은 이러한 환경 변화에 더욱 효과적으로 대응할 수 있으며, 장기 자율성(Long-term

Autonomy)을 확보하는 핵심 기술로 평가받고 있다.

향후 시맨틱 맵은 단순한 환경 인식 기술을 넘어 로봇 제어 및 의사결정과 긴밀히 연결될 전망이다. 예를 들어 시맨틱 맵의 불확실성 정보를 모델 예측 제어(MPC)나 안전 제어 알고리즘의 제약조건으로 활용하면, 로봇은 위험 가능성이 높은 구역을 회피하거나 안전한 경로를 우선적으로 선택할 수 있다. 이는 제조 공정 자동화, 자율주행 이동로봇, 휴머노이드 로봇, 국방 및 재난 대응 로봇 등 다양한 응용 분야에서 활용 가능성이 높다.

표준화 걸림돌 및 전망

현재 시맨틱 맵 표준화의 가장 큰 과제는 연산 오버헤드와 개념 정의의 모호성이다. 대규모 언어모델 기반의 임베딩 데이터를 효율적으로 저장·전송하기 위한 표준 포맷이 아직 초기 단계이며, 국가와 문화에 따라 달라질 수 있는 의미 정보를 어떻게 일관되게 표현할 것인지도 중요한 과제로 남아 있다. 이를 해결하기 위해 온톨로지(Ontology) 기반 표현 체계와 계층적 시맨틱 모델 연구가 진행되고 있다. 그럼에도 불구하고 IEEE를 비롯한 국제 표준화 기구와 산업계는 시맨틱 맵을 ROS 2 기반의 표준 인터페이스로 통합하려는 노력을 지속하고 있다. 향후 2~3년 내에 고차원 시맨틱 맵을 위한 국제 표준 규격이 구체화될 것으로 예상되며, 이는 로봇 간 데이터 공유와 상호운용성을 크게 향상시킬 것이다.

결론적으로 시맨틱 매핑 기술은 정적인 3D 공간 복원을 넘어 시간과 사건을 이해하는 4D 공간 지능 기술로 진화하고 있다. 에피소딕 메모리, 파운데이션 모델, 시공간 추론 기술이 결합되면서 로봇은 보다 인간과 유사한 수준의 환경 이해와 경험 기반 의사결정을 수행할 수 있게 되었다. 향후 국제 표준화가 성공적으로 정착된다면 제조, 물류, 서비스, 국방, 의료 등 다양한 산업 분야에서 범용 자율 로봇의 상용화를 가속화하는 핵심 기반 기술이 될 것으로 기대된다.



ISO / IEC 국제표준 발간현황

국제표준은 기술적, 경제적, 사회적 이익을 극대화하는 중요한 수단이다. 국제표준은 갈수록 다양해지는 비즈니스 환경에 대처할 수 있는 전략적 도구이며, 상품과 서비스의 자유로운 교역을 활성화하고 지속 가능하면서 공정한 경제성장을 지원한다. 또한 경영활동의 효율성을 극대화하고 생산성 향상과 기업의 신시장 진출을 도모할 수 있다.

국제표준화기구 회원은 자국의 경제, 사회, 환경적 우선순위에 따라 기술위원회에 참여할 수 있다. ISO 및 IEC 등 국제표준화기구는 분야별로 기술위원회(TC)를 운영하고 있으며, TC별로 분과위원회(SC), 작업반(WG) 등이 구성되어 있다. 국제표준화기구에서 개발되는 표준은 회원국 간의 합의를 통해 제정되며, 여러 단계의 회람과 투표를 거쳐 발행된다. ISO와 IEC에서 새로 개발한 표준은 웹사이트를 통해 확인할 수 있다.

ISO 국제표준 발간목록



IEC 국제표준 발간목록





ISO / IEC 국제표준 회의일정

ISO(국제표준화기구, International Organization for Standardization)는 전 산업 분야의 국제표준을 개발·관리하는 대표적인 표준화 기구이다. 전기·전자(IEC) 및 통신(ITU) 분야를 제외한 다양한 영역의 표준을 개발 및 보유하고 있으며(25,703종, '24.12월 기준), 1947년에 설립되었다.

ISO 국제표준화 회의일정



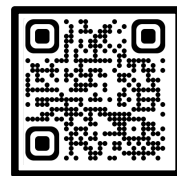
IEC(국제전기기술위원회, International Electrotechnical Commission)는 전기·전자 분야 국제표준을 개발·관리하는 대표적인 표준화 기구이다. 전기·전자 분야 국제표준 개발(12,046종, '24.12월 기준), 적합성평가 등에 대한 국제협력을 위해 1906년 설립되었다.

IEC 국제표준화 회의일정



국제표준종합지원시스템(i-standard)은 공적·사실상 국제표준화활동 지원 및 산업계의 표준 활용 관련 민원과 애로사항 해결을 위해 구축된 국제표준 포털이다. ISO/IEC 및 사실상표준화기구 내 국내 표준 전문가들의 국제표준화 회의 참가 지원 뿐 아니라, 산업계의 국제표준 관련 민원과 애로사항을 해결하고, 기업의 니즈에 맞는 실질적인 표준화 활동 지원을 위해 관련 정보를 통합적으로 제공한다.

국제표준화 회의참가



IV

미래 표준 인사이트



탄소중립표준화 동향

강화되는 친환경차 규제와 국제표준의 개발 방향

이승훈 겸임교수(연세대학교)

수송부문의 탈 탄소화를 위해 전기차 및 수소차가 전 세계에서 보급이 확대되고 있다. 세계 각국은 탄소배출량 감축을 위해 예전에는 보조금 위주의 정책을 사용하였으나, 지금은 보조금 대신 규제를 강화하고 있다. 본 기고문에서는 EU와 미국의 보조금 및 규제 정책을 비교하고, 이와 함께 국제표준이 어떠한 방향으로 개발되고 있는지 설명할 예정이다.

유럽연합(EU)

EU는 규제 주도형 시장이다. 차량 CO₂ 규제, AFIR 인프라 의무, 배터리 규정, Euro 7이 결합돼 전기차·수소차 전환을 강제하는 구조다. 특히 전기차는 배터리 탄소발자국과 디지털 배터리 여권까지 대응해야 하므로, 단순 완성차 인증이 아니라 공급망·LCA·재활용 데이터 관리가 핵심으로 부각되고 있다. 특히, EU Euro 7, Regulation (EU) 2024/1257은 기존 내연기관 배출가스뿐 아니라 브레이크 입자, 타이어 마모, 전기차 배터리 내구성까지 포함하는 방향으로 확장되었다.



[EU의 규제 체계]

EU는 Regulation (EU) 2023/851을 통해 승용차와 소형 상용차의 CO₂ 배출 성능 기준을 강화하였다. 또한, 2035년부터 신규 승용차·밴의 CO₂ 배출을 사실상 100% 감축하도록 하는 구조이며, 전기차와 수소연료전지차가 주요 대응 수단이 될 전망이다.



[EU의 전기차 규제]

미국

미국은 규제와 보조금이 혼합된 시장이다. EPA 배출 규제와 NHTSA 연비 규제가 전동화를 유도하지만, RA에 따라 전기차와 수소연료전지차 구매에 세액공제는 종료되었다. 따라서 2026년 이후 미국 시장은 연방 보조금보다는 주정부 정책, 캘리포니아 규제, 기업용 차량 전환, 충전 인프라 보조금의 영향이 더 중요해지고 있다. 미국 EPA는 Model Year 2027 이후 경량·중형차에 대한 Multi-Pollutant Emissions Standards를 확정하였다. 이 규정은 온실가스 뿐 아니라 유해 대기오염물질을 함께 낮추는 구조이며, 전기차·플러그인 하이브리드·수소연료전지차 보급을 촉진하는 효과가 있을 것으로 예상된다.



[미국의 보조금 및 규제 체계]

캘리포니아 주는 미국은 연방규제 외에 CARB의 Advanced Clean Cars II를 통해 2035년식까지 신규 승용차를 100% 무공해차 기준으로 전환하는 내용을 담고 있으며, 여기에는 전기차와 일부 플러그인 하이브리드가 포함되어 있다. 하지만, 2026년 6월 현재 캘리포니아의 배출가스·ZEV 권한을 둘러싸고 연방정부와 소송이 진행 중이며, 최근 캘리포니아는 EPA의 주정부 배출 규제 권한 관련 조치에 대해 법적 대응을 하고 있어 캘리포니아의 ZEV규제는 불확실성이 있는 상태이다.



[캘리포니아의 보조금 및 규제 체계]

수소차는 승용차보다는 상용차·장거리·고가동을 차량 중심으로 규제와 인프라가 설계되고 있으며, EU AFIR의 수소충전소 200km 배치 기준, 미국 FMVSS 307·308의 수소차 안전기준은 모두 수소차 시장을 단순 보급이 아니라 안전·인프라 기반 산업으로 다루고 있다고 볼 수 있다.

표준개발 현황 및 방향성

전기차 표준화는 크게 두 축에서 진행되고 있다. ISO/TC 22/SC 31은 데이터통신, ISO/TC 22/SC 37은 전동 차량 본체·배터리·충전 성능분야를 표준화하고 있다. SC 31의 범위에는 명시적으로 Vehicle-to-grid communication 이 포함되며, 2026년 기준 해당 위원회는 150건의 발행 표준과 35건의 개발 중 표준을 보유하고 있다. SC 37은 전기추진 차량의 안전, 에너지저장, 충전, 연료전지차 등을 다루며 32건의 발행 표준, 20건의 개발 중 표준을 운영한다. 전기차 표준은 부품 단위가 아니라, 통신·충전·안전·배터리 전주기 통합으로 이동하고 있다.

특히 「탄소중립 표준화 전략 3.0」이 강조한 “재사용 배터리”와 가장 관련이 높은 국제 표준 개발은 ISO/WDI 18006-1, 18006-2 이다. 이 두 표준은 각각 배터리 라벨 정보, EV 모듈·팩·시스템의 분해, 수리, 재사용 등을 위한 단계·조건·프로토콜 정보를 다루도록 설계되어 있다. 여기에 EU 배터리 규정의 배터리 패스포트가 결합되면, 앞으로 국제표준의 중심은 단순 “신품 배터리 시험”이 아니라 식별·이력·분해·재사용 판정·재제조 연계 전체로 이동할 가능성이 크다. 우리는 재사용 배터리 안전 성능 평가를 국가표준으로 제정할 때, 셀 성능만이 아니라 해체 정보, 상태 진단 데이터, 수명평가 등의 절차를 함께 표준화해야 경쟁력을 확보할 수 있다.



[전기차 표준개발 동향 및 개발 방향]

수소차와 수소충전 인프라 표준화의 중심은 ISO/TC 197 Hydrogen technologies다. ISO 197은 이미 액화수소, 수소연료 품질, 충전소, 저장용기, 충전 프로토콜, 연료계통 부품 등의 국제표준을 개발 완료하였다. 최근 개발이 완료된 ISO 13984:2026은 “Liquid hydrogen — Land vehicle fuelling protocol”로, 액화수소 차량 충전 프로토콜이 더 이상 개념 단계가 아니라 실제 국제표준의 단계에 들어섰음을 의미한다. 「탄소중립 표준화 전략 3.0」이 액화수소 충전 프로토콜을 국내 핵심 과제로 선정한 이유는 이러한 개발 방향의 전환을 적절히 반영한 결과라고 생각된다.



[수소차 표준개발 동향 및 개발 방향]

산업통상부의 「탄소중립 표준화 전략 3.0」은 수소 분야 저탄소 표준화의 핵심 축으로 향후 시장이 확대될 가능성이 높은 친환경차 분야를 별도로 규정하고 있으며, 향후에는 전기차에서는 차세대·재사용 배터리 안전성능 평가와 차량-전력망 연계 VGI 통합제어 실증, 수소차에서는 대용량 수소 추출기 성능평가, 이동식 충전소, 안전 모니터링 기술, 액화수소 충전 프로토콜 표준 개발을 중점적으로 추진하여야 한다.

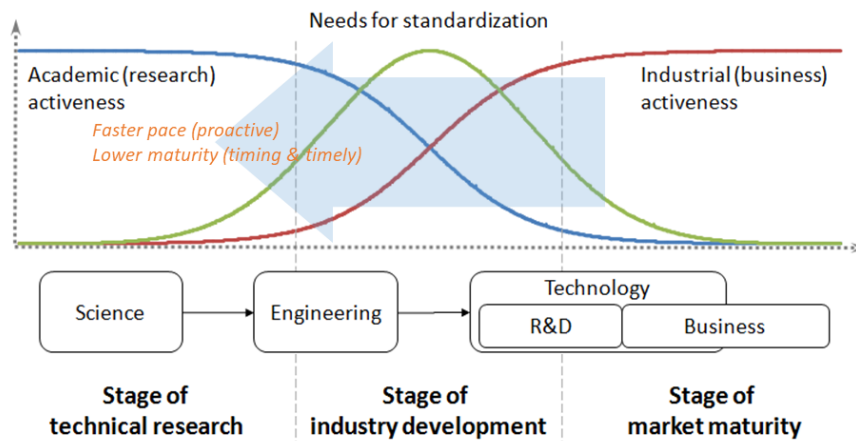
조선·해양 수송산업의 탄소중립 전환과 국제표준화 대응 방향

임진홍 선임연구원(한국조선해양기자재연구원 국제표준팀)

전 세계 수송 분야는 탄소중립 이행을 위한 구조적 전환기에 들어서고 있다. 수송은 에너지 소비와 온실가스 배출이 높은 대표 산업군이며, 특히 해상은 국제해사기구(IMO) 등을 통해 연료 전환, 에너지효율 향상, 디지털 기반 운항 최적화, 전기추진 및 하이브리드추진과 더불어 친환경 인프라 구축이 동시에 요구되고 있다. 특히 해상 수송은 반도국임에도 불구하고 사실상 섬나라에 가까운 우리나라에는 매우 중요한 무역의 핵심 기반산업이다.

국제해사기구(IMO)는 2050년경 국제해운 온실가스 순배출량 제로 달성을 목표로 선박의 에너지효율, 연료 전환, 운항 관리에 대한 규제를 강화하고 있다. 이에 따라 조선·해양 산업에서는 LNG, 메탄올, 암모니아, 수소, 연료전지, 전기추진, 하이브리드 추진 등 다양한 기술이 병행적으로 개발되고 있으며, 항만에서는 대체연료 벙커링, 육상전원공급, 탄소배출 데이터 관리에 대한 수요가 확대되고 있다. 이러한 변화는 단순한 기술 개발 경쟁을 넘어, 국제표준을 기반으로 한 시장 진입 조건과 산업 주도권 경쟁으로 이어지고 있다.

우리나라 조선·해양 산업은 세계 최고 수준의 선박 건조 능력과 기자재 공급망, 선급·시험인증 기반을 보유하고 있다. 그러나 탄소중립 시대의 경쟁력은 더 이상 선박을 잘 만드는 역량만으로 결정되지 않는다. 앞으로는 친환경 연료의 안전성, 연료공급시스템의 신뢰성, 전기·전자 장비의 상호운용성, 항만 인프라와의 연계성까지 국제적으로 통용되는 기준으로 입증할 수 있어야 한다. 이 점에서 표준화는 수송 분야 탄소중립 이행의 후속 절차가 아니라, 기술개발과 시장 확산을 연결하는 선행 인프라라고 할 수 있다. 실제로 2020년 ISO/TC8 Chair인 중국 Yanqing Li는 과거 후행표준 개발의 관례를 벗어나, 기술과 표준의 개발이 동 시점에 진행되는 병행표준 개발, 더 나아가 기술보다 앞서 정보와 기준을 포함하는 선행표준 개발로의 전환이 필요하다고 밝혔다.



〈The Development of New Standardization Activities〉

수송 분야 중 조선·해양 산업에서 가장 빠르게 변화하고 있는 영역은 친환경 선박이다. 현재 친환경 선박 시장은 LNG 추진선이 가장 큰 비중을 차지하고 있으나, 메탄올 추진선과 암모니아·수소 기반 선박의 발주 및 실증이 확대되면서 연료 포트폴리오가 점차 다변화되고 있다. 또한 기존에는 선박 운항단계의 배출량, 즉 Tank-to-Wake 기준이 주로 적용되었으나, 최근에는 전주기평가(LCA) 관점이 강화되면서 연료 생산부터 운항까지를 포함하는 Well-to-Wake 기준의 탄소배출 관리가 요구되고 있다.

그중 암모니아와 수소는 연소 과정에서 이산화탄소를 배출하지 않는 무탄소 연료라는 장점이 있으나, 생산과정에서도 무탄소로 생산되어야 하는 도전과제가 있다. 암모니아는 독성·부식성·누출 확산성 등으로 인해 선박 설계, 기관실 배치, 환기, 감지, 비상대응, 병커링 절차 전반에서 별도의 안전기준이 필요하다. 수소 역시 저장 방식, 극저온 재료, 저장탱크, 연료전지의 해양환경 적합성 등에서 표준화 수요가 높다.

이러한 대체연료 선박의 확산은 기자재 산업에도 직접적인 영향을 미친다. 밸브, 열교환기, 저장탱크, 연료공급장치, 배관, 펌프, 감지기, 환기장치 등 핵심 기자재는 연료별 물성에 맞는 시험절차와 성능평가 기준이 필요하다. 특히 암모니아와 액화수소와 같이 독성, 극저온성, 누출 위험, 재료 적합성 문제가 큰 연료의 경우, 선박 적용을 위한 시험·검사 표준이 마련되지 않으면 산업계는 기술을 개발하고도 국제 시장에서 신뢰성을 입증하기 어렵다. 따라서 친환경 선박 표준화는 단순히 선박 설계 기준에 한정되지 않고, 기자재 시험절차, 연료공급시스템, 병커링, 비상대응, 선원안전까지 포괄해야 한다.

전기추진 및 하이브리드 선박도 수송 분야 표준화의 중요한 축이다. 선박의 전기화는 배터리, 에너지저장시스템(ESS), 전력변환장치, 에너지관리시스템(EMS), 전력관리시스템(PMS), 육상전원공급설비와 긴밀히 연결된다. 항만 정박 중 선박이 자체 발전을 끄고 육상 전력을 사용하는 방식은 배출가스와 소음을 줄이는 데 효과적이며, 향후 친환경 항만 구축의 핵심 요소가 될 수 있다. 그러나 선박과 항만 간 전압, 주파수, 연결 장치, 안전절차, 통신 방식이 상이하면 실제 적용 과정에서 비용과 리스크가 증가한다. 따라서 선박-항만 인터페이스에 대한 표준화는 해상 수송의 탄소중립을 위해 반드시 필요한 기반이다.

여기에서 ISO와 IEC의 역할 분담과 협력이 중요해진다. 조선·해양 분야의 대표적인 국제표준화 기술위원회인 ISO/TC 8은 선박 및 해양기술 전반, 선속 간 인터페이스, 선박 운영, 해양환경 문제 등에 관한 표준을 개발한다. 반면 선박 및 해양구조물의 전기·전자 장비는 IEC/TC 18과 IEC/TC 80의 범위와 밀접하게 관련된다. IEC/TC 18은 선박 및 이동식·고정식 해양구조물의 전기설비를, IEC/TC 80은 해상 항해 및 무선통신 장비·시스템을 주로 다룬다. 따라서 친환경·디지털 선박 표준화는 ISO/TC 8 단독의 문제가 아니라 IEC/TC 18, IEC/TC 80과의 연계 속에서 추진되어야 한다.

앞으로의 수송 분야 표준화는 조선·해양 산업 내부의 기술 기준만으로는 충분하지 않다는 것이다. 선박은 더 이상 독립된 운송수단이 아니라, 항만, 에너지 인프라, 통신망, 데이터 플랫폼, 사이버보안 체계와 연결된 이동형 시스템이다. 따라서 국제표준화 대응 역시 ISO, IEC, ISO/IEC JTC 1 등의 연계 구조 속에서 추진되어야 한다.

이해관계자 관점에서도 수송 분야 표준화는 매우 복잡적이다. ISO/TC 8에는 IMO, IACS, ICS, IAPH, BIMCO, SGMF, SIGTTO 등 조선·해운·항만·선급·연료·국제기구 관련 다양한 liaison 기관들이 참여하고 있다. 이들은 국제표준 개발 과정에서 기술적 요구사항뿐만 아니라 실제 운항, 선급 승인, 항만 운영, 연료공급, 환경규제, 안전관리 관점을 함께 반영한다. 특히 IMO 규제와 ISO 표준은 상호 보완적으로 작용하는 경우가 많기 때문에, 표준화 과정에서 liaison 기관의 의견을 어떻게 반영하느냐가 향후 국제 시장 적용성에 큰 영향을 미친다.

국내 산업계 입장에서는 이러한 국제표준화 구조를 보다 전략적으로 활용할 필요가 있다.

첫째, 국내 조선소와 기자재 기업이 보유한 친환경 선박 기술을 국제표준 개발 초기 단계부터 반영해야 한다. 이미 상용화 또는 실증이 진행 중인 기술이라 하더라도 국제표준에 반영되지 않으면 시장에서 평가 기준이 타국 기술 중심으로 형성될 수 있다.

둘째, 선급, 연구기관, 시험인증기관, 항만공사, 해운사, 기자재 기업이 함께 참여하는 표준화 대응 체계를 강화해야 한다. 친환경 선박 표준은 특정 장비 하나의 기준이 아니라 선박 전체 시스템과 운항 환경을 다루므로, 산업 생태계 전체의 의견이 필요하다. 셋째, ISO/TC 8뿐만 아니라 IEC/TC 18, IEC/TC 80 등 인접 위원회와의 연계를 통해 전기·전자·통신·IoT·보안 분야까지 통합적으로 대응해야 한다.

수송 분야의 탄소중립 표준화는 앞으로 다음의 방향으로 추진될 필요가 있다.

첫째, 대체연료 선박의 안전성과 성능평가 기준을 선제적으로 마련해야 한다. 암모니아, 메탄올, 수소, LNG 등 연료별 특성에 따른 저장, 공급, 누출 감지, 환기, 전원안전, 비상대응 기준이 필요하다.

둘째, 핵심 기자재의 시험절차 기준을 아국산업 기술기준을 바탕으로 국제표준화를 추진해야 한다. 밸브, 탱크, 연료전지, 연료공급시스템, 열교환기 등은 국내 기자재 기업의 수출 경쟁력과 직접 연결되는 분야이다.

셋째, 선박-항만 간 에너지-데이터 인터페이스 표준을 강화해야 한다. 육상전원공급, 친환경 연료 bunker, 데이터 관리가 하나의 체계로 연결되어야 한다.

결국 수송 분야의 표준화는 탄소중립 목표 달성을 위한 기술적 수단인 동시에, 국내 산업의 국제 경쟁력을 좌우하는 전략적 수단이다. 조선·해양 수송산업은 우리나라가 강점을 가진 분야이며, 친환경 연료, 전기추진, 선박 IoT, 항만 연계 인프라 등에서 국제표준을 선도할 가능성이 충분하다. 다만 이를 위해서는 개별 기술 개발에 머무르지 않고, 국제표준화 단계에서 우리 기술과 산업 현실을 반영하는 노력이 병행되어야 한다.

국내에서는 국가기술표준원의 주도로 운영되는 탄소중립·녹색성장 표준화 포럼을 통해 ‘탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0’이 2025년 12월 수립되었으며, 조선분야는 ‘(3분과) 탄소중립 핵심산업’에 분류되어 암모니아, 수소, 전기추진 선박 등 친환경 대체연료 선박과 관련된 표준안건이 검토되고 있다.

탄소중립 시대의 수송 산업은 더 안전하고, 더 깨끗하며, 더 지능적인 방향으로 진화하고 있다. 이 변화의 공통 언어가 바로 표준이다. 우리나라가 친환경 선박과 스마트 해양수송 분야에서 기술 선도국을 넘어 표준 선도국으로 자리매김하기 위해서는 ISO/TC 8, IEC/TC 18, IEC/TC 80 등 관련 국제표준화 무대에서 보다 능동적이고 체계적인 대응이 필요하다. 표준을 따라가는 산업이 아니라 표준을 만들어가는 산업으로 전환할 때, 수송 분야 탄소중립은 새로운 규제가 아니라 새로운 시장 기회가 될 수 있을 것이다.

도심 하늘을 여는 UAM, 표준화가 미래 모빌리티 패권을 좌우한다

윤용현 교수(국민대학교)

전 세계적으로 심화되는 도시의 교통 혼잡 문제는 엄청난 시간 손실과 탄소 배출 증가를 야기하고 있다. 이러한 문제를 해결하고 차세대 모빌리티의 혁신을 이끌 대안으로 UAM(도심항공교통)이 첨단 항공 모빌리티(AAM)로 주목받고 있다. 초기 레저 및 촬영용에 머물렀던 드론 기술은 이제 물류 운송을 책임지는 카고 드론과 승객을 태우는 UAM으로 진화하며 우리 삶의 방식을 근본적으로 바꿀 준비를 하고 있다. 하지만 이 혁신적인 비행체가 진정한 미래의 교통수단으로 자리 잡기 위해서는 ‘탄소중립’이라는 시대적 과제와 ‘글로벌 표준화’라는 두 가지 거대한 산을 넘어야 한다.

급변하는 UAM 기술 동향

현재 UAM 산업의 가장 시급한 기술적 화두는 단연 ‘에너지 효율 극대화’와 ‘차세대 동력원 개발’이다. 수직 이착륙과 장거리 비행을 완벽히 수행하기 위해서는 기체의 경량화와 더불어 배터리의 에너지 밀도 향상이 절대적인 과제다. 산업계는 기존 리튬이온배터리의 물리적 한계를 극복하기 위해 약 2배 이상의 에너지 밀도(300Wh/kg 이상)를 지닌 리튬황배터리 등 차세대 전지 개발에 사활을 걸고 있으며, 고중량·장거리 비행에 적합한 수소연료전지 기술 또한 빠르게 상용화 궤도에 오르고 있다.

더불어, UAM은 단순한 비행체를 넘어 사용자·기체·교통관리·인프라가 하나의 연속된 서비스로 통합되어 운영되는 연계형 모빌리티(seamless mobility)다. 수많은 기체가 도심 상공을 안전하게 교차 비행하려면, 지상 인프라(버티포트) 및 타 기체와 끊임없이 데이터를 주고받는 통신 기술과 자율비행 소프트웨어의 고도화가 필수적이다. 따라서 항공기술, ICT 기술, 인공지능기술의 결합이 UAM 기술의 핵심이다.

국내외 표준화 동향

도심 하늘길의 새로운 질서를 확립하기 위한 글로벌 표준화 경쟁은 크게 두 가지 축으로 전개되고 있다. 첫째는 국제표준화기구(ISO)와 각국 항공 규제당국이 주도하는 ‘공적 표준’이다. 미국 연방항공청(FAA)과 유럽 항공안전청(EASA)은 기체 상용화를 위한 인증 기준을 선점하고 있으며, ISO는 무인기 시스템 분과(TC 20/SC 16)를 중심으로 ISO 21384(안전 및 품질), ISO 5015(이착륙장) 등 설계와 운용 전반에 걸친 국제표준을 활발히 제정하고 있다.

둘째는 업계의 룰을 지배하는 ‘사실상 표준(De-facto Standard)’이다. 아무리 뛰어난 공적 표준이 있어도, 실제 산업 생태계에서는 시장 지배력을 가진 협의체의 규격이 여권(Passport)처럼 작용한다. 대표적으로 UAM과 지상 인프라가 안전하게 데이터를 주고받기 위한 V2X(차량·비행체-사물 간 통신) 보안 분야에서는 IEEE 1609.2.1 표준이

시장을 지배하는 사실상 표준으로 자리 잡았다. 이 규격을 충족하지 못하면 글로벌 공급망 진입 자체가 불가능해진다. 또한, 다양한 제조사가 만든 비행체와 앱이 원활하게 호환되도록 돕는 API(응용 프로그램 인터페이스)규격이나 상호운용성 테스트(OmniAir Plugfest 등) 역시 글로벌 테크 기업들이 주도하는 치열한 사실상 표준의 격전지다.

이러한 거대한 글로벌 흐름 속에서, 우리 정부가 최근 발표한 「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」은 대한민국 UAM 산업이 집중해야 할 명확한 이정표를 제시하고 있다. 이 전략은 UAM 산업의 지속 가능성을 담보할 핵심 표준화 아이템을 세 가지로 요약하고 있다.

첫째, 차세대 항공용 배터리의 성능 평가 표준화다. 리튬황배터리 등 차세대 이차전지의 양극재가 가진 낮은 전기전도도 문제를 극복하고, 극한의 비행 환경에서도 화재나 고장 없이 작동할 수 있도록 성능 및 안전성 확보를 위한 정밀한 요구사항 규정이 필요하다.

둘째, 에너지 인프라 및 충전 표준화다. 도심 내 이착륙장(Vertiport)에서 배터리 및 연료전지 기반 UAM이 끊임없이 운영되려면 메가와트(MW)급 고속 충전 인터페이스의 상호운용성 표준이 반드시 마련되어야 한다. 아울러, 폭발 위험을 통제하며 수소를 주입하기 위한 안전성 및 충전 프로토콜 표준 개발도 핵심 과제다.

셋째, 도심 운용 환경을 고려한 친환경 소음 측정 표준이다. 기체가 시민들의 일상 공간인 도심 상공을 누비기 위해서는 소음 공해 기준 마련이 필수적이다. 빌딩 숲이라는 특수한 환경을 반영한 객관적이고 합리적인 소음 측정 국제표준 제정이 요구된다.

공적 표준과 사실상 표준을 아우르는 ‘투트랙(Two-track)’ 전략

새로운 모빌리티 산업에서 ‘표준’은 단순한 기술적 권고가 아니라 시장의 생존을 결정짓는 절대적 규칙이다. 우리 기업들이 애써 개발한 첨단 UAM 기체나 인프라 기술이 글로벌 통신 보안 규격이나 상호운용성 기준을 충족하지 못한다면 세계 시장에서 도태될 수밖에 없다.

따라서 학계와 연구기관, 산업계는 이번 「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」을 발판 삼아 빈틈없는 ‘투트랙(Two-track)’ 전략을 구사해야 한다. 한편으로는 ISO 등 국제 무대에서 원천 기술을 바탕으로 배터리, 소음, 충전 인프라에 대한 공적 표준 제정을 선도해야 한다. 다른 한편으로는, 개발 초기 단계부터 IEEE와 같은 사실상 표준 규격을 적극 반영하고 글로벌 상호운용성 테스트에 선제적으로 참여하여 보안과 소프트웨어 생태계의 주도권을 거머쥐어야 한다.

이를 위해 기업은 자사의 지식재산권을 표준에 반영하고, 대학과 연구소는 이를 뒷받침할 기술적 논리를 제공하는 긴밀한 ‘원팀(One-Team)’ 체계가 구축되어야 한다. UAM은 첨단 항공기술과 탄소중립이라는 두 마리 토끼를 잡아야 하는 미래 산업의 총아다. K-배터리와 K-ICT 융합 역량을 UAM 생태계에 접목하고, 투트랙 표준화 전략이 흔들림 없이 추진된다면 대한민국이 전 세계 하늘길의 진정한 ‘룰 메이커(Rule Maker)’로 비상할 수 있을 것이라 확신한다.

탄소중립 실현을 위한 제로에너지건물 국제표준화 동향 및 대응 전략

박주면 대표이사(제로엔)

제로에너지건물(Zero Energy Building, ZEB)은 건물 부문의 탄소중립 실현을 위한 핵심 수단으로 자리매김하고 있으며, 유럽연합(EU), 미국, 한국 등 주요 국가들은 관련 정책과 제도를 지속적으로 확대하고 있다. 대표적인 국제표준화기구인 ISO 및 IEC에서는 ISO/TC301(에너지관리 기술위원회) 및 IEC/SyC/Smart Energy(스마트에너지 기술위원회)에서 국제사회 탄소중립 에너지를 실현하기 위한 국제표준 개발을 활발하게 진행하고 있다. 최근에는 탈탄소 및 무탄소 에너지 실현을 위한 가이드 및 AI를 에너지에 적용한 신재생에너지 촉진 확산, 에너지시스템의 디지털화, 신재생에너지원의 AI 최적화를 위한 표준 개발 아이템 개발을 논의하고 있다. 이에 본 기고에서는 ISO 및 IEC의 최신 국제표준화 동향을 살펴보고, 「탄소중립 녹색성장 표준화 전략 3.0」의 건물 분야 표준화 과제와 연계한 국내 대응 전략을 제시하고자 한다. 우리나라는 「탄소중립 녹색성장 표준화 전략 3.0」을 통해 제로에너지건물, 에너지관리시스템(EMS), 스마트미터, 에너지거래 플랫폼 및 통합 에너지관리체계(xEMS) 등을 건물 분야 핵심 표준화 과제로 제시하고 있으며, 이는 ISO 및 IEC의 최신 국제표준화 동향과도 밀접하게 연계되고 있다.

ISO 에너지관리 국제표준화 동향

ISO/TC301(Energy management and Savings)은 에너지관리 및 에너지절감 분야를 담당하는 기술위원회로서 넷제로에너지(Net Zero Energy), 탈탄소화(Decarbonization), 에너지진단(Energy Audit) 분야의 국제표준 개발을 주도하고 있다. 2023년 ISO 50010 넷제로에너지와 2026년 ISO 50100 탈탄소 국제표준을 발간하였다. 건물과 관련해서는 2025년 ISO 50002-2 건물 에너지진단을 국제사회 공포하였다. 본 기술위원회는 UN, IEA, The World Bank 등 국제기구가 리에종으로 협력하고 있으며 관련 전문가들이 프로젝트 리더로 참여 협력하고 있다.

ISO/PAS 50010:2023(Energy management and energy savings — Guidance for net zero energy in operations)은 국제사회 넷제로에너지 및 탈탄소를 위한 건물, 산업 및 도시에 적용 가능한 실현원칙을 제시하였다는데 큰 의미가 있다. 예를 들어 건물의 생애주기인 설계-시공-운영-폐기 등 전주기 라이프 사이클에서 운영이 80% 이상임을 제시하며 신재생과 연계한 비용효과적인 넷제로에너지 운영 방안을 가이드하고 있다.

ISO 50100:2026(Energy management systems and energy savings — Decarbonization — Requirements with guidance for use)은 에너지 사용과 연계된 온실가스 배출 저감을 위한 요구사항 및 가이드를 제시하고 있다. 무엇보다 ISO 50001 에너지경영시스템을 활용한 탈탄소 인증을 위한 표준으로 활용할 예정이다. 유럽의 경우 에너지효율 지침(Energy Efficiency Directive, EED)에서는 에너지다소비 기업에 ISO 50001 등을 명시하여 에너지관리시스템과 에너지진단 의무화를 명시하여 적용하고 있다. 또한 건물(Building)/공장(Factory)/도시(City) 에너지관리시스템

(B/F/CEMS)을 포함한 AI 에너지 전환, 에너지 거래 등이 국제 표준화 아이템으로 논의 되고 있다.

ISO 50002-3(Energy audits Part 3: Guidance for conducting an energy audit using ISO 50002-1 in processes)은 기존 ISO 50002 단일표준을 1부 일반 요구사항, 2부 건물, 3부 산업(공정)으로 구분하여 건물 및 공장의 구체적인 에너지진단의 구조적 방법론, 에너지개선헌동 명확화, 에너지비용 등 강화 등의 중요 포인트를 기반으로 공정 설비 특화 중심의 에너지 상세 분석, 에너지 비용 감소 및 온실가스 감축 등의 가이드를 제공하고 있다. 무엇보다 ISO 50001의 에너지검토 프로세스를 기반으로 에너지 상세 진단을 제공하고 있다.

ISO 에너지 기술위원회는 2025년 AHG14 Net Zero Energy를 신설하여 기존 표준들의 AI 전환 및 탈탄소와 연계한 표준화 아이템을 개발하고 있다. 향후 AI를 연계한 건물, 공장, 도시 등 다양한 분야의 EMS 관련 표준들이 논의될 예정이다.

IEC 스마트에너지 국제표준화 동향

IEC/SyC Smart Energy는 전력망, 분산에너지자원, 디지털 기술의 융합을 통한 스마트에너지 시스템의 상호운용성 확보를 목표로 국제표준 개발을 추진하고 있다. 현재 무탄소에너지(Carbon Free Energy, CFE) 표준화 및 글로벌 협력체계를 기반으로 글로벌 이행기준 마련을 주도하고 있으며 스마트 그리드 표준화 로드맵을 완성하여 분산에너지자원의 전력망 통합 제어, 디지털 자동화, 사이버 보안, 분산에너지거래 등의 작업반을 운영하고 표준개발을 추진하고 있다.

IEC/CD/63630(24/7 Carbon Free Energy standardization pathways) 무탄소에너지 표준은 UN CFE 이니셔티브 기준 설계 기존의 재생에너지 100%(RE100)를 넘어, 무탄소에너지원으로 원전을 포함하는 무탄소에너지 국제 표준화 작업을 추진하고 있다. 한국의 CF연합(CF Alliance) 등은 국제표준 개발에 적극적 의견 제시 및 사례 제시를 통한 글로벌 이행 기준 마련을 주도하고 있다. EnergyTag¹⁾는 본 표준 개발에 참여하여 글로벌 기업들의 실질적인 24/7 시간단위 무탄소에너지 인증을 통한 전력소비와 재생에너지 생산을 검증하는 표준 절차 개발에 기여하고 있다.

IEC SRD 63443-1:2026(Distributed energy resource aggregation business - Part 1: System architecture and service scenarios)은 분산에너지자원(Distributed Energy Resources, DER) 및 제어 가능 부하를 통합하여 전력망 운영에 필요한 유연성을 확보하는 에너지 자원 집합 사업(Energy Resource Aggregation Business, ERAB)의 시스템 아키텍처와 서비스 시나리오를 정의한 국제 표준이다. 이 표준은 태양광, 풍력, 에너지저장장치 등 다양한 분산 자원을 관리하는 IT 및 전력 시스템 구조와 운영자 간의 상호작용 모델을 제공하고 있다.

IEC SRD 63417:2025(Guidance and plan to develop smart energy ontologies²⁾)는 스마트 에너지 도메인 내 의미론적 상호운용성 확보를 위해 에너지 분야의 공통 언어 체계 및 지침을 제공하는 표준이다. 해당 문서는 다양한 도메인 간의 관계를 정의하여 온톨로지 개발자와 사용자가 스마트 에너지 응용 프로그램을 구현할 수 있도록 지원한다. 이는 향후 AI 기반 에너지관리 및 에너지거래 서비스 구현을 위한 핵심 데이터 기반으로 활용될 것으로 기대된다.

IEC 스마트에너지 기술위원회는 분산에너지거래인프라(Distributed Energy Trading Infrastructure, DETI)를

1) 에너지태그(EnergyTag)는 전력 소비와 재생에너지 생산을 시간 단위로 매칭하여 검증하는 '세분화 인증서(Granular Certificate, GC)' 표준 제정 확산하는 국제 비영리 기구

2) Energy ontologies(에너지 온톨로지)는 에너지 설비, 데이터, 서비스, 시장 등의 개념과 이들 간의 관계를 컴퓨터가 동일하게 이해할 수 있도록 정리한 '공통 언어 사전' 또는 '에너지 분야의 지도(Map)'이다. 예를 들어 태양광 발전량, 배터리 충전상태, 전력가격, 수요 반응(DR) 등의 정보를 서로 다른 시스템이 같은 의미로 해석할 수 있도록 정의한다.

차세대 스마트에너지 시장의 핵심 기반으로 정의하고 관련 표준화 로드맵을 개발하고 있다. DETI는 태양광, ESS, 전기차(EV), 수요반응(DR) 등 다양한 분산에너지자원(DER), 집합자원(Aggregated Resources), 에너지관리시스템 및 시장 참여자를 연결하는 디지털 에너지거래 생태계로 최근 WG8에서는 AI 기반 발전량·수요예측 및 에너지거래 최적화 기술도 주요 표준화 과제로 검토되고 있다. 이는 향후 AI 기반 건물에너지관리시스템(BEMS), 가상발전소(VPP), 분산에너지거래 시장의 핵심 기반이 될 것으로 전망된다.

국제표준화 대응 전략

ISO 50100은 ISO 50001을 활용한 탈탄소 표준으로 향후 기업의 탈탄소 인증체계 구축에 활용될 것으로 예상된다. 이에 우리나라 기업은 ISO 50001 기반의 에너지 및 온실가스 관리체계를 구축하고 감축 목표 수립, 실행, 검증 및 성과관리 역량을 강화할 필요가 있다. 또한 우리나라는 ISO/TC 301 AHG14 Net Zero Energy 컨비너십을 확보하고 있어 제로에너지건물과 에너지관리시스템 분야의 국제표준화를 선도할 수 있는 기반을 갖추고 있다. 특히 세계적으로도 앞선 수준의 BEMS, 스마트그리드 및 분산에너지 기술을 활용하여 건물·공장·도시 단위의 통합 에너지관리체계(xEMS) 표준 개발을 적극 추진할 필요가 있다.

IEC에서는 무탄소에너지(CFE), 에너지 온톨로지(Energy Ontology), 분산에너지거래인프라(DETI) 등 차세대 스마트 에너지 시장의 핵심 표준화가 본격적으로 진행되고 있다. 향후 건물과 가정을 중심으로 태양광, 에너지저장장치(ESS), 전기차(EV), 수요반응(DR) 등을 통합 운영하는 AI 기반 에너지관리 및 에너지거래 서비스의 중요성이 더욱 확대될 것으로 전망된다. 이에 따라 우리나라도 AI 기반 분산에너지 거래 R&D 및 표준화 연구를 확대하고, 가정용 태양광 공유·거래, 가상발전소(VPP), 에너지거래 플랫폼 등의 실증 결과를 국제표준화 활동과 연계할 필요가 있다. 특히 한국전력 거래소, 분산에너지 특화지역, 제로에너지건물 실증사업 등을 기반으로 AI 기반 에너지예측, 최적제어 및 에너지거래 분야의 국제표준 신규 작업항목(NWIP)을 선도적으로 제안함으로써 미래 에너지 디지털 전환 시장과 탄소중립 실현을 동시에 선도할 수 있을 것으로 기대된다.

제로에너지건물은 더 이상 단순한 고효율 건축물의 개념에 머무르지 않는다. 향후 제로에너지건물은 태양광, 에너지저장장치(ESS), 전기차(EV), 수요반응(DR) 및 분산에너지거래를 통합하는 에너지 플랫폼으로 발전할 것으로 전망된다. 이에 따라 건물에너지관리시스템(BEMS)은 에너지 사용량 모니터링 중심에서 AI 기반 에너지예측, 최적제어 및 에너지거래 기능을 포함하는 통합 에너지관리체계(xEMS)로 진화하고 있으며 관련 국제표준 개발도 본격화되고 있다. 특히 우리나라가 추진 중인 AI 기반 분산에너지 거래 R&D 및 표준화 연구, 가정용 태양광 공유·거래 모델, 분산에너지 특화지역 실증사업 등은 향후 IEC 분산에너지거래인프라(DETI) 및 AI 기반 에너지거래 국제표준 개발과 직접적으로 연계될 수 있다. 따라서 우리나라는 이러한 실증 경험과 기술 역량을 기반으로 국제표준 신규 작업항목(NWIP)을 선도적으로 제안함으로써 탄소중립과 에너지 디지털 전환 시대의 글로벌 표준 경쟁력을 확보할 필요가 있다.

EU 에너지효율지침(EED) 기반 EMS 및 에너지진단 의무화 주요 이슈 및 시사점

EU는 2023년 개정된 에너지효율지침(Energy Efficiency Directive, EED) 제11조(Article 11)를 통해 일정 규모 이상의 기업에 대해 에너지관리시스템(Energy Management System, EMS) 또는 에너지진단(Energy Audit)을 의무화하였다. 또한 부속서 VI(Annex VI)에서는 최신 계측 데이터 기반 분석, 생애주기비용분석(LCCA), 재생에너지

활용 가능성 평가, 에너지절감 효과 검증 등 에너지진단의 최소 요구사항을 제시하고 있다.

EU 에너지효율지침(EED) 기반 EMS 의무화 주요 내용 및 시사점

구분	주요 내용	시사점
연간 에너지 소비량 85 TJ 초과 기업	- ISO 50001 등 국제표준 기반 에너지관리시스템(EMS) 구축 및 인증 의무 - 준수 기한: 2027년 10월 11일	- EMS가 선택이 아닌 필수 경영요건으로 전환 - ISO 50001 기반 에너지·탄소 통합관리 체계 구축 필요
연간 에너지 소비량 10~85 TJ 기업	- ISO 50001 기반 EMS 구축 또는 외부 전문기관 에너지진단 실시 및 실행계획 수립 중 선택 - 최초 준수 기한: 2026년 10월 11일 - 에너지진단 4년 주기 반복 수행	- 에너지진단과 EMS 연계 강화 - 데이터 기반 에너지 성과관리 체계 필요
Annex VI 에너지진단 최소기준	- 최신 계측 및 추적 가능 데이터 기반 분석 - 에너지 소비 프로파일 분석 - 재생에너지 활용 가능성 평가 - 생애주기비용분석(LCCA) 적용 - 에너지절감 조치 및 개선기회 도출 - 정량적 계산 및 검증 요구	- AI 기반 데이터 분석 및 에너지 예측 기술 중요성 확대 - 재생에너지 및 에너지효율 투자 의사결정 고도화 필요

자료: EU Energy Efficiency Directive (EED) Article 11 및 Annex VI 재구성

EU는 단순한 에너지진단 제도를 넘어 데이터 기반 에너지관리시스템(EMS) 구축과 지속적인 에너지 성과관리를 의무화하는 방향으로 정책을 전환하고 있다. 특히 ISO 50001 기반 EMS, ISO 50002 기반 에너지진단, 재생에너지 활용 평가, 생애주기비용분석(LCCA), AI 기반 데이터 분석 기술 등이 향후 기업의 핵심 대응 수단으로 부상할 것으로 전망된다. 이에 따라 국내 기업 역시 EMS 기반의 에너지·탄소 통합관리 체계를 조기에 구축하고, AI 기반 에너지관리 및 에너지진단 기술 확보를 통해 글로벌 규제에 선제적으로 대응할 필요가 있다.



표준행사 안내

태양광발전 표준화 포럼 개최

- 일 자 : '26.7.9.(목)
- 내 용 : • '태양광발전 표준화 로드맵' 이행점검 및 산업계 의견수렴 등을 위한 표준화 포럼
• 재생에너지 태양광 분야 R&D 사업의 표준연계 현황 및 향후 추진 계획 논의, 국내·외 기술 및 표준 동향 공유 등

표준 인력양성을 위한 표준화 경진대회

- 일 자 : '26.7.24.(금)
- 내 용 : • '전공+표준 융합 대학 표준인력사업' 참여학생을 대상으로 우수 성과를 발굴·포상하여 표준화 역량을 강화
• 전공과 표준이 결합된 자율주제 발표·평가 진행 및 시상

표준 이슈 포커스

Standards Issue Focus

〈표준 이슈 포커스〉는 표준 정책 및 산업 이슈, 첨단기술 표준화 동향, 국제표준화기구 소식 등 다양한 표준 이슈를 충실히 반영하여 산업별 전문가에게 실질적으로 도움이 되는 표준화 정보를 제공합니다. 웹진에서 자세한 정보를 살펴볼 수 있으며, 매월 이메일을 통해 정기적으로 최신 표준 소식을 받아 볼 수 있습니다.

웹진 바로가기



웹진 구독신청



문의

국가기술표준원

standard@korea.kr

국가기술표준원 홈페이지



kats.go.kr

국가기술표준원 블로그



blog.naver.com/
katsblog

국가기술표준원 유튜브



youtube.com/
@KATS_Korea



산업통상부
국가기술표준원