

국방 분야 휴머노이드 로봇의 운용 가능성과 획득 전략에 관한 정책적 제언

Policy Proposals for Humanoid Robot Acquisition and Deployment in National Defense

고 동 우¹, 조 창 현¹, 박 성 호¹, 장 재 희¹, 윤 규 희¹, 차 도 완^{1*}

(Dongwoo Ko¹, Changhyun Cho¹, Sungho Park¹, Jae-Hee Jang¹, Gyu-Hee Yoon¹, and Dowan Cha^{1,*})

¹Department of Defense AI/Robot, Korea National Defense University, Republic of Korea

Abstract: Rapid advances in artificial intelligence and robotics are reshaping the future of warfare. Humanoid robots, with their human-like form and growing autonomy, are emerging as keys in Manned-Unmanned Teaming systems, expected to perform complex tasks such as reconnaissance, logistics support, Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear response, and casualty evacuation. While commercial humanoids are demonstrating remarkable capabilities, a significant gap remains for military applications due to technological uncertainties and the difficulty of pre-defining required operational capability. Conventional acquisition processes struggle to bridge this gap, creating bottlenecks in deployment. Therefore, this paper proposes a National Defense Humanoid Acquisition Strategy that reframes the acquisition process as a methodology for identifying and refining these requirements through iterative development. The strategy emphasizes a modular acquisition structure, operator-in-the-loop field feedback, and adaptive development for the flexible and timely integration of humanoid robots into future defense forces.

Keywords: humanoid robot, defense acquisition, operational concepts, manned-unmanned teaming, evolutionary acquisition, policy recommendations

I. 서론

4차 산업혁명의 발전에 따라 인공지능, 로봇공학, 자율주행 기술이 급속히 발전하면서 다양한 산업 분야에서 로봇의 활용이 확산되고 있으며, 군사 분야에서도 이러한 기술들을 적극적으로 도입하여 전투 수행 방식의 혁신을 추구하고 있다. 기존의 로봇 기반 전투시스템은 정찰, 감시, 공격 등의 임무에 기여하고 있으나, 기존 무기체계와의 통합 운용이 어렵고 자율적 전장 대응 능력이 제한적이라는 구조적 한계가 존재한다. 특히 조작자의 명령 없이 독립적으로 작동하는 능력이 부족하여 단독 작전이나 예기치 못한 전장 상황에서 자율 대응 능력이 제한된다[1-3].

휴머노이드 로봇은 인간과 유사한 형태와 움직임을 가지고 있으며, 인공지능과 센서를 활용해 자율적으로 판단하여 작동할 수 있다는 특징이 있다. 이러한 장점을 통해 민간 분야에서는 생성형 AI(Artificial Intelligence) 기반의 제어기술과 강화학습 알고리즘을 탑재한 휴머노이드가 제조 및 물류 현장에 투입되고 있으며[4,5], 국방 분야에서도 기존 로봇 기반 전투시스템으로 수행하기 어려웠던 다양한 군사 임무를 수행할 것을 기대하고

있다[6,7]. 그러나 현행 국방 획득 프로세스는 국방 휴머노이드 로봇의 도입에 있어 기술 발전 속도와 전력화 요구사항을 반영하는 데 한계가 있기에, 새로운 무기체계 획득 전략으로 개선할 필요가 있다[8,9].

따라서 본 연구에서는 국방 분야 휴머노이드 로봇의 실전 배치와 효과적인 활용전략을 도출하기 위해 한국군 작전 환경에서 휴머노이드의 로봇 운용 가능성과 획득 전략을 제안하고자 한다.

이를 위해 본 연구는 총 3개의 장으로 구성된다. 제II장 본문에서는 휴머노이드 로봇의 국내·외 기술 동향을 소개하고, 둘째, 미래 전장에서 휴머노이드 로봇의 군사적 운용방안을 고찰하며, 셋째, 현행 국방 무기획득 전략과 해외 사례 분석을 바탕으로 새로운 획득 전략을 제안한다. 마지막으로 제III장 결론에서는 논의를 요약하고 정책적 제언 및 향후 과제를 제시한다.

II. 본론

1. 국내·외 휴머노이드 로봇 관련 개발 동향

1.1. 국내 동향

대한민국은 2024년 12월, 휴머노이드 로봇을 ‘국가첨단전략

*Corresponding Author

Manuscript received May 14, 2025; revised June 18, 2025; accepted July 9, 2025

고동우: 국방대학교 국방 AI/로봇학과 석사과정(lemandia95@gmail.com, ORCID[®] 0009-0006-4677-9365)

조창현: 국방대학교 국방 AI/로봇학과 박사과정(changhyun9012@gmail.com, ORCID[®] 0000-0002-7173-2159)

박성호: 국방대학교 국방 AI/로봇학과 석사과정(sh1992sh1992@gmail.com, ORCID[®] 0009-0006-8635-8848)

장재희: 국방대학교 국방 AI/로봇학과 석사과정(changgh94@gmail.com, ORCID[®] 0009-0003-1414-4398)

윤규희: 국방대학교 국방 AI/로봇학과 석사과정(aqs15623@gmail.com, ORCID[®] 0009-0006-8687-5394)

차도완: 국방대학교 국방 AI/로봇학과 교수(chadowan24@gmail.com, ORCID[®] 0009-0000-2681-4019)

기술'로 지정하며 기술 개발 및 산업 육성 정책을 강화하고 있다 [10]. 산업통상자원부는 '제4차 지능형 로봇 기본계획'을 통해 AI, 클라우드, 정밀 센서 기술을 활용하여 휴머노이드 등 고성능 로봇 R&D (Research and Development)를 전략적으로 추진한다 [11]. 또한, 로봇 핵심 부품의 국산화를 2030년까지 80%로 향상하는 목표를 설정하였는데, 이를 위해 휴머노이드, 자율형, 협업형 로봇에 대한 전략적 지원을 강화하고, AI 기반 제어 시스템과 고급 센서 기술 개발을 촉진하고 있다[12].

국내 대표 기업인 레인보우로보틱스(Rainbow Robotics)는 2024년 자율 이동형 양팔 로봇 RB-Y1을 공개하며 산업 자동화 및 잠재적 국방 적용 가능성을 제시했다[13]. 이 로봇은 모듈화 설계를 통해 정비, 교체, 유지보수 효율성을 높였으며, 자율이동 로봇(AMR, Autonomous Mobile Robot) 기술을 적용하여 산업용 로봇 수준의 신뢰성과 성능을 구현하였다.

에이로봇(Aei Robot)은 '앨리스(ALICE)'를 통해 정밀 동작 및 5G 기반 원격 제어 기술을 시현하며 각종 서비스 산업과 복지 의료 산업, 고난도 위험 환경 응용 가능성을 탐색 중이다[14].

이처럼 국내 휴머노이드 로봇 기술은 정부의 정책적 지원과 민간 기업의 노력을 바탕으로 빠르게 발전하고 있으나, 현재 기술적 완성도는 산업 현장에서의 정형화된 작업을 보조하거나 통제된 환경에서의 보행 기술을 구현하는 초기 단계로 평가할 수 있다. 국방 분야에서 요구되는 험지 기동 능력이나 복잡한

비정형 임무 수행 능력까지는 도달하지 못한 실정이며, 이는 국방 적용을 위한 기술적 격차가 존재함을 시사한다.

결과적으로 국내 민간 기술은 자율성, 산업 적용성, 타 분야 융합을 지향하며 진화하고 있으나, 국방 분야와의 직접적 연계, 운용 환경 기반 실증, 정책적 수요 반영은 아직 미진한 상황이다. 다만 국방과학연구소(ADD, Agency for Defense Development)가 2027년 시제품 완성을 목표로 국내 최초의 이족 보행 군용 휴머노이드 개발을 공식화하며 국방 분야 자체 연구개발 노력도 진행 중이다[16].

1.2. 국외 동향

국외에서는 국가 차원의 정책적 지원과 민간 기업의 기술 투자를 바탕으로, 휴머노이드 로봇 기술이 빠르게 발전하고 있다. 특히 2024-2025년에는 생성형 AI를 접목한 범용 로봇 (general purpose robot), 자율성 기반 산업 적용 로봇, 저가형 대량생산 모델 등 다양한 방향으로 기술 진화가 동시에 일어날 것으로 예상된다[9]. 이 중에서도, 미국은 첨단 기술력과 민간 기업 주도의 유연한 정책을 통해 휴머노이드 로봇 기술의 선도적 발전을 이끌고 있으며, 중국은 정부의 전략적 지원과 대규모 투자를 통해 빠른 기술을 상용화하고, 시장 확대를 이루고 있다.

1.2.1. 미국 : 민군 협력 기반의 기술 혁신 생태계

미국은 NRI (National Robotics Initiative)와 같은 정부 주도 프로그램을 통해 민간 로봇 기술 개발을 장기적으로 지원해 왔으며, 제조업 디지털 전환 및 AI 기술 육성 정책과 연계하여 민간기업이 주도적으로 로봇 플랫폼을 개발하는 생태계를 구축하고 있다[17]. 이러한 기술 정책의 연장선에서 민간 기업이 주도적으로 로봇 플랫폼을 개발하고 있으며, 美 국방부는 이들의 성과를 기반으로 군사적 활용 가능성을 실험하는 시스템을 갖추고 있다.

대표적인 기업인 보스턴 다이내믹스(Boston Dynamics)는 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) 로보틱스 챌린지를 통해 '아틀라스(Atlas)'라는 휴머노이드 로봇을 개발 하였다[18]. 아틀라스는 강화학습과 실시간 피드백 제어 기술을 바탕으로 고난이도 동적 동작 및 자율 모션을 구현한다.

테슬라(Tesla)의 옵티머스(Optimus) 프로젝트는 자율주행 기술을 활용하여 대량생산 가능한 로봇 플랫폼을 구축하며 산업 자동화 및 국방 분야 적용을 목표로 한다[20]. 특히 미국 정부의 CHIPS (Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors)

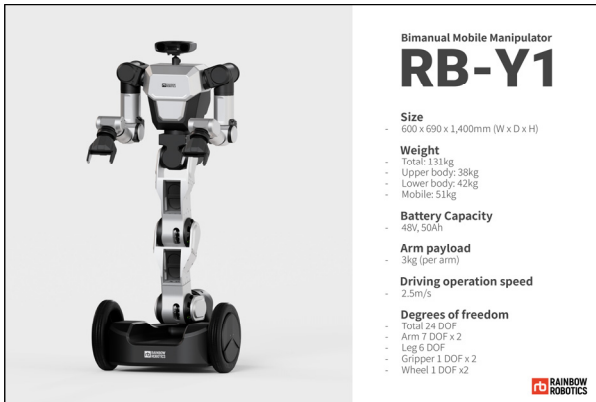


그림 1. 레인보우로보틱스, RB-Y1 [13].

Fig. 1. Rainbow Robotics, RB-Y1 [13].



그림 2. 국방과학연구소(ADD), 구난로봇[15].

Fig. 2. Agency for Defense Development, Rescue Robot [15].

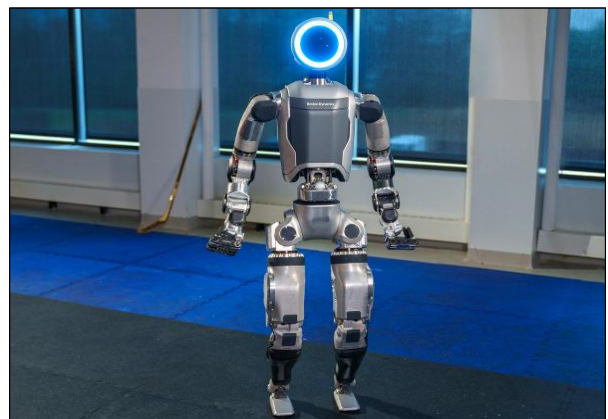


그림 3. 보스턴 다이내믹스, 아틀라스[19].

Fig. 3. Boston Dynamics, Atlas [19].

and Science Act를 통해 AI 반도체 개발을 지원받아, 테슬라의 로봇 신경망 연산 성능이 획기적으로 향상되었는데, 이 법안은 반도체 혁신을 촉진하여, 로봇의 AI 처리 능력을 극대화하는 데 중요한 역할을 하고 있다[21].

Figure AI는 OpenAI와 협력하여 Figure 01 로봇에 음성 명령 인식, 작업 보조 기능을 통합하고 있으며, 애질리티 로보틱스(Agility Robotics)의 디짓(Digit)은 창고 환경에서 보행, 물체 운반, 자율 경로 설정 등을 구현하며 상용 이족 보행 로봇 생산 체계를 구축 중이다[22,23].

이처럼 미국은 기술 성능, 상용화 및 대량생산 가능성, 민간 이중용도 활용을 종합적으로 고려한 범용 휴머노이드 개발을 선도하고 있다.

1.2.2. 중국 : 전략적 국가지원과 통합형 개발체계

중국은 'Made in China 2025' 등 국가 전략을 통해 로봇산업을 국가 핵심 산업으로 지정하였으며, 제14차 5개년 계획(2021~2025)과 같은 대규모 정책적 지원을 통해 제조업 혁신 및 로봇 보급 확대의 기반을 마련하고 있다[24]. 특히 중국 정부 주도의 상하이, 선전 등 대규모 로봇산업 클러스터를 통해 연구개발 인프라와 생산시설의 지원을 받아, 로봇의 대량생산과 저비용 설계가 가능한 환경을 구축하고 있다. 중국은 미국과 달리 정부가 기술 개발, 생산, 국방 적용을 통합적으로 주도하며, 단기간 내 전장 적용 가능한 성능 확보에 주력하는 특징을 보인다.

대표적으로 유니트리 로보틱스(Unitree Robotics)는 초경량 고속(3.3m/s) 로봇 H1과 저가형 상용 로봇 G1을 출시하며 기술력과 가격 경쟁력을 동시에 확보하고 있다[26]. 그림 4에서 보는 바와 같이, 이들은 고성능 센서 기반 자율보행 및 균형 제어 기술을 강조한다.

엔진 AI의 PM01 로봇은 강화학습 기반의 고급 동작 제어기술을 활용, 공중제비와 같은 복잡하고 정교한 동작을 안정적으로 구현하고 있으며, 특히 중국 정부가 추진하는 스마트 시범 도시(smart pilot city) 프로젝트와 공공 치안 분야가 긴밀히 협력하여, 공공 안전 임무 수행 목적의 로봇 기술 적용 및 확산을 목표로 하고 있다[27].

또한, UBTECH는 정부 지원 하에 Tiangong 시리즈를 개발하며, 최근에는 21km 하프마라톤 완주를 통해 야외 장거리 이동 안정성, 지형 적응성, 내구성 등 군사적 투입을 상정한 성능을 검증하였다[28]. 표 1은 미국, 중국, 국내의 주요 휴머노이드 로봇 모델을 기술적



그림 4. 유니트리 로보틱스, H1 [25].

Fig. 4. Unitree Robotics, H1 [25].

표 1. 국내·외 휴머노이드 로봇 개발 비교분석.

Table 1. Comparative analysis of domestic and international humanoid robot models.

국가	기관명	모델명	개발연도	기술 특징
미국	Boston Dynamics	Atlas	2013	강화학습, 실시간 균형 제어, 고난도 모션(점프, 백플립 등)
	Agility Robotics	Digit	2019	자율보행, 강화학습, 인간 유사 동작, 손·얼굴 탑재
	Tesla	Optimus	2021	자율주행 AI, 8개 카메라, 11자유도 로봇 손
중국	Unitree Robotics	H1	2023	초경량(47kg), 최고 속도 3.3m/s, 1.4m 점프, 자율보행
	Engine AI	PM01	2025	공중제비 구현, AI 기반 통합 인지 시스템
국내	Aei Robot	ALICE	2023	리니어 액추에이터, 정밀 손동작, 5G 연동 AI 통신
	Rainbow Robotics	RB-Y1	2024	이동형 양팔로봇, 모듈 설계, AMR 기술 접목
	국방과학 연구소	Hurcules	2013	웨도형 하체, 자율주행, 원격 조작, 고위험 구난임무 특화

특징 측면에서 비교한 것으로, 각국의 개발 전략과 기술적 강점을 보여준다.

이러한 사례들을 종합해 볼 때, 미국과 중국의 휴머노이드 로봇 기술은 각각 다른 강점을 바탕으로 기술경쟁을 선도하고 있다. 미국이 동적인 성능과 AI 기반 자율성에 강점을 보인다면, 중국은 가격 경쟁력과 정부 주도의 빠른 실증에 집중하는 양상이다. 하지만 이러한 민간 기술이라도, 즉각적인 군사적 투입은 어렵다. 이는 실제 군 운용 환경에서 요구되는 성능 수준과 현재 민간 기술 수준 사이에 어느 정도의 격차가 있는지, 어떤 부분을 집중적으로 발전시켜야 하는지에 대한 실증 데이터가 부족하기 때문이다. 결론적으로, 뛰어난 민간 기술이라도 성공적인 군사적 활용을 위해서는, 실제 운용 환경에서의 시범 적용을 통해 기술적 격차를 식별하고 국방에서의 수요를 분석하는 과정이 반드시 선행되어야 함을 시사한다.

2. 유무인복합전투체계 내 휴머노이드 로봇의 운용방안

2.1. 유무인복합전투체계

국방부는 미래 전장 환경 변화에 대응하기 위해 '국방혁신 4.0'을 추진하고 있으며, 이는 4차 산업혁명 기술을 전력구조와 작전방식에 본격적으로 도입해 첨단 전투력을 확보하려는 중·장기 전략이다. 특히 인공지능, 자율주행, 정밀 센서, 로봇 기술을 활용한 유무인복합전투체계의 도입은 병력 감축 시대에도 작전 역량을 유지하기 위한 핵심 수단으로 주목받고 있다[29].

유무인복합전투체계는 유인 플랫폼(전투기, 전차, 함정 등)과 무인 플랫폼(드론, 무인지상차량 등)이 네트워크로 연결되어 협력 작전을 수행하는 체계로, AI와 빅데이터 기반의 정보 공유, 상황 인식, 지휘 통제를 통해 작전 효율성과 전투원 생존성을 극대화하는 것이 목적이다.

이러한 체계 내에서 휴머노이드 로봇은 기존 무인 플랫폼이 수행하기 어려운 ‘인간형 작업’과 ‘복잡 지형 내 이동’ 능력을 제공한다. 건물 내부, 차량 탑승/하차 지점, 협지 등 유인 전투원이 작전하는 공간에서 함께 활동할 수 있어 고위험 상황에서의 전투원 손실을 줄이고 작전 지속 능력을 높이는 데 기여할 수 있다. 결과적으로 휴머노이드는 단순 감시·정찰을 넘어, 유무인 복합전투체계 내에서 유·무인 전투원의 협업 임무를 확대하는 핵심 요소로 작용할 수 있다.

2.2. 국방 휴머노이드 로봇의 군사적 운용 방안

2.2.1. 지능형 정찰 및 감시 임무

객체 인식, 상황 인지, 자율적 판단 및 대응 기술을 바탕으로 전장 환경에서의 지능형 정찰 및 감시 임무를 수행할 수 있다. 이러한 기술을 바탕으로, 산악지형, 도심 밀집 지역, 복잡한 실내 환경 등 인력이 접근하기 어려운 작전 환경에서도 지형 장애를 자율적으로 극복하여 주·야간 구분 없이 목표물의 식별 및 행동 패턴 분석을 수행할 수 있다. 또한, 수집된 정보를 실시간으로 통제본부에 전송하여 전장의 가시성과 작전 대응 속도를 향상시킬 수 있다.

이는 GOP, 해안 감시, 접경지역 등 고위험 구역의 정찰임무에서 전투원의 생존성을 높이고 작전 지속 능력을 향상시킬 수 있다. 특히 유무인복합전투체계 환경에서 휴머노이드 로봇이 전방 경계부대 전력의 일부로 통합될 경우, 감시 범위의 확대와 작전 지속성 향상, 그리고 전투원의 생존성 보장 측면에서 실질적인 전력 보완 효과가 가능할 것으로 평가된다. 실제로 국내에서는 고정 감시카메라가 덩러닝 기반으로 거주자를 식별하면, 해당 위치 정보를 전달받은 자율주행 로봇이 현장으로 이동하여 정찰하는 국방 무인 경계 시스템에 대한 연구가 이루어진 바 있으며, 이는 휴머노이드 로봇을 활용한 지능형 정찰 및 감시 임무의 실현 가능성을 보여준다[30].

2.2.2. 군수 및 후방지원

이족 보행 기반의 고기동성과 불규칙 지형 대응, 고하중 운반 능력을 바탕으로 전장 또는 기지 내 탄약, 식량, 장비 등 물자 운반 및 적재/하역 작업을 수행할 수 있다. 특히 비정형 지형에서도 인간과 유사한 체형을 활용해 유연한 동작이 가능하며, 위험 요소가 산재한 작전 환경에서도 안정적인 임무 수행이 가능하다.

이러한 임무 수행의 기반이 되는 휴머노이드 로봇의 보행 기술은 국내에서도 활발히 연구되고 있다. 초기의 단순 모델 기반 궤적 생성 방식에서, 최근에는 실시간 풋스텝 조정과 상체 움직임 활용을 통한 동적 균형 제어 방식으로 발전하며 외부 환경 능력을 향상시키고 있다[31].

국외의 경우, Tesla Optimus, Unitree H1 등 상용 플랫폼이 이미 20kg 이상의 하중을 운반하고 3.3m/s 이상의 속도로 이동 가능한 수준에 도달한 점을 고려하면, 단기적으로는 제한적 보급 임무, 중장기적으로는 복합 임무 수행이 가능할 것으로 평가된다 [25,32].

2.2.3. CBRN 대응 및 재난 작전

내열·내한 소재 기반의 보호 설계, 밀폐형 구조, 화학방(chemical, biological, radiological, and nuclear) 대응 기능 등을 바탕으로 고위험 환경에서도 안정적인 작전 수행이 가능하다. 특히 열화상 및 방사능 감지 센서, 가스 분석기와 차폐형 전자장치 등 다양한 위험 환경을 감지하고 실시간 대응할 수 있는 기술이 적용되어 인간의 접근이 제한되는 지역에서도 운용할 수 있다.

실제 국외의 사례에서, 미 해군은 열에 강한 내화 소재와 센서를 통해 함정 내부의 화재 및 폭발 사고에 대응할 수 있도록 설계한 화재 진압용 휴머노이드 로봇 SAFFIR를 2012년도에 도입하였다[33]. 또한, 러시아에서는 자율 기능과 원격 제어 기능을 갖춘 우주로봇 FEDOR(Skybot F-850)을 2019년 우주 정거장에 투입했다[34].

2.2.4. 고정밀 조작 및 위험물 처리 임무

고정밀 액추에이터, 파지력 조절 알고리즘, 실시간 센서 피드백 기술 등을 기반으로 복잡하고 정밀한 조작이 요구되는 작업을 수행할 수 있다. 특히 11자유도 이상의 다관절 로봇 핸드, 고해상도 시각 인식 시스템, 촉각 센서 등은 섬세한 물체 조작과 작업 안정성을 동시에 확보할 수 있도록 지원한다. 이러한 정밀 조작 능력으로 기존 인력의 수작업으로 수행하던 정비 임무와 장비 운용 임무를 정밀하고 안정적으로 대체할 수 있다. 또한, 원격 조작 및 자율제어 기능을 통해 폭발물 탐지 및 제거(explosive ordnance disposal) 작전에 효과적으로 투입될 수 있으며, 작전의 효율성과 안전성을 동시에 향상시킬 수 있다.

이처럼 휴머노이드 로봇은 미래 전장에서의 다양한 임무 행이 기대되지만, 이를 위해서는 민간 분야와는 다른 차원의 기술적 고려가 필수적이다. 이는 특히 국방 로봇 및 유무인복합 전투체계에 공통적으로 요구되는 성능 조건과도 맥을 같이 하는데, 선행 연구에서도 강조하듯이 다양한 체계가 유기적으로 연동되는 ‘상호운용성(interoperability)’, 인간의 개입을 최소화하는 ‘자율성(autonomy)’, 사이버 위협으로부터 안전한 ‘네트워크 안정성(network security)’, 그리고 인간과 로봇이 하나의 팀을 이루는 ‘인간-기계 협동(human-machine teaming)’과 같은 기술 영역이 핵심적으로 고려될 것이다. 하지만 각 기술 영역에서 요구되는 구체적인 정량적인 성능 수준을 담은 작전운용성능(ROC, Required Operational Capability)은 실제 국방 환경에서의 운용 데이터 없이 사전에 명확히 정의하기 어렵다. 이러한 기술적 불확실성은 이어지는 3장에서 제안할 새로운 획득 전략이 필요한 이유이다[35].

3. 국방 휴머노이드 로봇의 획득 방안

3.1. 현행 획득 프로세스의 구조 및 주요 한계

국방 휴머노이드 로봇 기술은 4차 산업혁명을 주도하며 빠르게 발전하고 있는 기술이다. 이러한 첨단기술은 획득 체계의 속도가 기술 발전의 속도를 따라잡지 못하여 기술의 진부화 문제가 발생할 가능성이 크다.

국방 휴머노이드 로봇은 첨단기술의 지속적인 발전에 따라 단계적으로 획득할 필요가 있다. 이를 위해 하드웨어와 소프트웨어가 적시적으로 교체 및 업그레이드 될 수 있는 획득 체계를 적용하는 것이 중요하다.

현재 한국군의 무기체계 획득 절차는 소요 결정 → 선행 연구 → 사업 전략 수립 → 연구개발 → 시험평가 → 양산으로 이어지는

다단계 체계로 운영되고 있다[36]. 최근에는 신속 획득 제도(fast track)가 도입되어 일부 민간 기술의 시범적으로 운용하거나 조기에 적용하려는 시도가 이뤄지고 있으나, 휴머노이드 로봇과 같은 첨단기술의 특성과는 구조적 괴리가 존재한다.

이러한 맥락에서, 현행 무기체계 획득 절차는 다음과 같은 한계를 가지고 있다. ① 개발 및 평가기간 동안 기술의 발전 속도에 대응하지 못할 경우, 해당 기술은 전력화 시점에서 최신 기술과의 간극이 발생할 수 있으며, 결과적으로 전략적 효용성이 저하될 우려가 있다. ② 초기 요구 성능과 단계별 평가 방식의 경직성은 불확실성이 큰 첨단기술의 점진적 개선과 반복적 피드백 수용을 어렵게 한다. ③ 민간 기술 및 기업의 참여 장벽이 높아, 군 주도의 획득 절차가 혁신 기술의 유입을 제한하고 있다. ④ 운용 부대의 참여와 실전 피드백 반영은 제도적으로 미흡하여 시험 및 평가 환경의 성능이 실제 작전에서 효과로 나타나지 않을 수도 있다.

이러한 한계는 기존제도가 전통적 무기체계 기반에 최적화 되어 있어, 민간 첨단기술과의 시간적·구조적 간극을 충분히 수용하지 못하고 있다는 점을 시사한다. 특히 휴머노이드 로봇처럼 기술 발전이 빠르고 다학제적 특성이 강한 체계에 있어 이러한 제약은 전력화의 결정적 병목이 된다. 특히 앞서 2장에서 살펴본 바와 같이, 휴머노이드 로봇 분야는 구체적인 ROC를 사전에 명확히 정의하기 어려운 ‘기술적 불확실성’이 크다. 따라서 목표를 사전에 고정하는 현행 획득 프로세스를 그대로 적용하기에는 근본적인 한계가 존재한다.

3.2. 국외 획득 정책 사례

현행 제도의 한계를 극복하기 위한 대안은 ‘기술적 불확실성’을 인정하고, ‘무엇을 할 수 있는가’에 집중하여 점진적으로 발전하는 해외 선진국의 획득체계에서 찾을 수 있다. 특히 그들은 특정 기술의 사양(specification)을 사전에 정의하는 대신, 기술을 통해 달성하고자 하는 ‘기능 목표(functional goals)’를 먼저 제시하는 접근법을 취한다. 대표적으로 미 육군은 로봇·자율시스템(RAS, Robotics Autonomous Systems)에서 ①상황인식 향상, ②전투원 부담 경감, ③지속지원 효율화, ④기동 및 작전능력 보강, ⑤전투원 보호강화 라는 5개 기능 목표를 설정하였다[37]. 영국군 역시 ‘인간 중심 RAS 운용’이라는 대전제 하 ‘전투원 부담 경감’ 및 ‘생존성 보장’ 등을 핵심 비전으로 제시하여 사실상 미 육군과 동일한 목표를 추구하고 있다[38]. 이는 사전에 완벽한 ROC를 설정하는 대신, 이러한 상위 목표 달성에 기여할 수 있는 기술을 유연하게 탐색하고 발전시켜 나가겠다는 전략적 의도를 명확히 보여준다. 이러한 거시적 목표 아래, 각 국가가 어떤 획득 전략을 운용하고 있는지 구체적으로 살펴본다.

3.2.1. 미국 : 적응형 획득 전략

미국 국방부 (DoD, Department of Defense)는 2020년부터 적응형 획득 전략(AAF, Adaptive Acquisition Framework)을 도입하여, 기존의 단일 경직된 획득 절차에서 벗어나 목적, 기술 성숙도, 긴급성에 따라 여섯 가지 트랙(기존 획득, 신속 소요, 중간계층 획득, SW 획득, 긴급 획득, 제품 개선) 중 최적의 절차를 선택할 수 있도록 하였다[39]. 특히 중간단계획득(middle tier acquisition)은 신속한 시제품 개발과 전력화를 위한 반복적 구조를 채택하여, 운용 부대의 피드백을 반영하고 기술 진부화 가능성을 최소화하는 방향으로 설계되었다. 예를 들어, 미 육군은

‘Project Convergence’ 프로그램에서 중간계층 획득 방식을 활용해 AI 기반 지상로봇을 실전 실험에 통합한 바 있으며, 이는 민간 기술을 제도권 내 신속히 통합한 대표 사례다[40].

3.2.2. 영국 : AI 기반 방위 혁신과 민군 융합 전략

영국은 ‘Future Soldier’ 프로그램을 통해 무인 시스템, AI, 로봇 기술을 전력 운용에 통합하는 방안을 제도화하고 있으며, 시범사업(test & trial) 중심의 운용 실험을 통해 신기술의 성능과 운용 적합성을 사전 검증하고 있다[38]. 또한, 영국은 민간제품을 실전 운용 환경에서 활용하며, 민군 기술 이전과 제도적 통합을 동시에 추진하고 있다. 실제로 2021년 영국 육군은 보스턴 다이내믹스의 ‘Spot’ 로봇을 시가전 훈련에 투입하며 지뢰탐지 및 건물 탐색 임무를 실험하였다. 이는 고정된 소요 제안 방식이 아닌, 유연한 적용과 피드백 기반 획득 전략을 시사한다[41].

3.2.3. 독일 : 소프트웨어 정의 방위 전략

독일은 최근 AI 기반 자율지상 로봇을 개발하는 스타트업과의 협력을 확대하며, 민간 기술을 국방 운용에 통합하는 ‘현장 적용형 획득모델’을 강화하고 있다[42]. 특히 ARX Robotics의 ‘ARGO 플랫폼’은 독일군과의 공동 실증을 통해 자율 패트롤, 물자 수송 등으로 실전성 검증이 진행 중인데, 이러한 민간 기업과의 공동 실증을 통해, 기능 모듈화와 단계별 적용을 전제로 한 경량·유연형 획득 전략을 실행하고 있으며, 기술-운용 간 통합 실증 과정이 공식적인 절차 내에 포함되어 있다는 점에서 시사하는 바가 크다[43].

결론적으로, 표 2에서 보는 바와 같이 미국은 적응형 획득 전략을 통한 중간계층획득 방식, 영국은 시범사업 중심의 민군

표 2. 주요국의 첨단기술 수용 중심 국방 획득 전략 비교.

Table 2. Comparative analysis of advanced defense acquisition strategies in leading countries.

	미국	영국	독일
전략 목표	기술 발전 속도 대응 및 획득 유연성 확보	민군 융합 기반 전력 운용 혁신	민간 기술 기반의 실전성 중심 전력 강화
핵심 제도	AAF 6-track 체계 도입, 중간계층획득 방식 중심	시범사업(Test & Trial) 제도화, 민간제품 실전 시험 운영	현장 적용형 획득모델, 민군 공동 실증 프로세스 도입
운용 특징	목적·기술 성숙도에 따른 절차 선택 가능, 반복 피드백 기반 개발	유연한 적용 및 피드백 기반의 요구 조정 가능	기능 모듈화 및 단계적 적용을 통한 신속 획득
대표 사례	Project Convergence 내 AI로봇 실전 실험	Spot 로봇의 정찰/지뢰탐지 테스트	ARGO 플랫폼 기반 자율 순찰, 수송 로봇 실증
시사점	획득 절차의 선택형 구조화 → 기술·작전 간 괴리 해소	운용 적합성 기반 적용 → 제도적 유연성 강화	실증 기반의 기술 검증 → 민간 기술의 전략적 통합 가능성 확대

융합 전략, 독일은 민군 공동실증 프로세스를 통한 현장 적용형 획득 모델을 통해 기술 발전 속도와 운용 피드백을 균형 있게 수용하고 있다. 이를 통해 공통적으로 도출되는 시사점은 다음 네 가지로 요약된다. ① 획득 절차의 유연성 확보 ② 운용 기반의 반복적 개발체계, ③ 민간 기술과의 협력 구조 강화, ④ 실전 운용을 고려한 통합 실증 방식의 채택이다.

이는 기술 발전 속도와 불확실성이 높은 휴머노이드 로봇 분야에서, 한국군의 기존 경직된 획득 구조가 갖는 한계를 극복하기 위한 방향성을 제시하며 향후 혼합형 전략 및 제도적 유연성 확보가 핵심 과제로 부상하고 있음을 보여준다.

3.3. 국방 휴머노이드 획득 전략 방안

기존 무기체계 획득 절차는 완성형 무기체계를 목표로 하는 일괄 획득 방식(one-shot acquisition model)에 기반하고 있으며, 3.1.절에서 살펴본 바와 같이 기술 변화 수용성 부족, 피드백 반영 구조의 미흡, 민간 기술 유입 장벽 등의 구조적 문제를 가지고 있다.

그 결과, 본 논문에서는 다음과 같은 다섯 가지 획득 전략 방안을 제안하고자 한다.

3.3.1. 유연한 트랙 적용

휴머노이드 로봇과 같이 기술 변화 속도가 빠르고 복잡성이 높은 체계의 경우, 획득 절차 또한 고정적일 수 없다. 기술의 성숙도, 임무 특성, 작전 긴급성에 따라 상이한 접근이 요구되기 때문이다. 따라서 기존의 획일적인 획득 경로보다는 신속 소요(fast track), 시범 사업(test & trial program), 진화적 개발(evolutionary acquisition) 등 복수의 제도를 병행 운용할 수 있는 트랙 기반의 유연한 전략이 필요하다. 이러한 방식은 기술 수용성과 운용 적합성을 동시에 확보하기 위한 필수적인 구조적 조건이라 할 수 있다.

기술이 성숙되지 않은 초기 단계에서는 시범사업을 통해 작전 환경과의 적합성을 검증하고, 일정 수준의 안정성이 확보되면 진화적 개발로 이행하여 성능을 고도화하는 구조가 바람직하다. 반면, 이미 민간에서 성숙한 기술은 신속 소요 제도를 활용하여 도입 절차를 간소화하고 전력화 시기를 단축할 수 있다. 이러한 유연한 트랙 방식은 ‘ROC 탐색’의 효율성을 극대화할 수 있다. 기술이 미성숙한 초기 단계에서는 ‘시범사업(test & trial)’ 트랙을 통해 기술의 군사적 효용성과 현장에서의 요구조건을 탐색하고, 가능성이 검증된 기술은 ‘진화적 개발(evolutionary acquisition)’ 트랙으로 전환하여 성능을 구체화하고 고도화해 나갈 수 있다.

3.3.2. 진화적 개발의 제도화

휴머노이드 로봇은 단일한 완성형 장비로 설계되기보다는 임무 중심 기능을 우선 확보하고 현장 운용 데이터를 반영하여 단계적으로 성능을 고도화하는 진화적 접근이 적합하다.

이를 위해 HW/SW의 모듈화, 기능 블록화 설계, 주기적인 피드백 기반 개선 체계가 반드시 전제되어야 한다. 특히, 각 단계에서 소요군의 참여와 실증 환경 시연을 통한 성능 평가 결과를 기반으로 다음 개발 단계의 목표를 조정하는 반복적 설계 구조가 요구된다. 이는 단순히 기술을 공급하는 것이 아닌, 운용 가능성과 체계 확장성을 동시에 확보하는 전략적 접근이라 할 수 있다. 이러한 진화적 개발의 핵심은 ‘반복적 가설 검증’을 통해 점진적으로 ROC를 구체화하는데 있다. 각 개발 단계마다 임무에 따른 성능 목표를 설정하고, 시제품과 운용 부대를 통한 검증은 통해 다음 단계의 목표를 수정하고 발전시킨다.

3.3.3. 현장 중심 R&D 체계 정립

전통적인 국방 R&D는 연구기관 주도의 분리된 개발 구조가 일반적이지만, 휴머노이드 로봇과 같이 운용 환경 적응력이 중요한 체계는 초기 단계부터 운용 부대가 참여하는 현장 중심형 R&D 구조가 요구된다.

이를 통해 기술 검증과 작전 적합성 검토를 병행하고, 실전 환경을 반영한 설계 수정을 신속히 반영할 수 있다. 아울러 실전 유사 환경 기반의 반복적 실험 설계와 검증 루프를 제도화함으로써, 개발자의 설계 관점과 사용자의 운용 관점 간 간극을 줄이고, 결과적으로 실질적 전력화 가능성을 제고하는 방향의 R&D 체계 전환이 필요하다. 현장 중심 R&D는 ‘기술적 불확실성’을 해소할 수 있는 실증 데이터를 확보하는 과정이다. 연구를 통해서만 알 수 없는 실제 야전 환경의 문제점을 식별하고, 이를 해결하기 위한 현장의 ROC를 도출할 수 있다.

3.3.4. 민군 협력 모델 강화

휴머노이드 로봇 기술은 민간 분야에서 급속히 발전하고 있는 대표적 이중용도 기술(dual-use technology)로, 민간의 혁신 기술을 조기에 식별하고, 이를 군사 작전 환경에 적합하게 전환할 수 있는 체계적인 협력 모델 구축이 필수적이다.

이를 위해서 우선 민간 기술 기반의 스타트업과 중소기업이 국방 획득 절차에 진입할 수 있도록 기술 발굴, 실증 지원, 규제 완화 등 제도적 장치를 마련해야 한다. 또한, 방산기업 중심의 폐쇄형 구조에서 벗어나, 공공기관, 민간 개발자, 사용자가 협업하는 개방형 R&D 생태계로 전환할 필요가 있다. 장기적으로는 민군 공동운용 시범 플랫폼, 기술 이전을 위한 상호 협업 체계, 지식재산권 및 데이터 공유 메커니즘이 병행되어야 하며, 이를 통해 민간의 역동성과 군의 운용 현실이 맞물리는 실질적 융합 모델을 구축할 수 있다. 이는 민간에서의 다양한 기술과 연구개발을 통해 ‘ROC 탐색’에 기여한다.

3.3.5. 장기 투자 및 기술 로드맵 수립

휴머노이드 로봇의 전력화는 단기간 내 완결될 수 있는 프로젝트가 아닌, 기술 발전의 흐름에 맞춘 중장기적 전략 설정과 안정적인 투자 기반이 전제되어야 한다. 특히 AI, 센서 융합, 인간-로봇 인터페이스(human-robot interaction) 등 복합 기술들이 병렬적으로 진화하기 때문에, 이를 선형적 절차로 처리하는 기존 획득 방식으로는 성과를 내기 어렵다.

따라서 정부 차원에서는 5년 단위 이상의 장기 R&D 투자 계획과 성능 목표 설정, 각 단계 간 연계성을 고려한 기술 로드맵 기반 운영계획이 필요하며, 이를 뒷받침할 수 있는 안정적 예산 확보와 제도적 일관성, 핵심 기술에 대한 우선순위 판단 또한 병행되어야 한다. 이러한 장기 전략은 휴머노이드 기술의 기술적 불확실성, 개발 시간 편차, 민간 의존도 등을 포괄하는 위험 완화 수단으로 작용하며, 전력화의 안정성과 예측 가능성을 함께 보장할 수 있다. 이는 장기간에 걸친 ‘ROC 탐색 및 구현’ 과정이 안정적으로 추진 될 수 있도록 보장하는 제도적 안전장치이다.

III. 결론

휴머노이드 로봇은 미래 유무인복합전투체계 내에서 고위험 환경 대응, 전투원 보조, 정찰 및 군수 지원 등 다양한 임무 영역에서 유인 전력을 보완할 수 있는 핵심 기술 체계로 부상하고 있다. 급속한 민간 기술 진화 속도에 대응하려면, 국방 획득

제도의 유연성과 현장 적용성을 제도적으로 보완하는 것이 핵심이다. 특히, 휴머노이드 로봇과 같이 실제 운용 데이터가 전문한 상황에서의 ‘기술적 불확실성’은 명확한 ROC를 정의하기 어렵게 한다.

본 연구는 이러한 문제의식 하에 기존 국방 획득 제도의 한계를 분석하고, 미국·영국·독일 등 선진국 사례를 바탕으로 휴머노이드 로봇의 기술 특성과 운용 환경에 적합한 국방 휴머노이드 획득 전략을 제안하였다. 본 연구에서 제안하는 획득전략의 핵심은, 획득 절차를 ‘국방 운용에 필요한 최적의 기술 수준과 ROC를 찾아가는 방법론’으로 재정의하는 것이다. 이를 위해 본 전략은 진화적 개발, 현장 중심 R&D, 민군 협력, 장기 기술투자 등 5가지 실행 축을 통해 기술 불확실성과 작전 현장 간 괴리를 해소하고, 실질적인 전력화를 유도하는 데 초점을 둔다.

한편, 본 연구에서는 제안 전략의 구체적인 실행 체계 설계, 경제성 평가 등에 대한 연구를 진행하지는 못했는데, 특히 본 논문이 제안한 ‘진화적 획득’의 핵심은 획득 과정과 실제 운용 현상이 긴밀하게 연계되는 것이므로, 획득 이후의 단계에 대한 심도 있는 논의가 필요하다. 즉, 현장에서 운용되는 휴머노이드 로봇의 성능을 지속적으로 향상시키고, 자율성을 고도화하기 위해서는, 실제 운용 데이터를 바탕으로 AI 모델을 효과적으로 학습시킬 수 있는 ‘전장 환경 맞춤형 AI 훈련 프레임워크’에 대한 후속 연구가 반드시 병행되어야 한다.

휴머노이드 로봇의 국방 전력화는 기술 개발과 제도적 수용이 유기적으로 통합될 때 가능하며, 본 연구의 전략이 국방혁신 4.0을 실현하는 정책적 도구로 기능하길 기대한다.

REFERENCES

- [1] K. Cools and C. Maathuis, “Trust or Bust: Ensuring Trustworthiness in Autonomous Weapon Systems,” arXiv preprint arXiv:2410.10284, Oct. 2024. [Online]. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.10284>
- [2] Overlooked Implementation Issues with Autonomous Operations, *Military Review, U.S. Army*, 2016. doi: <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/Online-Exclusive/2016-Online-Exclusive-Articles/Overlooked-Implementation-Issues-with-Autonomous-Operations>
- [3] Pros and Cons of Autonomous Weapons Systems, *Military Review, U.S. Army*, May-June 2017. doi: <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/May-June-2017/Pros-and-Cons-of-Autonomous-Weapons-Systems/>
- [4] A. Lykov et al., “Industry 6.0: New Generation of Industry driven by Generative AI and Swarm of Heterogeneous Robots,” arXiv preprint arXiv:2409.10106, Sep. 2024. doi: <https://arxiv.org/abs/2409.10106>
- [5] I. Radosavovic et al., “Real-world Humanoid Locomotion with Reinforcement Learning,” arXiv preprint arXiv:2303.3381, Mar. 2023. doi: <https://arxiv.org/abs/2303.03381>
- [6] S.J. Jorgensen, M.W. Lanighan, S.S. Bertrand, A. Watson, J.S. Altemus, R.S. Askew, “Deploying the NASA valkyrie humanoid for IED response: An initial approach and evaluation summary,” *Proc. of 2019 IEEE-RAS 19th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)*, pp. 1-8 Oct. 2019. doi: [10.1109/Humanoids43949.2019.9034993](https://doi.org/10.1109/Humanoids43949.2019.9034993)
- [7] Korea Development Institute (KDI), “Launch of the K-humanoid alliance,” Policy Document, Apr. 2025. [Online]. Available: <https://eiec.kdi.re.kr/policy/callDownload.do?dtm=20250413013922&filenum=1&num=265432>
- [8] J. Mun and T. Housel, “Acquiring artificial intelligence systems: Development challenges, implementation risks, and cost/benefits opportunities,” *Proc. of 17th Annu. Acquisition Research Symposium*, 2020. [Online]. Available: <https://dair.nps.edu/bitstream/123456789/4192/1/SYM-AM-20-098.pdf>
- [9] Y. Tong, H. Liu, and Z. Zhang, “Advancements in humanoid robots: A comprehensive review and future prospects,” *Institute of Electrical and Electronics Engineers/Chinese Association of Automation Journal of Automatica Sinica*, vol. 11, no. 2, pp. 301 - 328, Feb, 2024. doi: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10415857>
- [10] Ministry of Trade, *Industry and Energy*, “Korea Launches ‘Humanoid Robot Alliance’ to Boost Global Competitiveness,” *Business Korea*, Apr. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=235583>
- [11] Ministry of Trade, Industry and Energy, “Fourth Intelligent Robot Basic Plan (2024 - 2028),” Jan. 2024. [Online]. Available: <https://koreatechtoday.com/south-korea-s-2-26-billion-vision-a-robotic-revolution-by-2030/>
- [12] International Trade Administration, “South Korea Robotics Industry,” Jan. 2024. [Online]. Available: <https://www.trade.gov/market-intelligence/south-korea-robotics-industry>
- [13] Rainbow Robotics, “RB-Y1,” [Online]. Available: https://www.rainbow-robotics.com/en_rby1
- [14] Alpha Robotics Co., Ltd., “Alice AI service robot,” 2023. [Online]. Available: <https://www.alpharobotics.com.cn/alice-product/>
- [15] The Korea Defense News, “ADD, full-scale development of defense humanoid robot... prototype targeted for 2027,” *Gukbang News*, Apr. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.gukbangnews.com/news/articleView.html?idxno=808>
- [16] “Korea aims to develop own humanoid robots by 2027, based on its AI manufacturing capabilities.” *MLex*, Nov. 2024. [Online]. Available: <https://www.mlex.com/mlex/articles/2150846/south-korea-aims-to-develop-own-humanoid-robots-by-2027-based-on-its-ai-manufacturing-capabilities>
- [17] National Science Foundation, “National Robotics Initiative 3.0: Innovations in Integration of Robotics,” *National Science*

- Foundation Report*, no. 21-559, 2021. [Online]. Available: <https://www.nsf.gov/funding/opportunities/nri-30-national-robotics-initiative-30-innovations-integration/503641/nsf21-559/solicitation>
- [18] E. Ackerman, "Boston Dynamics Retires Atlas Robot, Plans Next Generation," *IEEE Spectrum*, Apr. 2024. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org/atlas-humanoid-robot-ceo-interview>
- [19] "DARPA's ATLAS Robot Unveiled," Defense Advanced Research Projects Agency, Jul. 2013. [Online]. Available: <https://www.darpa.mil/news/2013/atlas-robot-unveiled>
- [20] Tesla, "AI & Robotics," [Online]. Available: <https://www.tesla.com/AI>
- [21] U.S. Congress, "CHIPS and Science Act of 2022," *Public Law No: 117-167*, Aug. 2022. [Online]. Available: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346>
- [22] Figure AI, "Figure 01," [Online]. Available: <https://www.figure.ai/>
- [23] Agility Robotics, "Digit," [Online]. Available: <https://www.agilityrobotics.com/>
- [24] Chinese State Council, "Made in China 2025," May 2015. [Online]. Available: http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm
- [25] Unitree Robotics, "H1 Humanoid Robot," [Online]. Available: <https://www.unitree.com/h1>
- [26] Unitree Robotics, "Unitree H1 - The Ultimate Humanoid Robot," Unitree Official Website. May 2025 [Online]. Available: <https://www.robworks.net/unitreeh1>
- [27] EngineAI, "PM01 Humanoid Robot," [Online]. Available: https://www.engineai.com.cn/product_fore/
- [28] UBTECH Robotics, "Tiangong Series," [Online]. Available: <https://www.ubtrobot.com/>
- [29] S. Lee, "Will the One Ring Hold? Defense AI in South Korea," *AI and International Security*, Springer, 2024, pp. 345 - 360. doi: 10.1007/978-3-031-58649-1_23. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-58649-1_23
- [30] C.-B. Jeon, N.-O. Jo, D.-J. Jo, J.-Y. Kim, and K.-C. Lee, "Deep learning-based object detection and autonomous driving-based unmanned defense system," *Proc. of 2024 39th ICROS Annual Conference (ICROS 2024)*, pp. 1058-1059, Jul. 2024.
- [31] M.-J. Kim, D. Lim, D. Kim, J. Cha, J. Shin, W. Cha, G. Park, K. Lee, and J. Park, "Advances in humanoid robot walking technologies: A review," *Proc. of Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, vol. 30, no. 4, pp. 412-422, 2024. doi: <https://doi.org/10.5302/J.ICROS.2024.24.0042>
- [32] QVIRO, "Tesla Optimus Specifications," *QVIRO*. [Online]. Available: <https://qviro.com/product/tesla/optimus/specifications>
- [33] U.S. Navy, "Shipboard Autonomous Firefighting Robot (SAFFiR)," *Navy.mil*, [Online]. Available: <https://www.navy.mil/Resources/Fact-Files/Display-FactFiles/Article/2160601/shipboard-autonomous-firefighting-robot-saffir/>
- [34] T. Metcalfe, "Meet Skybot F-850, the Humanoid Robot Russia Is Launching into Space," *Space.com*, Aug. 20, 2019. [Online]. Available: <https://www.space.com/russia-launching-humanoid-robot-into-space.html>
- [35] I. R. Lee, "A study on the investigation and analysis of the national defense science and technology level of ground unmanned systems and its implications," *Proc. of Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 25, no. 3, pp. 475-481, 2024. doi: 10.5762/KAIS.2024.25.3.475
- [36] J.H. Park, H.-G. Shim, and M.-J. Choi, "Problems and improvement measures of the ROK military defense acquisition system: Focusing on the force requirement verification system," *Proc. of the Korean Institute of Industrial Educations Spring Conference*, pp. 83-86, 2023. Available: https://www.kais99.org/jkais/springNfall/spring2023/oral/2023_spring_023.pdf
- [37] U.S. Army TRADOC(Training and Doctrine Command), *The U.S. Army Robotics and Autonomous Systems Strategy*, 2023, p.5.[Online]. Available: <https://api.army.mil/e2/c/downloads/2023/11/08/0b686259/2023-army-ras-strategy-final.pdf>
- [38] British Army, "The British Army's Approach to Robotics and Autonomous Systems", 2022, p. 4. [Online]. Available: https://www.army.mod.uk/media/15790/20220126_army-approach-to-ras_final.pdf
- [39] U.S. Department of Defense, "Adaptive Acquisition Framework (AAF) 101 Brief," Mar. 2023. [Online]. Available: <https://www.acq.osd.mil/asda/dpc/api/docs/031523%20-%20AAF%20Edu%20Session%20Briefing%20Deck.pdf>
- [40] Overland AI, "Overland AI Demonstrates Full Stack Ground Autonomy for Uncrewed Breaching During Project Convergence Capstone 5," Apr. 2025. [Online]. Available: <https://www.overland.ai/news/overland-ai-demonstrates-full-stack-ground-autonomy-for-uncrewed-breaching-during-project-convergence-capstone-5>
- [41] The Telegraph, "Britain's killer robot dogs and the race to put them on the battlefield," Jun. 2024. [Online]. Available: <https://www.telegraph.co.uk/news/2024/06/19/gun-toting-robot-dogs-could-be-weapons-of-mass-destruction/>
- [42] ARX Robotics, "ARX Robotics Opens Europe's Largest Production Facility for Autonomous Defence Systems and Enters Scale-Up Stage," Jul. 2025. [Online]. Available: <https://www.arx-robotics.com/journal/arx-robotics-opens-europes-largest-production-facility-for-autonomous-defence-systems-and-enters-scale-up-stage>

[43] The Next Web, "ARX Robotics rides defence tech wave with €31M for battlefield robots," Apr. 2025. [Online]. Available: <https://thenextweb.com/news/arx-robotics-rides-defence-tech-wave-with-e31m-for-battlefield-robots>



고 동 우

2018년 경상국립대학교 심리학과 졸업. 2025년 국방대학교 국방 AI / 로봇학과 석사과정 재학 중. 현재 무인체계연구실 소속으로, 관심분야는 시뮬레이션.



조 창 현

2013년 육군사관학교 기계공학과 졸업. 2020년 서울대 재료공학과 석사. 2025년~현재 국방대학교 국방 AI / 로봇학과 박사과정 재학 중. 관심분야는 무인로봇 체계.



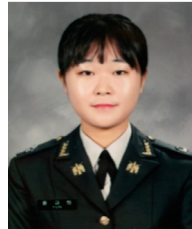
박 성 호

2015년 경운대학교 군사학과 졸업. 2025년 국방대학교 국방 AI / 로봇학과 석사과정 재학 중. 현재 무인체계연구실 소속으로, 관심분야는 무인로봇체계.



장 재 희

2017년 육군사관학교 무기시스템학과 졸업. 2025년 국방대학교 국방 AI / 로봇학과 석사과정 재학 중. 현재 무인체계연구실 소속으로, 관심분야는 무인로봇체계.



윤 규 희

2019년 청주대학교 군사학과 졸업. 2025년 국방대학교 국방 AI / 로봇학과 석사과정 재학 중. 현재 무인체계연구실 소속으로, 관심분야는 시뮬레이션.



차 도 완

2002년 육군사관학교 무기시스템학과 졸업. 2006년 영국 웨일즈대학교 석사. 2014년 한국과학기술원(KAIST) 기계공학 박사. 2020년~2024년 배재대학교 드론로봇공학과 교수. 2024년~현재 국방대학교 국방 AI/로봇학과 교수로, 관심분야는 국방로봇, AI.