

# 국방 무인로봇 분야 미래 신기술에 관한 실증연구

김도헌  
국방기술품질원

## An Empirical Study on Future New Technology in Defense Unmanned Robot

DoeHun Kim

Defense Agency for Technology and Quality

**요약** 본 최근 전쟁양상의 다변화와 안보에 대한 인식이 높아지면서, 국방 무인로봇 분야에 대한 활용성 증대와 함께 기술적 진화가 이루어지고 있다. 인명을 중시하는 군사적 활용 개념의 발전과 경제적 운용으로 국방과학기술이 발전하면서, 효과 중심의 미래전에 무인로봇의 역할은 매우 크다고 할 수 있다. 주요 선진국들은 국방 무인로봇 분야와 관련된 핵심기술 연구 개발, 투자 전략, 우선순위 도출, 데이터 확보, 인프라 조성 등 이미 선도적인 대응전략을 추진하고 있으며, 국내에서도 다양한 연구 활동과 함께 국방 무인로봇에 대한 다양한 기술기획과 정책전략을 내놓고 있다. 또한, 국방 무인로봇 분야는 인공지능, 빅데이터, 가상현실 등 4차 산업혁명을 대표하는 기술들을 내재하고 있어 미래를 이끌어갈 기술에 대한 기대감도 매우 크다고 할 수 있다. 기존 기술이 아닌 새로운 기술에 대한 요구가 커지면서 기술발전의 경로를 예측하기 힘들고, 또한 자원의 제약으로 인해 선택과 집중의 전략적 R&D 가 요구되기 때문에 국방 무인로봇 분야의 미래 신기술들을 발굴하여 기술역량을 확보하는 선제적인 대응이 필요하다고 생각된다. 본 연구는 국방 무인로봇 분야의 미래 신기술 6개를 도출하고, 그에 대한 실증연구를 통하여 유의미한 결과를 도출하고자 하였다.

**Abstract** With the recent increase in awareness of the diversification of patterns of warfare and security, technological evolution is occurring in the field of autonomous defense robots. As defense science and technology develops with the development of the concept of military utilization focusing on human lives and economic operation, the importance of autonomous robots in the effect-oriented future battlefield is increasing. The major developed countries have developed core technologies, investment strategies, priorities, data securing strategies and infrastructure development related to the field of autonomous defense robots, and research activities such as technology planning and policy strategy for autonomous defense robots in Korea have already begun. In addition, the field of autonomous defense robots encompasses technologies that represent the fourth industrial revolution, such as artificial intelligence, big data, and virtual reality, and so the expectations for this future area of technology are very high. It is difficult to predict the path of technological development due to the increase in the demand for new rather than existing technology. Moreover, the selection and concentration of strategic R&D is required due to resource constraints. It is thought that a preemptive response is needed. This study attempts to derive 6 new technologies that will shape the future of autonomous defense robots and to obtain meaningful results through an empirical study.

**Keywords** : Defense Unmanned Robot, Future New Technology, Technological Forecasting, The Fourth Industrial Revolution, Unmanned Robot

---

\*Corresponding Author : DoeHun Kim(Defense Agency for Technology and Quality)

Tel: +82-55-751-5562 email: dhkimy@dtqa.re.kr

Received January 26, 2018

Revised (1st February 12, 2018, 2nd February 14, 2018)

Accepted April 6, 2018

Published April 30, 2018

## 1. 서론

현재 우리는 다양한 기술과 산업이 서로 융합하는 지능화와 자동화, 초 연결화가 빠르게 진행되고 있는 시대에 살고 있다. 과거 산업화 성공에도 불구하고, 경제·사회 혁신을 이끌어갈 수 있는 지속 가능하며 변화에 선제적으로 대응할 수 있는 능력이 요구되면서 4차 산업혁명에 대한 준비가 필요하게 되었다. 무인로봇 분야는 이러한 흐름의 중심에 있으며, 4차 산업혁명을 대표하는 인공지능, 빅데이터 등 핵심기반 기술 등을 포괄하고 있다 [1][2].

주요 선진국들은 범부처 추진체계 구축 및 핵심기술 R&D, 데이터 확보, 역기능 대응 등 이미 4차 산업혁명에 대한 준비와 대응전략을 모색하고 있다. 미국은 제조공정, 첨단소재에 중점을 두고 첨단제조기술 R&D에 투자를 하여 수술로봇, 청소로봇, 하지재활 보조로봇, 구글 무인자동차 등 상용화·제품화에 집중하고 있다. 유럽은 첨단기술전략, Industry4.0, 플랫폼 인더스트리 등과 같은 주요 정책과 다양한 지능형 서비스 로봇 분야로 확대하기 위해 범 유럽 차원에서 연구개발을 추진하고 있다. 일본은 성장전략의 핵심정책으로 로봇혁명을 언급하며, 실생활에 사용될 수 있는 서비스 로봇분야에 주력함으로써, 다양한 로봇제품 개발을 하고 있다. 국내에서는 휴머노이드 로봇, 자율주행자동차 등 민간 분야 연구와 수송형, 전투형 무인로봇 및 무인 차량 등 국방 분야의 연구가 진행중이다[3].

무인로봇은 국방 분야에서의 활용성이 매우 높을 것으로 예상된다. 현재 전 세계적으로 무인로봇산업에 대한 관심이 증대되고 있으며, 재난대응로봇, 헬스케어로봇 등 주요 트렌드에 부합하고 미래의 니즈에 반영하는 정책과 전략 등이 수립되고 있다. 또한, 극지·심해저 등 인간의 활동반경이 제한되는 영역에 대해 무인로봇의 필요성이 증대되고 있다. 더 나아가, 로봇이 사용자의 의도를 판단하고 그에 알맞은 임무수행을 함으로써 인간과의 의사소통 및 상호협업을 가능하게 하는 로봇기술이 구현이 될 것으로 보고 있다[4][5][6].

시대의 흐름에 따라, 새로운 기술에 대한 관심이 증대되면서 미래신기술을 예측하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 무기체계 및 핵심기술 개발에 비교적 긴 시간이 걸리는 국방 분야의 특성은 미래기술을 예측하는 실증적인 연구를 필요로 한다. 본 연구는 국방 무인로봇분야에 한

정하여 미래 신기술 6개를 도출하고 분석하여 시사점을 도출해 보았다.

## 2. 기존연구

### 2.1 미래 기술예측 방법론

2016년 다보스 포럼에서 4차 산업혁명의 개념이 제시되고 정의가 재해석되고 있는 지금, 주요 선진국들은 점진적인 기술혁신을 통하여 미래 국가경쟁력을 강화시켜 나가고 있다. 과거 기술 추격형 혁신의 틀에서 벗어나 현존하는 기술수준을 파악하고 미래기술을 예측하여 혁신성장을 뒷받침하고 있듯이, 미래기술을 예측하는 것은 지능화기술 경쟁력을 확보하고 미래 신 성장 동력 창출을 위한 전략적 R&D에 필수적이라 할 수 있다.

미래기술을 예측하는 방법론은 크게 정성적인 방법론과 정량적인 방법론으로 구분된다. 정성적 기술예측 방법은 전문가들에게 배경정보를 제공하고 미래의 전망에 관한 그들의 견해를 체계적으로 평가하는 방법이다. 이 방법은 과거의 자료에 기초하여 평가하는 것이 아니라 일반 대중 및 전문가들의 가치판단에 기초하고 있다는 점이 특징이다. 대표적으로 델파이 기법과 전문가 대면조사(Interview), 설문조사, 기술연관분석 등이 있다. 정량적 기술예측 방법은 수학적·통계적 방법을 활용하여 기술발전의 과거 경험을 통해 기술의 수준을 평가하는 것이다. 일반적으로 특허분석, 점수제 모형, 기술성장 모형 등이 정량적 기술예측 방법론에 해당된다.

### 2.2 미래 기술예측 사례

국내 각 기관에서 최근 기술발전 동향과 신기술에 대한 사회적 수요를 반영할 수 있는 다양한 경로를 활용하여 미래기술을 예측하고 있다. 한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 기술의 구체성과 기술적 진보성, 사회적 실현 가능성의 평가항목의 검토를 거쳐 2016년에 미래유망 후보기술을 선정하였다. 또한, 2017년 제5회 과학기술예측조사를 시행하여 트렌드별 이슈와 니즈를 도출하여 사회 환경의 변화를 반영한 미래기술을 도출하였다. 한국산업기술평가관리원(KEIT)은 정보통신기술의 발전 속도와 방향 등에 대한 전망을 통해 미래기술수요를 예측하고 국가 R&D 전략수립에 활용하는 IT 기술예측조사를 2012년에 발표하였다. 국방기술품질원(DTaQ)은

2014년에 2030~2050년 기간을 대상으로 국방무인분야의 신개념 무기체계 창출에 기여할 수 있는 상상력·아이디어 기반 미래전장무인기술 2050을 발간하였다. 미래전장환경 분석 기반 주요변수를 설정하고 아이디어 공모 (Survey 기법), SF자료 조사 등을 통해 312개의 기술을 도출하고 기술전문성 검토를 통하여 135개 기술을 식별 후 미래유망무인기술을 선정하였다.

서 사전 연구된 연구결과 등을 활용하였다. 분야별 키워드와 연관어를 분석하여 향후 군 소요가 예상되는 미래전장 환경을 판단하고, 관련 기술에 대한 발전추세와 발전방향을 반영하여 최종적으로 13대 분야 248개 미래기술을 제시하였으며, 무인로봇 분야는 30개의 미래기술이 도출이 되었다[7].

이렇게 선정된 미래기술을 참고하여, 국방 무인로봇 분야에 적용 가능한 미래 신기술을 선정하기 위해 설문 조사와 2차에 걸친 전문가 토론회를 수행하였다. 평가항목별로 가중치를 설정하고 미래 신기술 선정 기준에 부합하는 항목을 최종적으로 신개념무기체계의 연계 가능성을 참조하여 미래 신기술을 선정하였다. 6개의 미래 신기술에 대해 미래 신기술 관련성, 한국수준(절대기술수준), 선진국 기술이전 기피, 민간 사용기술 활용가능성, 경제적 파급효과, 4차 산업혁명 관련성 등을 조사하였다. 해당기술의 국내 기술수준을 절대기술수준 지표로 판단하여 절대값 100을 기준으로, 90이상은 기술을 실

### 3. 실증연구

#### 3.1 미래 신기술 조사

본 연구에서 언급되는 미래 신기술의 정의는 현 시점에서 판단하기에 미래에 실현 가능성이 있고, 현재 시점에서 구현이 가능한 기술이어야 하며, 현재 연구되고 있는 과제에 포함되지 않는 기술을 말한다. 국방 무인로봇 분야 미래 신기술을 도출하기 위하여 국방기술품질원에

Table 1. Questionnaire Scale and Evaluation Criteria

Survey Item	Measure	Evaluation Standard	
		Scale	Description
Relevance of Future New Technology	Isometric Scale (Expressed as 0 to 10 points)	8<X≤10	Relevance of Future New Technology : Very high
		6<X≤8	Relevance of Future New Technology : High
		4<X≤6	Relevance of Future New Technology : Medium
		2<X≤4	Relevance of Future New Technology : Low
		0<X≤2	Relevance of Future New Technology : Very low
Relevance of The Fourth Industrial Evolution		8<X≤10	Relevance of The Fourth Industrial Evolution : Very high
		6<X≤8	Relevance of The Fourth Industrial Evolution : High
		4<X≤6	Relevance of The Fourth Industrial Evolution : Medium
		2<X≤4	Relevance of The Fourth Industrial Evolution : Low
Avoidance Technology Transfer		0<X≤2	Relevance of The Fourth Industrial Evolution : Very low
		8<X≤10	Avoidance Technology Transfer : Very high
		6<X≤8	Avoidance Technology Transfer : High
		4<X≤6	Avoidance Technology Transfer : Medium
Availability of Commercial Technology (Spin-on)		2<X≤4	Avoidance Technology Transfer : Low
		0<X≤2	Avoidance Technology Transfer : Very low
	8<X≤10	Availability of Commercial Technology(Spin-on) : Very high	
	6<X≤8	Availability of Commercial Technology(Spin-on) : High	
Economic Ripple Effect	4<X≤6	Availability of Commercial Technology(Spin-on) : Medium	
	2<X≤4	Availability of Commercial Technology(Spin-on) : Low	
	0<X≤2	Availability of Commercial Technology(Spin-on) : Very low	
	8<X≤10	Economic Ripple Effect : Very high	
	6<X≤8	Economic Ripple Effect : High	
	4<X≤6	Economic Ripple Effect : Medium	
	2<X≤4	Economic Ripple Effect : Low	
	0<X≤2	Economic Ripple Effect : Very low	
Technology Level (Domestic)	Isometric Scale (0~100%)	X = 100%	Theoretical Upper Limit of Technology
		90%≤X	Completed the Application of The Technology to the Weapon System
		80%≤X<90%	The Technology has been Completed but Partial Improvement is Needed
		70%≤X<80%	Test Development Level
		60%≤X<70%	Applied Research Level
X<60%	Basic Research Level		

용화하여 무기체계에 적용 완료한 수준, 80이상은 기술의 실용화는 완료하였으나 부분적인 개선이 필요하여 무기체계에는 미적용한 수준, 70이상은 기존 무기체계에 적용가능성 및 미래무기체계에 응용 가능성을 입증한 시험개발 수준, 60이상은 비운영적환경 하에서 기술의 타당성과 실용성을 입증한 응용연구수준, 60이하는 핵심 기술 연구개발을 위하여 필요한 가설, 이론 또는 현상이나 관찰 가능한 사실에 관한 새로운 지식을 얻기 위하여 이론적 또는 실험적 연구를 한 기초연구수준으로 지표를 설정하였다. 기술수준 외 경제성과 정책성을 판단하기 위하여 해당기술의 미래 신기술과의 관련도와 4차 산업혁명에 미치는 관련도를 10점 만점에 등간척도로 설문하였다. 4차 산업혁명 관련 기술은 인공지능, 무인화 및 자율주행, CPS, IoT, VR, 빅데이터, 웨어러블, 3D 프린팅 등을 포함하였다. 또한, 선진국이 해당 기술을 국내로 이전하는 것을 기피할 가능성을 판단할 수 있는 선진국 이전기피(전작권)에 대하여 10점 만점에 등간척도로 설문하였으며, 해당기술이 개발하는데 민간분야에서 기 개발된 기술의 활용가능성을 판단할 수 있는 민간상용기술 활용가능성 역시 10점 만점에 등간척도로 설문하였다. 그리고 해당기술의 개발로 인한 생산유발, 부가가치, 고용창출, 수출효과 등 종합적 평가를 판단할 수 있는 경제적 파급효과도 10점 만점에 등간 척도로 설문하였다. 조사된 기술수준의 항목별 지표를 설문결과에 참여한 전문가들의 전문성을 가중치로 적용한 가중평균 방식을 통해 분석하였다

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{ij} E_i \times X_{ij}}{\sum_i E_i}$$

$i$  = 항목별 응답자

$X_j$  = 설문항목

$E_i$  = 전문가별 확신도 가중치

Table 2는 미래 신기술 선정을 위한 참여 전문가의 소속을 나타내고 있다. 참여 전문가들은 6개의 미래 신기술에 대해서 서면 검토를 통하여 기술명 및 명세, 개략적인 목표성능 등을 검토하였다. 그리고 전문가 토론회를 통하여 기술로드맵 및 민간기술력 지수, 구현기능, 확보방안, 실현시기 등을 검토하여 무인로봇분야 미래 신기술을 선정하였다.

Table 2. Survey Participants Statistics for Future New Technologies Selecting

DTaQ	ADD	Research Institute	Academia	Military
4	2	1	6	2

### 3.2 미래 신기술 선정

4차 산업혁명과 연계한 무인로봇분야 6개의 미래 신기술은 다음과 같다.

Table 3. Future New Technology in Defense Unmanned Robot Industry

	Technology Name
(1)	Unmanned Robot Object Recognition Technology based on Non-Marker Type Ultra-Precision Sensor
(2)	Genetic Analysis and Treatment Technology Using Ultra-Small Nano-Robot
(3)	Underwater Unmanned Robot Networking Technology based on Underwater IoT
(4)	Injury-Tailored Treatment Technology based on 4D Bio-Printing
(5)	Remote Situation Recognition Unmanned Robot Technology based on Sensor
(6)	Micro Unmanned Robot Mission Execution Technology based on Multi-Modal Deep Learning

미래 신기술의 국내 기술수준은 해당 기술분류의 평균적인 기술수준이 아니라, 미래 무기체계의 실현 예상시기와 구현기능 면에서 조사된 것이기 때문에 민간분야의 인식과는 차이가 존재할 수 있다. 6개의 미래 신기술 대부분 응용연구 수준으로 비운영적 환경 하에서 기술의 타당성과 실용성을 입증하는 단계로 볼 수 있다. 미래무기 구현기능이 장기전기 시점인(~F+12), 장기후기(F+13~F+17), 장기이후(F+18~)을 고려했을 때, 현존하는 기술과의 비교에서 기술수준은 낮을 수밖에 없다.

## 4. 분석 결과

### 4.1 평가항목별 상관관계분석

국방 무인로봇분야 미래신기술 변수들의 상관관계를 분석하기 위하여 Pearson 상관관계분석을 실시하였다.

Table 4. Descriptive Statistics and Correlations

	Relevance of Future New Technology	Technology Level (Domestic)	Avoidance Technology Transfer	Availability of Commercial Technology(Spin-on)	Economic Ripple Effect	Relevance of The Fourth Industrial Evolution
Relevance of Future New Technology	1					
Technology Level (Domestic)	.186**	1				
Avoidance Technology Transfer	-.236**	.372	1			
Availability of Commercial Technology (Spin-on)	.347	-.545**	.342**	1		
Economic Ripple Effect	.732**	.532	.295**	.574	1	
Relevance of The Fourth Industrial Evolution	.845**	-.356	-.199	-.110**	.823**	1

먼저, 민간 상용기술 활용가능성(Spin-on)을 제외한 모든 변수에서 유의미한 결과를 도출할 수 있었다. 미래 신기술 관련성과 국내 기술수준은 상관관계가 0.186으로 양의 상관관계를 보이고 있다. 또한, 선진국 기술이전 기피는 -0.236으로 음의 상관관계를 보이고 있으며, 경제적 파급효과는 0.732로 양의 상관관계를 나타내고, 4차 산업혁명 관련성은 0.845로 역시 양의 상관관계를 나타내고 있다.

#### 4.2 평가항목별 로지스틱회귀분석

미래 신기술의 관련성이 국내 기술수준, 선진국 기술이전기피, 민간 상용기술 활용가능성, 경제적 파급효과, 4차 산업혁명 관련성에 어떤 관계에 있는지 알아보기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.

Table 5. Results of Logistic Regression

	$\beta$	<i>p</i> - Value
Technology Level (Domestic)	1.343	.001
Avoidance Technology Transfer	1.435	.140
Availability of Commercial Technology(Spin-on)	1.235	.105
Economic Ripple Effect	1.757	.002
Relevance of The Fourth Industrial Evolution	1.073	.002

분석결과, 선진국 기술이전기피와 민간 상용기술 활용가능성을 제외한 모든 변수에서 유의미한 결과와 함께 미래신기술의 관련성과 큰 영향이 있는 것으로 도출되었다.

미래 신기술이라는 명확하게 정립되지 않은 특성 때문에, 현재 국내 기술수준의 변수가 매우 중요하다는 것으로 나타났고, 사회 변화와 미래의 니즈를 반영하는 경제적 파급효과도 미래 신기술에 큰 관련성이 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 기술융합 및 신기술과 혁신적인 연구개발을 강조하고 있는 4차 산업혁명 역시 미래신기술과 관련성이 매우 높게 나온 것을 알 수 있었다.

## 5. 결론

본 연구는 국방 무인로봇 분야에 대한 미래 신기술을 도출하고, 상관관계분석과 로지스틱 회귀분석을 통하여 미래 신기술에 대한 실증적인 분석을 하였다. 미래 신기술 관련성은 국내 기술수준이 높을수록 더 높다는 것으로 나왔고, 경제적 파급효과와 4차 산업혁명 관련성이 높을수록 미래신기술의 관련성이 더 크다고 확인되었다. 또한, 선진국 기술이전기피, 민간 상용기술 활용가능성은 관련성이 크게 없는 것으로 나타났다. 연구를 진행하면서 단편적인 결과 및 변수와 평가항목들의 제한적인 부분은 국방 무인로봇 분야의 미래 신기술에 대한 구체적인 분석과 전략을 제시했다고 보기 어려울 수 있지만,

국방 무인로봇 분야에 대한 선진적인 연구개발이 필요한 시점에서 신기술을 도출을 하는데 일조를 하였다고 생각된다.

4차 산업혁명으로 인해 산업 간의 협업이 중요해진 지금, 이러한 사회적 니즈를 반영하여 혁신적인 로봇산업 생태계를 조성하는 데 필요한 전략과 정책이 필요하다. 국내 로봇산업에 대한 선도적인 대응과 함께 국가 차원의 발전과 패러다임에 뒤처지지 않기 위해 향후 국방 무인로봇 분야에 대한 심층적인 연구를 기대한다.

## References

- [1] Ingo Schwartz, "PRIMUS: realization aspects of an autonomous unmanned robot", Enhanced and Synthetic Vision, 1998.  
DOI: <https://doi.org/10.1117/12.317489>
- [2] Lisa N, "The Robot : the life story of a technology", Westpost CT: Greenwood Publishing Group, 2007.
- [3] "'11~'36 Unmanned Systems Integrated Roadmap, US Department of Defense.
- [4] "'10~'24 Defense S&T Strategy", Ministry of National Defense.
- [5] C. Isik, A. Meystel, "Decision making at a level of a hierarchical control for unmanned robot", IEEE Xplore, 2003.
- [6] "'17~'31 Core Technology Plan", Defense Acquisition Program Administration.
- [7] "Defense Science and Technology Survey 2016", Defense Agency for Technology and Quality.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/ROBOT.1986.1087470>

---

김 도 헌(DoeHun Kim)

[정회원]



•2015년 12월 ~ 현재 : 국방기술품  
질원 연구원

<관심분야>

기술경영, 산업공학