Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 25, No. 5 pp. 168-175, 2024

https://doi.org/10.5762/KAIS.2024.25.5.168
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

현대 전쟁과 국제 안보 환경에서의 우주 기술의 역할과 전략적 중요성

유도진
극동대학교 해킹보안학과

The Role and Strategic Importance of Space Technology in Modern Warfare and International Security Environments

Do Jin Yoo
Department of Hacking & Security Far East University

요 약 본 연구는 우주 기술의 군사적 활용이 현대 전쟁과 국제 안보 전략에 미치는 영향을 종합적으로 분석한다. 특히, 우주 기반의 감시정찰, 통신, 유도 무기 시스템의 활용을 통해 전장에서 정보 수집, 통신의 효율성 및 타격 정밀도의 혁신적인 향상을 탐구하며, 이러한 기술적 진보가 군사 작전의 신속성과 정밀성을 어떻게 개선하고 현대 전쟁의 양상을 근본적으로 변화시키는지 상세히 논의한다. 또한, 우주 기술의 발전이 글로벌 국방 전략과 국제 안보에 미치는 영향을 평가하며, 우주 무기 경쟁의 증가와 국제 긴장 고조를 깊이 있게 탐색한다. 이와 더불어, UN COPUOS를 중심으로 한 우주 활동의 안전성, 우주 쓰레기 관리, 위성 충돌 방지 등 지속 가능한 우주 활동을 위한 국제적 노력의 중요성을 강조한다. 연구는 이러한 국제 협력이 어떻게 글로벌 안보에 기여할 수 있는지를 검토하며, 우주 기술의 평화적 사용과 국제적 규제의 필요성을 제시한다. 종합적으로, 이 연구는 우주 기술이 현대 전쟁 및 국제 안보, 국제 정책에 깊은 영향을 미치고 있음을 확인하며, 이 기술의 지속 가능하고 평화로운 활용을 위한 국제적 협력의 필요성을 강조한다. 이는 미래 전쟁의 형태와 국가 안보 전략에 근본적인 변화를 가져올 것으로 예상된다.

Abstract This study examined the significant impact of military utilization of space technology on modern warfare and international security strategies, focusing on innovative enhancements in information gathering, communication efficiency, and precision targeting using space-based reconnaissance, communication, and guided weapon systems. This paper discusses how these technological advances have improved the speed and precision of military operations and fundamentally altered the nature of contemporary warfare. Furthermore, this study assessed the effects of space technology development on global defense strategies and international security, investigating the escalation of space weapon competition and the intensification of international tensions. The results emphasize the importance of international efforts towards sustainable space activities, including space safety, space debris management, and satellite collision avoidance, centered around the UN COPUOS. The research examines how such international cooperation can contribute to global security and presents the necessity for the peaceful use and international regulation of space technologies. This research confirms that space technology profoundly influences modern warfare, international security, and policy, underscoring the need for international collaboration to ensure its sustainable and peaceful utilization. This is anticipated to change future warfare and national security strategies fundamentally.

Keywords : Space-based Surveillance, International Security, Digital Military, Sustainable Space Activities, Space Security

*Corresponding Author : Do Jin Yoo(Far East Univ.)
email: 2022080@kdu.ac.kr
Received April 1, 2024 Revised May 2, 2024
Accepted May 3, 2024 Published May 31, 2024

1. 서론

우주 기술은 현대 군사 전략에 근본적인 변화를 가져오며, 전통적인 전투 양식을 초월한 새로운 전술적 지평을 열었다. 위성 기술을 활용한 정보 수집, 통신, 그리고 정밀 유도 타격 시스템은 현재 전장에서 필수적인 요소로 자리 잡았다. 특히 걸프전, 이라크전, 러시아-우크라이나전 같은 주요 군사 충돌에서 감시정찰 위성을 통한 실시간 데이터 활용은 군 지휘관들에게 결정적인 정보 우위를 제공하여 전술적 성공을 가능하게 했다[1]. 이는 표적 탐지율을 획기적으로 향상시킬 뿐만 아니라, 명령 및 통제 시스템의 반응 속도를 크게 단축시켰다[2].

본 연구는 우주 기술이 현대 전쟁의 양상을 어떻게 변화시키고 있는지, 그리고 이러한 기술 변화가 국제 안보에 미치는 영향을 체계적으로 분석한다. 또한, 우주 활동의 지속 가능성과 안보에 대한 국제적 논의의 중요성이 점차 증대하고 있는 현 상황에서, 우주 쓰레기 문제와 같은 새로운 도전이 국가 안보는 물론 글로벌 안보 환경에 어떻게 영향을 미치는지를 평가한다[3]. 이를 바탕으로 국제 사회가 우주 기술의 사용을 어떻게 규제하고 관리해야 할지에 대한 정책적 제안을 모색한다[4]. 이를 위해, 다양한 문헌 리뷰와 군사적 활용 사례를 바탕으로 우주 기술의 전술적, 전략적, 그리고 정책적 수준에서의 영향을 논의하며, 특히 우주 자산이 전장의 불확실성을 어떻게 줄이고 작전의 정밀성을 어떻게 높이는지에 대한 깊이 있는 분석을 제공한다. 본 연구는 이러한 분석을 통해 미래 국방 전략의 방향성을 제시하고, 국제적으로 우주 기술의 평화적 사용과 지속 가능한 관리를 위한 협력의 필요성을 강조하였다.

2. 우주 기술과 현대 전쟁의 전략적 변화

2.1 국방우주의 필요성과 영역

현대 전쟁에서는 전통적인 전장 개념이 우주 자산 및 우주 영역으로 확대되고 있다. 특히, 최근의 러-우 전쟁에서는 위성 기술의 군사적 활용성과 중요성이 두드러지게 부각되었다. 이러한 기술은 국방우주 전력, 우주 감시 및 통제, 우주 발사체 등 다양한 영역에서 군사 작전의 효율성과 반응 속도를 극대화하는 데 기여한다. 예를 들어, 미국의 GPS, 러시아의 글로나스, 중국의 베이더우 같은 위치 추적 시스템은 복잡한 전장 환경에서 전술적 우위를 제공한다. 이러한 시스템들은 정밀 유도와 통신 지원을 통해 작전 수행의 정확성과 신속성을 높이는 역할을 한다.

우주 감시 및 통제 분야에서도 위성 기술은 중요한 역할을 수행한다. 미국의 SBIRS(Space-Based Infrared System)와 같은 위성 감시 네트워크는 전 세계의 미사일 발사를 감지하고, 실시간으로 경보를 제공함으로써 적의 위협에 대한 선제적 대응을 가능하게 한다. 이는 국제 안보와 직접적으로 연결되어, 위협 감지와 대응 시간을 단축시키는데 기여 한다.

또한, 우주 발사체 기술의 발전은 민간 기업의 참여로 더욱 가속화되고 있다. 스페이스X와 같은 회사들이 제공하는 발사 서비스는 군사 및 정찰 목적의 위성을 빠르고 비용 효율적으로 궤도에 배치할 수 있도록 하여, 국방 및 안보 목적의 작전 지원을 강화하고 있다. 이러한 기술의 발전은 전통적인 군사력 외에도 전략적 자산으로서의 우주 기술의 중요성을 강조하며, 국가 간의 우주 기술 경쟁을 촉진시키고 있다.

이렇듯 우주 기술의 군사적 활용은 현대 전쟁의 양상을 근본적으로 변화시키고 있으며, 국가의 전략적 우위 확보에 결정적인 역할을 하고 있다. 이는 우주 자산의 효과적인 활용과 관리가 국방 정책과 전략의 핵심 요소로 자리 잡고 있음을 의미한다. 이러한 전략적 필요성에 대한 이해를 바탕으로, 현대 전쟁에서의 우주 자산 활용의 중요성과 그에 따른 전술 및 전략적 영향을 상세하게 분석할 필요가 있다[5].

2.2 위성 기술의 다양성과 군사적 활용

감시정찰위성은 다양한 센서 기술을 활용하여 전장에서의 정보 우위를 확보하고 신속한 지휘결심을 내릴 수 있도록 지원한다. 전자광학(EO), 적외선(IR), 영상 레이더(SAR) 등의 센서들은 주야간, 전천후 영상을 획득할 수 있는 능력을 갖추고 있어, 감시 무기체계로도 효과적이다. 예를 들어, 미국의 KH-11 위성은 고해상도 이미지를 제공하여 전략적 시설을 감시하는 데 중요한 역할을 수행한다. 아래 Table 1은 감시정찰 위성의 기능을 나타낸다.

통신위성은 데이터와 통신 신호를 지구 궤도에서 전송하는 데 사용되며, 주로 정지궤도(예: 무궁화 위성)와 저궤도(예: Starlink, Oneweb)에 위치하여 군사 및 민간 통신망을 지원하고, 실시간 정보 전송을 가능하게 한다. 특히, 미국의 GPS 시스템은 복잡한 지형과 적대적 환경 속에서도 정확한 위치 정보를 제공하여, 미국과 동맹국의 군사 작전에서 항법 및 정밀 유도 능력을 혁신적으로

Table 1. Surveillance Satellite Capabilities

Type	Electro-Optical (EO)	Infrared (IR)	Synthetic Aperture Radar (SAR)
Imaging	Daylight imaging	Night imaging	All-weather imaging
Advantages	-High-resolution imaging - Real-time operation capability	- Can detect heat differences - Capable of night surveillance	- Effective metal detection - Capable of long-distance detection
Limitations	- Limited by darkness/illumination - Susceptible to blinding/glare	- Affected by atmospheric conditions - Limited to heat emission detection	- Limited by resolution - Requires sophisticated image processing
Notes	- Often requires expert analysis	- Stealth surveillance possible	- EO/IR, SAR images are often used complementarily

개선하였다. 이러한 시스템은 작전의 정확성과 신속성을 높이는 데 결정적인 역할을 하며, 전장의 모든 단계에서 정보의 우위를 보장한다.

조기경보위성은 주로 IR 센서를 이용하여 미사일 발사를 감지하고, 발사 위치와 탄착 위치를 추정하는 기능을 수행한다. 미국의 SBIRS 시스템과 프랑스의 SPIRALE 시스템은 전 세계적으로 미사일 발사를 실시간으로 감지하고 경보를 제공하여, 적의 위협에 대한 신속한 대응을 가능하게 한다. 이 기술은 국제 안보에 직접적인 영향을 미치며, 적의 미사일 발사를 조기에 감지하여 대응 시간을 최소화하는 데 핵심적인 역할을 한다.

특수 위성은 특정 목적을 위해 개발된 위성으로, 항법 위성(예: GPS), 신호정보 수집 위성 등이 포함된다. 이들은 고성능, 정확성, 경제성, 생존성을 갖추고 있으며, 아래 Table 2와 같이 광범위한 사용자에게 서비스를 제공한다.

Table 2. Types and Functions of Satellites

Type of Satellite	Sensors	Main Functions	Examples
Surveillance Satellites	EO, IR, SAR	Target identification, surveillance, information gathering	-
Communication Satellites	-	Data and signal transmission, real-time information transfer	Mugunghwa Satellite, Starlink
Early Warning Satellites	IR Sensors	Missile launch detection, launch and impact position estimation	SBIRS, SPIRALE
Other Special Satellites	Various technological applications	Navigation support, signal intelligence gathering, high performance/accuracy provision	GPS

위성 기술의 다양성과 그 군사적 활용은 현대 전쟁의 전략에 핵심적인 영향을 미치며, 국가의 안보와 전술적 유연성을 강화하는 데 결정적인 역할을 한다. 이러한 기술은 전장에서의 우위를 확보하고, 전쟁의 결과를 좌우하는 수단이다[6].

2.3 위성기술의 전장 활용 사례

감시정찰 위성의 전략적 활용: 감시정찰 위성은 현대 군사 작전에서 중추적인 역할을 하며, EO, IR, SAR 등 다양한 센서 기술을 활용해 다양한 환경과 조건에서 실시간으로 표적을 식별하고 감시한다. 예를 들어, 러-우 전쟁에서 이러한 위성 기술은 전술적 결정 과정에서 중심 역할을 하였다. 러시아군은 위성 이미지를 활용하여 우크라이나군의 주요 통신 기지와 물류 허브 위치를 정확히 파악하고, 이 정보를 바탕으로 지휘소와 후방 지원 시설에 대한 정밀 타격을 계획하였다. 또한, 실시간으로 제공되는 위성 이미지는 전투 지역의 상황 변화를 빠르게 파악할 수 있게 해주었으며, 이를 통해 신속한 전술 변경과 병력 재배치가 가능하게 되었다[7]. 이러한 감시 능력은 우크라이나의 항공 방어 시스템을 무력화시키는 데 결정적인 역할을 하였다.

통신 위성과 네트워크 중심전(NCW): 통신 위성 시스템은 전 세계적으로 확장된 군 통신망의 중추로서, 네트워크 중심 전쟁(NCW)의 핵심 구성 요소이다. 이 시스템은 정지궤도(Satellite in Geostationary Orbit, GEO)와 저궤도(Satellite in Low Earth Orbit, LEO)를 포함하여 고도로 발전된 통신 기술을 기반으로 하며, 실시간으로 정보와 명령의 교환을 가능하게 한다. 예를 들어, 이라크와 아프가니스탄에서의 미군 작전 중, 위성 기반 통신 시스템은 복잡한 지형과 적대적 환경 속에서도 신속한 정보 교환을 가능하게 하여 전술적 결정과 작전의 시너지를 극대화하였다. 위성 기술의 발전은 군사 작전의 모든 측면에서 정보 우위를 확보하고, 전술적 유연성을 제공하는 중추적인 역할을 하며, 이는 국제 안보 환경

에 깊은 영향을 미치고 있다[8].

유도 무기 시스템과의 통합: 유도 무기 시스템과의 통합을 통해 위성 기술은 전장에서의 정밀 타격 능력을 크게 향상시켰다. 21세기 이후 정밀무기의 사용 비중이 70%까지 증가한 것은 위성 기술이 제공하는 높은 정확도의 타격 정보 덕분이다. 이는 전투의 결과를 결정짓는 중요한 요소로 작용하며, 군사 작전의 반응 속도를 단축하고, 상황 인식을 향상시키며, 전 세계적인 규모에서의 연결성과 협력을 강화하는 데 결정적인 역할을 하고 있다.

이러한 기술들은 전쟁의 결과를 좌우할 수 있는 결정적인 요소로 작용하며, 군사 작전의 신속성 보장과, 상황 인식을 향상시키는 역할을 한다[9].

3. 우주 기술의 글로벌 동향과 국제 안보

3.1 위성 기술의 발전 및 국제 우주 정책의 변화

위성 기술의 발전은 글로벌 차원에서 진행되며, 다양한 목적의 위성들이 선진국에 의해 개발되어 전 세계에서 전략적 우위를 확보하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 미국, 중국, 러시아와 같은 강대국들은 국방 및 민간 목적에 맞춘 고유의 위성 시스템을 개발하고 운영하며, 이를 통해 감시, 통신, 위치 확인과 같은 핵심 서비스를 제공한다.

미국의 GPS 시스템은 전 세계적으로 위치 결정 서비스를 제공하여 민간 항공, 해운 및 육상 교통의 운영을 혁신적으로 개선하였다. 군사적으로는 정밀 유도 무기의 효율성을 크게 향상시켜, 작전의 정밀도와 신속성을 높이는 데 기여하였다.

유럽우주국(European Space Agency, ESA)은 ERS, Sentinel, Galileo 프로젝트를 통해 환경 모니터링 및 재해 대응 기능을 강화하고 있다. 이러한 위성들은 기후 변화의 영향을 모니터링하고, 자연 재해 발생 시 신속한 대응을 가능하게 하며, SAR Lupe, Helios, Cosmo SkyMed와 같은 국방 목적의 위성을 통해 국가 안보를 강화하고, 지역 갈등이나 국제적 긴장 상황에서 정보 우위를 확보한다.

아시아에서의 발전은 일본과 인도, 중동은 이스라엘 등이 자체 위성 기술을 선도하고 있으며, 특히 일본의 IGS(Information Gathering Satellite) 프로그램은 북한의 미사일 발사 같은 지정학적 위협에 대응하기 위해 설계되었으며, 한국의 경우 군 425 계획을 통해 군 통신위성과 지구관측위성, 한국형 항법위성을 개발하여 국가의 전략적 독립성을 강화하고, 재난 대응 및 국토 관리에 기여를 도모하고 있다.

위성 기술의 발전이 국제 우주 정책에 중대한 변화를 요구하고 있다. 특히 우주 쓰레기 문제는 국제적 우주 활동의 지속 가능성에 중대한 위협을 제기하고 있다. 유엔 우주국(UNOOSA)과 같은 국제 기구들은 우주 쓰레기의 관리와 감소를 위한 글로벌 기준을 설정하고 있으며, '장기 우주 활동 지속 가능성 가이드라인'을 포함하여 우주 활동의 안전을 보장하기 위한 노력을 강화하고 있다. 이러한 논의는 우주 쓰레기가 발생하는 원인을 제한하고, 우주 환경을 보호하기 위해 새로운 기술 및 방법론의 개발을 촉진하고 있다. 우주기술의 이러한 발전은 전 세계적으로 전략적 우위를 확보하고, 더욱 효과적인 국가 운영을 가능하게 하는 기술적 발전을 나타낸다. 각국은 이 기술을 활용하여 전술적 및 전략적 결정을 지원하고, 국제적인 협력과 경쟁 속에서 자신의 위치를 강화하고 있다[10].

3.2 국방위성 기술발전 전망

국방위성의 전략적 혁신과 민군 협력 강화: 국방위성 기술은 국방 임무의 범위를 확장하고 위성 기술의 복합 운영을 증대시키는 데 중점을 두고 발전하고 있다. 이러한 발전은 군의 전술적 능력을 크게 향상시킬 것으로 예상된다. 현재 국내에서는 초소형 위성을 포함한 다양한 국방위성의 추가 개발이 진행되고 있으며, 이는 국방 임무 수행의 효율성과 반응 속도를 향상하는 데 기여하고 있다.

민군 협력과 위성체계의 혁신: 이러한 협력을 통해 국방위성은 민군 위성 및 민간 위성과의 협력을 통해 국방 임무의 효율성을 극대화하고 있다. 우방국과의 위성체계 공동 연구 및 위성 정보 공유는 국가 간 위성 협력을 증대시키는 주요 요인으로 작용하고 있다. 이러한 전략적 자산 확보는 초고성능 위성의 개발과 소량 고가 위성의 선택적 활용을 가능하게 하며, 가성비 및 가심비 위성의 개발을 통해 군집위성 운영과 중대형 위성의 보완 운영을 강화하고 있다.

기술적 혁신과 미래 전망: 위성간 임무 연동(Inter Satellite Link)과 초연결 네트워크를 통해 최종 사용자에게 신속한 정보 전달을 가능하게 하고 있으며, 편대위성 및 군집위성을 활용한 성능 향상과 재방문 시간의 단축을 추진하고 있다. 위성체 분야에서는 초고해상도 영상 및 고성능/품질의 다양한 영상정보 획득 기술이 발전하고 있으며, 소형, 경량, 저가이면서도 우수한 성능의

위성체 설계 기술이 주목받고 있다.

운영 및 관리의 최신 기술: 지상체 및 활용 분야에서는 군집위성 자동 운영 및 효율적 위성 운영 기술이 발전하고 있으며, 세계 지상국 망을 활용한 관제 및 운영 기술, 빅데이터 분석 및 인공지능을 활용한 영상 해상도 향상 기술, 고속 표적 탐지 및 식별, 변화 탐지 기술을 강화하고 있다.

발사체 기술과 발전: 발사체 분야에서는 한국형 발사체, 고체발사체, 재사용발사체, 공중발사체 등 다양한 발사체가 등장하고 있으며, 국방위성의 필요시 신속한 발사를 위한 국내 발사체 능력의 확보를 가능하게 하고 있다. 초소형 위성군 발사를 위한 발사체 가격 경쟁력을 확보하고 있다.

산학연 역할분담과 협력체계 추진: 국내 국방우주 개발을 위한 산학연 역할분담에 따른 효율적이고 체계적인 위성개발 협력체계를 구축해야 한다. 정부, 산업체, 연구기관, 그리고 학계의 긴밀한 협력을 통해 국방 목적뿐만 아니라 국가의 전반적인 우주 기술 역량을 향상시켜야 한다. 정부는 중장기 우주계획을 수립하고 우주사업 예산을 확보하여 우주 기술 발전의 방향과 속도를 결정해야 하며, 산업체는 우주산업 생태계를 조성하고, 소형 및 대량 생산 가능한 위성의 설계 및 제작에 주력해야 한다. 대학 및 연구기관은 기초기술 및 기반기술 연구를 수행하고, 새로운 국방위성 기술의 개발을 위한 연구에 착수하여 장기적인 기술 혁신을 지원해야 한다.

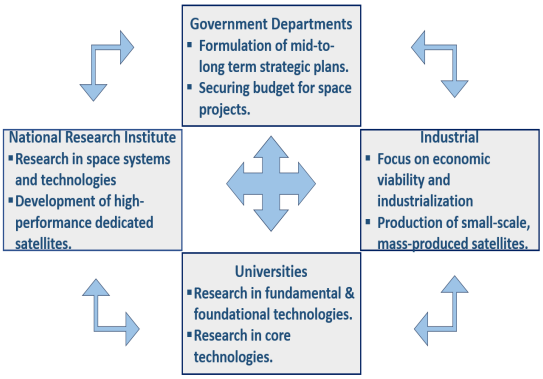

Fig. 1. Framework of Collaborative Innovation Across Sectors

4. 우주 활동의 지속 가능성과 국제 협력

4.1 국제 안보 환경에 미치는 영향

우주 기술의 발전은 전 세계 국가의 국방 전략에 근본적인 변화를 가져오고 있다. 우주 무기 경쟁, 특히 대륙간 탄도 미사일(ICBM)과 같은 우주 발사체의 군사적 활용 가능성이 높아지면서, 전 세계적인 안보 균형에 중대한 영향을 미치고 있다. 이는 국제 안보 동맹과 대립 양상에 심각한 변화를 초래하며, 특히 우주 전력을 중심으로 한 전략적 이니셔티브가 글로벌 안보 환경에 새로운 도전을 제기하고 있다. 이러한 글로벌 안보 상의 변화는 국제 우주 정책과 규제의 필요성을 더욱 강조하고 있다. 우주 및 지상에서의 자산 위협이 증가함에 따라, 라디오파 방해기, 운동 에너지 파괴 장치, 레이저와 같은 기술이 사용되고 있다. 이러한 위협에 효과적으로 대응하기 위해서는 국제적 협력과 체계적인 대책 마련이 필수적이다[11].

4.2 국제 우주 정책 및 규제

국제 우주 정책과 규제는 우주 환경의 과밀화와 경쟁화에 대응하기 위한 글로벌 노력의 핵심이다. UN COPUOS (United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space)의 중심적인 역할은 우주 쓰레기 관리, 위성 충돌 방지 및 기타 우주 활동의 안전성 향상에 중점을 두고 있다. 우주 쓰레기와의 충돌로 인한 위성 손상은 국제적인 우주 환경 관리와 지속 가능성에 중대한 영향을 미치며, 국가 안보에 직접적인 위험을 초래할 수 있다. 예를 들어, 남아공의 SUNSAT 위성은 2001년에 운영 중 회복 불가능한 물리적 고장이 발생했. 미국과 프랑스가 공동 운영하는 JASON-1 위성은 2002년에 태양전지판과 충돌하여 약 10%가 파손되었으며, 그 결과 위성의 궤도가 30cm 변경되었다. 러시아의 Cosmos 539 위성은 2002년에 20cm x 50cm 크기의 우주쓰레기 한 개가 발생하였다. 또한 미국의 Aura 위성은 2010년에 약 50%의 전력 손실을 경험했으며, 이는 운영에 심각한 영향을 미쳤다. 또한, Iridium-47은 2014년에 80m/s 속도로 운동하는 우주쓰레기 10개에 의해 영향을 받았다. WorldView-2는 2016년에 우주쓰레기 9개가 탐지되었지만, 다행히도 위성은 정상 작동을 계속하고 있다. 유럽의 Sentinel-1A는 2018년에 6-8개의 우주쓰레기에 의해 태양전지 일부가 파손되었다. 이를 정리하면 아래 Table 3와 같다.

이러한 사례들은 우주 활동의 불확실성을 나타내며, 국가 안보에 미치는 깊은 영향을 보여준다. 이와 같은 이슈들은 국제 우주 정책의 개정과 강화를 필요로 하며, 국제 협력을 통한 우주 환경의 안전과 장기적인 지속 가능성을 보장하는 방안을 모색해야 한다[12].

Table 3. Types and Functions of Satellites

Name	Country	Year	Description	Outcome
SUNSAT	South Africa	2001	Irreparable physical failure during operation	Satellite operation ceased
JASON -1	USA/ France	2002	Collision with solar panel, approximately 10% damaged	Orbit altered by 30cm
Cosmos 539	Russia	2002	Occurrence of a 20cm x 50cm piece of space debris	Impact on satellite operation
Aura	USA	2010	Experienced about 50% power loss	Serious impact on operation
Iridium -47	USA	2014	10 pieces of space debris moving at 80m/s detected	Impact on satellite operation
WorldView-2	USA	2016	9 pieces of space debris detected, satellite continues to function normally	Normal operation maintained
Sentinel -1A	Europe	2018	6-8 pieces of space debris detected, some solar panels damaged	Partial impact on operation, requires maintenance

4.3 우주활동의 안전, 안보 및 지속가능성

우주활동의 안전, 안보 및 지속가능성은 현대 사회에서 우주 기술의 중요성과 긴밀하게 연결되어 있다. 안전(Safety) 측면에서, 우주 활동은 우주물체의 설계, 발사, 운용, 처분을 포함하는 다양한 기술적 요소들을 포괄하며, 우주쓰레기 및 우주 기상과 같은 환경적 요소가 우주 활동 중 발생할 수 있는 위험을 최소화하고 안전을 최대화하는 데 기여한다. 이는 또한 안전한 우주 환경의 유지와 관리를 필요로 한다.

안보(Security) 측면에서, 우주 자산을 보호하는 것은 우주물체와의 충돌 위험, 전자파 방해, 무기 경쟁 및 군사적 공격과 같은 다양한 위협으로부터의 보호를 포함한다. 러-우 전쟁 중 러시아의 전자전 및 사이버전 사용은 국제 안보 환경에 심각한 영향을 미쳤으며, 이는 우크라이나의 군사 및 민간 통신망을 방해하고 정보 전달을 지연시켰다[7]. 이러한 위협들은 우주 및 사이버 영역에서의 보안 정책과 규제를 강화하는 데 중요한 동기를 제공한다.

지속가능성(Sustainability)은 우주 활동이 현재 세대의 요구를 충족하면서도 미래 세대가 우주 활동을 이어갈 수 있는 능력을 유지하는 것을 목표로 한다. UN COPUOS의 '장기 우주 활동 지속 가능성 가이드라인'을 포함한 국제 규범은 지속 가능한 우주 활동의 기준을 제시하며, 이는 정책 및 규제 개발, 우주물체 및 궤도 데이터의 관리, 우주쓰레기 감시 및 정보 공유, 충돌 예방을 포함한다[13]. 이와 함께, 국제 협력 및 역량 강화를 통한 정보 교환 절차의 개발과 신흥국 지원은 지속 가능한 우주 활동을 위한 국제적 노력을 강화한다. 이러한 요소들은 우주 기술의 지속 가능성을 보장하며, 특히 우주 기반 감시정찰 시스템의 발전을 통해 군사적 우위를 확보하는 데 결정적인 역할을 하고 있다. 또한, 이러한 전략적 이니셔티브는 미래 전장의 형태와 국가 안보 전략에 근본적인 변화를 가져올 것으로 예상된다.

4.4 우주 기술의 발전과 미래 전략의 전망: 사이버 보안과 국제 협력

우주 환경의 변화는 미래 전쟁의 양상을 근본적으로 변화시키고 있으며, 우주 기술의 지속적인 발전은 국가 안보에 결정적인 영향을 미치고 있다. 우주 기반 감시정찰 시스템, Space-based ISR은 전장 상황을 실시간으로 파악하고, 이를 바탕으로 전술 수준에서의 지휘 결정을 내리는 데 필수적이다. 이는 국가 안보 전략의 핵심으로, 고도의 상황 인식 능력을 제공한다. 또한, 우주 자산의 손상 사례는 사이버 방어 및 공격 작전에 중요한 영향을 미치며, 예를 들어 Aura의 전력 손실이나 WorldView-2의 우주쓰레기 탐지 사례는 사이버 공격으로 인한 위성 기반 시스템의 취약점을 드러내고, 이에 대한 사전 예방과 빠른 대응 전략의 중요성을 강조한다[14].

우주 기술의 급속한 진화는 전통적인 군사력 균형을 넘어서는 새로운 전략적 계산을 요구하며, 국가 간의 군비 경쟁과 협력이 새로운 패턴을 형성하고 있다. 이는 특히 우주 무기와 관련된 국제적 긴장을 고조시키며, 국제법과 규범에 새로운 도전을 제시한다[15]. 이러한 긴장은 국제 안보 환경에 새로운 변수를 추가하고, 국제적 협력과 대립의 새로운 형태를 초래한다. 우주 쓰레기 문제는 글로벌 이슈로서 현재의 대응 방안과 향후 전망을 포괄적으로 검토하며, UN COPUOS는 이 문제에 대해 지속가능하고 평화로운 우주 활동을 보장하기 위한 국제적 노력을 주도하고 있다. 이 기구들은 우주 활동을 규제하는 데 있어서 협력과 갈등의 균형을 맞추는 것이 점점 더 중요해지고 있으며, 우주 쓰레기와의 충돌로 인한 위험을 관리하고 우주 환경의 지속 가능성을 보장하기 위한 국제적인 노력을 강화하고 있다[16].

또한, 미국의 우주 정책 지침 (SPD-5)은 뉴스페이스

산업에 대한 사이버 보안 원칙을 제공한다. 이 원칙들은 우주 및 지상 체계에 대한 통합된 보안 계획을 필요로 하며, 위성 부품의 공급망을 철저히 관리하여 하드웨어 백도어가 설치되지 않도록 한다. 심층 방어 원칙에 의존하는 이러한 접근법은 인원 보안 교육, 출입 통제, 영지식 프로토콜, 출입 기록 및 화재 진압 등의 기본적인 보안 조치를 포함한다. 이는 스푸핑 방지를 위한 암호화 통신 지원과 함께, 위험 관리와 보안 평가를 강화한다. 우주선, 위성 및 지상 기지국은 논리적 및 물리적으로 분리되어야 하며, 보안 업데이트는 원격으로 수행된다. 모든 우주선 설계에는 사고 대응 기능이 반드시 포함되어야 한다[17]. 이 전략은 지상 및 우주에서의 심층 방어 원칙을 통해 광범위한 보안 층을 제공하며, 국제적인 우주 환경에서의 사이버 보안 문제에 대응하고, 국제 정책 및 우주 기술의 안전성 향상에 기여할 것이다[18].

5. 결론

본 연구는 우주 기술이 현대 전쟁 및 국제 안보 환경에 미치는 영향을 면밀히 분석하였다. 우리는 감시정찰, 통신, 유도 무기 시스템 등의 우주 기반 기술이 군사 작전의 신속성과 정확성을 어떻게 개선하는지에 대한 구체적인 사례를 통해 그 전략적 가치를 검토하였다. 이 연구는 우주 기술이 전쟁의 양상을 혁신적으로 변화시키고 있음을 확인하였으며, 우주 활동의 규제와 국제 협력이 국가 안보와 글로벌 안보에 어떻게 기여하고 있는지를 명확히 하였다. 우주 기술의 급속한 발전은 국제 안보 환경에 직접적인 영향을 미치고 있으며, 우주 무기 경쟁과 우주 환경의 오염 문제는 국제 사회에 새로운 도전과제를 제기하고 있다. 이러한 문제에 대응하기 위해서는 각국이 국제 우주 법과 규정을 강화하고, 국제 협력을 통한 문제 해결 방안을 모색해야 한다. 특히, 우주 쓰레기 관리와 우주 활동의 지속 가능성을 위한 국제적 노력이 점점 더 중요해지고 있다.

본 연구는 우주 기술이 전쟁과 국제 관계의 패러다임을 변화시키는 중요한 역할을 수행하고 있음을 강조하였다. 국가들은 이러한 기술을 활용하여 국방 우위를 확보하고, 전략적 자산으로서의 가치를 극대화하려 하고 있다. 그러나 이와 동시에, 우주 기술의 평화적 사용과 국제적 규제가 필수적이며, 이를 위한 국제적 협력과 공동의 노력이 요구된다.

향후 연구에서는 우주 기술의 활용과 그 영향을 더욱 다양한 지역적 맥락에서 분석할 필요가 있다. 본 연구가 주로 선진국 중심의 데이터와 사례를 바탕으로 분석을 진행했기 때문에, 개발 도상국에서의 우주 기술 접근성 및 활용 사례에 대한 추가 연구가 필요하다. 이는 국제 협력과 기술 격차 해소에 대한 실질적인 방안을 모색하는 데 중요한 기여를 할 것이다. 또한, 우주-사이버 안보의 융복합화 흐름에서 민간기업의 역할과 그에 따른 규제 및 책임의 적절한 범위를 설정하는 문제에 대해 심도 있게 다루어야 한다. 이를 통해 우주와 사이버 영역에서의 발전 및 생태계 활성화 전략을 포함하여, 경제적 관점에서 안보를 접근하는 새로운 패러다임을 제시할 필요가 있다.

References

[1] Anderson, RP., Goldstein, JS., "Challenges to Military Professionalism: Military Leadership in the Postmodern Era," *International Affairs*, Vol. 78, No. 3, pp. 543-549, 2002.
DOI: https://doi.org/10.1111/1468-2346.00251

[2] Delaney, WP., "Air defense of the United States: Strategic missions and modern technology," *International Security*, 1990.
DOI: https://doi.org/10.2307/2538986

[3] Terriff, T. (2006). Warriors and Innovators: Military Change and Organizational Culture in the US Marine Corps. *Defence Studies*, 6(2), 215-247.
DOI: https://doi.org/10.1080/14702430601056139

[4] Gruber, BJ., Anderson, JM., "Space Superiority, down to the Nanosecond Why the Global Positioning System Remains Essential to Modern Warfare," *Air & Space Power Journal*, 2013.
https://apps.dtic.mil/sti/citations/tr/ADA627380

[5] Tralli, DM., Blom, RG., Zlotnicki, V., Donnellan, A., Evans, DL., "Satellite remote sensing of earthquake, volcano, flood, landslide and coastal inundation hazards," ISPRS *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 59, Issue 4, Pages 185-198, 2005,
DOI: https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2005.02.002

[6] Gilboa, E., "Television News and U.S. Foreign Policy: Constraints of Real-Time Coverage," Harvard International Journal of Press/Politics, Vol. 8, No. 4, pp. 97-113, 2003.
DOI: https://doi.org/10.1177/1081180X03256576

[7] Huh, KW., "Implications of the One-Year Russian-Ukrainian War for Future Warfare on the Korean Peninsula - War Among the Crowd and Multi-Domain Mixed Man-Unmanned Warfare," *Korean Military Affairs*, Vol. 13, pp. 57-88, 2023.
DOI: https://doi.org/10.33528/kjma.2023.13.6.57

[8] Koch, R., Golling, M., "Blackout and now? Network Centric Warfare in an anti-access area-denial theatre," *Proceedings of the 7th International Conference on Cyber Conflict: Architectures in Cyberspace, Tallinn, Estonia, 2015*, pp. 169-184, DOI: https://doi.org/10.1109/CYCON.2015.7158476

[9] Li, Y., Xu, F., "Trace-driven analysis for location-dependent pricing in mobile cellular networks," in *IEEE Network*, vol. 30, no. 2, pp. 40-45, 2016, DOI: https://doi.org/10.1109/MNET.2016.7437023

[10] Dolgopolov, A.V., Smith, P.M., Stroup, T., Christensen, C.B., Starzyk, J., Jones, T., "Analysis of the Commercial Satellite Industry, Key Indicators and Global Trends," *AIAA* 2020-4244, Session: Surviving and Thriving in Low Earth Orbit, Published Online: 2, 2020, DOI: https://doi.org/10.2514/6.2020-42440

[11] Anand, V., "Impact of technology on conduct of warfare," *Strategic Analysis*, 23(1), 137-150, 1999, DOI: https://doi.org/10.1080/09700169908455034

[12] Razma, G., "A Modern Warfare Paradigm: Reconsideration of Combat Power Concept," *Journal of Security and Sustainability* Issues, Vol. 8, No. 3, 2019, DOI: https://doi.org/10.9770/jssi.2019.8.3

[13] Ginter, K., "Space Technology and Network Centric Warfare: A Strategic Paradox," USAWC Strategy Research Project, *United States Army War College*, Carlisle, PA, USA, Feb 22, 2007, pp. 1-22, DOI: https://doi.org/10.21236/ADA469763

[14] H. Ba, P. Li, "Technological change and economic catch-up in the global arms trade," *Defense and Peace Economics*, Vol. 33, No. 2, pp. 123-145, 2022. DOI: https://doi.org/10.1080/10242694.2020.1736611

[15] Hardesty, DC., "SPACE-BASED WEAPONS: Long-Term Strategic Implications and Alternatives," *Naval War College Review*, Vol. 58, No. 2, pp. 45-69, 2005. DOI: http://www.jstor.org/stable/26394182

[16] Gallagher, N. (2010). Space Governance and International Cooperation. *Astropolitics*, 8(2-3), 256-279. DOI: https://doi.org/10.1080/14777622.2010.524131

[17] Kevles, D., "Cold War and Hot Physics: Science, Security, and the American State, 1945-56," Historical Studies in the Physical and Biological Sciences, Vol. 20, No. 2, pp. 239-264, 1990. DOI: https://doi.org/10.2307/27757644

[18] Mehlhorn, T.A., "National Security Research in Plasma Physics and Pulsed Power: Past, Present, and Future," IEEE Transactions on Plasma Science, Vol. 42, No. 5, pp. 1088-1117, 2014. DOI: https://doi.org/10.1109/TPS.2014.2310468

유 도 진(Do Jin Yoo) [정회원]

- 2014년 2월 : 강원대학교 중어중문학과 (문학사)
- 2018년 8월 : 명지대학교 대학원 융합보안학과 (공학석사)
- 2021년 8월 : 명지대학교 대학원 보안경영공학과 (공학박사)
- 2022년 9월 ~ 현재 : 극동대학교 해킹보안학과 교수

〈관심분야〉
보안경영, 사이버보안, RMF