

미국의 무인체계 정책 분석을 통한 한국의 무인체계 발전에 관한 연구

박동선¹ · 오경원^{2,†}

¹해군미래혁신연구단, 한남대학교

²호원대학교 항공정비공학과

Study on Development of Korean Unmanned Systems through Analysis of U.S. Unmanned Systems Policy

Dongseon Park¹, Kyungwon Oh^{2,†}

¹ROK Navy, Hannam University

²Dept. of Aircraft MRO Engineering, Howon University

Abstract

This study presents a method to efficiently advance the Republic of Korea's Unmanned Systems through the analysis of the development of the U.S. Unmanned System Policy. After the occurrence of the September 11 attacks, the U.S. developed Unmanned Systems as a part of RMA and became the leader in this area. The system went through numerous trials and errors during the development and acquisition. From these experiences, the U.S. had embodied Unmanned Systems acquisition methods by establishing Unmanned Systems Development Guidance and DoD Autonomy Community of Interest in 2012. In addition, as diverse unmanned programs started to proceed, it promoted Core Technology development sharing and simplification of functions of the Unmanned Systems to exclude budget-wasting elements such as duplication of programs. The Republic of Korea must politically build a collaborative system between industry/academia/research institute/military and apply evolutionary development strategies from the first step of the development of the Unmanned Systems the future Game Changer. In operations, concepts of the Manned/Unmanned Systems complex operation should be established and intelligent S/W, Open System, and Cyber Security technologies to materialize them developed.

초 록

본 논문은 미국 무인체계 정책의 발전과정에 대한 분석을 통하여 시행착오를 최소화하여 효율적으로 한국의 무인체계를 발전시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 미국은 2001년 9·11테러 이후 군사혁신 차원에서 무인체계 개발에 집중하여 선도국가가 되었다. 미국은 무인체계를 발전시키면서 개발 및 획득 과정에서 수많은 시행착오를 겪었다. 이에 따라 2012년에 무인체계 개발지침을 마련하고 국방 무인화위원회를 발족시켜 무인체계 획득방안을 구체화했다. 또 다양한 무인화 사업이 진행되면서 사업의 중복성 등 예산 낭비 요소를 제거하고자 핵심기술 개발 공유 및 무인체계 기능 단순화를 추진하였다. 한국도 미래형 게임체인저인 무인체계를 개발하는 초기단계부터 정책적으로 산·학·연·군 간의 협업체계를 구축하고, 진화적 개발 전략을 적용해야 한다. 또 운용분야에서는 유·무인체계 복합작전 개념을 정립하고, 이를 구현하기 위한 지능형 S/W와 개방형 구조, 사이버 보안기술을 발전시켜야 한다.

Key Words : Unmanned Systems(무인체계), U.S. Unmanned Systems Policy(미국 무인체계 정책)

1. 서 론

Received: Apr. 28, 2021 Revised: Jun. 09, 2021 Accepted: Jun. 18, 2021

† Corresponding Author

Tel: +82-63-450-7724, E-mail: kwoh@howon.ac.kr

© The Society for Aerospace System Engineering

2020년 1월 3일 미국은 이라크 바그다드 공항 인근에서 이란의 혁명수비대 사령관인 거셈 솔레이마니를 무인기인 MQ-9 Reaper를 활용하여 공격하여 사망하

게 하였다. 무인기의 위력에 전 세계의 이목을 집중시키는 순간이었다. 2019년 12월 31일 바그다드 미 대사관 피습사건 직후 미군은 750명의 병력을 급파한 후, 공수부대원 4,000여 명을 추가 투입하는 방안을 검토하였다. 그러나 확전을 원치 않은 미국은 최신 무인체계를 이용하여 미국에게 위협이 되는 핵심인물만을 제거하여 정치적 목적을 달성하였다.

미국이 무인체계를 실전에 사용하기 시작한 시기는 정확하지 않으나 2000년대 중반 ‘코소보 전쟁’에서 정찰용 RQ-1 Predator와 이를 개량하여 미사일 ‘헬파이어’를 장착한 MQ-1 Predator를 사용한 것으로 보고 있다. 이후 무인기는 유인 전투기보다 작고, 장시간 운용이 가능하며 제작비용도 훨씬 저렴하기 때문에 많은 국가가 개발에 박차를 가하고 있다.

한국군도 스마트 국방혁신, Army TIGER 4.0, SMART Navy, Air Force QUANTUM 5.0 등 미래전에 대비한 비전을 제시하면서 인공지능을 포함한 새로운 전투 플랫폼 개발에 집중하고 있다. 이 중에서 무인체계는 기존 전쟁의 양상을 완전히 바꾸는 ‘게임 체인저’로 주목을 받고 있다.

미국은 2000년대 초부터 무인체계를 개발하여 지속 발전시키고 있는 선도국가이다. 따라서 미국의 무인체계 정책을 분석하여 한국군이 시행착오를 줄이고 효율적으로 무인체계를 발전시킬 수 있는 발전적 사항을 제시하고자 한다.

2. 무인체계 정의 및 군사적 유용성

2.1 정 의

무인체계에 대한 기술역량 확보는 민간분야뿐만 아니라 군사분야에서도 경쟁력 확보에 필요한 미래 국력의 핵심으로 국가간의 기술우위 선점 경쟁이 치열하다. 이러한 무인체계에 대한 정의로는 “2개 이상의 무인장비들을 통합하여 운용하는 시스템을 통칭하는 것”이라는 일반적이다[1]. 그러나 ‘무인’이라도 원격제어체계(Remote Controled Sys.)와 같이 자율화 정도가 낮은 경우도 있고, ‘유인’이라도 인간이 타고 있는 자율자동차처럼 자율화 정도가 높은 경우가 있기 때문에 무인과 자율화는 별개의 개념으로 볼 필요가 있다. 이와 같은 혼란이 있을 수 있어 무인체계와 유사한 개념

들을 살펴보면 Table 1과 같다.

Table 1 Similar Concepts of Unmanned Systems[2]

구 분	특징 및 차이
무인 체계 (Unmanned Sys.)	* 조종사에 해당하는 인간이 탑승하지 않은 체계 - 지상(UGV), 수상(USV), 수중(UUV), 공중(UAV) * 무인과 자율화는 별개의 개념
자율 체계 (Autonomous Sys.)	* 인간의 관여 없이 임무수행 가능 - 자율운항, 위협물회피, 임무경로 재설정
AI 체계 (AI Sys.)	* 자율화의 기술적 근간인 지능화 기술을 강조한 용어 * 자율화 수준의 구분없이 선결조건인 지능을 강조

2.2 군사적 유용성

무인체계의 오인 폭격과 민간인 피해 가능성에 대한 우려에도 불구하고 군사적으로 게임체인저로 판단하는 데는 군사적 유용성이 있기 때문이다. 미 국방과학위원회(DSB:Defence Science Board)는 ①획득 및 운용 유지비 절감, ② 임무효율성 증대, ③ 인명피해 최소화 등의 장점을 바탕으로 물리적 공간 및 가상공간에서 새로운 임무영역을 개척할 수 있다고 판단했다[3].

인간의 육체적, 물리적 한계 극복이 제한되는 여건이거나 인명 중시로 제한되는 상황에서 무인체계는 매우 큰 유용성을 가지게 된다. 또 유인체계를 무인체계로 전환할 때 설계의 자유도가 증가하기 때문에 기존과 전혀 다른 개념의 무기체계가 등장할 수 있다.

3. 미국의 무인체계 정책 분석

미국은 2010년 이전에 각 군은 특정임무 수행을 위한 무인체계 개발에 경쟁적으로 집중하였다. 이러한 분위기에 따라 미 국방성은 2010년에 과학기술개발 우선순위에 무인화 기술을 선정하였으며, 무인체계 개발에 대한 체계적인 접근으로 유·무인 복합작전개념을 도입했다. 그리고 무인체계에 대한 신뢰성 등 부정적인 문제 해결을 위한 다각적인 기술개발의 필요성을 인식했다.

2012년부터 무인체계 정책이 Table 2와 같이 체계적으로 발전되고 있다. 이러한 과정을 분석하는 것은

무인체계의 개발과 운용의 첫걸음을 딛기 시작한 한국에게 주는 함의는 매우 크다고 할 수 있다.

Table 2 The Process of Changing the Unmanned System Policy in the United States[4]

연도	정책 내용
2012	* 무인체계의 효율적·체계적 개발방향 제시
2013	* 자율시스템의 신뢰성 검증을 위한 V&V 중요성 인식 - V&V : Verification and Validation
2014	* 국방 자율 시스템 통합 개발을 위한 COI 결성 - DoD Autonomy Community of Interest(COI)
2015	* 인간-로봇 상호작용(HRI), 시험평가(T&E), 검증·확인(V&V) 중요성 제기 - HRI : Human/Robot Interaction, T&E : Test and Evaluation
2016	* 차세대 수중 무인체계 획득방향 제시
2018	* 무인화 기술 발전 동력 및 핵심기술 제시 * 중·장기 무인체계 로드맵 제시

3.1 미국의 무인체계 정책 주요 내용

3.1.1 무인체계 개발방향

미 국방성 국방과학위원회는 군에서 무인화 역할 연구보고서를 통하여 무인체계의 체계적인 개발과 개발과정의 효율성 제고를 위하여 다음과 같은 개발 지침을 마련하였다[5].

첫째, 무인체계 개발 및 획득을 위한 새로운 획득절차 도입이다. 무인체계에 대한 개발 및 획득은 기존의 절차를 준수하기에는 한계점이 있으므로 새로운 제도를 만들어야 한다는 것이었다. 무인화·자율화 목표수준에 대한 불필요한 논의로 개발과 획득이 지연될 수 있으므로 현재의 기술수준으로 개발한 후 기술성숙도를 고려하여 성능개량으로 무인체계를 발전시킨다는 것이다.

둘째, 무인체계 획득 개발 시 소요군과 밀접한 협력 프로그램을 운용해야 한다. 소요군의 운용 경험과 진화하는 요구조건을 반영하기 위한 조치이다.

셋째, 무인체계 S/W를 플랫폼에서 분리하여 획득한다. 이것은 운용인력 감소, 향상된 성능, 미래임무 적용을 위한 ‘개방형 S/W’ 개발을 위한 것이었다.

넷째, 무인체계 특성을 반영한 고유의 개발 및 운용 시험평가 기술개발이 필요하다.

다섯째, 군사교육, 위게임 및 훈련에 무인체계 운용 분야를 반영한다. 최근 실전에서 무인체계 운용 중 도출된 경험 및 교훈을 공유하고, 무인체계를 활용한 상호 교전상황을 모의훈련함으로써 발전방향을 모색하기 위함이다.

3.1.2 무인체계 획득방향

미 국방과학위원회는 차세대 수중 무인체계에 대한 연구를 통하여 무인체계 개발과 관련하여 문제점을 식별하였다[6]. 먼저 다수의 무인체계 개발사업이 일관성 없이 진행되고 있어 예산이 과다하게 낭비되고 있음을 확인하였다. 각각의 사업별로 진행되는 기술개발의 중복성과 기능구현의 일관성이 결여되었다. 다음으로 수중 무인체계를 ‘잠수함’의 일종으로 인식하여 과도한 성능요구가 있었다. 유인 잠수함 수준의 성능구현을 요구함에 따라 기술소요가 과다하였다. 즉, 복합임무 달성을 위한 높은 수준의 성능(자율성, 은밀성 등) 요구로 개발비용 증가, 사업완료 지연 등 다수의 무인체계 개발사업이 실패하였다.

따라서 무인체계의 개발획득을 위한 새로운 지침이 제시되었다. 첫째, 무인체계의 창의적 활용을 통해 새로운 능력을 제공한다. 즉, ‘다중 복합임무’ 수행 무인체계 개발에서 ‘단순임무’용 저비용 다량의 무인체계를 개발하는 것이다. 둘째, 무인체계 획득개발에 대한 새로운 접근법을 적용한다. 상용제품의 적용을 확대하고, 무인체계가 임무수행이 가능한 수준에 맞는 능력으로 기술개발 요구를 완화하는 것이다.

3.1.3 무인화 기술 발전 동력 및 핵심기술

미 국방성 무인화위원회는 무인화 대한 정의를 ‘인간-로봇 간의 효과적인 상호작용이 이루어지는 가운데, 인간의 간섭이 최소화된 상태에서 복잡한 임무를 도전적 환경에서 수행할 수 있는 지적인 행위를 위한 연산능력’으로 정의했다. 그리고 이러한 무인화 기술의 발전동력으로 인적 운용의 최소화, 즉각반응 및 상시 대기능력, 가혹하고 예측 불가한 환경, 새로운 요구능력, 의료적 응용능력, 군수지원 능력 등을 제시했다. 이와 관련하여 Fig. 1과 같이 무인화 기술을 네 가지로 분류했다[7].

첫째는 기반 인공지능(MPRI : Machine Perception, Reasoning, Intelligence) 기술이다. 전투원과 효율적

인 작전을 수행하고 무인체계에 대한 인간의 간섭을 최소화하기 위한 지각, 추론, 학습능력을 말한다.

둘째는 군집협력(STAS : Scalable Teaming of Autonomous Systems) 기술이다. 동형 또는 이형 무인체 (집단) 통합을 위한 임무의 및 수행의 고유 그리고 분권 및 협력 기술을 포함한다.

셋째는 인간 무인 융합 및 협동(HASIC : Human-Autonomous System Interaction and Collaboration) 기술이다. 이것은 신뢰성, 이해의 공유, 지연적 상호작용, 소통 및 학습을 바탕으로 한 효과적인 인간과 기계간의 협업을 위한 기술이다.

넷째, 시험평가 인증(TEVV : Test, Evaluation, Validation & Verification) 기술이다. 단일 알고리즘부터 군집 체계 단위까지 검증된 무인체계 배치를 위한 새로운 시험평가 및 검증과 확인할 수 있는 기술을 말한다.

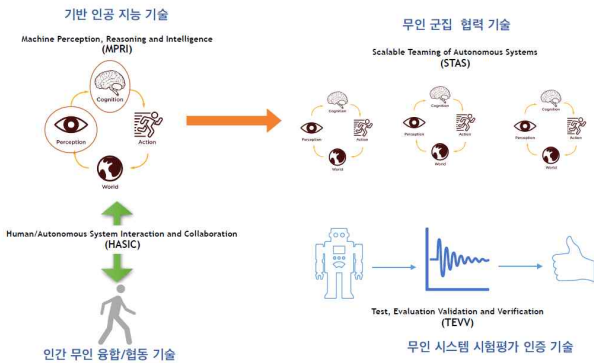


Fig. 1 Key Technologies in Autonomy COI

3.1.4 무인체계 로드맵

미 국방성은 2018년에 무인체계 중장기 발전계획

구체화되어 있어 향후 핵심기술 개발사업의 기준으로 활용된다. 세부내용을 정리하면 Table 3과 같다.

3.2 미국의 정책 분석결과

미 국방성은 유·무인체계 동시운용을 위한 통합 전투성능 및 운용성 극대화를 위해 다음과 같이 획득 및 개발전략을 체계화하였음을 알 수 있다.

첫째, 정책-개발-운용자 간 협업을 위해 시스템공학 기법 및 전문인력을 강화하였다. 정책수립 시 요구조건과 기술융합을 고려하였으며, 지속적인 운용 경험과 현장 요구사항을 적극 반영하였다. 그리고 임무와 기능 그리고 기술성속도를 고려하여 진화적 개발(단순→복잡 임무, 독립→군집 운용 등)을 적용하였다. 또 무인체계 전문인력 양성 및 관리에 집중하였다.

둘째, 무인체계 특성에 맞는 고유의 획득·개발체계를 도입하고, 시험평가 및 검증기술과 절차를 개발하였다.

셋째, 유·무인체계 운용 및 작전수행 개념을 구체화하여 반영하였다. 이를 위하여 유·무인체계의 전투공간과 시간 분리 또는 통합운용, 지휘통제 개념을 발전시켰다.

넷째, S/W를 중심으로 무인체계의 자율수준을 향상시켰다. 구체적으로 인간-무인체계(군집) 간 상호작용을 극대화하되, 간섭을 최소화하였다. 또 무인화 S/W를 플랫폼에서 분리하여 별도 개발 추진함으로써 연구개발의 효과성을 증진시켰다.

다섯째, 개방형·공통구조(H/W, S/W), 상용기술(COTS : Commercial Off-The Shelf)을 적용하였다. 이는 획득·개발 비용절감 및 기간을 단축시키고, 상호운용성 및 후속 군수지원능력을 향상시키기 위함이었다.

Table 3 Goals & Development Tasks for Core Technology

구 분	목표 및 과제
상호운용성 (Interoperability)	* 목표 : 유·무인 체계 개방/공통 구조 활용을 통한 시너지 달성 * 과제 : 공통/개방 구조, 모듈화, 부품 호환성, 시험평가 등
자율성 (Autonomy)	* 목표 : 무인체계 운용 효율성 및 효과 극대화 * 과제 : 인공지능, 머신러닝, 효과/효율성 향상, 신뢰도 등
네트워크 보안성 (Network Security)	* 목표 : 네트워크 취약성 해결을 통한 작전 완전성 보장 * 과제 : 사이버 작전, 정보보증, 전자기영역, 전자전 등
인간-기계 협동성 (Human-Machine Collaboration)	* 목표 : 인간과 무인체계 간 통합작전 수행 * 과제 : 인간-기계 인터페이스, 인간-기계 팀 구성 등

(2017-2042)을 발표하면서 4대 핵심에 대한 목표와 세부 발전과제를 제시했다[8]. 중장기 로드맵 형태로

4. 한국의 무인체계 발전 방향

미국의 무인체계 정책의 발전과정 분석을 통하여 한국의 시행착오를 줄이고 효과적으로 무인체계를 발전시키기 위하여 정책, 운용, 기술 분야에 대한 발전방향을 제시하고자 한다.

4.1 정책 분야

먼저 무인체계 성능과 기술발전을 위한 산·학·연·군 간 협업체계를 구축해야 한다. 미 국방성 무인화위원회 형태의 협업체계를 고려해 볼 수 있겠다. 운용자 요구사항, 운용경험, 산업현장 기술, 기초 및 응용기술 등에 대한 교류와 환류를 원활히 할 수 있는 소통이 매우 중요하다.

진화적 개발을 통한 점진적 성능 또는 기능 향상을 위한 시스템공학 개념을 적용해야 한다. 그리하여 미래 전장환경과 임무 및 기술 변화에 탄력적으로 대응할 수 있다. 플랫폼별(UAV, USV, UGV) 그리고 기능별(감시 및 정찰, 지상전, 해상전, 공중전 등) 요구능력과 기술의 점진적 발전도 도모할 수 있다.

실제 전장에서 무인체계의 임무수행 능력을 검증하기 위하여 무인체계 특성을 고려한 시험평가와 검증절차를 수립해야 한다. 현재 기능 확인 위주의 단순 시험평가는 지양해야 한다. 무인체계 성능과 기능에 대한 실질적인 시험평가와 검증이 가능하도록 무인체계에 특화된 시험평가 절차 및 기술을 개발해야 한다.

군내(軍內) 무인체계 전문인력 양성이 필요하다. 정책기획, 운용, 기술개발 등 분야별로 필요한 소요를 산출하고 작전운용하며 시험평가를 할 수 있는 전문성을 확보해야 한다.

4.2 운용 분야

미래 전장환경에서 유·무인체계 복합작전 운용개념을 정립해야 한다. 외국과 한국은 지리적 전장환경과 적(敵) 위협이 서로 상이하므로 이를 고려하여 적용분야를 구체화하고 운용개념을 발전시켜야 한다. 현재 사용중인 무기체계와 상호 연동이 되어야 하며, 유·무인체계 지휘통제를 위한 주파수 문제도 고려해야 한다. 그리고 다양한 탐지장비에서 획득한 표적정보를 공격무기에 직접 연동하기 위한 연동체계도 개발해야 한다.

한국군에 적합한 작전운용 개념이 정립되었다면, 이

를 구현할 구체적인 개발목표 및 계획(로드맵)과 요구조건을 도출해야 한다. 운용개념 및 적용분야에 따라 플랫폼별, 기능별 소요량과 요구능력을 구체화해야 한다.

4.3 기술 분야

무인체계용 지능형 S/W개발과 개방형 구조로 적용해야 한다. 수행할 임무별 플랫폼에 탑재할 S/W 개발 시 4차 산업혁명 기술발전과 연계한 지능형 S/W를 개발하여 적용해야 한다. 인공지능, 딥러닝 등 무인체계 자율성 증대를 위한 기술 접목이 필요하다. 그리고 지능형 S/W의 플랫폼별 공통 적용을 위한 개방형 구조를 염두에 둔 기술개발이 이루어져야 한다. 무인체계 개발 시 기존의 유인체계와 연동 또는 체계통합도 고려해야 한다. 따라서 무인체계 체계통합 수준과 구현방안을 구체화할 필요성이 있다.

인간과 무인체계 간 네트워크의 신뢰성 보장을 위한 보안기술이 개발되어야 한다. 인간과 무인체계가 협업 및 소통을 하기 위해서는 통신 네트워크의 신뢰성과 안전성이 보장되어야 한다. 무인체계를 통제하고 정보를 교환함에 있어 사이버 보안의 신뢰성이 담보되지 않는다면 무인체계는 운용할 수 없기 때문이다.

5. 결 론

4차 산업혁명 시대를 맞이하여 무인체계에 대한 관심이 집중되고 있다. 무인체계는 사람이 하는 일을 대체하거나 물리적·육체적 한계를 극복할 수 있기 때문이다. 그러나 무인체계 개발에 대한 체계적인 관리가 미흡하다는 지적이 있다. 무인체계가 요구하는 기능을 원활하게 하기 위해서는 다양한 기술이 요구된다. 이러한 기술개발을 위하여 민간분야뿐만이 아니라 군사분야에서도 노력하고 있다. 이러한 과정에서 국가예산의 중복투자과 기술인력의 노력 낭비가 이루어지고 있다.

미국은 2001년 9·11테러 이후 군사혁신 차원에서 무인체계 개발에 집중하여 선도국가가 되었다. 미국은 무인체계를 발전시키면서 개발 및 획득 과정에서 수많은 시행착오를 겪었다. 무인체계 개발 초기에 이러한 시행착오를 겪으면서 낭비요소를 제거하고 효과적으로

개발하기 위한 정책을 시행하였다. 이에 따라 2012년에 국방과학위원회는 무인체계 개발지침을 마련하고 국방 무인화위원회를 발족시켜 무인체계 획득방안을 구체화했다. 또 다양한 무인화 사업이 진행되면서 사업의 중복성 등 예산 낭비 요소를 제거하고자 핵심기술 개발 공유 및 무인체계 기능 단순화를 추진하였다.

이러한 미국 무인체계 정책의 발전과정에 대한 분석을 통하여 시행착오를 최소화하여 효율적으로 한국의 무인체계를 발전시킬 수 있는 방안을 다음과 같이 제시하였다. 첫째, 정책적 측면에서 한국도 미래형 게임체인저인 무인체계를 개발하는 초기단계부터 정책적으로 산·학·연·군 간의 협업체계를 구축하고, 진화적 개발을 위하여 시스템공학 개념을 적용하며, 무인체계 특성을 고려하여 새로운 시험평가 절차 수립과 전문인력 양성이 필요하다. 둘째, 운용적 측면으로 한국의 안보환경에 적합한 유·무인체계 복합작전 개념 정립과 이를 구현하기 위한 개발목표와 요구조건의 구체화가 필요하다. 셋째, 기술적인 측면으로는 무인체계용 지능형 S/W와 개방형 구조를 적용해 개발하고, 기존의 유인체계와 연동기술 개발과 유·무인체계간 소통의 신뢰성 확보를 위한 사이버 보안기술 발전의 필요성을 제시하였다. 한국은 무인체계 개발의 초기에서부터 정책적, 운용적, 기술적 측면을 체계적으로 관리하여 예산과 노력의 낭비를 줄일 수 있기를 기대한다.

References

- [1] Security Management Research Institute, "Military Application Plan and Operation Concept of Unmanned Robot", DoD Research Project, 2015
- [2] Jeongmog, Ma, "Concept and Design of Controllable Autonomous Weapon Systems", *Journal of Defence Policy Studies*, Vol.36, No2, p.89, Summer, 2020.
- [3] U.S. DoD Defence Science Board, "Summer Study on Autonomy", Office of Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology and Logistics, 2016.
- [4] Dr. Robert Grabowski, Big Picture for Autonomy Research in DoD, Soft and Secure Systems and Software Symposium, Jun 2015
- [5] U.S. DoD Defence Science Board, "The Role of Autonomy In Dod Systems", 2012
- [6] U.S. DoD, Defence Science Board on Next Generation Unmanned Undersea Systems, 2016
- [7] U.S. DoD Community of Interest, DoD Autonomy Roadmap, 2018
- [8] U.S. DoD, Unmanned Systems Integrated Roadmap 2017-2042, 2018
- [9] Jang Wan Hur, Kyung Won Oh, "An Analysis of Weapon Systems Operational Requirements Document in National Defense Acquisition Process", *Journal of Aerospace System Engineering*, Vol.11, No.2, pp.1-8, April, 2017
- [10] Seung Sik Min, Kyung Won Oh, "Analysis of Physical Combat Power for Unmanned Combat Aerial Vehicle", *Journal of Aerospace System Engineering*, Vol.11, No.6, pp.50-55, December, 2017