韓國IT서비스學會誌
第15卷 第4號
2016年 12月, pp.25-39

Journal of Information Technology Services
https://doi.org/10.9716/KITS.2016.15.4.025

국내외 드론산업 동향 분석을 통한 공공분야에서의 드론 활용방안에 대한 연구*

심승배** · 권헌영*** · 정호상****

A Study on Utilization of Drone for Public Sector by Analysis of Drone Industry*

Seungbae Sim** · Hunyeong Kwon*** · Hosang Jung****

■ Abstract ■

The drone is an unmanned aerial vehicle which has no human pilot. Drones can be classified into military drones, commercial drones, and personal drones by usage. Also, drones can be classified from large-sized to nano-sized drone by size and autonomous, remote controlled drone by control type. Especially, military drones can be classified into low-altitude drones, medium-altitude, and high-altitude drones by altitude.

Recently, the drone industry is one of the fast growing industries in the world. As drone technologies have become more advanced and cost-effective, Korean government has set its goal to become a top-level country in drone business. However, the government's strict regulation for drone operations is one of the biggest hurdles for the development of the related technologies in Korea and other countries. For example, critical problems for drone delivery can be classified into technical issues and institutional issues. Technical issues include durability, conditional awareness, grasp and release mechanisms, collision avoidance systems, drone operating system. Institutional issues include pilot and operator licensing, privacy rules, noise guidelines, security rules, education for drone police.

This study analyzes the trends of the drone industry from the viewpoint of technology and regulation. Also, we define the business areas of drone utilization. Especially, the drone business types or models for public sector are proposed. Drone services or functions promoting public interests need to be aligned with the business reference model of Korean government. To define ten types of drone uses for public sector, we combine the business types of government with the future uses of drones that are proposed by futurists and business analysts.

Future uses of drones can be divided into three sectors or services. First, drone services for public or military sectors include early warning systems, emergency services, news reporting, police drones, library drones, healthcare drones, travel drones. Second, drone services for commercial or industrial services include parcel delivery drones, gaming drones, sporting drones, farming and agriculture drones, ranching drones, robotic arm drones. Third, drone services for household sector include smart home drones.

Keyword : Commercial Drone, Drone, Drone Applications, Drone Risks, Military Drone, Unmanned Aerial Vehicle, Unmanned Vehicle

Submitted : July 28, 2016 1st Revision : September 30, 2016 Accepted : October 2, 2016

* 이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2014R1A1A2057391).

** 한국국방연구원 국방획득연구센터 연구위원
*** 고려대학교 정보보호대학원 부교수
**** 인하대학교 아태물류학부 부교수, 교신저자

1. 서 론

드론은 조종사가 탑승하지 않고 무선전파 유도에 의해 비행 및 조종이 가능한 비행기나 헬리콥터 모양의 무인기를 말한다. 무인기는 비행하는 공간에 따라 무인자동차, 무인항공기(UAV : Unmanned Aerial Vehicle, 이하 UAV), 무인선박과 같이 구분할 수 있으며, 드론은 UAV 중에서도 소형에 해당하는 무인기를 말한다. 시장조사 전문기업들은 세계 UAV 시장이 2023년에 100억 달러 이상의 규모로 성장할 것으로 예측하고 있으며, 군사적 목적이 아닌 상업용 드론의 시장이 전체 UAV 시장의 10% 이상을 점유할 것으로 전망하고 있다. 국내의 드론산업 경쟁력은 세계 6위(2013년 기준)로 분석되고 있으나, 현재 전 세계 드론산업은 초기 시장형성 단계에 머무르고 있기 때문에 선제적인 투자를 통해 국내 드론산업의 경쟁력을 강화할 필요가 있다.

아마존과 같은 국외 기업은 이미 2013년에 드론을 통한 물류 배송계획을 밝힌 후 2015년 11월에 시제품의 시연 동영상을 공개했다. 아마존의 프라임 에어 서비스는 고객이 주문한 상품을 드론을 이용하여 30분 내에 배송하는 서비스이며, 아마존은 다양한 지형과 기후에서 운영할 수 있는 드론 모델을 개발하고 있다. 아마존의 드론은 24.9kg(55파운드)의 무게로 16km(10마일) 이상의 비행이 가능한 제원으로 개발되고 있으며, 드론에 탑재할 수 있는 최대 중량은 2.26kg(5파운드) 정도로 예상된다. 중량을 기준으로 보면 현재 아마존에서 판매하는 제품의 대부분이 배송 대상에 해당된다.

아마존, 구글, DHL, 월마트 등의 민간 기업은 물류 분야에서 드론을 활용하기 위한 계획을 지속적으로 추진하고 있지만 아직 상용화 단계에 도달한 것은 아니다. 이는 상용 서비스를 제공할 대상 국가의 규제 때문이며, 전 세계적으로 상업용 드론을 일반 고객을 대상으로 서비스한 사례는 없다고 볼 수 있다. 골프장이나 연회장에서 드론을 사용한 서비스를 제공한 사례는 있지만 농업용 드론 외에 다수의 고객을 대상으로 누구나 서비스를 제공받을 수 있는 형태로 드론 서비스가 제공된 사례는 없다.

드론에 대한 규제는 미국 연방항공청(FAA : Federal Aviation Administration)의 소형 무인항공시스템(UAS : Unmanned Aircraft Systems)에 대한 규정이 대표적이다. 2016년 8월 29일자로 발효되는 새로운 규정은 무게가 25kg(55파운드) 미만의 무인기에 적용되는 규정이며, 무인기 조종사는 16세 이상이며 드론을 조종할 수 있는 면허를 보유하거나 면허 보유자의 감독 하에 무인기를 조종하도록 규정하고 있다(Federal Aviation Administration, 2016). 특히, 기본적으로 낮 시간에 조종사들의 가시선(VLOS : Visual Line-Of-Sight) 내에만 드론을 운영할 수 있으며 최대 고도 400피트(122미터), 최대 속도 100마일(시속 161km)의 요구사항도 준수해야 한다.

정부는 2016년 5월 18일에 발표한 신산업 분야의 규제 완화 대책에서 25kg 이하의 드론에 대한 비행승인과 기체검사를 면제하고 비행 시험장소를 확대하였다(Korean Government, 2016). 우리나라는 비행금지구역으로 설정된 곳과 150m 고도 이상에서 드론의 비행을 기본적으로 금지하고 있으며, 국방부나 지방항공청의 사전승인절차를 통해 비행을 허가하고 있다. 또한 서울과 같은 도심지역(인구밀집지역)이나 인파가 많이 보이는 행사지역의 상공에서도 드론의 비행을 금지하고 있다. 그리고 우리나라의 규정도 미 연방항공청의 규정과 마찬가지로 가시거리 내 시계 비행만 허용하고 있다.

미국 연방항공청은 드론 관련 규제를 지속적으로 완화하고 있지만 가시선 확보 규정으로 인해 드론을 이용한 상품 배송 서비스는 여전히 상용화되기 어려운 상황이다. 2016년 5월 7일에 발생한 테슬라의 자율주행 모드 충돌사고는 드론도 인간이 통제할 수 있는 범위 내에서 운행될 필요가 있다는 점을 간접적으로 보여준 사례라고 할 수 있다. 즉, 현재의 드론의 기술수준이 가시선 밖에서

의 드론의 비행이나 야간 비행을 제도적으로 허용해줄 수 있는 정도로 성숙되지 않았다는 의미이다. 이러한 제한점에도 불구하고 드론의 잠재적 가치가 높다고 평가하는 시장분석 전문가의 일치된 견해와 상업용 드론에 대한 각국의 적극적인 연구개발 추세를 고려할 때, 초기 시장의 선점을 위하여 공공이나 민간 분야에서의 드론 활용방안을 적극적으로 모색할 필요가 있다. 특히, 공공분야에서 선제적으로 드론산업에 투자하여 드론을 활용한 서비스를 개발하여 보급함으로써 민간분야의 드론 서비스 개발을 촉진하고 활성화하는 것이 중요하다.

본 연구는 국내외 드론산업 동향을 분석하고 공공분야 드론 활용방안을 제시하는 것을 목표로 한다. 특히, 현재 정부에서 2020년을 목표로 추진하고 있는 8대 산업분야 드론 상용화 계획을 포함하여 공공분야 업무관점에서 드론 활용방안을 체계적으로 분석하여 제시하는 것을 목표로 한다. 드론 활용방안에서는 드론의 기술적인 성숙도뿐만 아니라 안전성이나 개인의 사생활 보호에 대한 문제도 종합적으로 고려한 드론 활용 서비스를 제시할 필요가 있다.

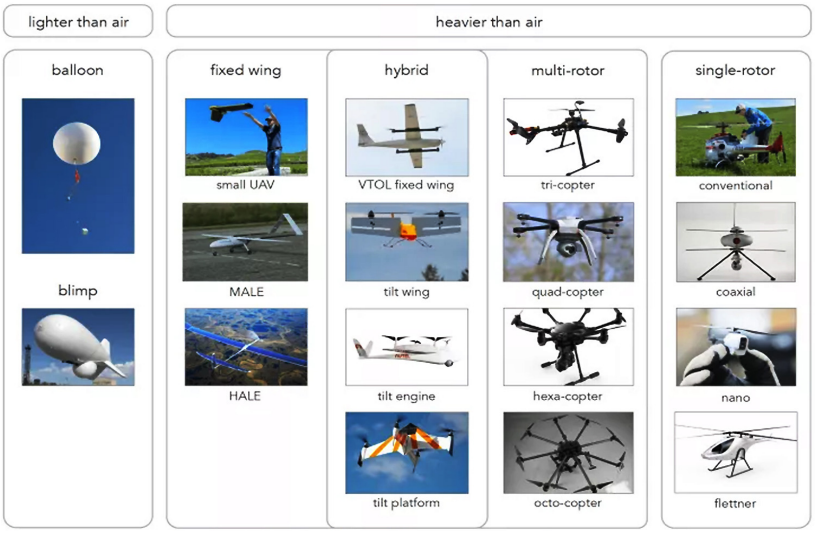
본 논문의 나머지 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 드론의 유형 및 분류체계를 살펴보고, 제 3장에서는 국내외 드론산업 동향을 분석하여 시사점을 제시하고, 제 4장에서는 공공분야 드론 활용방안과 법제도 개선방안을 분석하여 제시한다. 끝으로 제 5장에서는 결론과 향후 연구방향을 제시한다.

2. 드론의 유형 및 분류체계

드론은 UAV 중에서도 소형 UAV로 분류될 수 있다. UAV는 민수용보다는 군수용에서 먼저 개발되었으며, 군수용 UAV은 군사적 용도에 따라 전략, 전술, 특수임무 UAV로 구분하고 비행반경에 따라 근거리, 단거리, 중거리, 장거리로 구분할 수 있다(Van Blyenburgh, 1999). 또한 UAV는 비행고도에 따라 저고도, 중고도, 고고도 UAV로 구분할 수 있고 크기에 따라 초소형, 소형, 중형, 대형 UAV로 구분할 수 있다. 비행임무유형에 따라 정찰기, 공격기, 전투기, 폭격기 등으로도 구분할 수 있으며 이착륙방식에 따라서 구분하기도 한다. 드론은 <Figure 1>과 같이 풍선형에서 멀티로터(multi-rotor)형까지 다양한 물리적 형태를 갖고 있다. 멀티로터형 드론 중에서 가정용이나 상업용에서 가장 일반적인 형태는 프로펠러가 4개인 쿼드콥터(quad-copter)형 드론이다.

드론은 UAV 중에서도 저고도 및 근거리 반경 내에서 운행되는 초소형 또는 소형의 UAV로 규정할 수 있으며, 공공(국방)과 민간 분야에서 다양한 목적으로 활용될 수 있다. 한편, 드론은 비행네트워크 관점에서 비행 시작 지점, 비행경로, 비행종료 지점으로 세분화하여 유형을 분류할 필요가 있다. 예를 들어, 도심지역 내에서 운행되는 드론과 도서・벽지지역에서 운행되는 드론은 다른 차원에서 접근할 필요가 있다. 그리고 상업용 드론의 경제성에 영향을 주는 변수인 최대 비행시간(거리)은 드론이 사용하는 동력원에 좌우된다. 드론이 사용하는 동력원은 내연기관, 배터리, 태양광 등이 있으며 대부분의 가정용・상업용 드론에서 사용하는 동력원은 전기로 충전할 수 있는 배터리다. 배터리를 사용하는 드론은 현재 기술수준으로 최대 30분 정도의 비행이 가능하며, 해당 시간 내에 이동 가능한 거리 내에서 운행될 수 있다. 수소연료전지, 알루미늄 이온 배터리 등과 같은 배터리 기술의 발전 속도를 고려할 때, 최대 비행시간(거리)의 문제는 기술적으로 해결 가능할 것으로 예측된다.

드론의 유형은 우선 용도에 따라 가정용, 상업용, 공무용, 군사용 드론으로 구분할 수 있으며 크기(무게)에 따라 대형(100kg 이상), 미니(25kg~100kg), 마이크로(0.1kg~25kg), 나노 드론(0.1kg 미만)으로 구분할 수 있다(Clarke, 2014). 이때 무게는 드론 자체의 무게와 카메라나 화물과 같이 드론에 탑재하는 중량을 함께 고려한다.



(Source : Drone Industry Insights, 2016).

〈Figure 1〉 UAV Configuration Types

그리고 드론은 통제(제어)방식에 따라 자율제어(Autonomous Control)와 원격제어(Remote Human Control)로 구분할 수 있으며 비행반경에 따라서 근거리, 단거리, 중거리, 장거리로 구분할 수 있다. 단, 본 연구에서 드론을 수십 킬로의 근거리 반경에서 운행되는 UAV로 규정했기 때문에 비행반경 중에서 단거리 이상은 4장의 드론 활용방안에서 고려하지 않는다. 마찬가지로 비행고도에 따라 저고도, 중고도, 고고도 드론으로 구분할 수 있지만, 본 연구에서는 저고도 중에서도 최대 150m 내외에서 운행하는 드론만 연구대상으로 가정한다. <Table 1>은 앞서 언급한 속성들을 포함하는 드론의 유형 및 분류체계를 나타낸다. 앞서 언급한 드론의 유형별 속성 외에도 드론이 비행하는 지역(위치)에 따라 지상, 해상, 공중으로 구분할 수 있다. 예를 들어 드론은 기본적으로 공중에서 운행되지만 수중 드론이나 보트형 드론과 같이 수중(수상)에서 운행되는 드론도 고려할 수 있으며 지상에서 자동차처럼 주행하다가 비행모드로 전환하여 비행할 수 있는 드론도 고려할 수 있다. 또한 지상에서는 해당 공간(지역)이 도심지역이나 인구밀집지역인 경우와 도서 · 벽지지역인 경우로 구분하여 드론의 비행(제어)방식을 설계할 필요가 있으며 안전성에 대한 요구사항 수준도 도심지역이 도서지역보다 상대적으로 높다고 볼 수 있다.

한편, 드론은 단독으로 비행임무를 수행할 수도 있지만 다수의 드론이 동시에 비행임무를 수행할 수도 있다. 이때, 다수의 드론이 동시에 동일한 비행임무를 수행하는 경우와 다수의 드론이 하나의 비행임무를 분할하여 수행하는 경우를 고려할 수 있다. 다수의 드론이 임무를 수행하기 위해서는 드론 간 통신이나 드론 비행을 지원하는 시스템이 필수적이다. 본 연구에서는 이러한 비행임무 수행 형태도 고려하여 공공분야에 초점을 두고 드론 활용방안을 모색하고자 한다.

〈Table 1〉 Categories of Drone

Category	Types of Drone
Usage	Household, Commercial, Public, Military
Size	Large, Mini, Micro, Nano
Control	Autonomous, Remote Human(Pilot) Control
Range	Close, Short, Medium, Long
Altitude	Low, Medium, High
Terrain	Land, Sea, Air

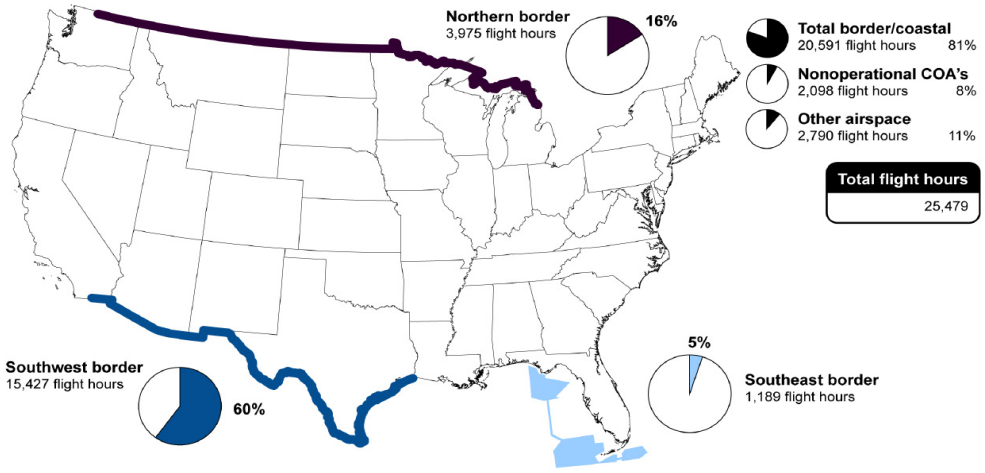
3. 국내외 드론산업 동향 및 시사점

본 장에서는 국내외 드론산업의 동향을 살펴보고 시사점을 분석하고자 한다. 먼저 드론산업은 무인기가 군수분야에서 시작되었기 때문에 민수보다는 군수분야에서 시장이 활성화되어 있다. 예를 들면, 미국 국토안보부 산하 관세국경보호청(CBP : U.S. Customs and Border Protection)는 국경 관리, 통제, 보호 등을 위하여 <Figure 2>와 같은 모습의 MQ-9 프레데터 B 무인기를 2006년부터 운영하고 있다(CBP, 2008). 이 무인기는 <Figure 3>의 비행 이력에서 보는 것과 같이 2011년에서 2015년 사이에 총 25,479시간 동안 국경의 감시임무를 수행하였다. 미국의 경우, 군에서 사용하는 무인기 외에도 이와 같이 공공분야에서 활용하는 다양한 무인기가 운영되고 있다. 특히, CBP의 무인기는 본 연구에서 초점을 두고 있는 소형 무인기(드론)의 범주에 속하지는 않지만 국내의 해안 감시에 적용할 수 있는 사례라고 할 수 있다. 2016년 1월에 정부에서 발표한 드론 상용화 시범사업에도 이와 같은 해안선 관리가 8대 산업 분야에 포함되어 있다. 본 연구에서는 드론산업 동향을 드론의 활용 분야나 목적에 초점을 두고 분석하고자 한다. 즉, 드론제품의 개발동향이나 드론의 요소기술에 대한 개발동향은 다루지 않는다.

〈Figure 2〉 U.S. CBP Predator B Aircraft

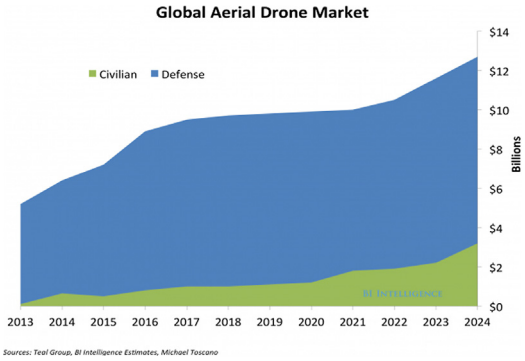
3.1 국외 드론산업 동향

현재 국외기업이 주도하고 있는 드론산업의 시장규모는 <Figure 4>에서 보는 바와 같이 2020년에는 100억 달러 규모로 예측되고 있으며 2024년에는 130억 달러 규모로 예측되고 있다. 특히, 2020년 이후에는 민수 분야(상업용, 가정용)의 비중이 20% 이상으로 확대될 것으로 시장 전문가들이 예측하고 있다. 공공 분야도 상업용 드론 시장의 확대에 따라 매년 성장할 것으로 전망할 수 있으며, 국방 분야에서 기존에 수행하고 있던 감시정찰을 포함하여 다양한 공공 업무로 확장될 것으로 예상할 수 있다.



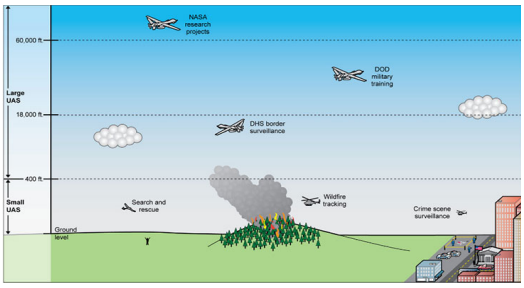
〈Figure 3〉 U.S. CBP Predator B Flight Hours, Fiscal Years 2011 through 2015(GAO, 2016)

국외 드론산업은 상품 배송분야를 중심으로 감시정찰, 소방방재, 재난대응, 통신중계, 촬영(방송, 영화), 농약살포, 의료, 관광 등의 광범위한 분야에서 성장하고 있다(Sawrate and Dhavalikar, 2016). <Figure 5>와 같이 현재 운영 중인 드론의 용도(목적)는 인명구조, 산림보호, 소방방재, 범죄현장 정찰 등에 집중되어 있다. 중고도나 고고도에서 운영 중인 국방이나 우주항공 분야 무인기는 감시정찰이나 연구용 무인기가 대부분이다.



(Source : BI Intelligence, 2016).

〈Figure 4〉 Global Drone Market



(Source : GAO, 2016).

〈Figure 5〉 Examples of Current Uses for Drones

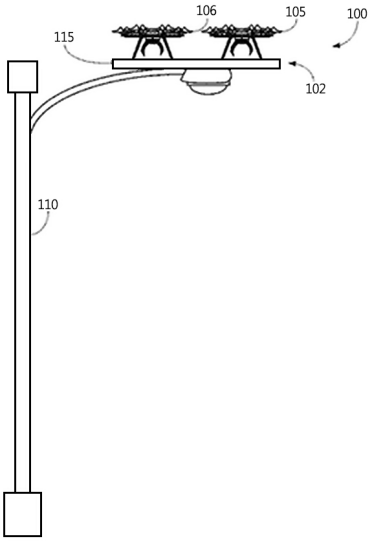
〈Figure 6〉 Amazon Prime Air

국외 드론산업은 물류분야에서 아마존이 개발 중인 <Figure 6>과 같은 모습의 드론을 사용하는 프라임 에어 서비스 상용화 시점을 기점으로 폭발적으로 성장할 것으로 보이며, 아마존을 포함하여 구글, 애플, 테슬라 등이 드론이나 무인자동차 상용화 시점으로 잡고 있는 2020년 전후에 상업용 시장이 본격화될 것으로 예상할 수 있다. 단, 미국의 연방항공청이나 한국의 국토교통부에서 제시하고 있는 무인기 관련 제한 규정이 2020년까지 완화될 수 있을지는 계속 지켜볼 필요가 있다. 규정의 완화나 허용은 무인기의 안전성과 사생활 보호에 대한 사회적 공감대 형성을 전제로 하기 때문이다. 2015년에 드론업체인 플러티(Flirtey)사에서 제작한 드론이 미국 연방항공청과 미국 항공우주국과 협력하여 4.5kg의 의약품을 배송하는 데 성공하면서 1~2년 내 상용 서비스 제공이 가능하다는 전망도 나왔지만, 규정의 제약조건으로 인해 드론의 활용은 일부 분야(의약품 배송, 산불 감시 등)에만 한정될 것으로 판단된다.

법·제도적인 기반 외에도 기술적으로 해결되어야 할 문제에 대하여 미래학자 토마스 프레이(Thomas Frey)는 드론 배송을 위해 해결해야 할 37개의 핵심 문제를 언급하였다(Frey, 2015). 이러한 문제를 기술적 이슈와 제도적 이슈로 구분하여 정리하면 <Table 2>와 같다. 예를 들어, 서울과 같은 도심지역에서는 드론 배송을 위한 집하장소의 설치문제를 포함하여 다수의 드론이 아파트 상공을 날아다니는 상황에서 발생할 수 있는 소음문제, 드론으로 인해 발생할 수 있는 인명이나 재산 피해에 대한 보험문제 등과 같이 다양한 이슈가 사전에 해결되어야 한다. 아마존이 <Figure 7>과 같은 모습의 드론 도킹 스테이션 관련 특허 개발과 같이 기술적 성숙도 향상을 위하여 노력하는 추세를 볼 때, 기술적 이슈는 몇 년 내에 해결될 수 있을 것으로 전망되지만 제도적 이슈는 자율주행차 관련 이슈와 마찬가지로 장시간이 소요될 것으로 보인다.

〈Table 2〉 Critical Problems for Drone Delivery

Classification of Issues	
Technical Issues	Institutional Issues
• Durability • Conditional Awareness • Black Boxes • Override Kill Switch • Cargo Classification System • Weather Contingency Plans • Automated Here-to-There Delivery • Grasp and Release Mechanisms • Aerodynamic Packaging • Fly-Drive Capabilities • Collision Avoidance Systems • Crowded Skies Navigation System • Drone Operating System • Docking Systems • Better Battery Tech • Airbag Crash Protectors	• Designated Delivery Spots • Maintenance Plans • Drone Classification System • Drone Insurance • Vehicle Licensing • Pilot Licensing • Operator Licensing • Privacy Rules • Security Rules • Drone Spam Rules • Noise Guidelines • Shot from the Sky Recourse • Political Awareness • Consumer Awareness • Education for the Drone Police • Education for Drone Lobbyists • Education & Certification for Drone Pilots • Education for Drone Maintenance and Repair • Drone Financing • Flying Drone Bill of Rights • Invisible Fences



〈Figure 7〉 Multi-Use UAV Docking Station Systems and Methods(US Patent 9,387,928 B1)

국가차원에서 아랍에미레이트(UAE)는 2014년에 세계 최초로 정부 문서 배송에 드론을 활용하겠다는 계획을 2015년과 2016년에 각각 발표했으나 현재까지 실행에 옮기지 못하고 있다. 그리고 스위스와 호주도 우편 배송에 드론을 활용하겠다는 계획을 발표했으나 시범적용 단계에 머물러 있다. 이는 드론 배송에 요구되는 기술적 성숙도나 제도적 기반의 구축 문제 때문인 것으로 판단된다.

아마존 외에도 DHL은 2014년 9월에 독일의 항구에서 12km 떨어진 섬 지역까지 무인기(DHL 파셀콥터)를 이용하여 의약품을 성공적으로 배송하였으며 월마트도 2015년 말부터 유통센터 간 물품배송을 시작으로 드론 배송 서비스를 준비하고 있다. 모든 산업 분야에서 급성장하고 있는 중국도 알리바바그룹의 자회사인 타오바오에서 2015년에 드론 배송 서비스를 시범적으로 운행하여 1시간 내에 제품을 배송한 사례가 있다.

한편, 물품 배송 서비스 외의 분야에서도 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 구글은 스카이벤더 프로젝트를 통해 태양광 드론을 이용한 5G 통신 기술을 개발하고 있으며, 미국의 아르고디자인사는 미래의 응급차량인 드론 앰뷸런스(Drone Ambulance)를 제안하였다.

그리고 2015년 1월에 백악관 건물에 충돌한 드론과 2015년 4월에 일본 총리관저에 추락한 드론을 제작한 업체로 더욱 유명해진 DJI사의 드론은 개인의 취미용과 항공 촬영용으로 활용되고 있다.

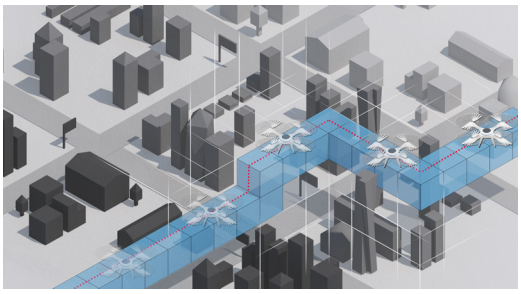
3.2 국내 드론산업 동향

국내에서는 현재 농업용이나 소방방재용으로 드론을 활용하고 있다. 농촌에서는 농산물의 작황 점검이나 병해충 방제에 농업용 드론의 활용을 확대하고 있는 추세이며, 현재는 무인헬기와 병행하여 활용하고 있다. 약제의 살포용량이나 안전성에 대한 문제만 해결하면, 일본처럼 농업용 드론이 활성화될 수 있을 것으로 기대하고 있다. 일본은 야마하(Yamaha)사에서 개발한 농업용 드론을 중심으로 이미 20년 전부터 농업

용 드론을 살충제 방제나 비료 살포에 활용하고 있다.

정부는 2016년에 1월에 발표한 8대 산업분야에 대한 드론 상용화 시범사업계획을 발표하였으며, 8대 분야는 물품 수송, 산림 보호 감시, 해안선 관리, 국토 조사 순찰, 시설물 안전 진단, 통신망 활용, 촬영 · 레저, 농업지원 분야이다. 물품 수송에 대한 시범사업은 2018년에 실제 운영환경에서 통합 시험을 수행하는 것으로 계획하고 있으며, 2020년에 해당 서비스를 상용화하는 것을 목표로 하고 있다. 국외에서는 이미 물품배송 시범사업을 완료한 것과 비교할 때, 국내 드론산업의 기술적 성숙도는 상대적으로 높지 않은 수준이라고 할 수 있다. 예를 들어, 드론 배송 서비스와 관련하여 국내에서 가장 기술력이 앞서 있다고 평가되는 CJ대한통운은 드론 배송 기술을 지속적으로 발전시키고 있지만 2016년 4월의 시연 실패에서 보듯이 아마존과 같은 국외기업의 기술력에는 도달하지 못하고 있다. 하지만 2016년 5월 18일 제5차 규제개혁 장관회의에서 발표된 드론산업 규제 혁신방안을 통해 드론산업이 성장하면 기술 격차는 빠르게 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다. 2016년 7월에는 <Figure 8>과 같이 드론 활용 증가에 따라 안전관리 및 사고예방을 위해 드론을 위한 전용 도로(드론 길) 구축을 추진한다고 발표하였다. 드론 길은 드론의 안전한 비행에 필요한 '3차원 정밀 공간정보'와 '비행에 방해되는 장애물 정보'를 포함한 새로운 개념의 3차원 공간정보 기반의 드론 경로를 의미한다.

2016년 2월부터 시범사업에 착수한 국립산림과학원은 산불 탐지, 산불 위치 영상 중계, 산불 소화약제 투하, 조난 수색 및 구호품 수송 등의 분야에 드론을 활용하는 시범사업을 추진하고 있다. 국립산림과학원은 2017년까지 시범사업을 추진하고 2020년까지 실제 업무에 투입하는 것을 목표로 하고 있다.



(Source : MOLIT, 2016).

〈Figure 8〉 Concept of Drone Road

취미용 드론도 2016년 6월부터 운영이 시작된 서울시의 한강드론공원이나 지자체나 각종 기관 · 협회에서 주관하는 드론경진대회(드론 레이싱)의 활성화에 따라 국내 시장이 성장하고 있다.

3.3 시사점

국외 드론산업은 현재의 인명구조, 산림보호, 소방방재, 범죄현장정찰, 방송 및 영화 촬영 등의 분야에서 물품배송 분야로 발전하고 있으며, 국내 드론산업도 유사하게 농업이나 소방방재용을 중심으로 감시(조사), 정찰(순찰), 물류 등의 분야로 발전하고 있다. 드론의 활용계획은 유사하지만 기술적 성숙도에는 다소 차이가 있다. 국외기업들이 이미 드론에 대한 시범사업을 몇 년 전부터 수행하고 있는 것과 비교하여 국내는 2015년부터 정부 주도로 시범사업을 추진하고 있다. 아마존이 2013년에 드론 배송을 계획하고 그전부터 드론을 개발하고 있을 때, 국내 관련 기업은 드론 배송 서비스에 대한 회의적인 인식을 갖고 있었다. 이와 같은 국내 기업들의 인식이 현재의 국외와 국내 드론산업의 기술적 수준 차이를 만들었다고 볼 수 있다.

드론 제조업체 관점에서도 미국, 프랑스, 중국 등이 세계 드론 시장을 선도하고 있으며 한국의 드론 제조업체들은 선두기업들을 추격하고 있다. 한국은 군사용 무인기 분야에서 이미 무인기를 개발하여 운영하고 있기 때문에, 군사용 무인기 경험을 바탕으로 드론을 제조(개발)하는 기업과 IT분야 기술력을 보유한 드론 전문기업들이 빠르게 선두기업들의 기술력을 따라잡을 수 있을 것으로 전망된다. 다만, 캐나다의 한 발명가가 개발한 호버보드 드론이나 2016년 7월 6일에 출시되어 전 세계적으로 인기를 끌고 있는 게임인 포켓몬 고(Pokemon Go)를 지원

하는 드론인 포케드론(Pokedrone)과 같이 하드웨어 기술력보다는 창의적인 아이디어가 중요하다. 또한 아이디어와 함께 드론을 운영하기 위한 운영체제(OS), 애플리케이션 등의 소프트웨어 기술력도 정부와 국내기업들이 중점을 두어야 할 분야이다.

4. 공공분야 드론 활용방안 및 법제도 개선방안

드론은 인체와 비슷한 기능을 수행한다. 드론의 입에 해당하는 스피커는 실시간으로 광고(홍보)를 하거나 원격으로 현장에 위험을 경보할 수 있는 기능을 수행할 수 있으며 드론의 손과 발에 해당하는 탑재공간은 물류의 말단(last mile delivery)에 해당하는 인간이 수행하는 배송 업무를 대체할 수 있다. 그리고 드론의 눈과 귀에 해당하는 카메라를 포함한 센서는 실시간 현장을 감시하거나 현장의 소리(영상)를 녹음(녹화)할 수 있다. 끝으로 드론의 몸에 해당하는 동체는 광고물을 부착하여 움직이는 광고판으로 활용될 수도 있다. 최근에는 드론과 로봇을 결합한 로보드론 개념도 등장하고 있으며, 드론은 인간이 수행하는 업무를 효율적이고 안전하게 수행할 수 있는 수단으로 필요성이 증대되고 있다.

4.1 드론 활용방안

미래학자 토마스 프레이(Thomas Frey)는 미래의 드론 활용 업무(서비스)에 대하여 24개 유형으로 구분하여 총 192개의 서비스를 제시하였다(Frey, 2014). <Table 3>은 24개 유형의 서비스를 공공, 상업용(산업용), 가정용으로 분류한 결과이며, 공공분야에서 드론을 활용할 수 있는 분야는 조기경보 시스템, 응급 서비스, 우편물 배송, 경찰 드론, 교육용 드론, 여행용 드론 등이다.

본 연구에서는 토마스 프레이가 제시한 드론 활용방안을 중앙행정기관 기능분류체계(2015년 기준)와 연계하여 분석한다. 이를 통해 중앙행정기관의 업무와 연계할 수 있는 드론 활용 업무를 식별하여 대응함으로써 해당 업무의 드론 활용 활성화를 유도하는 것을 공공기관에 기대할 수 있기 때문이다.

중앙행정기관 기능분류체계는 '정책분야(Business Area)-정책영역(Detailed Area)-기능(Function)'의 구조로 행정업무의 표준유형을 제시하고 있다(MOI, 2015). 예를 들어, 공공질서 및 안전(정책분야) 하부에는 경찰(정책영역)이 존재하며 교통 및 물류(정책분야) 하부에는 도로, 철도, 항공 등의 정책영역이 존재한다. 또한 경찰이라는 정책영역은 경비, 교통안전, 범죄수사 등의 기능으로 세분화된다.

제 3장의 국내외 드론산업 동향을 기초로 드론을 활용할 수 있는 대표적인 행정업무 기능을 식별하면 다음과 같다. 행정업무 기능은 '정책분야-정책영역-기능'의 구조로 표기한다.

- 공공질서 및 안전-경찰-경비
- 공공질서 및 안전-경찰-교통안전
- 공공질서 및 안전-경찰-범죄수사
- 재정・세제・금융-세제-밀수감시단속
- 사회복지-보훈-국립묘지
- 공공질서 및 안전-안전관리-복구지원
- 공공질서 및 안전-안전관리-소방대응
- 공공질서 및 안전-안전관리-재난상황
- 공공질서 및 안전-해경-해상경비
- 공공질서 및 안전-해경-해상치안
- 환경-해양환경-해양오염관리
- 국방-전력유지-군사시설 건설 및 운영
- 교통 및 물류-도로-고속도로건설
- 교통 및 물류-물류 등 기타-자동차관리 안전 및 대중교통 활성화
- 교통 및 물류-철도-도시철도건설
- 교통 및 물류-항공・공항-항공시설
- 지역개발-수자원-댐건설 및 치수능력증대
- 지역개발-수자원-하천관리 및 홍수예보
- 과학기술-과학기술 진흥-기상관측
- 농림-농업・농촌-농산물유통
- 농림-농업・농촌-농지관리
- 문화체육관광-문화재-문화재보존
- 문화체육관광-국립박물관 운영

- 과학기술-원자력기술-원자력 안전
- 통신-방송통신-첨단인프라기반조성
- 통신-우정-우편
- 국방-방위력개선-감시 · 정찰 · 정보 · 전자전 사업관리
- 국방-방위력개선-지휘통제 · 통신 사업관리
- 보건-보건의료-소록도병원 지원
- 보건-보건의료-응급의료체계운영 지원
- 보건-보건의료-장기 및 인체 혈액관리
- 농림-임업 · 산촌-산림생태계보전
- 농림-임업 · 산촌-산림자원보호
- 산업 · 통상 · 중소기업-에너지 및 자원개발-에너지 안전관리
- 산업 · 통상 · 중소기업-에너지 및 자원개발-원전사업 및 발전소 주변지역 지원
- 해양수산-해양수산 · 어촌-수산물 유통 및 안전관리
- 교통 및 물류-해운 · 항만-항만운영 및 해상운송
- 환경-해양환경-해양환경 보전
- 환경-대기-수도권 대기보전
- 환경-상하수도 · 수질-4대강 유역관리
- 환경-폐기물-자원순환체계 구축

<Table 3>의 공공부문 드론 활용방안과 앞서 제시한 드론을 활용할 수 있는 대표적인 행정업무 기능을 연계하여 분석하면 ①교통 · 유통 · 물류 ②감시 · 정찰 · 경비 · 치안 ③관측 · 조사 · 분석 · 예측 ④농어촌 · 산림관리 ⑤보건의료 ⑥문화재관리 ⑦하천 · 해양관리 ⑧에너지관리 ⑨소방 · 방재 ⑩범죄수사와 같이 10대 활용분야로 재정리할 수 있다.

〈Table 3〉 Future Uses of Drone by Sectors

Category	Classification of Drone Services		
	Public(Military) Services	Commercial(Industrial) Services	Household Services
1. Early Warning Systems	○		
2. Emergency Services	○		
3. News Reporting	○	○	
4. Delivery	○	○	
5. Business Activity Monitoring		○	
6. Gaming Drones		○	
7. Sporting Drones		○	
8. Entertainment Drones		○	
9. Marketing		○	
10. Farming and Agriculture		○	
11. Ranching Drones		○	
12. Police Drones	○		
13. Smart Home Drones			○
14. Real Estate	○	○	
15. Library Drones	○	○	
16. Military and Spy Uses	○		
17. Healthcare Drones	○	○	
18. Educational Drones	○	○	
19. Science & Discovery	○		
20. Travel Drones	○	○	
21. Robotic Arm Drones		○	
22. Reality Distortion Fields		○	
23. Novelty Drones		○	
24. Far Out Concepts	○	○	○

한편, 드론의 활용방안을 최적화 모델(optimization model) 관점에서 보면, 소요시간을 단축하거나 비용을 절감하는 목적함수를 갖는 드론 활용모델을 고려할 수 있다. 앞서 제시한 10대 활용분야 중에서 ①, ③, ④, ⑥, ⑦은 시간이나 비용을 절감할 수 있는 드론 활용분야로 볼 수 있다.

시간이나 비용 외에도 인명피해를 최소화하거나 작업자의 안전을 보장하는 목적으로 ②, ⑤, ⑧, ⑨, ⑩의 분야에서 드론을 활용할 수 있다. 예를 들어 일본의 후쿠시마 원전사고와 같이 위험한 지역에서 수행하는 업무는 로봇이나 드론의 지원을 받는 것이 안전하다. 또한 응급의료나 도서벽지에 대한 의약품지원도 궁극적으로 인명피해를 최소화하거나 예방하기 위한 드론 활용분야에 해당한다.

이와 같이 사람이 탑승하지 않는 무인기라는 점과 빠른 기동성을 보유하고 있다는 점이 드론의 장점이며, 이러한 장점을 이용하여 공공 분야에서 시간과 비용의 최적화, 안전 보장 등의 목적으로 드론을 효과적으로 활용할 수 있다.

4.2 법제도 개선방안

시스템 관점에서 드론을 살펴보면, 드론을 구성하는 하드웨어 시스템은 센서나 배터리 기술을 제외하면 상당한 수준에 도달해 있다. 군사적 용도의 드론에서 발전한 기술이 공공이나 상업용 드론에 그대로 적용되고 있으며, 하드웨어는 점점 경량화 되고 있다.

하지만 드론을 구성하는 소프트웨어 시스템은 안전성 보장 관점에서 지속적인 개선이 필요하다. 최근 발생한 테슬라 자율주행 모드 에러는 자동차의 자율주행 소프트웨어에 탑재된 알고리즘의 문제이기 때문이다. 또한 드론 소프트웨어의 안전성 보장 문제는 드론 비행으로 인해 발생할 수 있는 리스크에 대한 통제에 대한 문제이다. 즉, 드론 비행의 변수를 통제하고 리스크를 최소화한 후에, 사회가 최소화된 리스크를 수용할 수 있는 제도가 뒷받침되어야 한다. 드론 비행의 변수를 정의하고 관련 리스트를 정의하기 위해서는 다양한 환경에서 장시간 비행한 운영 이력(통계) 데이터가 필수적이다. 정부의 시범사업도 드론의 경제성보다는 드론의 안전성에 초점을 둘 필요가 있다. 드론의 안전한 운행과 관련하여 미국 항공우주국(NASA)은 복수의 드론과 유인 항공기를 동시에 안전하게 운행하기 위한 기술표준 연구(UAS Traffic Management(UTM) Research Platform)를 수행하고 있으며 2019년까지 인구밀도가 높은 도심지역을 포함한 시험을 완료하는 것을 목표로 하고 있다.

그리고 드론을 조작하는 드론 조종사의 자격도 드론 활용분야에 따라 세분화하고 분야별 요구사항에 따라 자격등급도 차등화 할 필요가 있다. 미래에는 드론을 원격으로 조작하는 드론 조종사와 유인 항공기를 조작하는 조종사를 포함하여 자율비행모드의 드론이 동시에 운용되는 환경이 예상된다. 현재 농업이나 방재용 드론을 조종하기 위해 필요한 자격 요구사항도 미래에는 자율비행 드론 운영을 지원하기 위한 드론 관제업무에 대한 자격 요구사항으로 변화할 가능성이 높다.

드론의 안전성 보장과 드론 운용(조종)을 위한 자격제도 외에도 드론 비행에 따른 개인의 사생활 보호 문제가 제도 관점에서 논의될 필요가 있다. 촬영용이나 취미용 드론에 탑재되는 고해상도 카메라는 실시간으로 사진이나 동영상을 촬영할 수 있으며, 드론 조종자의 실수나 고의로 일반 가정집이나 사적인 공간(호텔, 사유지 등)을 촬영하여 개인의 사생활을 침해할 수 있기 때문이다. 사생활 침해문제는 침해방지 기능을 드론의 소프트웨어에 기본 탑재하도록 드론 제조사에 요구하는 방안을 포함하여 드론으로 촬영한 개인영상정보에 대한 보호체계를 기존의 개인정보보호법이나 새로운 법령으로 규정하여 개인의 사생활을 보호할 필요가 있다. 관련하여 행정자치부는 2015년에 CCTV와 같은 고정형 영상장치에 초점을 둔 개인영상정보보호법 제정을 추진하였으며, 현재 드론에 탑재되는 카메라와 같은 이동형 영상장치에 초점을 둔 입법을 준비하고 있다.

5. 결 론

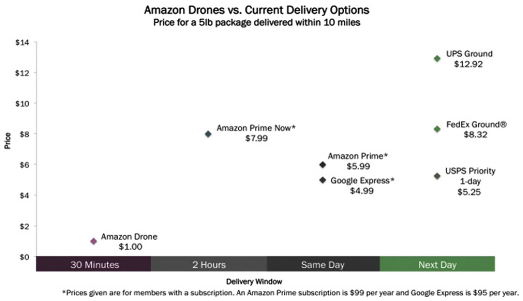
드론은 UAV 중에서도 저고도 및 근거리 반경 내에서 운행되는 초소형 또는 소형의 UAV로 규정할 수 있으며, 공공(국방)과 민간 분야에서 다양한 목적으로 활용될 수 있다. 민간 분야에서 드론을 활용한 서비스 산업을 선도하고 있는 아마존은 미국에서의 시험비행에 이어 2016년 7월에 영국에서의 시험비행에 대하여 영국 정부의 허가를 받았다. 영국 정부는 초기 단계인 드론 산업을 선점하기 위하여 선제적인 드론 시험비행 계획에 착수하였으며, 조종사의 시야를 벗어난 드론 비행 기술과 드론의 장애물 인식 기술의 개선을 목표로 하고 있다. 이러한 기술은 드론 소프트웨어의 안전성 보장과 밀접하게 연결되어 있다. 즉, 민간 기업은 물류 분야를 포함하여 다양한 산업 분야에서 드론을 활용하기 위한 계획을 지속적으로 추진하고 있지만 아직 상용화 단계에 도달한 것은 아니다. 이는 상용 서비스를 제공할 대상 국가의 규제 때문이며, 미국 FAA의 소형 무인항공시스템 관련 규정이 대표적이다.

정부는 미국 FAA의 규정 완화속도와 비슷한 속도로 드론 관련 규정을 개정하고 있으나 우리나라의 규정도 미 연방항공청의 규정과 마찬가지로 현재는 가시거리 내 시계 비행만 허용하고 있다.

드론을 포함한 무인기 운영에 대한 규제에도 불구하고 드론의 잠재적 가치가 높다고 평가하는 시장분석 전문가의 일치된 견해와 상업용 드론에 대한 각국의 적극적인 연구개발 추세를 고려할 때, 초기 시장의 선점을 위하여 공공이나 민간 분야에서의 드론 활용방안을 적극적으로 모색할 필요가 있다. 특히, 공공분야에서 선제적으로 드론산업에 투자하여 드론을 활용한 서비스를 개발하여 보급함으로써 민간분야의 드론 서비스 개발을 촉진하고 활성화하는 것이 중요하다. 민간분야의 드론 서비스 활성화는 <Figure 9>와 같이 물류 서비스 비용을 혁신적으로 낮추는 데 기여할 수 있기 때문이다.

한편, 드론을 활용한 서비스는 IT 융합 개념에서 보면 기존의 물리적인 제품에 IT 기술을 내장하여 목표로 하는 서비스를 제공하는 개념으로 볼 수 있다(Sim et al., 2015; Sim et al., 2012). 특히 다양한 민간 분야의 IT 기술과의 융합(결합)이 필수적이다.

하지만 드론산업의 촉진과 병행하여 의약품 드론 배송과 같이 인간의 생명에 영향을 줄 수 있는 문제에 대한 타당성(기술, 수요 등)이나 리스크를 분석하는 연구도 필요하다. 의약품 배송 문제의 경우를 보면 드론의 유용성은 인정하지만 현재의 의약품 배송과 비교하여 우월하다고 확신하기 어려운 상황이기 때문이다(Thiels et al., 2015).



(Source : Robotics Trends, 2015).

〈Figure 9〉 Delivery Options : Drones vs. Current

본 연구는 최근 신산업분야로 부상하고 있는 드론산업에 대하여 국내외 드론산업 동향을 분석하여 시사점을 제시하고, 공공분야 드론 활용방안과 법제도 개선방안을 제시하였다.

향후 연구방향으로는 공공분야 10대 드론 활용분야에 대한 정부차원의 연구개발계획이나 시범사업 소요를 계량적으로 도출하는 연구를 고려할 필요가 있으며, 드론 편대나 군집형 드론과 같이 다수의 드론을 운영하는 환경에서 드론에 대한 경로를 최적화하는 문제(Murray and Chu, 2015; George et al., 2011)도 지속적인 연구가 필요하다.

또한 법제도적인 제 · 개정소요를 기술적 개발추세와 사회적 공감대 형성 관점에서 복합적으로 고려하여 도출하는 연구가 필요할 것이다.

References

BI Intelligence, "THE DRONES REPORT : Market Forecasts, Regulatory Barriers, Top Vendors, and Leading Commercial Applications", 2016, Available at http://www.businessinsider.com/uav-or-commercial-drone-market-forecast-2015-2 (Accessed July 27, 2016).

CBP(Customs and Border Protection), 2008. Available at https://www.cbp.gov (Accessed July 27, 2016).

Clarke, R., "Understanding the Drone Epidemic", *Computer Law & Security Review*, Vol.30, No.3, 2014, 230-246.

Drone Industry Insights, 2016, Available at http://www.droneii.com (Accessed July 27, 2016).

Federal Aviation Administration, "Operation and Certification of Small Unmanned Aircraft Systems", 2016.

Frey, T., "37 Critical Problems that need to be Solved for Drone Delivery to become Viable", 2015, Available at http://www.futuristspeaker.com/business-trends/37-critical-problems-that-need-to-be-solved-for-drone-delivery-to-become-viable (Accessed November 30, 2016).

Frey, T., "192 Future Uses for Flying Drones", 2014, Available at http://www.futuristspeaker.com/business-trends/192-future-uses-for-flying-drones (Accessed November 30, 2016).

GAO(Government Accountability Office), "Key Issues : Unmanned Aerial Systems", 2016, Available at http://www.gao.gov/key_issues/unmanned_aerial_systems/issue_summary (Accessed July 27, 2016).

GAO, "Border Security : DHS Surveillance Technology, Unmanned Aerial Systems and Other Assets", 2016.

George, J., P.B. Sujit, and J.B. Sousa, "Search Strategies for Multiple UAV Search and Destroy Missions", *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, Vol.61, No.1-4, 2011, 355-367.

Korean Government, "5th Regulatory Reform Ministers Meeting", 2016.

(관계부처합동, 대통령 주재 제5차 규제개혁장관회의, 2016.)

MOI(Ministry of the Interior), "Business Reference Model", 2015.

(행정자치부, "중앙행정기관 정부기능분류체계", 2015.)

MOLIT(Ministry of Land, Infrastructure and Transport), "3-D Drone Road Construction Project Supporting Drone Industry", 2016.

(국토교통부, "드론 신산업 지원을 위한 3차원 드론길 구축 프로젝트 시작", 2016.)

Murray, C.C. and A.G. Chu, "The Flying Sidekick Traveling Salesman Problem : Optimization of Drone-assisted Parcel Delivery", *Transportation Research Part C*, Vol.54, 2015, 86-109.

Robotics Trends, "How Amazon Drones Can Deliver Your Packages for $1", 2015, Available at http://www.roboticstrends.com/article/how_amazon_drones_can_deliver_your_packages_for_1 (Accessed November 30, 2016).

Sawrate, S. and M.N. Dhavalikar, "A Review of Applications of Unmanned Aerial Vehicles in Science and Engineering", *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences*, Vol.4, No.2, 2016, 150-155.

Sim, S.B., C.S. Yoo, and S.M. Hong, "Case Study and Performance Analysis of IT Convertgence Business Models for Defense Sector," *Journal of Information Technology Services*, Vol.14, No.2, 2015, 275-287.

(심승배, 유천수, 홍수민, “국방 IT융합 비즈니스 모델 사례와 성과 분석”, *한국IT서비스학회*, 제14권, 제2호, 2015, 275-287.)

Sim, S.B., H.S. Jung, C.S. Yoo, and B.G. Jeong, “A Methodology of Defense IT Convertgence and Case Study”, *Journal of Information Technology Services*, Vol.11, No.S, 2012, 17-26.

(심승배, 정호상, 유천수, 정봉주, “국방IT융합 추진방법론 및 사례연구”, *한국IT서비스학회*, 제11권, 특집호, 2012, 17-26.)

Thiels, C.A., J.M. Aho, S.P. Zietlow, and D.H. Jenkins, “Use of Unmanned Aerial Vehicles for Medical Product Transport”, *Air Medical Journal*, Vol.34, No.2, 2015, 104-108.

Van Blyenburgh, P., “UAVs : an overview”, *Air and Space Europe*, Vol.1, No.5, 1999, 43-47.

About the Authors

Seungbae Sim (sbsim@kida.re.kr)

Dr. Seungbae Sim received the B.S. and M.S. in Industrial Systems Engineering from Yonsei University in 1999, and 2002, respectively, and Ph.D. degree in Information and Industrial Engineering from Yonsei University in 2013. He has been working for Korea Institute for Defense Analyses since 2002. He received an award from Korea Ministry of National Defense for his contribution to defense policy of information technology in 2011 and 2016. His current research interests include data science, ICT convergence, software asset management, software cost estimation, software productivity, supply chain management, and autonomous logistics.

Hunyeong Kwon (khy0@korea.ac.kr)

Professor Hun Yeong Kwon is currently a Professor of Graduate School of Information Security at Korea University. He received his Ph.D, in Law from Yonsei University in 2005 and LL.M., LL.B. degree from Yonsei University. He is responsible for the Chairman of Government 3.0 Legislation Special Committee, the Chairman of Public Data Strategy Committee. Also, He wrote 'Risks and Countermeasures of the Smart Times' and 'Dissertate the Korea's Internet.'

Hosang Jung (hjung@inha.ac.kr)

Hosang Jung is an associate professor in the Asia Pacific School of Logistics, Inha University, Incheon, Korea. He received the B.S. and Ph.D. degrees in Industrial Systems Engineering from Yonsei University in 1998 and 2003, respectively. After graduation, he worked as a postdoctoral researcher in the Department of Industrial & Systems Engineering at Virginia Tech, VA, USA for two years, and as a chief researcher in the Management Strategy Division at Samsung Economic Research Institute (SERI), Seoul, Korea for two and half years. His research interests include supply chain management, business intelligence, and IT based operations management.