

# 드론을 이용한 물류서비스 추진 방향

정 훈\*, 이현규\*\*

군수산업에서 시작된 드론이 최근 민간 시장으로 빠르게 확대되고 있다. 카메라와 센서 등 탁월한 감지 능력과 신속한 이동성을 갖춘 드론은 운송, 보안, 감시, 관측 등 여러 분야에서 활용되고 있다. 본 글에서는 드론을 활용한 국내 신규 물류서비스 추진을 위해서, 먼저 세계 각국의 드론 기반 물류서비스 동향과 화물운송 수단으로서의 드론 운용을 위한 요소기술을 분석하고 국내 민간용 드론 법·규정 및 개선사항을 도출하였다. 마지막으로 우체국택배 서비스로서 물류 사각지대에 적용 가능한 배송서비스와 도심지에서 안전하고 빠른 배송이 가능한 프리미엄 배송서비스 모델을 제시하였다.

## I. 서론

미국에서 군사용으로 연구개발 되기 시작한 드론은 정찰/감시, 전투용으로 사용되어져 왔다. 최근 산업용 및 민간용으로 드론의 적용 범위가 빠르게 확대되면서 조만간 민간수요가 군사용 수요를 넘어설 것으로 예상되고 있다. 드론의 세계 시장규모는 최근 10년 동안 약 20% 대의 성장률을 보였으며, 앞으로도 연간 10% 대의 성장을 기대하고 있다. 국제무인기협회(AUVSI, Association for Unmanned Vehicle Systems International)에서는 2015년부터 2025년까지 미국에서만 820억달러(약 90조)의 드론 시장이 형성되고, 이 시장을 통해 약 10만 개의 신규 일자리가 창출될 것으로 전망하였다.

\* 한국전자통신연구원 우정물류기술연구부 책임연구원, hoonjung@etri.re.kr

\*\* 한국전자통신연구원 우정물류기술연구부 선임연구원, hg\_lee@etri.re.kr

드론 산업은 민간용 드론 플랫폼 설계 기술, 탑재용 센서 기술, 시스템 통합 기술, 통신 기술 등이 요구되며, 그 응용분야가 다양하고 활용성도 높은 고부가가치 산업이다. 특히, 민간 드론 산업은 새로운 사업 기회를 창출하는 블루오션으로 많은 해외 업체들이 빠른 속도로 설립되는 추세이며, 중국의 DJI사가 물품 출시 1년 내에 세계시장을 석권하는 등 성공사례를 쉽게 볼 수 있을 만큼 신속하고 적절한 투자로 세계수준의 제품 창출이 가능한 새로운 분야임을 알 수 있다. 이미 미국 아마존, 중국의 알리바바, 독일 DHL 등의 물류 기업들은 물류·유통분야에서 드론을 활용한 배송서비스를 시범운영하고 있으며 농업, 재난예방, 방송, 영상제작 등 다양한 분야에서 드론의 효용성이 입증된 바 있다.

드론 상용화를 위해서는 현실적 여건을 반영한 안전성 인증, 사생활 침해, 테러 대비, 관련 법률 제도 개선이 필수적으로 요구되며, 미국, 영국, 호주 등 주요 선진국들은 단계적으로 무인 항공기 관련 제도 개선안과 산업육성책을 마련하고 있다.

본 글에서는 우체국택배 사업의 미래를 위하여 드론을 활용한 두 가지 신규 물류서비스에 대해 기술하고자 한다. 첫 번째 서비스로는 택배 물량은 적으나 운송비용이 많이 발생하는 농어촌과 산간·벽지 등 배송 취약지역을 대상으로 고객이 요구하는 택배뿐만 아니라 긴급 의약품, 생필품 등을 적시·적기에 배송하여 물류 소외계층에 대한 대국민 서비스 품질 향상을 위한 물류 사각지대 배송서비스와 도심지역에서 배송의 시급성을 요구하는 물품을 안전하고 빠르게 배송하는 드론 융합 프리미엄 서비스를 기술하고자 한다.

## II. 드론 기반 물류서비스 동향

### 1. 무인항공기의 개념 및 활용분야


무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)는 일정한 임무를 수행하기 위하여 조종사가 탑승하지 않고 지상에서 원격으로 조종하거나 사전에 입력된 임무 프로그램으로 비행체가 주위환경을 인식하고 판단하여 스스로 비행하는 비행체를 말한다.

운용 목적에 따라 정찰용, 기만용, 공격용, 전투용, 표적용 등으로 분류할 수 있고, 특정 임무를 수행할 수 있도록 적외선 카메라, GPS, 열 움직임 감지 센서 등을 통해 지형, 지물, 사람 등의 동향을 실시간으로 감시, 정찰, 정밀공격 등에 활용하는 무인항공기는 통합체계라는 의미로 UAS(Unmanned Aircraft System)라고도 불린다.

무인항공기는 구동형태에 따라 날개가 기체에 수평으로 붙어 있는 비행기 형태인 고정익(Fixed-wing), 회전축에 설치되어 그 주위에 회전 운동을 하면서 양력을 발생시키는 헬리콥터 형태인 회전익(Rotary) 및 회전날개(Rotor)를 기울일 수 있도록 고정익과 회전익을 결합한 혼합형으로 크게 구분된다.

〈표 1〉 무인항공기 구동형태에 따른 분류

분류	특징	적용분야
고정익 무인기	<ul style="list-style-type: none"> <li>추력 및 양력발생장치가 분리되어 전진방향으로 기속을 얻으면 고정된 날개에서 양력을 발생하여 비행</li> <li>무인기 구조가 단순하고 고속, 고효율 비행이 가능</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>〈활주로 이용〉</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>〈발사대 이용〉</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>군용</li> <li>감시정찰</li> </ul>
회전익 무인기	<ul style="list-style-type: none"> <li>수직 이착륙 및 정점 채공이 요구될 경우 가장 적합</li> <li>비행효율, 속도, 항속거리 등에 있어 고정익보다 불리</li> <li>로터형, 덕트형, 여러개의 로터를 대칭으로 배치한 멀티로터형(드론) 등으로 구분</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>〈로터형〉</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>〈멀티로터형〉</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>항공촬영</li> <li>소방방재</li> <li>감시정찰</li> <li>디지털 맵핑</li> </ul>

분류	특징	적용분야
혼합형 무인기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 틸트로터로 불리며, 수직상태에서는 헬기처럼 수직이착륙을, 수평상태에서는 고정익처럼 고속으로 비행</li> <li>• 고정익 고속 순항 능력과 회전익 수직이착륙 능력을 모두 갖추어 비행능력이 뛰어나지만 복잡한 구조로 인해 조종 및 운용이 다소 복잡하고 기체 제작비가 높음</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>〈틸트로터형 무인기〉</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 함상 운용</li> <li>• 군용</li> <li>• 감시정찰</li> <li>• 통신중계</li> </ul>

무인항공기는 군대에서 감시·정찰, 공격 등의 목적으로 전쟁을 대비하는 사용 용도로 시작하여, 점차 기술력이 발전함에 따라 상업적 가능성을 인정받으면서 현재에는 방송 촬영, 레크레이션, 농업, 통신 중계, 오염 및 자연재난 지역에 대한 재난재해 정보 수집, 택배 물류 분야 등 점차 민간·공공분야로 그 이용 범위가 넓어지고 있으며, 이러한 분야들에 적용이 가능하도록 다양한 형태로 개발되고 있다.

특히, 드론의 활용도는 종류가 다양하고 가격이 수십만 원에 불과하면서, 앱을 이용해 누구나 스마트폰으로 제어가 가능할 만큼 조종이 용이하기 때문에 민간용 드론 시장은 앞으로 더욱 활성화될 전망이다. 국제무인기시스템협회(AUVSI)는 2017년 미국에서만 연간 11만대의 드론 시장이 창출될 것으로 내다 볼 정도이다.

아마존, 구글, 페이스북과 같은 IT 업체에서는 무인항공기를 물류 수송, 통신망 등의 기존 인프라를 획기적으로 개혁하는 데 사용하려 하고 있다. 아마존은 멀티콥터를 이용한 배송서비스를 구축하기 위하여 노력 중이고, 구글은 50m급 태양광 무인기를 인수하여 인터넷 중계기 역할로 사용하려는 계획이 있으며, 매터넷(Mattnet)은 대륙을 망라하는 드론 배송 사업을 추진 중에 있는데, 이는 다수 무인기의 릴레이를 통하여 소형 무인기의 운영 한계를 극복하여 아프리카에서의 의료품 전달 등에 활용할 예정으로 알려져 있다.

(그림 1) 민간 및 공공부문 드론 활용분야



농업용으로 무인항공기 개발에 가장 앞선 나라는 일본으로 1980년초부터 무인 헬기를 개발하여 살충제 및 비료 살포 등으로 사용하고 있고, 이를 기반으로 해안 경비, 남극 연구 등으로 확대해 나아가고 있다. 중국에서는 1980년대부터 방공시스템 및 교란 목적의 군사용 무인항공기를 대량으로 사용하기 시작하여, 현재에는 정찰용, 전자전용, 공격용 무인항공기를 개발하여 활용 중이고, 상업용으로는 전세계 드론 시스템 제조의 선두주자인 DJI를 중심으로 드론 시장을 이끌어 가고 있다.

그동안 국내 무인항공기 개발은 군사용도가 주요 목적이었으며, 유콘시스템에서 정찰용 무인기를 개발하였고, 한국전자통신연구원에서 무인 항공기 운영체계를 개발하여 이를 탑재한 무인항공기 시험 비행에 성공하였다. 한국항공우주연구원에서 틸트로터형 무인기를 개발하여 해안 정찰, 불법 어로 감시, 기상 감시 등의 분야에 적용을 추진 중이다. 국내에서의 농업분야 무인항공기는 농약 살포, 작물 파종, 산림 보호 등으로 사용하고 있으며, 농협의 경우 무인항공기 153대를 보유하고 있다. 또한, IT기업인 LG CNS에서 다목적 무인헬기 개발에 나섰고, LG U+도 전국 어디에서나 고화질 동영상 스트리밍을 제공할 수 있는 송수신 모듈을 탑재한 무인항공

기 시연에 성공하였다.

(그림 2) 유콘시스템의 리모아이(좌), 한국항공우주연구원의 틸트로터(우)



## 2. 국외에서의 드론을 활용한 물류서비스

우리 일상과 가장 밀접한 분야 중 하나인 물류서비스 영역에서는 빠른 화물운송을 위하여 드론을 이용한 물품배송이 적극 모색되고 있다. 2013년 가을, 아마존닷컴(Amazon.com)의 CEO 제프 베조스(Jeff Bezos)는 드론을 이용하여 고객이 주문을 하면 30분 이내로 상품을 배송한다는 흥미로운 구상을 발표하였다. 이를 시작으로 드론을 이용한 다양한 배송서비스 운영이 세계 각국에서 시도되고 있어, 향후 드론은 물류업계에서 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

재난 구호나 도로망이 구축되지 않은 도서·산간에 물품 및 각종 서비스를 제공하는 것 뿐만 아니라 도심지에서도 신속하고 정확한 화물운송에 활용될 것으로 기대되고 있다. 교통체증을 피해 목적지까지 최단 시간 내 항공배달이 가능하다는 게 최대 장점인데, 문 앞에서 배달원을 맞이하는 대신 마당과 베란다, 창문을 통해 드론이 건네주는 피자과 치킨, 햄버거를 배송받을 시대가 다가오고 있는 것이다.

### 1) 미국 아마존 드론 배송서비스

아마존은 상업용 드론 상용화에 가장 적극적인 움직임을 보여 화제가 되었다. 아마존은 2013년 8월에 드론을 이용하여 운송하는 아마존 프라임 에어(Amazon Prime Air)를 신청하였으며 2015년 이후 상용화 예정임을 밝혔다. 자체 개발한 옥토크터(Octocopter)를 통해 상품구

매 직후 30분 안에 물건을 배송하는 시스템으로 물류센터를 중심으로 반경 16km 안의 지역 내에 최대 5파운드(약 2.3kg) 이하의 물건을 30분 안에 배송 해주는 것이 아마존의 계획이다. 현재 아마존은 5, 6세대 드론의 비행 테스트를 끝내고 7, 8세대에 해당되는 드론을 설계하고 있으며, 프라임에어 서비스는 소비자가 말만 하면 자동으로 주문되는 온라인 쇼핑을 위한 스마트 기기인 대시(Dash)와 연동된다. 물품 바코드 리더와 음성인식 기능을 탑재한 스마트 기기와의 연동은 온라인 쇼핑을 진화시켰다는 평가를 받고 있다.

(그림 3) 아마존 프라임에어(좌), 음성쇼핑기기 대시(우)

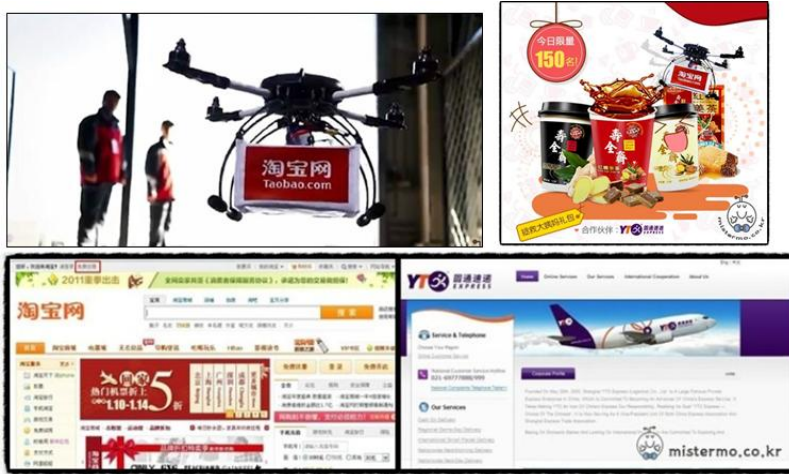


## 2) 중국 알리바바 드론 배송서비스

중국 알리바바 그룹의 B2C 쇼핑몰인 타오바오가 물류회사인 YTO 익스프레스와 제휴를 맺고 2015년 2월 드론을 통해 상품배송 테스트를 실시하였다. 알리바바 드론은 도심지인 베이징, 상하이, 광저우를 중심으로, 한 시간 내의 반경에서, 450명의 생강차 구매 고객을 대상으로 3일(2월 4일~2월 6일) 동안의 택배 수송 시범 운영을 진행하였다(단, 택배 무게는 340g 미만). 미국에 비해 각종 안전문제나 규제를 공안정부가 일괄적으로 관리하는 중국의 경우에는 드론 활용 의지만 있을 경우, 아마존이나 DHL 보다 상용화가 더 빠르게 진행될 수 있을 것으로 여겨진다.



(그림 4) 중국 알리바바의 택배 배송용 드론



3) 독일 DHL 드론 배송서비스

독일 DHL에서는 드론을 이용하여 의약품을 배달하였다. 유럽에서 물품 배송을 허가받고 배송서비스를 시작한 DHL은 2014년 9월 27일 DHL이 자체 개발한 파슬콥터(Parcelcopter)를 이용하여 독일 북부 노르덴시의 노르트다이흐 항구에서 12km 떨어진 북해의 위스트 섬에 의약품을 배송하는 데 성공하였다. 이 화물배송용 드론은 자동 비행 기능이 있어 사람이 무선

(그림 5) 독일 DHL의 소포 배달용 무인기 사례





조종을 하지 않고, 내장 컴퓨터에 입력된 비행경로를 따라 비행했으며, 섬에 착륙한 다음에는 현지 DHL 직원이 약품을 수령해 고객에게 전달하는 방식이다.

#### 4) 프랑스우정 드론 배송서비스

프랑스우정의 통운을 맡고 있는 특송회사인 지오포스트(GeoPost)는 2014년 9월부터 CEEMA 센터에서 드론 배송시험을 진행하였다. 특히 드론시스템 개발 기업인 Atechsys사는 2014년 12월, 자체적으로 개발된 지오드론(GeoDrone)을 이용하여 프랑스 남부지역에 1.2km 떨어진 지역으로 배송을 하는데 성공하였으며, 개발된 드론은 4kg 이하, 40cm×30cm×20cm 이내의 물품을 배달할 수 있는 것으로 알려져 있다. 지오드론은 도서·산간 지역 등 물류 사각지대에 유용하게 설계되었으며, 자동 이륙단계에서, 착륙, 회귀 단계까지 자동화를 이루어 기술적 완성도를 높였다는 평가를 받고 있다.

[그림 6] 프랑스 Atechsys사가 개발한 택배드론 및 관제 시스템



#### 5) 기타 화물운송을 위한 드론

국의 화물운송 드론의 여러 사례 중 파플러사이언스에서 제시한 타코 콥터, 웨이터 드론, 브리또 폭격기, 도미 콥터, 드론클리너 5가지의 배달서비스 사례를 기술한다.

타코 콥터(Tacocopter)는 미국 MIT 출신의 전기공학자 스타 심슨이 샌프란시스코주 베이 지역에서 2012년 3월부터 옥타콥터를 활용한 타코(taco) 배달 시범서비스를 제공하고 있다. 고객이 스마트폰 앱을 통해 주문을 하면 입력된 주소 및 고객 스마트폰의 GPS 정보를 활용, 옥

타콥터가 신속하게 고객 앞까지 타코를 배달해준다. 고객은 앱이 드론의 도착을 알려오면 마당으로 나가 타코를 받게 된다. 타코 콥터는 편의성을 극대화한 뒤 상용서비스에 나설 예정이다.

웨이터 드론(Waiter Drone)은 영국 런던의 초밥 체인점 요! 스시(YO! Sushi)에서 사용되는 드론 웨이터이다. 아이트레이(iTray)로 명명된 쿼드콥터에 특수 제작된 쟁반과 함께 손님이 주문한 음식을 올려놓은 뒤 주방에서 식탁까지 배달하는 서비스를 제공하고 있다. 조종은 숙련된 종업원이 드론에 부착된 2대의 카메라 영상을 보며 전용 앱을 다운로드 받은 아이패드로 수행한다. 이동거리가 짧고, 사유지 내에서 운용되므로 현행법을 저촉하지 않고 상용화가 가능하다는 게 다른 드론 배달서비스와의 차별점이다.

브리또 폭격기(Burrito Bomber)는 미국 다윈 에어로스페이스에서 타코 콥터에 맞서 브리또를 배달하는 드론을 개발, 2012년 12월 시험배달에 성공한 드론이다. 타코 콥터와의 차이는 고정익 드론을 이용한다는 것으로 고객이 앱으로 주문을 하면 고객 스마트폰의 GPS 위치정보가 자동으로 전송된다. 이후 드론이 해당 장소까지 날아가 원통에 포장된 브리또를 투하하면 원통에서 작은 낙하산이 전개돼 지면까지 천천히 하강한다. 현재 미국에서는 사전 허가 없는 고정익 무인기의 운행이 불법이지만 2012년 미 의회가 2015년부터 미국 영공에서 드론 무허가 운용을 허가하는 법안을 통과시켰기 때문에 향후 브리또 폭격기 상용서비스를 볼 수 있을 전망이다.

도미 콥터(DomiCopter)는 피자 배달용 드론으로 피자배달원의 교통사고를 유발한다는 이유로 30분 배달보증제를 폐지했던 도미노피자가 드론을 내세워 신속 배달의 왕좌를 재탈환하려고 있다. 2012년 6월 3일 영국 도미노피자가 드론 제조기업 에어로사이트사의 옥타콥터를 활용, 피자를 배달하는 시연에 성공하였으며, 당시 드론은 페퍼로니 피자 라지 사이즈 2판을 들고 매장에서 6.5km 떨어진 주문자의 집 안마당까지 단 10분만에 도착했다.

드론클리너(Drone Dry Cleaner)는 미국 드라이클리닝 전문점 마나윅크 드라이클리너에서 세탁을 마친 옷을 드론으로 배달하는 것이다. DJI 이노베이션스의 쿼드콥터 팬텀(Phantom)에 옷걸이를 걸어 고객의 가정까지 이동하는 형태다. 안전을 위해 원격조종자 1명과 보조원 1명이 동원돼야 하지만 공중으로 배송하는 만큼 손으로 들고 갈 때와 달리 행인들과 부딪혀 구겨

질 염려가 없다는 것이 특징이다.

(그림 7) 기타 국외 화물운송용 드론 사례



### 3. 국내에서의 드론을 활용한 물류서비스

최근 CJ대한통운은 독일 드론 제작업체와 합작해 들여 온 ‘CJ스카이도어’ 6대를 국가재난처와 협약을 통해 재난 발생시 긴급구조 활동에 지원하기로 하였다. 재난 발생으로 고립된 지역에 의약품 키트를 긴급물품으로 지원하고, 구급대원 파견 시점부터 재난상황 프로세스 별로 필요한 각종 전문의약품 및 수액의 지원이 가능하다. 의약품 키트에는 진통제, 연고제, 소독/세정제, 응급처치용품 등이 다양하게 들어있고 매우 가벼운 중량(145g)이기 때문에 드론 탑재에 매우 적합하다.

(그림 8) CJ대한통운이 개발한 드론 CJ스카이 도어



국내 물류기업이 배송용 드론을 도입한 것은 CJ대한통운이 처음이며, 미래창조과학부 우정사업본부와 한진그룹은 도서·산간 지역 등 오지에 택배배송 및 긴급배송을 중심으로 드론 도입을 검토 중이다. 단기간 내에 드론의 화물운송 서비스가 보편화되기는 어렵겠지만, 배송의 효율성, 속도 및 고객 만족도를 높이려면 국내 물류 기업들은 새로운 배송 장비 활용을 적극적으로 모색해야 할 것이다.

### Ⅲ. 드론 기반 물류서비스 요소기술

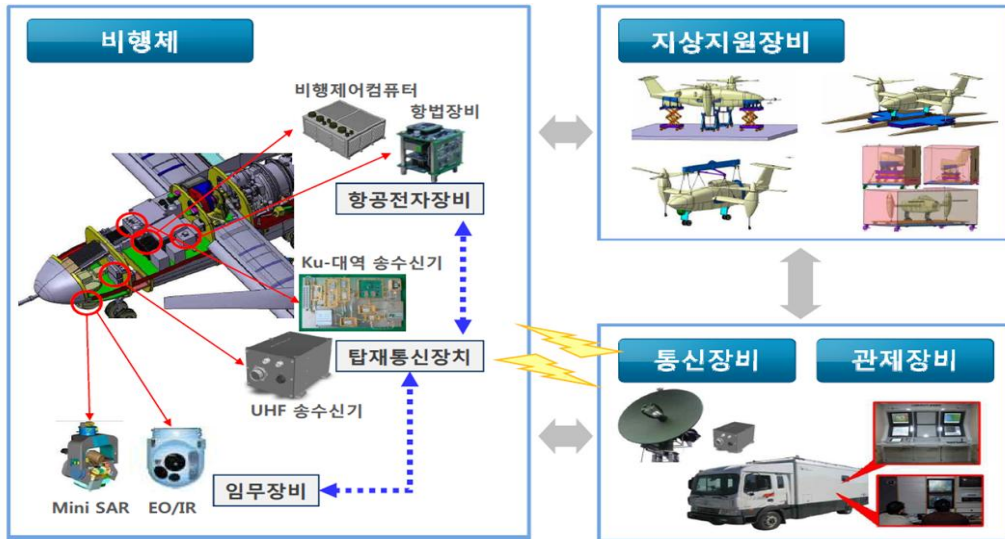
드론 기술은 국방에서 뿐 아니라 민간분야에서도 그 활용 범위가 넓으나, 국방분야와 민간분야에서 추구하는 기술과 제약이 다른 만큼 국방용 기술과 민간용 기술의 이원화 개발 전략이 필요하다. 민간분야 드론 기술 활용에 있어서는 전기, 전자, 정보통신 등의 최신 기술력이 요구되며, 화물운송을 위한 드론 핵심 요소기술을 간략히 살펴본다.

#### 1. 물류서비스를 위한 드론 시스템 구성

드론 체계는 운영하는 목적에 따라 다를 수 있으나 크게 필수 구성 장비, 선택 장비, 지상 지원 장비로 구분할 수 있다. 필수 구성 장비로는 드론, 지상 통제, 임무 계획, 이착륙 통제소,

지상 송수신 장비, 탑재 장비로 구성되며, 선택 장비로는 지상중계기, 공중중계기, 발사대, 회수용 그물망, 원격 영상 수신 및 감지기 조정기 등이 있다.

(그림 9) 민간 드론 시스템 구성 개념도



## 2. 드론 시스템 핵심 요소 기술

### 1) 드론 제어 기술

드론의 운용을 위한 가장 기본적인 제어 기술은 자동조종(Autopilot)과 항법유도(Navigation & Guidance)이며, 현재 운용중인 대부분의 드론들이 이러한 제어 기술을 채택하고 있다. 자동조종은 비행체의 출력에 영향을 미치는 동특성(Dynamic Characteristic)을 향상시키기 위해 적절히 진동을 흡수해 주는 댐핑(Damping)과 주파수를 제공하는 조종 안정성 증강 장치이다. 항법유도는 원거리 목표지점까지 주어진 경로를 따라 오차 없이 비행을 가능하게 하는 임무 제어기이다. 한편 유인 항공기에서는 자동조종(Autopilot)이 항법유도를 의미하므로, 유·무인기 간의 용어 표준화를 위해 자동조종은 조종 안정성 증강으로 변경할 필요가 있다. 일반적으로 드론에는 다음과 같은 수준의 자율비행 기능이 필요하다.

- Autopilot(자동조종)
- Navigation & Guidance(항법유도)
- Path Planning(실시간 경로계획)
- Decision Making(임무여부 결정)

## 2) 드론 충돌회피 기술

드론의 충돌회피 기술은 탑재기반 및 지상기반 기술로 분류할 수 있으며, 탑재기반 기술은 다시 협조적 기술과 비협조적 기술로 구분할 수 있다.

〈표 2〉 드론 충돌회피 기술 분류

기술구분		센서	비고	
탑재기반	협조적	TCAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모든 항공기 장착 필요</li> <li>• 지상 장애물 감지 불가</li> </ul>	
		ADS-B		
	능동형	Radar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 악시계조건 운용 가능</li> <li>• 고가, 고중량, 고전력</li> </ul>	
		Laser		
		Sonar		
	비협조적	수동형	Motion Detection	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시계조건에 성능 민감</li> <li>• 충돌탐지 알고리즘 개발 어려움</li> <li>• 상대거리 탐지 곤란</li> </ul>
			Electro-optical	
		Infrared		
		Acoustic		
	지상기반		3D Radar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무인기 자체 및 바람 등 주변소음 처리 필요</li> <li>• Radar로 탐지되는 제한 지역에만 적용 가능</li> </ul>

협조적 기술은 유인기에 기 적용되어 그 성능이 확인된 기술이지만 모든 항공기에 유사한 장비가 장착된 경우에만 적용 가능하고 지형지물이나 건물 등의 지상 장애물은 감지 불가능하다는 한계가 있다. TCAS(Traffic Alert and Collision Avoidance System)의 경우에는 장비의 크기가 소형 무인기에는 탑재가 어려운 단점이 있다. 그러나 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)의 경우 소형 무인기에도 탑재 가능할 정도로 소형, 경량화가 가능

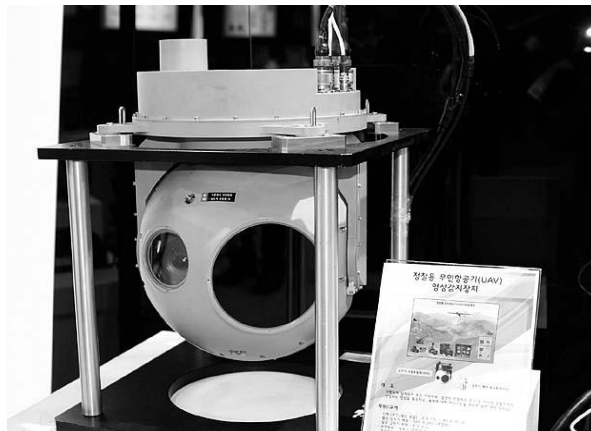


하기 때문에 향후 유인기 탑재가 의무화되면 무인기에도 탑재가 의무화될 가능성이 클 것으로 예상된다. 비협조적 기술은 센서가 신호를 방사하는 능동형과 대상으로부터 방사되는 신호를 감지하는 수동형으로 구분할 수 있다. 레이더 및 레이저와 같은 능동형 센서의 경우 시계가 좋지 않은 경우에도 운용이 가능하고 충돌위험 감지 성능도 확인된 기술이지만 고가이고 중량 및 소요전력이 소형 무인기에 적용하기 곤란하다는 단점이 있다. 수동형 센서는 유인기 조종사가 인지하는 것과 동일한 감각을 제공해 주는 장점이 있지만 시계조건에 따라 충돌 위험 감지 성능이 민감하게 변하고 상대거리측정이 곤란하다는 단점이 있다. 이상에서 알 수 있듯이 탑재기반 기술의 경우 아직까지는 소형 무인기에 적용 가능한 기술이 존재하지 않음을 알 수 있다.

### 3) 드론 탑재 센서 기술

드론 임무 장비는 드론 시스템에서 매우 중요한 부분이며, 이미지 정보의 획득과 제공이 주목적이기 때문에 주로 이미지 정보 획득용 센서인 EO·IR(가시광선·적외선) 센서와 합성영상레이더(SAR) 센서가 탑재된다. 드론에 탑재되는 이러한 이미지 정보 획득용 임무 장비는 관측목적과 운용방법에 따라 다양한 해상도가 요구되며 야간이나 모든 기상조건에서 촬영이 가능해야 하며, 부가적으로 이동목표물 탐지 능력이 요구되기도 한다. EO 센서는 우리가 주위에서 흔히 접하는 CCD 카메라와 같은 종류로 사람이 눈으로 볼 수 있는 가시광선 영역에서 영상을

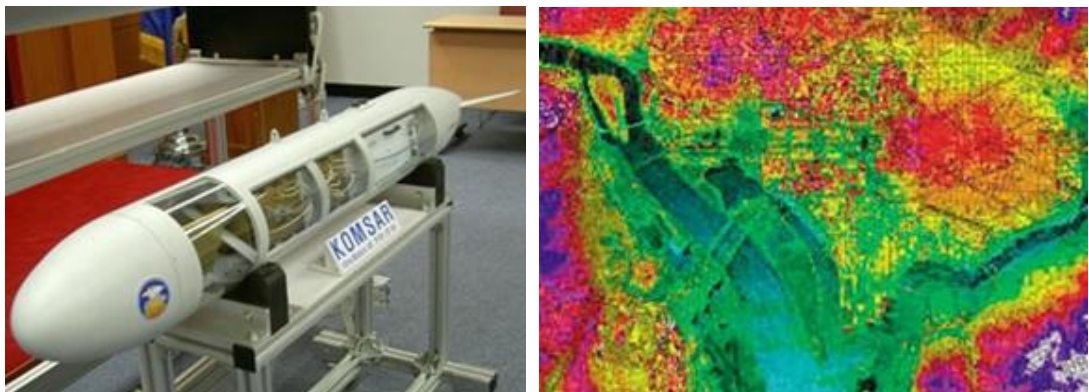
(그림 10) 송골매에 탑재된 EO/IR 장비



얻는 장비로, 얻어진 영상은 별도의 처리 없이도 사람이 영상을 읽고 판독할 수 있고 제작도 다른 센서에 비해 상대적으로 용이하므로 현재까지 가장 널리 사용되고 있다. 야간 및 악천후에서 영상획득을 위해 사용하는 센서가 적외선 센서인 IR 센서이며 이는 물체에서 발생하는 열을 감지하여 이를 영상화하는데, 밤에만 사용하고 어느 정도 식별이 가능한 수준의 영상을 보여주나 기상조건이 좋지 못하면 EO 센서와 같이 정상적인 영상을 얻을 수 없다는 단점이 있다. EO 센서에 비해 하드웨어가 다소 복잡하기는 하지만 다른 센서와 비교해 제작이 쉬워 EO 센서와 같이 많이 사용된다.

전자파를 이용한 SAR 센서는 레이더의 한 종류로서 빛을 이용하는 EO·IR 센서와는 달리 전자파를 이용하므로 낮 뿐만 아니라 밤에도 관심지역을 관찰할 수 있고, 눈, 비, 안개, 구름 등의 기상 상황에 상관없이 전천후로 영상을 얻을 수 있다. 이는 사용하는 전자파가 기상조건에 거의 영향을 받지 않고 공기 중을 통과하기 때문이며, 마치 우리가 전자파를 이용하는 휴대폰으로 기상조건 및 밤낮에 큰 장애를 받지 않고 통신할 수 있는 것과 같은 원리이다. EO·IR 센서가 흑백, 컬러 등의 형태로 영상을 만들 수 있듯이 SAR 센서는 전자파의 주파수나 전자파의 방향(편파) 등을 다양하게 함으로써 보다 다양한 정보를 영상으로부터 추출해 낼 수 있다. 드론에 장착되는 SAR 센서의 경우 영상을 얻는 방법(모드)에 따라 수m부터 1m 미만의 해상도를 가지며, GMTI 기능과 실시간 처리 기능은 임무에 따라 결정된다. 미국의 글로벌 호크에

(그림 11) 국방과학연구소에서 국내 최초로 개발한 KOMSAR(좌), SAR의 영상(우)



탑재된 SAR 센서의 경우 감시거리가 최대 200km, 고해상도 모드에서는 2km×2km의 지역을 0.3m의 해상도로 촬영이 가능하며, 광역감시모드에서는 감시폭 10km의 연속된 띠 모양의 지역을 1m의 해상도로 촬영이 가능하다.

#### 4) 영상 기반 드론 자동 이착륙 기술

드론 이착륙 기술은 실제 드론에 적용하여 정확도 분석을 완료하였으며, 회전익의 경우 실용화를 앞두고 활발히 수행되고 있으나, 고정익 드론에 대하여 영상 기반 자동 이착륙 기술을 적용하여 상용화한 사례는 아직까지 없다. 미국은 레이더 방식과 DGPS를 이용한 자동이착륙장치가 적용되고 있고, Searcher와 글로벌 호크 등에 탑재되어 있으며, 이스라엘의 Ranger는 Laser tracker를 이용한 자동회수장치가 개발되어 운용되고 있다. 국내의 경우, 국방과학연구소 주관으로 UCARS를 이용한 자동 이착륙 기술을 개발, 보유하고 있고 영상 기반의 자동 이착륙 방식은 국내에서는 아직까지 비행체에 적용한 사례가 없으며, 헬리콥터 형태의 수직이착륙 무인기의 경우 자동 이착륙 센서 시스템을 탑재하기 위한 알고리즘 연구가 진행 중으로 실제 적용에 근접하고 있으나, 상대적으로 고속 착륙하는 고정익 항공기에 대한 영상기반 이착륙 연구는 초기 단계이다.

## IV. 드론 기반 물류서비스 관련 법·규정

### 1. 국외 드론 관련 법·규정 현황

드론의 활성화를 위해서는 각국의 관련 규정 제정 및 개선이 필요하지만 아직까지는 국가마다 제각각이며 기술 기준도 불분명한 상태이다. 또한 사생활 침해, 위험한 상황을 야기할 수 있는 문제 등으로 인해 법률적 장애물을 뛰어넘기 힘든 상태이기도 하다.

군사용 무인항공기 기술 개발 및 활용에 있어 선두 주자인 미국은 이러한 군용 기술을 기반으로 민간영역으로의 확대를 위하여 관련 법·규정을 추진 중에 있다. EU 국가들도 공통적 기준을 마련 중에 있으며, 호주, 중국 등에서도 관련 정책을 추진 중에 있으나 상용화에 필수적인

안전, 사생활 침해, 법·제도 개선 등 전반적인 무인항공기 관리 및 운영체계는 아직 미비한 형편이다.

### 1) 미국

미국 연방항공청(FAA, Federal Aviation Administration)에서 민간 무인항공기 인증 규정을 주관하여 연구담당 기관을 선정하고 기술 연구를 지원하고 있으며, 2015년까지 상업용 드론 관련 기술 연구를 수행하고 있다. 최대 이륙중량, 고도 및 속도 등 다양한 기준으로 등급을 분류한 무인항공기 인증 관련 안내서(Guidance)를 운용 중이나, 법 규정으로는 제시하지 않고 있다. 미국 연방항공청에서는 상업 목적의 드론 사용을 금지하고 있으나, FAA Modernization & Reform Act of 2012에 따라 2015년 9월 이후 상업용 드론을 허용할 예정이다. 미국 연방항공청에서 2015년 2월에 면허증을 딴 조종사가 눈으로 볼 수 있는 거리에서 조종한다면 고도 500피트(152.4m) 이내에서 드론의 상업적 이용을 전면 허용한다는, 기업의 드론 사업 활용에 적용할 가이드라인 발표하였다. 이에 따라 당장 택배용 드론은 도입하기 어렵지만 경작지 관리, 항공 촬영, 고층 빌딩 외부 관리 등 다양한 분야에서 드론 활용이 가능해질 전망이다.

### 2) 영국

EUROCAE Working Group 73에 따라 이륙중량을 기준으로 무인항공기를 분류하고 있으며, 무인항공기의 비행허가 신청 시, 케이스 별로 검토 후 비행허가를 승인하고 있다. 현재 자체 중량이 20kg 이하의 무인항공기는 별도의 등록 없이 400피트(121.9m) 이하에서 비행이 가능하다. 드론 운영을 위한 가이드라인 CAP722: "Unmanned Aerial Vehicle Operations In UK"를 시행 중에 있으나, 세부 운영기준 및 기술기준 관련 구체적인 내용은 명확하게 제정되어 있지 않다.

### 3) 호주

무인항공기 관련 규정을 가장 먼저 제도화하여 인증 기준을 세계적으로 선도하였으며, CASR Part 101에 무인기 운용, 조종사/ 운영자 자격인증 기준을 제시하였다. 무인항공기가 유엔 국제 민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)가 마련한 기본적인

기준을 충족한다는 사실을 입증하면 상업용 드론 사용이 가능하다. 운용고도, 무게를 기준으로 등급을 분류하고 있으며, 드론 형식 승인을 위한 설계 기준을 준비 중이나, 제반 운영기준 및 절차 등의 전반적인 체계는 다소 미흡한 형편이다.

## 2. 국내 드론 관련 법·규정 현황 및 문제점

정부의 드론 관련 안전관리 규제는 12kg 이상은 모두, 12kg 이하는 사업용 기체만 신고하도록 되어 있으며, 상업촬영은 항공청에 등록하고 국방부의 허가가 필요하나, 무인기 자체의 설계 및 신뢰성, 안전성과 운항 관련 규정은 없는 실정이다. 무허가 비행 처벌 기준으로는 시화, 양평, 고창 등 전국 18개소 지역에서의 비행시 허가가 필요하며, 무허가 비행 범칙금으로 1회 적발시 20만원, 2회 적발시 100만원, 3회 적발시 200만원을 부과하고 있다.

현행 국내의 항공법에서는 무인항공기(드론) 관련하여 항공법 제23조와 제62조에 따라 획일적인 규제 기준을 따르고 있고 그 내용은 다음과 같다.

### ■ 항공법 제23조

- 무인비행장치는 자체중량이 12kg 이하이며 엔진 배기량 50cc 이하의 경우, 스포츠용 무선조종 모형 항공기로 간주하여 신고 없이 비행이 가능하다.
- 이 기준을 초과하는 무인비행장치는 건설교통부장관에게 신고하고, 비행하고자 하는 경우에는 매 비행 전에 비행계획을 수립하여 이를 승인받도록 하고 있다.
  - 이때에는 비행장치의 기초적인 안전성을 확인받도록 되어 있으며, 비행승인 시 극히 제한된 공역내에서 통상 500ft AGL(Above Ground Level)이하의 고도에서만 비행을 할 수 있도록 인가한다.

### ■ 항공법 제62조

- 무조종사 항공기에 대해서 규정하고 있으며, 다른 항공기 및 지상에 미칠 위험을 방지하기 위해서 필요한 경우 항공기의 비행방법을 제한할 수 있다고 명시하고 있다.

국내 법·규정의 문제점으로는 무인항공기 무게에 따라서만 규제 기준이 적용되는 획일적인 규제 기준과 비행체의 목적 및 성능 수준이 고려되지 않으며 무허가 비행 처벌기준에 비행지역, 목적, 성능이 고려되지 않았다는 점이다(현행법이 무인기 및 초경량 항공기를 근거리 저고도 스포츠 목적으로 제정되었기 때문에 민간용 무인기 개발 후 공역체계 내에서의 자유로운 임무수행이 불가능함). 또한 드론 안전성에 대한 최소한의 기준 체계인 국가인증 체계가 미비하며, 무인항공기 이용 활성화에 따른 안전성(무인항공기로 인한 피해 발생시 보상을 위한 제도 전무), 도덕성, 개인정보보호(위치추적, 얼굴인식 등 개인 사생활 정보 수집 등 악용우려) 논란이 제기되고 있다.

정부에서는 이러한 문제점을 개선하고자 기존에는 개인이 자체중량 12kg 이하 무인기를 제한 없이 사용하고, 자체중량 12kg을 초과하는 무인비행장치만 신고를 하였지만, 국내 기업과 개인이 보유한 무인기에 대해 신고절차와 처벌기준을 강화하여, 향후에는 중량 12kg을 넘지 않는 무인비행장치도 성능에 따라 신고해야 할 것으로 보인다. 또한 비행금지구역 내 무허가 비행에 대한 처벌기준도 강화된다. 기존에는 1회 적발시 20만원, 2회 적발시 100만원, 3회 적발시 200만원 등이 적용됐지만 이를 현실화하겠다는 계획이다.

하지만 선진국에서는 무인항공기 관련 규제 완화에 나서고 있는 가운데 정부가 무인항공기에 대한 신고절차를 강화하는 등 규제 수위를 높일 경우 무인항공기 산업발전에 장애요인으로 작용하지 않을까 하는 우려의 목소리가 나오고 있다. 미국에서는 드론을 통해 택배 등 배송 서비스에 성공하면서 관련 규정 변경을 준비 중인데 반해, 국내에서는 항공운송 등 관련 규정이 너무 많아 무인항공기를 산업에 활용하는 데 장애가 되고 있다. 정부가 이번에 규제 총점 관리제를 실시하기로 결정한 만큼 불필요한 항공규제를 정리할 필요가 있다는 지적도 나온다. 정부는 오는 7월부터 2,800여개의 규제를 점수화해 관리한 뒤 2017년까지 규제 총점을 30%가량 줄일 계획이라고 밝혔으며, 2014년에만 12%가량의 규제를 완화하겠다는 계획도 발표하였다.

### 3. 국내 드론 관련 법·규정 개선점

드론 상용화를 위해 현실적 여건을 반영한 안전성 인증 및 운영관리체계 등 법·제도 개선점은 다음과 같다.



■ 법령 개선을 통해 드론의 성능, 기술 수준별로 구분하여 규제하여야 한다.

〈표 3〉 드론 성능/기술 수준 구분에 따른 규제

구분	① 취미용	② 상업용	③ 군사용
규제	신고	인가	허가

※ 현행 신고 기준 12kg 무게를 기준으로 하는 획일적 기준 탈피, 영상 종류·지역별로 드론에 탑재되는 영상장비 등 기술 수준 구분에 따른 맞춤형 규제 도입 필요

■ 법령개선을 통한 무허가 비행에 대한 처벌기준 현실화가 이뤄져야 한다.

- 공항지역 및 인구 밀집지역, 안보·국방상 무인 비행금지구역 설정
- 금지구역 비행 적발 시 벌금 1천만원, 국방상 금지구역 비행 시 3년이하 징역형에 처할 수 있도록 처벌 강화

■ 제도개선을 통한 드론의 안전성 인증제도 개발·공표가 필요하다.

- 개발 방향으로 유인기와 동등한 수준의 인증 체계 수립
  - 무인기의 감항성(Airworthiness): 비행체 자체와 지상 장비 등 관련 계통
  - 무인기의 운항 안전(Operation Safety): 운항절차, 공역관리 등
  - 종사자 증명(Personnel Licensing): 조종사, 지원요원 그리고 운영자의 자격
- 드론 기술 인증 부분
  - 통신 및 제어의 신뢰성
  - 자동회피(DSA: Detect, see and avoid) 기능
  - 소규모 무인기 추적 기능
  - 설계, 인증시험 등 인프라 구축을 지원을 위한 센터 건립
  - 운영관리기술 시스템 지원

※ 인증제도: 무인기 개발자의 주관적인 안전성 및 신뢰성에 대하여 객관적인 기준으로 당국이 평가하여 국가가 공인해 주는 제도

■ 드론의 안전관리 체계의 구축이 필요하다.

– 무인항공기 의무책임보험제도 도입

- 자동차 의무책임보험과 유사한 무인항공기 의무책임보험제도 도입
- 과실 사고시 무인항공기 소유자는 무허가 비행이 아닌 한 형사처벌 면제
- 고가 무인항공기 추락사고 대비 실손보험상품 개발 지원

– 개인정보보호 대책

- 무인항공기를 사용한 개인정보 수집 및 무단 촬영 영상의 상업적 사용 시 별도 처벌규정 마련
- 무인 항공기를 사용한 개인정보 수집, 관리 지침 수립

이렇듯 드론의 민간분야 상용화를 위해서는 법제도, 드론 인증 등의 다양한 분야에서의 검토가 필요한 시점이라 할 수 있다.

## V. 드론 기반 물류서비스 모델

본 절에서는 전국에 보유하고 있는 우편물류 네트워크를 기반으로 (1) 택배 물량은 적으나 운송비용이 많이 발생하는 도서, 산간 등에서 적시·적기에 우체국택배 서비스를 이용하여 물류 사각지대를 해소하고, (2) 새로운 개념의 퀵 서비스인, 도심지역에서의 빠르고 안전한 물품 배송을 위한 우체국택배 드론 융합 프리미엄 서비스 제공으로 신규 수익원을 창출할 수 있는 우체국택배 드론 체계 구축을 위한 서비스 모델을 제시한다.

(그림 12) 우체국 드론기반 물류 서비스 개념도



### 1. 물류 사각지대 우체국택배 배송서비스

운송 네트워크가 잘 갖춰있지 않고 택배 물량이 적어 운송비용이 많이 소요되지만 보편적 서비스를 제공해야 하는 배송 취약지역을 대상으로 하는 물류 사각지대 우체국택배 배송서비스 시나리오는 다음과 같다.

- ① 고객이 배송 취약지역 택배를 우체국 또는 집중국에 접수
- ② 우정사업본부 운송망을 활용하여 집중국 또는 우체국으로 이송 및 드론 서비스 분류
- ③ 특정 반경 내의 취약지역 내 우체국으로 드론을 이용하여 택배 배송
- ④ 취약지역 우체국 집배원이 수령인에게 택배 배달(또는 최종 배달지로 드론 배송 및 고객 직접 수령)
- ⑤ 우체국택배 드론 관제시스템에서 배송 상황 모니터링

[그림 13]은 특정 섬지역을 대상으로 드론을 이용하여 택배를 배송하는 서비스 모델의 예를 표현한다.

[그림 13] 물류 사각지대 운영 드론 서비스 모델



## 2. 우체국택배 드론 융합 프리미엄 서비스

현재 국내에서 운영되고 있는 퀵 서비스를 대체할 수 있는 도심지역을 대상으로 하는 우체국 택배 드론 융합 프리미엄 서비스 시나리오는 다음과 같다.

- ① 고객이 도심지역에서 긴급 배송이 필요한 택배를 인근 우체국에 접수
- ② 접수우체국에서 배달우체국으로 드론을 이용하여 택배 배송
- ③ 우체국 집배원이 수령인에게 택배 배송
- ④ 우체국택배 드론 관제시스템에서 배송 상황 모니터링

[그림 14]는 도심지역에서 드론을 이용하여 택배를 배송하는 서비스 모델의 예를 표현한다.

(그림 14) 도심지 운영 드론 융합 프리미엄 서비스 모델



### 3. 드론기반 물류서비스 기대효과

물류사각지대인 농어촌과 산간·벽지 지역에 드론을 통한 우체국택배 서비스를 제공함으로써 대국민 편익 증진과 우편사업의 경쟁력을 제고할 수 있으며, 시급성을 요구하는 긴급 의약품, 생필품 등을 적시·적기에 배송하여 물류 소외계층에 대한 대국민 서비스 품질을 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 기존의 퀵 서비스를 대체하는 신규사업의 발굴로 우편사업의 매출 증대를 통해 우편사업의 수지를 개선할 수 있으며, 환경변화에 대응한 혁신 기술 개발로 우편서비스 질 향상 및 국산 장비의 개발을 통한 우편사업 비용 절감으로 우편사업 경쟁력을 강화할 수 있을 것이다.

## VI. 맺음말

무인항공기(드론)와 같은 새로운 택배 배송장비가 국내에서 보편화되기는 쉽지 않지만, 대국민 보편적 서비스 제공자인 우체국의 화물운송 효율성, 신속성 및 고객 만족도를 높이기 위해서는 드론을 활용한 신규 물류 서비스 도입을 고려할 시점이다. 드론 기반의 물류서비스는 배송시간과 비용이 많이 소요되는 도서·산간 지역에 적시에 의약품, 생필품 등을 배송할 수 있어 지역과 상관없이 국민 누구나 보편적 배송 서비스를 받을 수 있는 체계를 이룰 수 있으며, 새로운 우편 수익을 창출할 수 있는 기회이다.

또한 국내의 드론 관련 법·제도 개선, 안전 문제 해결, 기술적 한계 극복 등이 이루어질 경우 향후 드론 활용 분야가 크게 증가할 것으로 예상되며, 물류운송 분야에서도 비용 절감과 수익 창출이 가능한 시장이 급속도로 확대될 전망이다.

따라서 급격하게 변화되고 있는 물류 환경에 대응할 수 있도록 우정사업본부에서는 드론 기반 물류서비스 추진이 본격 검토되어야 할 시점이며, 그 성과 확산을 위해서 드론 기반의 신사업 모델을 면밀히 검토하고 관련되는 처리 업무 지침을 정비할 필요성이 있다.

## 참 고 문 헌

- 이창운, 「화물운송을 위한 무인항공기 소개 및 동향」, 물류브리프, 한국교통연구원, 2014.
- 오수훈, 「지상기반 무인기 충돌회피 기술개발 동향」, 항공우주산업기술동향, 2012.
- 장지은·이상종·유 혁, 「무인항공기 자율제어수준 기술 동향」, 항공우주산업기술동향, 2012.
- 송복섭, 「무인항공기시스템(UAS)의 운용주파수 및 통신기술 동향」, 항공우주산업기술동향, 2014.
- 조보근 외 4, 「군용 무인항공기 비행안전성 증진을 위한 발전방안 연구」, 항공전략연구원, 2014.



김병정, 「특허기반 무인항공기 기술경쟁력 분석」, 한국과학기술정보연구원 정보분석연구소, 2013.

IRS Global, 「창조경제 핵심산업으로 부상하는 드론(무인기) 관련 신사업전략 모색을 위한 종합 분석」, Market Report, 2015.