

Unmanned Last Mile Delivery Technology Level Analysis

Wooyeon Yu* · Eunhye Kim** · Dohyun Kim* · Jaekyung Yang***†

*Department of Industrial and Management Engineering, Myong Ji University

**IT Convergence Technology Research Laboratory, ETRI

***Department of Industrial and Information Systems Engineering, Jeonbuk National University

무인 라스트마일 배송 기술 수준 분석

유우연* · 김은혜** · 김도현* · 양재경***†

*명지대학교 산업경영공학과

**한국전자통신연구원 지능화융합연구소

***전북대학교 산업정보시스템공학과

Recently, unmanned logistics delivery systems, such as UAV (Unmanned Aerial Vehicle, written as drone below) and autonomous robot delivery systems, have been implemented in many countries due to the rapid development of autonomous driving technology. The development of these new types of advanced unmanned logistics delivery systems is essential not only to become a leading logistics company but also to secure national competitiveness. In this paper, the application of the unmanned logistics delivery system was investigated in terms of market trends, overall technology level of last mile delivery drone and autonomous delivery robot. The direction of response to changes in the last mile delivery service market was checked through a comparison of the technological level between domestic companies that produce last mile devices and advanced foreign companies. As a result of this technology level analysis, the difference between domestic companies and advanced companies was shown using tables and figures to show their relative levels. The results of this analysis reflect the opinions of experts in the field of last-mile delivery technology. In addition, the technology level of unmanned logistics delivery systems for each country was analyzed based on the number of related technology patents. Lastly, insights for the technology level analysis of unmanned last mile delivery systems were proposed as a conclusion.

Keywords : Unmanned, Drone, Robot, Last Mile, Delivery

1. 서론

최근 자율 주행 기술의 급속한 발전에 따라 드론 배송 또는 자율 로봇 배송과 같은 무인 라스트마일 배송 서비스의 제공을 위한 다양한 시도가 이루어지고 있다. 라스트마일 배송에서의 정밀 측위기법[17], 도시내 라스트마일 배

송 효율화 방안[3], 신선제품 라스트마일 배송[11] 등과 같은 연구사례에서 보듯이 라스트마일 배송 기술 관련 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 국내 드론 배송은 2017년 우정사업본부가 한국전자통신연구원과 함께 전남 고흥 선착장에서 득량도 마을회관까지 국내 최초로 우편물을 배송하면서 시작하였으며[16], 국내 자율 로봇 배송은 2019년 우아한 형제들이 건국대학교에서 시범 테스트를 진행하며 시작되었다고 할 수 있다[26]. 국내의 드론 배송 또는 자율 로봇 배송은 범위를 넓혀 확산 중이나 대부분이 시범 테스

Received 13 December 2022; Finally Revised 20 December 2022;
Accepted 20 December 2022

† Corresponding Author : jkyang@jbnu.ac.kr

트 수준이라고 할 수 있다. 일부 상용화가 이루어지기는 하였으나 서비스 제공 수준은 제한적이다. 이에 반해, 해외에서는 많은 국가에서 다양한 종류의 폭넓은 상용화가 이루어지고 있다.

본 연구의 목적은 무인 물류 배송 시스템 기술 수준 분석을 통해 한국의 기술 수준을 분석하고 이를 기반으로 무인 라스트마일 배송 서비스 시장에서 국내 기업의 경쟁력을 제고하기 위한 정보를 제공하는데 있다. 이와 유사한 최근 연구로 과학기술정보통신부에서 실시한 ‘제4차 과학기술 기본계획(2018~2022)’상의 2020년 우주/항공/해양 기술수준평가 중 유·무인 통합 자율 비행체 기술 수준 분석[18]을 들 수 있는데 이를 통해 자율 비행체 기술 수준 분석 결과를 참조할 수 있다. <Table 1>에서 보듯이 전문가 정성평가 결과 주요국 기술 수준, 연구단계 역량 및 연구개발 활동 결과에 대한 종합적 평가에서 한국은 선진국 기술 수준의 80% 수준으로 선진국과의 격차는 3.5년으로 분석되었다.

<Table 1> Technology, Research Level and R&D Activities of Republic of Korea

Technology Level			Research Level		R&D activity (Score)
Level (%)	Gap (year)	Group (Score)	Basic (Score)	Application (Score)	
80.0	3.5	Pursue (3.13)	Excellent (3.63)	Excellent (3.75)	Rising (3.38)

하지만, 위 기술 수준 평가 분석은 전체적인 유·무인 통합 자율 비행체 기술에 대한 평가로 본 연구 대상인 드론 및 자율 주행 로봇 등의 기술을 활용한 무인 물류 배송 시스템 분석의 활용에는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 관련 보고서, 언론사 기사 및 관련 기업의 인터넷 홈페이지 자료를 수집하고 분석하여, 무인 배송 드론 및 배송 로봇을 포함한 무인 라스트마일 배송 현황과 하드웨어를 분석한 결과와 관련 특허를 분석하여 선도국 대비 우리나라의 무인 라스트마일 배송 기술의 위치를 가늠해 보고자 한다.

2. 드론 배송 기술 수준

국내 드론배송은 우정사업본부와 민간 택배사 등에서

테스트를 진행 중이며, 지자체 및 정유사 등에서도 물류 드론 기반 서비스 모델 발굴을 위해 노력 중이다. 특히 최근에는 수소 드론 또는 자율 주행 로봇의 연계 배송 등 다양한 배송 테스트가 진행 중으로 2020년 이후의 국내 주요 드론 배송 서비스 현황은 두산 모빌리티 이노베이션, GS칼텍스, 해양드론기술, 도미노 피자 와 지자체(서산시, 제주시, 영월군, 세종시) 등에서 실시한 것으로 파악된다.

2.1 국내 드론 배송 주요 사례

아래 <Figure 1>[15]은 제주도 인근 가파도, 마라도, 비양도 주민들에게 마스크를 수소드론으로 배송한 사례를 보여주고 있다. 이 때 사용된 수소드론은 최대 이륙 중량 24.99kg, 전장 2.6m의 대형 기종으로 드론 무게 20kg을 제외하고 최대 4.99kg을 나를 수 있으며 80km 거리까지 2시간 비행이 가능한 기종이다.



<Figure 1> Delivery Drone of Doosan Mobility

GS칼텍스는 여수 장도에서 스마트폰 앱으로 주문한 GS25 상품을 내륙에 있는 GS칼텍스 주유소에서 드론에 적재하여 바다 건너편에 위치한 장도로 이송하고, 이를 자율주행 로봇이 이어받아 주문자에게 최종 배송하는 서비스를 실증하였다[13]. 2021년 11월 세종시에서도 커피를 드론과 자율주행로봇을 연계하여 배송을 실시하였다[25]. 2021년 2월 국토교통부 부산지방항공청으로부터 정식 사업허가를 얻어 3월 14일 관세청과 협의를 마치고 본격적인 드론배송을 시작한 사례도 있다. 부산항 남외항을 중심으로 최대 5kg의 물건을 반경 3km 거리까지 바다 위 선박으로 물품을 배송하였다[4].

<Table 2> Hardware Specifications of Drones Made by Domestic Companies

Drone by Payload	Manufacturer	Model	Payload	Operating Range	Operating Time	Rotor Type	Battery Type	Release Year
~5kg	Doosan Mobility	DS30	5kg	80km	120min	Rotary Wing 8	Hydrogen Fuel Cell	2021
10~50kg	NeoTech	ND-820	20kg	10km	40min	Rotary Wing 8	Battery	2021

이처럼 드론을 이용한 배송 서비스는 시범적으로 이뤄지고 있으나 아직까지 본격적인 상용화 서비스라 보기에 어려운 점이 있다.

2.1 국내 드론 배송 기술 수준

위 <Table 2>의 두산 모빌리티의 드론인 DS30은 2시간 동안 최대 80km까지 이동할 수 있으며, 2019년 미국령 버진 아일랜드에서 바다 위 72km 이상의 거리를 비행하였다. 내구성을 유지하면서 동시에 무게를 줄이기 위해 세미 모노코크 구조로 제작되었다[9]. ND-820은 비행속도 50Km/h, 최대 운용고도 1000m, 운용 온도 -10° to 40℃, 배터리: Lipo12S 44,000mAh, 자동 비행거리: 10km(LTE), 1.2km(TELE) 등의 사양을 갖추고 물류 수송, 감시정찰, 투하, 방제 등의 임무 수행을 하며, 전구간 자동비행이 가능하다[5].

배송 드론의 하드웨어 측면에서 중요한 요인은 적재 중량, 비행 가능 시간, 배송 거리 등이 있다. 배송 중량을 5kg 이하, 5kg~10kg 미만, 10kg~50kg 미만, 50kg 이상으로 분류할 경우, 국내 드론은 주로 5kg 이하의 드론이 주를 이루며, 10kg~50kg 미만의 드론도 일부 개발된 것으로 파악되나 확인할 수 있는 사례가 거의 없다. 국내 드론의 H/W는 기체 자체도 주로 작으며, 드론의 주요 부품이자 소프트웨어가 중요한 FC(Flight Control)도 주로 중국이나 미국에서 수입하여 이를 수정하는 정도의 수준에 머무르고 있어, 드론 선도국과의 차이는 꽤 크다고 할 수 있다.

2.2 국외 드론 배송 기술 수준

국외 드론 서비스는 DHL, UPS, 아마존 등 글로벌 유통·물류기업 중심으로 드론 배송 테스트를 마치고 정부 승인 후 일부 지역에서 드론 배송 서비스를 제공하는 기업들이 증가하고 있다. 독일의 DHL 이 2014년 세계 최초로 독일 북부에서 파셀콥터를 사용하여 긴급 의약품 배송 프로젝트를 시행하였으며, 미국의 Amazon은 2016년도에 아마존 프라임 에어를 통해 세계 최초로 영국에서 드론에 2.3kg 상품을 싣고 고객에게 배송하는 서비스에 성공하였다. 하지만, 현재 드론 배송을 가장 활발하게 진행하고 있는 기업은 미국의 Wing과 미국의 Zipline이라고 할 수 있다.

미국 외에도, 캐나다, 영국, 독일, 프랑스, 스위스, 아이슬란드, 호주, 중국, 일본, 싱가포르, 르완다, 가나 등 다양한 국가에서 드론 배송 서비스를 제공 중이며, 상업용 드론 배송도 여러 국가에서 실시 중이다. 주요 현황을 정리하면 다음과 같다.

- 미국 Wing[21]
 - 최초로 미국 FAA로 부터 사업허가를 승인받음

- 2019년 미국과 호주에서 드론 서비스 상용화
- 2021년 8월까지 배달 건수 10만회 달성
- 미국 Zipline[28]
 - 혈액 및 의약품 배송 속도를 높이기 위해 낙하산 투하에 의한 배송 시스템을 구축
 - 2021년 기준 가나 4개 지역에 드론 발사 기지를 두고 있음
- 미국 Volansi[24]
 - 노스캐롤라이나 주 교통국과 함께 이 지역 대상의 상업용 중거리(middle-mile) 드론 프로젝트 계약 체결
 - 제약회사 머크와 손잡고 노스캐롤라이나 농촌에 4.53kg의 화물을 80km 떨어진 곳까지 운송함
- 중국 SF Express[22]
 - 중국 최초로 드론의 상업용 공역 운항 승인을 허가 받아, 장시성 간저우의 난캉구지역 공역에서 2017년 6월 드론을 통한 물품 배송에 성공
 - 5~25kg의 물건을 15~100km의 거리 배송 가능
- 영국 Manna[10]
 - 2021년 3월 기준 아일랜드 골웨이에서 하루 50~100건의 드론배달을 하고 있음
 - 만나 드론 1대는 시간당 6~7회를 배달할 수 있고, 한 대의 드론 운영자는 한 시간에 20회까지 배달할 수 있음
- 프랑스 La Poste[6]
 - 2019년 드론을 활용해 외딴 고산 마을에 소포를 배달하기 시작
 - 배송 차량 측면에 설치된 특수 플랫폼을 통해 드론 이륙

국외 드론은 모든 범주에서 다양한 종류의 드론을 개발하고 상용화하고 있는 것으로 파악되고 있다. 중요 사례는 <Table 3>에 정리되어 있다. 미국의 Wing사는 드론무게 약 4.5kg, 배송무게 0.9~1.3kg 정도의 배송상자를 96~112km/h 속도로 약 9km 이동 가능한 물류 드론을 출시하였다[21]. 중국의 이항은 2019년에 중국에서 DHL 서비스센터와 고객 간 8km 거리를 드론배달완전 자동비행, 비행경로 설정, 실시간 네트워크 연결 등의 기능을 갖추고 있으며, 스케닝, 소포 보관, 분류 등의 기능을 보유한 지능형 캐비닛에 수직으로 이착륙이 가능하다[2]. 고중량 물품을 운반할 수 있는 드론개발을 주요 사업분야로 하는 이스라엘의 Heven의 H100 드론은 물류와 배송에 초점을 맞추어 개발되었다[14]. 불가리아의 Dronamics는 중장거리 드론 배송을 위해 개발된 비행체로 일반 비행기와 같은 형태이다. Wingspan은 16m이며 최대 적재 중량은 350kg, 비행거리는 2,500km가 가능하다. 현재는 E10 연료로 운행되나, 2023년까지 탄소중립을 위한 바이오 에탄올을 연료로 하는 드론을 개발 중이다[8].

<Table 3> Hardware Specifications of Drones Made by Foreign Companies

Drone by Payload	Manufacturer (Country)	Model	Payload	Operating Range	Operating Time	Rotor Type	Battery Type	Release Year
~5kg	Wing (USA)	Project Wing	12kg	10km	10min	VTOL 12+2	Battery	2019
10~10kg	Ehang (China)	Falcon	5.4kg	3.5km	18min	Rotory Wing 4	Battery	2019
10~50kg	Heven (Israel)	H100	45kg	-	40min	Rotory Wing 8	Hydrogen Fuel Cell	2021
50kg~	Dronamics (Bulgaria)	Black Swan	350kg	2,500	-	Fixed Wing (Airplane Type)	E10 Fuel	2021

3. 로봇 배송 현황

3.1 국내 로봇 배송 현황

로봇 배송은 적용 공간에 따라 크게 실내 배송과 실외 배송으로 구분할 수 있다. 실내 로봇 배송은 최근 상용화가 급속히 확산되고 있다. 실외 로봇 배송 또한 다양한 시도가 이뤄지고 있는데 이 서비스는 우아한 형제들이 2019년 건국대 캠퍼스에서 ‘달리드라이브’ 시범 서비스를 진행하면서 시작되었다고 할 수 있다[7].

국내 주요 로봇 배송 서비스로는 앞서 언급한 우아한 형제들의 달리 드라이브(<Figure 2> 참조)[27]와 뉴빌리티 [19] 등 실외 로봇 배송과 우아한 형제들(달리타워), GS25, H+양지병원 등의 실내 로봇 배송 등이 대표적이다[12].



<Figure 2> Delivery Robot of Woowa Bros

뉴빌리티의 경우 팝업 스토어를 마련한 치킨 프랜차이즈와 손잡고 배달 로봇 2대를 이용하여 배달을 실시하였다. 10개 이상의 카메라와 라이다, 초음파 센서가 탑재된 보행자, 반려동물 등을 감지하는 등 실시간 도로 상황을 인지, 예측하는 방식으로 운행된다. GS25는 2020년 11월 LG사이언스파크 내 점포에서 고객이 스마트폰으로 주문한 상품을 인공지능이 탑재된 로봇이 직접 배달해 주는 서비스를 업계 최초로 선보였다. 이 로봇은 스스로 엘리베이터를 타고 지하 1층부터 9층까지 층간을 오가며 도시락, 샌드위치, 음료 등을 배달할 수 있다. 이는 <Table 4>에 상세 사항을 확인할 수 있다.

3.2 국외 로봇 배송 현황

국의 로봇 배송은 실내용 배송 로봇보다는 실외용 배송 로봇의 개발 및 상용화에 초점을 맞추어 진행되고 있다. 현재 로봇 배송 상용화에서 선도적인 기업은 미국의 Starship Technologies, 중국의 Alibaba, 중국의 JD.com 등이 있다. 이 외에 스위스, 영국, 독일, 노르웨이, 일본 등 다양한 국가에서 활발히 상용화되었으며, 그 수준도 높다.

- 미국 Starship Technologies[23]
 - 2016년 스위스 우정국과 식품, 의약품 등의 배송 테스트를 진행했으며, 약 800km 거리를 주행
 - 2018년에 영국에서 세계 최초로 로봇 배송 서비스 시작

<Table 4> Hardware Specifications of Delivery Robots Made by Domestic Companies

Model	Manufacturer	Specification description
Dilli Z	Woowa Bros.	<ul style="list-style-type: none"> • Indoor and outdoor driving possible • More than 8 hours of operation • Night driving possible • The loading capacity 25 liters and the max loading weight 30 kg
Nuebility	Neubi	<ul style="list-style-type: none"> • Size: 56cm×67cm×70cm box type • Weight about 50kg, max loading weight 25kg, max speed 7.2km/h • Can climb obstacles on the road such as sidewalks up to 16 cm
CLOi ServeBot	LG U Plus	<ul style="list-style-type: none"> • Delivery between floors possible by riding the elevator • Loading weight 15kg (based on 5kg load in each drawer) • Charging time: 2.5 hours • 5 hours or less of continuous driving

<Table 5> Hardware Specifications of Delivery Robots Made by Foreign Companies

Model	Manufacturer	Specification description
Roxo	Fedex (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • Operation possible within a radius of 4.8 to 8 km from retail • Can climb roadside ledges or deep stairs • Body weight about 200kg, loading weight 45kg
Robotics Serve	Serve (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • Approved as the first Level 4 autonomous robot for commercial use • Delivering in partnership with Uber Eats, 7-Eleven, etc. • Approx. 11 kg load and 40 km range on charge
R2	Nuro (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • Medium-distance delivery robot with size 110cm×274cm×186cm • Body weight 1,150 kg, loading weight 190 kg • Max speed 40km/h
Robby	Starship Tech. (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • The six-wheeled delivery robot can deliver items within a 6-km radius • Max speed 6km/h • Body weight 25 kg, loading weight 9.1 kg
DIGIT	Agility Robotics (USA)	<ul style="list-style-type: none"> • A humanoid delivery robot with a pair of legs and arms • Able to walk up and down stairs or carry deliveries over complex terrain with obstacles • Carry up to 18 kg
EV80	JD.com (China)	<ul style="list-style-type: none"> • Size 94.5cm×215.8cm×175.2cm, Locker Size: 80cm×145cm×63.5cm • Locker capacity 646L • Loading weight 150kg, Max speed 30km/h

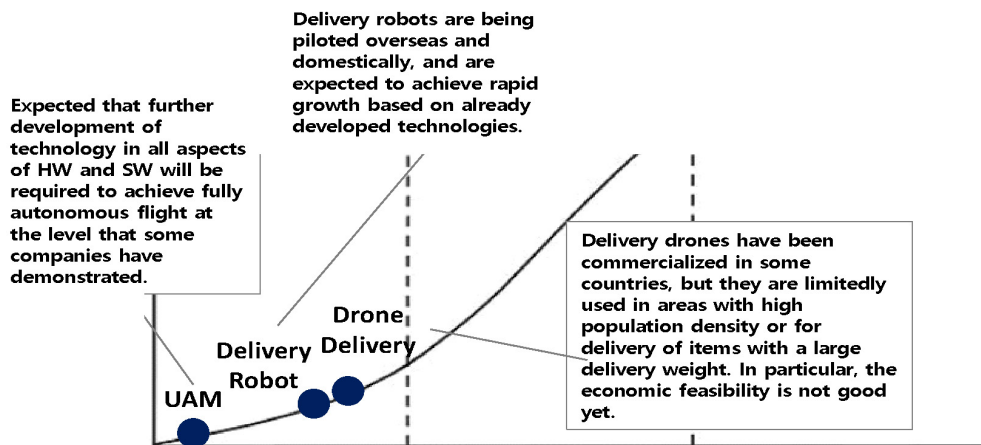
- 2021년까지 미국 전역의 16개 대학교에서 150만건 이상의 배송을 수행
- 미국 Nuro[20]
 - 2019년 미국 애리조나주에서 배송로봇 Nuro R1을 시범 운영
 - 2020년 12월 캘리포니아 차량국(DMV)에서 상용 자율주행차 허가를 처음으로 획득
 - 2021년 도미노피자는 미국 교통부로부터 승인 받은 최초의 배달용 로봇 자동차 Nuro R2 출시
- 중국 Alibaba[1]
 - 2021년 Level 4급 자율주행 배송 로봇 ‘샤오만뤄’ 개발
 - 2021년 9월 기준 중국 52개 지역에서 20만 명 이상의 소비자를 대상으로 100만 건 이상 배송 완료

4. 무인 배송시스템 기술 수준 분석

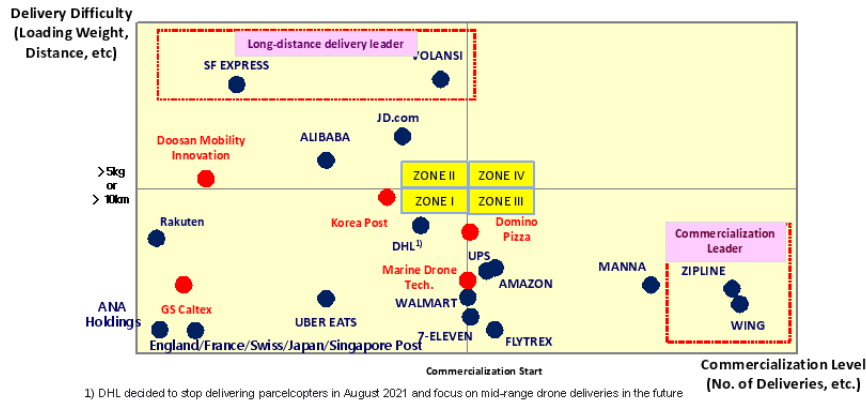
무인 물류 배송시스템 기술은 자료 조사 결과와 전문가들의 의견을 종합했을 때 <Figure 3>에서 보듯이 도입기에 있는 기술로 분석된다. 국내 드론 서비스는 최근 상용화를 시작했거나 상용화 테스트 중인 경우가 대부분이다. 이에 반해 국외 드론 서비스는 상용화 수준이 높거나 배송의 난이도가 높은 환경에서 서비스를 제공하고 있다.

본 논문에서 이미 언급했듯이 배달용 드론의 하드웨어 수준을 보면 소형 드론이 주를 이루고 있어 국내 드론 서비스는 대부분 소중량 단거리 배송에 집중되고 있고, 국외 드론 서비스는 고사양 하드웨어를 기반으로 고중량 장거리 배송이 가능하다고 할 수 있다(참조 <Figure 4>).

물류 로봇 배송 서비스 수준 부문에서는 국내의 경우



<Figure 3> Position of Unmanned Last Mile Delivery System Technologies in SDLC



<Figure 4> Level of Drone Delivery Service Companies

실내 배송 부문에서 상용화 수준이 높은 것으로 파악되며, 해외 물류 로봇 배송 서비스 수준은 실외 배송 부문에서 상용화 수준이 높은 것으로 파악된다.

<Table 7>과 같다.

<Table 7> No. of Patents by Country

Rank	Country	No. of Patent	Share (%)
1	USA	3378	75.58
2	Japan	126	2.86
3	China	104	2.36
4	Korea, Republic	101	2.29
5	Netherlands	58	1.31
6	Germany	38	0.86
7	Canada	36	0.83
8	Israel	28	0.63
9	England	25	0.57
10	Singapore	22	0.50

5. 물류 무인이동체 특허 분석

5.1 특허 조사 방법

보고서 및 웹사이트 자료 분석 외에 물류 무인 이동체 분야의 특허 분석을 실시하였다. 국내외 출원된 특허 중 무인 이동체의 다양한 기술 및 서비스 분야 중에서 물류 배송 분야에 특화하여 특허 조사 및 분석을 수행하였다. 특허 검색 데이터베이스로는 미국 특허청 데이터베이스 (USPTO)를 대상으로 조사 및 분석을 수행하였으며 조사된 특허는 2000년 1월부터 2021년 11월 27일 까지 출원된 특허를 대상으로 하였다. 사용된 특허 검색 키워드로 드론, 무인항공기, 무인기, 드론배송, 배송 로봇, 스마트 배송, 물류, 화물, 배송 등으로 <Table 6>의 검색식에서도 확인할 수 있다.

<Table 6> Patent search

Duration	Jan. 1, 2000 ~ Nov. 27, 2021
Search expression	("drone* delivery" OR "delivery drone*" OR "robot* delivery" OR "delivery robot*" OR "palletizing robot*" OR "smart delivery") OR ("drone*" OR "aerial vehicle*" OR "air vehicle*" OR "air mobilite*") AND ("deliver*" OR "delivery" OR "logistics" OR "pallet*") AND ("parcel*" OR "carr*" OR "wrapping" OR "pack*" OR "payload")

특허 조사 및 분석을 수행한 결과 물류 무인이동체 관련 전체 유효 특허 수 4,411건 중 국내 출원인 특허 수는 101건으로 약 2.3% 수준으로 분석되었다. 그 결과는

<Table 8>에서 보듯이 특허 출원수를 기준으로 하는 특허점유율, 활동도 지수는 미국이 1위를 차지하였고, 해당 국가의 피인용수 점유율 대비 해당 국가 내 해당 기술의 피인용수 점유율을 나타내는 이클립 지수는 중국이 1위를 차지하여, 배달 드론 및 배달 로봇의 상용화 수준을 대비한다고 볼 수 있다. 해당 기술의 전체 피인용수 대비 해당 국가의 피인용수를 나타내는 특허 수준 지수는 이스라엘이 1위를 차지하였으며 특허 점유율과 특허 증가율을 대상으로 선도국 대비 국내 활동력은 선도국 대비 한국의 특허 성장률은 매우 높으나, 특허 점유율은 아직 많이 부족한 것으로 판단되어 아직 세계적 수준의 경쟁력을 가지기에는 다소 부족하고 여겨진다.

또한 한국의 경우, 특허 피인용수를 기준으로 하는 이클립 지수와 특허수준 지수는 10위로 특허의 질적 수준이 다소 부족한 것으로 나타났다. 특허의 가치를 차지하는 패밀리특허수의 경우도 8위에 머물고 있어, 특허증가율만 높은 상황으로 최근의 이 분야에 대한 관심을 대변하고 있다고 보여진다.

<Table 8> Comparison of Domestic Unmanned Vehicle Patent Levels Compared to Leading Countries

	Share	Growth Rate	Activity	Attraction	Patent Level	No. of Family Patent
Leading Country	USA	Singapore	USA	China	Israel	England
	75.58%	20.0%	1.69	4.25	2.039	6.04
Korea, Republic	4th Place	2nd Place	7th Place	10th Place	10th Place	8th Place
	2.29%	14.83%	0.46	0.02	0.02	1.86

6. 결 론

본 논문은 각종 보고서, 웹사이트 자료와 특허를 분석하여 국내 무인 물류 배송 서비스 중 드론 배송과 실외 로봇 배송 분야의 선도국 대비 기술 수준을 분석하였다. 이 분석은 어떤 특정 방법론을 적용하지는 않았고 전문가 자문을 통한 정성평가를 반영한 분석이다. 그럼에도 라스트마일 배송 드론 및 로봇 분야의 국내 기술 수준을 파악하는데에는 어느 정도 타당하다고 여겨진다. 기본적으로 국내 상황을 보면, 대부분 시범 테스트 중이거나 상용화 초기 단계로 많은 해외 국가들에서 상용화가 진행되고 있는 것에 비교해서 다소 뒤쳐져 있다고 할 수 있다. 반면, 실내 로봇 배송 서비스는 최근 급격히 확산 중이며 해외 국가들에 비교해서도 높은 수준의 상용화가 진행 중이다.

국내 무인 물류 배송 서비스가 경쟁력을 갖기 위해서는 하드웨어 개발을 위한 기술 투자가 필수적인데, 현재 국내의 하드웨어 개발 수준은 해외 주요 기업에 비해 상당한 기술 수준 격차가 있다고 보여진다. 국내 기업들의 무인 물류 배송 시스템 기술 개발을 위한 적극적인 투자를 통한 원천 기술 확보, 무인 물류 배송 시스템 상용화를 위한 국가의 규제 완화 및 법 체계 정비 등의 노력을 통해 무인 물류 배송 시스템 부분에서 국가적 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

This study was supported by Korea Evaluation Institute of Industrial Technology(KEIT) grant funded by the Korea government(MOTIE) (20005015, Construction of platform and commercialization field test for drone logistics service in island mountainous area with delivery mission success rate over 98%).

References

- [1] Alibaba's self-driving logistics robot Xiaomanlu surpasses 1 million cumulative deliveries, *ZDNET Korea*, Oct. 7, 2022, accessed in Oct. 12, 2022, <https://zdnet.co.kr/view/?no=20211007110551>.
- [2] Autopilot drone delivery begins in China, *Cargo News*, May 20, 2019, accessed in Sep. 29, 2022, <http://www.cargonews.co.kr/news/articleView.html?idxno=41088>.
- [3] Baek, J., A study on last mile delivery strategy in the City, *Korea International Commercial Review*, 2019, Vol. 34, No. 4, pp.327-348.
- [4] Chicken delivery by drone on the boat, *Daily Busan*, May 23, 2021, accessed Oct 5, 2022, <https://mobile.busan.com/view/busan/view.php?code=2021052016224440567>.
- [5] Delivery ND-820, accessed Oct. 5, 2022, http://ndrone.co.kr/theme/theme02/product/product_nd820.php.
- [6] Delivering parcels in mountainous areas with drones, *AI Times*, Dec. 4, 2019, accessed in Oct 1, 2022, <http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=122929>.
- [7] Delivery robot runs in Gwanggyo Lake Park, *Seoul Economy*, Sep. 20, 2022, accessed in Oct. 12, 2022, <https://www.sedaily.com/NewsView/26B5B3YVQK>.
- [8] Dronamics, accessed in Oct. 14, 2022, <https://www.dronamics.com/>.
- [9] DS30, *Doosan Mobility Innovation*, accessed Oct 6 2022, <https://www.doosanmobility.com/kr/products/>.
- [10] England Manna, 50-100 drone food deliveries a day in Ireland, *Robot News*, Mar. 22, 2021, accessed in Oct. 11, 2022, <https://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=24278>.
- [11] Gao, T., Ko, H., A study on the last mile delivery for B2C fulfillment of fresh food e-commerce in China. *E-Trade Research*, 2017, Vol. 15, No. 2, pp. 51-71.
- [12] GS25 expands robot delivery service to enhance customer experience, *The Logistics Magazine*, Jun. 18, 2021, accessed in Sep. 15, 2022, <http://www.u logistics.co.kr/test/board.php?board=HOTnews2&page=37&command=body&no=8742>.
- [13] GS Caltex demonstrates drone and robot delivery in Jangdo, Yeosu, *Business Korea*, Oct. 13, 2020, accessed Oct. 10, 2022, <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleViewAmp.html?idxno=53033>.

- [14] Han, K. and Jung, H., Trends in logistics delivery services using UAV, *ETRI Trends*, 2020, Vol. 35, No 1, pp. 71-79.
- [15] Jeju Gapa, Mara, Biyangdo mask delivery drone is on the rise, *Headline Jeju*, April 16, 2020, accessed Oct. 9, 2022, <https://www.headlinejeju.co.kr/news/articleView.html?idxno=414970>.
- [16] Jung, H., and Kim, E., Unmanned mobility-based untact last mile postal delivery service progress, *Postal Information*, 2020, Vol. 2020, No. 4.
- [17] Kim, K., A precision positioning method of drone last-mile delivery technology in urban areas, *The Journal of Korea Navigation Institute*, 2021, Vol. 25, No. 1, pp. 60-67.
- [18] KISTEP, Manned and unmanned integrated autonomous vehicle technology, *2020 Technology Level Evaluation*, chap. 3: Space/airline/marine, 2020, pp. 99-132.
- [19] Neubi traveling through the city center with cheap and fast delivery, *Donga*, Jun. 18, 2022, accessed in Oct. 16, 2022, <https://www.donga.com/news/It/article/all/20220618/113987914/1>.
- [20] Nuro, accessed in Oct. 1, 2022, <https://www.nuro.ai/>
- [21] Proejct Wing, accessed Oct. 1, 2022, <https://x.company/projects/wing/>.
- [22] SF Express, Obtained permission to operate drones in China, *Cargo News*, April 12, 2018, accessed Oct 10, 2022, <http://www.cargonews.co.kr/news/articleView.html?idxno=38593>.
- [23] Swiss Post to test robot deliveries from September, *iRobot News*, Aug. 24, 2016, accessed in Oct. 15, 2022, <http://www.irobotnews.com/news/quickViewArticleView.html?idxno=8489>.
- [24] Volansi demonstrates fully autonomous drone delivery with navy and coast guard, *Aviation Today*, Aug. 10, 2021, accessed in Oct 7, 2022, <https://www.aviationtoday.com/2021/08/10/volansi-demonstrates-fully-autonomous-drone-delivery-navy-coast-guard/>.
- [25] When drones deliver food, self-driving robots deliver, *YTN*, Nov. 4, 2021, accessed Oct 12, 2022, https://www.ytn.co.kr/_ln/0115_202111042052000471.
- [26] Woowa Bros, pilot operation of self-driving delivery robots at Konkuk University, *Hankyung*, Nov. 25, 2019, accessed Oct. 10, 2022, <https://www.hankyung.com/society/article/201911250002Y>.
- [27] Woowa Bros, unveils Dilly Drive, an indoor and outdoor self-driving delivery robot, *iRobot News*, Sep. 21, 2020, accessed in Oct. 15, 2022, <https://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=22376>.
- [28] Zipline – Instant Logistics, accessed Oct. 2, 2022, <https://x.company/projects/wing/>.

ORCID

- Wooyeon Yu | <http://orcid.org/0000-0003-1522-6486>
 Eunhye Kim | <http://orcid.org/0000-0001-7812-9160>
 Dohyun Kim | <https://orcid.org/0000-0003-1669-6746>
 Jaekyung Yang | <http://orcid.org/0000-0002-4904-1351>