

공동주택 단지 내 로봇배송 구현을 위한 인프라 구축(안) 마련

연구지원 2023-00호

공동주택 단지 내 로봇배송 구현을 위한 인프라 구축(안) 마련

지은이 김길태,곽병창,황인태,최현,김용환
발행인 김홍배
발행처 한국토지주택공사 토지주택연구원
주 소 (34047) 대전 유성구 엑스포로 539번길 99
홈페이지 <http://lhi.lh.or.kr>

전화번호 044-902-9136
이메일 gtkim1@lh.or.kr

이 출판물은 우리 공사의 업무상 필요에 의하여 연구·검토한 기초자료로써 공사나 정부의 공식적인 견해와 관계가 없습니다.

우리 공사의 승인 없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

공동주택 단지 내 로봇배송 구현을 위한 인프라 구축(안)마련

Development of Robot Delivery Platform in Apartment House

김길태·곽병창·황인태·최현·김용환

참여연구진

연구책임

김길태 LH 토지주택연구원 연구위원

연구진

곽병창 LH 토지주택연구원 수석연구원

황인태 LH 토지주택연구원 주임연구원

최 현 LH 공공주택사업본부 공공주택설비처 설비계획부 차장

김용환 LH 공공주택사업본부 공공주택기획처 주택디자인계획부 차장

연구심의위원

진규남 LH 토지주택연구원 건설안전연구실 실장(심의위원장)

송영은 고려대학교 교수

김창현 한국기계연구원 책임연구원

안기연 한국건설기술연구원 수석연구원

김기수 LH 공공주택설비처 부장

박시효 LH 건설자산관리처 부장

자문위원 (가나다순)

김창현 한국기계연구원 책임연구원

이대철 DA그룹 건축사사무소 전무이사

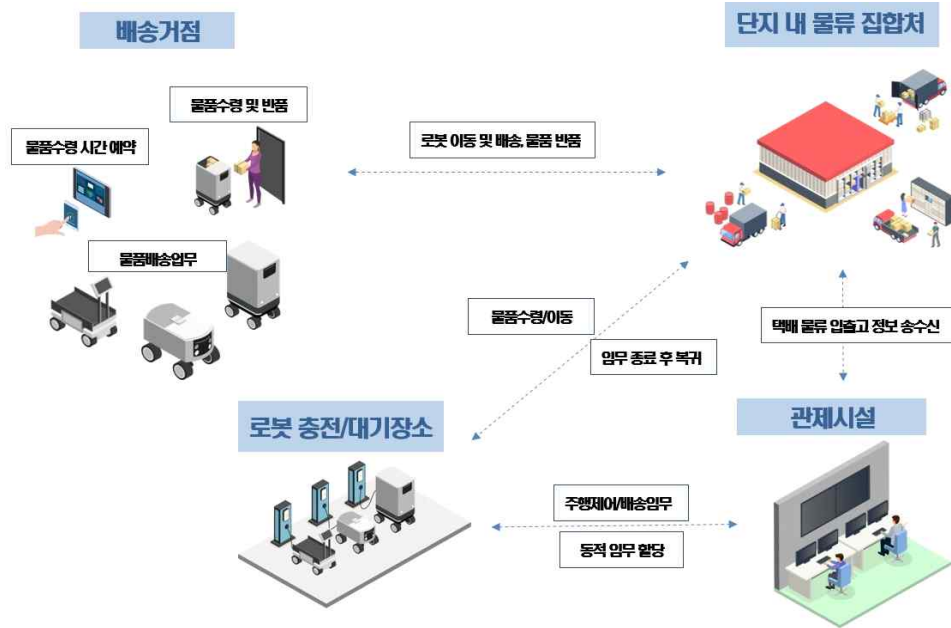
윤삼석 DA그룹 건축사사무소 소장

최현규 M.A.C.K.건축 대표

외국사례 외부 필진

- COVID-19 이후 전세계적으로 전자상거래 증가 및 무인이송체를 활용한 다양한 배송 시도
 - 국내·외 전세계적으로 비대면 물품의 이송, 보관 배송서비스의 활성화
 - 국내의 경우 대표적으로 ‘배달의민족’ 플랫폼의 ‘우아한형제들’을 위시하여 물품배송 시도가 이루어지고 있으며, CU편의점, LG전자, KT 등에서 실내·외 자율주행 기반 로봇 배송 서비스 시도 및 실증 초기단계 수행 중
 - 국외의 경우(미국과 EU, 일본과 중국 등) 규제 완화를 통해 비대면 물품이송, 로봇을 이용한 배송서비스 활발히 진행 중
- 정부의 무인이송체를 활용한 배송 관련 제도 시행 및 규제 개혁 추진
 - 정부의 각 부처에서 규제개혁 요구에 따른 규제 개혁 방안 제시, 관련 법·제도 신설
 - ‘대한민국 디지털 전략’, ‘로봇산업 규제 혁신 로드맵 2.0’, ‘지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법’재정을 통해 제도 개선 추진
 - ‘생활물류서비스발전법’, ‘도로교통법’, ‘개인정보보호법’ 개정 등도 진행 중
- 공동주택 내 로봇배송서비스 적용 논의 부족
 - 도심 일부지역에서 물품의 배송, 규제샌드박스를 통한 초기 실증 외에 공동주택 단지내 로봇을 이용한 물품배송서비스 미미
 - 공동주택에 적용하기 위해서는 단순 배송에 관련된 서비스 뿐만이 아니라 인프라 및 하드웨어적인 부분의 검토가 필수적임
- 공동주택 로봇배송서비스 적용을 위한 인프라 및 하드웨어적 법·제도 검토
 - 공동주택 적용 가능 인프라(관제 시스템, 공동현관 및 엘리베이터 연계 기술,통신·전력 인프라 요구사항 등) 법·제도 검토
 - 공동주택 적용하기 위한 하드웨어적(로봇의 주행시 성능 요구사항, 유지관리, 택배보관함 배송, 송장인식, 배송상태 확인, 비상상황 대응 등) 관련 법·제도 검토

■ 공동주택 로봇배송서비스 구현을 위한 인프라 구축(안) 마련
공동주택의 로봇배송 시나리오(Scenario) 개발



[로봇배송 서비스 시나리오 개념도]

- 1) 시나리오 1 : 단지단위의 중앙집하/배송 방식(지상 중앙 집하장 1개소)
 - 택배차량 집하장에 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇 대기소에서 집하장 도착- 로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/E.L 이동)-집하장 반품
- 2) 시나리오 2 : 동단위의 분산집하/배송 방식(공동주택 각 동 지하 물품보관함 배치)
 - 택배차량 동 앞 물품보관함 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇대기소에서 집하장 도착- 로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송 확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/E.L 이동)-각 동앞 물품보관함 반품
- 3) 시나리오 3 : Zone단위 분산집하/배송(N개동 마다 물품보관함 1 배치)
 - 택배차량 동 앞 물품보관함 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇대기소에서 집하장 도착-로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/E.L 이동)-동 앞 물품보관함 반품



[시나리오 3 예시 : Zone단위 분산집하/배송(3개동 마다 물품보관함 1 배치)]

■ 공동주택의 로봇배송서비스 구현을 위한 인프라 고려사항 도출

- 공동주택 내에서 로봇배송서비스의 효과적인 관리 및 운영은 다양한 기술적, 운영적, 법적 요소들을 포괄적으로 고려하는 것에서 시작하며, 무인로봇 시스템이 공동주택 내·외부에서 원활하게 운영되기 위해서는 몇 가지 핵심 요소들이 필수적임
 - 로봇이 주어진 환경 내 효율적 이동과 작업을 위한 로봇의 정밀한 위치 추적 및 관리 시스템
 - 로봇이 수집하는 데이터를 효과적으로 분석하고 활용할 수 있게 하는 인프라
 - 데이터 보호 및 개인정보보호법 준수를 통한 로봇이 수집하는 데이터의 안전성 보장
 - 로봇이 필요할 때 언제든지 에너지를 보충할 수 있는 충전 인프라와 배터리 관리 시스템
 - 사용자 친화적 인터페이스 및 다양한 서비스 개발
 - 공동현관 및 엘리베이터 등 로봇의 이동 동선 내 보안 및 이송 시스템과의 효율적인 연계기술
 - 전기 안전 및 통신 규정의 준수를 통한 전력 및 통신 인프라의 안전성과 신뢰성을 확보
 - 로봇의 동선 확보, 충전 공간, 관제 공간, 집하 공간에 대한 공간적인 구획이 필요함
 - 로봇으로 인해 발생 가능한 위험 시나리오 수립과 안전성 확보

주제어

공동주택, 단지, 무인이송체, 로봇배송, 인프라, 시나리오,

차 례 Contents

제1장 서 론

- 1. 연구의 배경 및 목적 ————— 11
- 2. 연구의 범위 및 방법 ————— 14

제2장 국내·외 무인이송체 배송 관련 기술 동향 조사

- 1. 무인이송체 배송 국내·외 동향 ————— 16
- 2. 정부의 무인이송체 배송관련 개혁 ————— 27

제3장 공동주택 로봇배송 적용을 위한 인프라

- 1. 관제 시스템 ————— 32
- 2. 공동현관 및 엘리베이터 연계 인터페이스 기술 ————— 33
- 3. 통신/전력 인프라 요구사항 ————— 34

제4장 공동주택 로봇배송 적용을 위한 하드웨어

- 1. 공동주택 내 로봇배송 시 성능 요구사항 ————— 37
- 2. 유지관리 항목 ————— 44
- 3. 택배보관함에서 배송지 하차 하는 기술 ————— 49
- 4. 화물 송장인식, 배송상태 확인, 비상상황 대응 기술 ————— 59

제5장 공동주택 단지 내 로봇배송 구현을 위한 인프라 구축(안) 마련

- 1. 공동주택의 로봇배송 서비스 시나리오 개발 ————— 62
- 2. 공동주택 단지 내 로봇배송 구현 인프라 구축(안) 마련 ————— 69

제6장 결 론

표 차례 List of Tables

[표 2-1] 국내 무인이송체 배송 대표적인 사례	9
[표 2-2] 해외 무인이송체 배송 시장 전망	10
[표 2-3] 해외 무인이송체 배송 대표적인 예1	12
[표 2-4] 해외 무인이송체 배송 대표적인 예2	13
[표 2-5] 해외 무인이송체 배송 현황	14
[표 2-6] 무인이송체 배송 규제개혁 사항	17
[표 2-7] 정부부처의 규제개선 추진 사항	18
[표 2-8] 생활물류서비스산업발전법	18
[표 2-9] 로봇 산업 선제적 규제혁신 로드맵(2.0)	20
[표 4-1] 로봇의 주행 안전성관련 일반 요구사항	27
[표 4-2] 로봇의 경사로 주행 요구성능	28
[표 4-3] 로봇의 복도 주행 요구성능	30
[표 4-4] 엘리베이터 승·하차 안전 요구성능	32
[표 4-5] 공동주택 단지내 충전시설의 안전과 관련된 국내·외 규정 비교	38
[표 5-1] 시나리오 개발 및 인프라 구축 시 고려사항	52
[표 5-2] 중앙집하장 1개소 장·단점	54
[표 5-3] 각 동 지하 물품보관함 장·단점	56
[표 5-4] 지하 ZONE 당 물류집합처 1 장·단점	58
[표 5-5] 로봇 친화형 공동주택의 설계 고려사항 분석	59
[표 5-6] 실외로봇 운행안전인증 16가지 주요 시험 항목	62

그림 차례 List of Figures

[그림 2-1] 국내 무인이송체 배송 시장 규모 및 전망	6
[그림 2-2] 국외 무인이송체 배송 시장 규모 및 전망	7
[그림 2-3] 국내 로봇 출하 현황	7
[그림 2-4] 국외 라스트마일 배송 시장 규모 전망	10
[그림 2-5] 주요국 로봇산업 현황	16
[그림 4-1] 공동주택 복도 내 로봇의 보행자 회피 주행	29
[그림 4-2] 로봇의 엘리베이터 승·하차 모습	31
[그림 4-3] 무인배송로봇의 엘리베이터 버튼 조작 모습	33
[그림 4-4] 충전시설 회피 시험장 규정	36
[그림 4-5] 디스펜서에 인접한 분류 폭발위험장소 규정	36
[그림 4-6] cleveron사의 공동주택내 택배보관함 사용 예	39
[그림 4-7] Starship Technologies의 물품 배송 예	41
[그림 4-8] Agility Robotics사의 Digit의 물품 배송 예	42
[그림 4-9] Ottonomy사의 Ottobot YETI의 물품 배송 예	43
[그림 4-10] Posten Robot사의 택배보관함과 무인배송로봇이 합쳐진 형태의 배송 서비스	44
[그림 4-11] Mobinn사의 컨베이어 벨트방식 물품 하역 예	45
[그림 4-12] FieldRo사의 A-type의 물품 배송 예	46
[그림 4-13] Amazon사의 Drone을 활용한 물품 배송 예	47
[그림 5-1] 로봇배송 서비스 시나리오 개념도	53
[그림 5-2] 로봇배송 서비스 이동 경로 (지상 중앙 집하장 1개소)	54
[그림 5-3] 로봇배송 서비스 이동경로 개념도(지상 중앙 집하장 1개소)	55
[그림 5-4] 로봇배송 서비스 이동 경로(각 동 지하 물품보관함 배치)	56
[그림 5-5] 로봇배송서비스 이동경로 개념도(각 동 or 3개동 지하 물품보관함 배치)	57
[그림 5-6] 로봇배송 서비스 이동 경로 (지하 3개동 마다 물품보관함 배치)	58
[그림 부록-1] 안심귀가서비스 개념도	67
[그림 부록-2] 방법/순찰 서비스 개념도	68
[그림 부록-3] 상업시설 물품 배송 연계 서비스 개념도	69
[그림 부록-4] 시설 인프라 점검 서비스 개념도	70

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적

1. 1. 연구의 배경 및 필요성

- COVID-19는 비대면 전자상거래를 증가¹⁾시켰고, 배송물량이 증가와 더불어 전 세계적으로 물류서비스에 대한 기술개발과 상용화를 촉진시켰음
- 전 세계적인 흐름에 따라, 정부에서도 ‘대한민국 디지털 전략’²⁾, ‘로봇산업 규제 혁신 로드맵 2.0’³⁾, ‘지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법’⁴⁾ 등을 통해 무인이송체 배송시대 글로벌 수준의 배송 경쟁력 확보 및 제도적인 기반 마련을 위해 노력중이며, 이에 따라 다양한 기술이 개발되고 실증현장 적용 등이 이루어지고 있는 실정임
- 특히, 일부 지역에서는 무인이송체를 활용하여 자율주행 배송, 도심속에서 인프라간 연동 서비스(상가, 상점 등)를 활용하여 다양한 물품배송 시도가 이루어지고 있는 상황임.
- 이러한 무인이송체를 활용한 배송서비스가 기업 및 대중의 관심을 증가시켰고, 규제 샌드박스를 통해 다양한 배송서비스를 시도하여 성과를 내고 있으며, 다수의 기업이 참여하고 있는 실정임
- 대표적으로 ‘배달의 민족’, ‘요기요’ 등의 기업에서는 모바일 앱 서비스를 이용하여 실내·외 자율주행 무인이송체 배송을 시도하고 있으며, CU편의점,세븐일레븐 등의 상가, 상점 등에서는 판매하는 물품을 배송하는 자율주행 로봇배송 서비스를 시도 중에 있는 실정임
- 국외(미국, 중국, 일본 EU 등)의 경우는 무인이송체의 배송 서비스를 크게 도로를 통해 배송하는 방법과 드론을 활용하여 배송하는 방식으로 나뉘어 적용하고 있으며,

1) Statista(2021.6), eCommerce Report, 2021

2) 대한민국 디지털 전략

3) 한국로봇산업진흥원(2022.6), 로봇산업 규제 혁신 로드맵 2.0,
<https://www.kiria.org/portal/reference/portalRefTrendDetail.do>

4) 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법(법률 제 19412호, 대통령령 제 33871호, 산업통상자원부령 제 529호 '23.11.17)

무인이송체의 배송서비스가 상용화 단계 수준임

- 미국은 ‘첨단제조파트너십’, ‘로보틱스 로드맵’을 통해 기술력을 확보하여, 일부 지역에서 배송서비스를 전면 허용하고 있으며, 관련 제도를 법 제·개정하여 배송서비스를 상용화 하고 있음
 - 중국은 ‘자율주행 산업 지원책’을 활성화하여 무인이송체배송 플랫폼 기업을 중심으로 물류와 음식 배송까지 주도하고 있는 실정임
 - 일본의 경우 ‘로봇 신전략’을 통해 로봇에 대한 기술력을 제고하고, 배송서비스를 활성화 하고 있는 실정임
 - EU는 ‘Horizon Europe’을 통해 로봇산업을 선도하고자 로드맵을 발표하여 활발한 무인 이송체의 배송 서비스를 하고 있음
- 이처럼 국외의 무인이송체 배송 서비스는 각종 지원정책과 법·제도적 한계점을 파악 하고 완화시켜 추진중에 있으나, 국내에서는 무인이송체의 물품배송을 하기 위한 법·제도적인 한계점이 있어 상용화 초기단계 수준임
 - 일부지역에서 물품의 배송, 규제샌드박스를 통한 실증 외에 공동주택에서의 로봇을 이용한 물품 배송 서비스에 대한 부분은 논의가 많이 부족한 현실이며, 이를 적용하기 위해서는 현재 다양한 성과를 내고 있는 일부지역에서만 시행되고 있는 물품배송 시 고려해야하는 사항뿐만 아니라, 다양한 부분(공동주택 내 동선, 생활패턴, 재실자의 스케줄 등)을 검토해야하는 필요성이 있음
 - 따라서, 공동주택에서 로봇을 활용한 물품배송을 적용할 경우에 대해 검토할 필요가 있으며, 대표적으로 적용 가능한 인프라 고려사항, 물품배송시 필수 요소들과 하드웨어 검토, 적용시 제도적인 부분을 검토하고자 함
 - 이를 통해 로봇 배송 시나리오를 개발하고, 인프라 구축(안)을 제시하여 미래변화에 따른 편리하고 효과적인 주민편의 스마트주거 서비스를 제공하고자 함

1. 2. 연구의 목적

- 전세계적인 비대면 물품의 이송, 보관 배송서비스의 활성화와 더불어 공동주택에서의 로봇배송 적용을 통한 주민편의서비스를 도모하고자 본 연구를 진행하고자 함
- 먼저, 공동주택에 로봇배송 서비스를 적용하기 위해서는 적용 가능한 인프라와 하드웨어적인 검토, 관련 법·제도의 검토가 필요함
- 로봇배송 서비스를 적용하기 위한 인프라와 그에 따른 법·제도는
 - 로봇관제 운영 시 시스템 필요사항
 - 공동현관 및 엘리베이터 연계 인터페이스 기술, 적용 법제도
 - 통신/전력 인프라 요구사항 및 적용 제도
- 로봇배송 서비스 적용 가능한 하드웨어와 법·제도로는
 - 공동주택 내 로봇 이동 요구사항 및 법·제도, 기준
 - 유지관리 항목 및 법 제도
 - 택배보관함에서 배송지에 하차하는 기술
 - 화물 송장인식, 배송상태 확인, 비상상황 대응 기술 및 법·제도
- 인프라와 하드웨어, 법·제도 검토를 통해 로봇배송서비스 시나리오를 개발하여 적용함으로써, 최종적으로 공동주택에서 실현 가능한 인프라 구축(안)의 방향을 제시하고자 함

2. 연구의 범위 및 방법

- ① 국내·외 무인이송체 배송 관련 기술동향 조사
 - 무인이송체 배송의 국내·외 동향, 시장규모 및 전망 조사
 - 국내·외 개발현황 및 정책 방향 등 동향 조사
- ② 공동주택 로봇배송서비스 적용에 필요한 인프라 검토
 - 단지 내 적절 물류 거점 및 로봇 체류/충전 공간 검토
 - 입주민 안전을 고려한 로봇 이동 동선 검토
 - 공동현관 및 엘리베이터 연계 인터페이스 기술 조사
 - 통신/전력 인프라 요구사항 조사
 - 관제 및 최적화 운영 시스템구현을 위한 필요사항 검토
- ③ 공동주택 로봇배송서비스 구현을 위한 하드웨어 검토
 - 로봇배송을 위한 구동기체의 요구사항 검토
 - 택배보관함에서 로봇에 상차, 로봇에서 배송지에 하차하는 기술 검토
 - 건물 및 단지 경사로, 지형 등을 극복할 수 있는 자율주행 기술 검토
 - 택배보관함-도로-엘리베이터-복도 이동 기술 검토
 - 화물 송장인식, 배송상태 확인, 비상상황 대응 기술 검토
 - 로봇의 유지관리 항목 검토
- ④ 공동주택 단지 내 로봇배송 서비스 구현을 위한 인프라 구축(안) 마련
 - 로봇배송서비스 시나리오 개발
 - 공동주택 단지 내 로봇배송 서비스 구현 인프라 구축(안) 마련

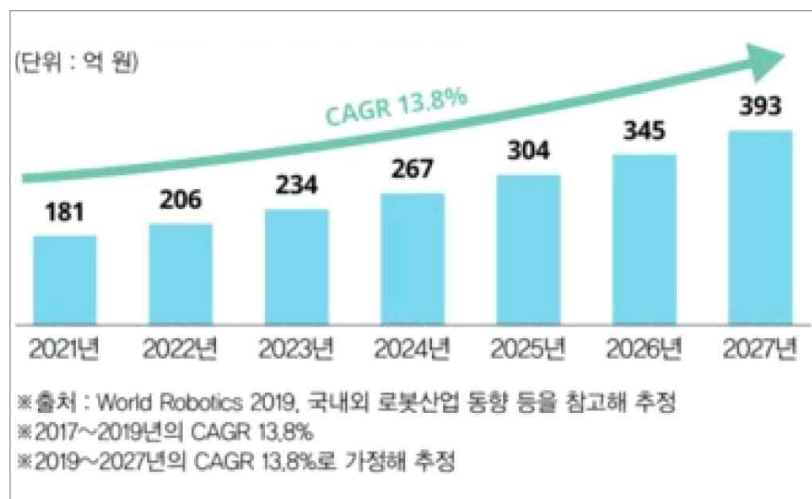
제2장 국내·외 무인이송체 배송 관련 기술동향 조사

1. 무인이송체 배송 국내·외 동향

1. 1. 국내·외 무인이송체 배송 시장 규모 및 전망

① 국내 시장 규모 및 향후 전망

- 국내 시장 규모는 2021년 181억원 규모에서 CAGR 13.8%씩 성장⁵⁾하여 2030년에는 400억원을 넘을 것으로 판단됨



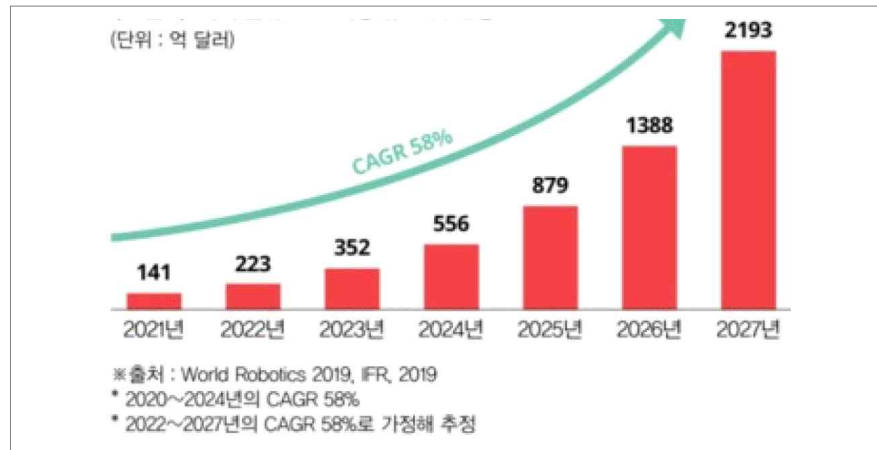
[그림 2-1] 국내 무인이송체 배송 시장 규모 및 전망

② 세계 시장 규모 및 전망

- 세계 시장 규모는 2021년 141억달러에서 CAGR 58%로 확산하였을 때, 2030년 기준 2,300억달러 규모 이상으로 규모가 커질 것으로 판단됨⁶⁾

5) 비대면 서비스를 위한 자율주행 배송 로봇 기술 동향, 한국로봇학회,로봇과 간 제 19권 제4호, 22.1.0, p.14~24 이상민

6)비대면 서비스를 위한 자율주행 배송 로봇 기술 동향, 한국로봇학회,로봇과 간 제 19권 제4호, 22.1.0, p.14~24 이상민

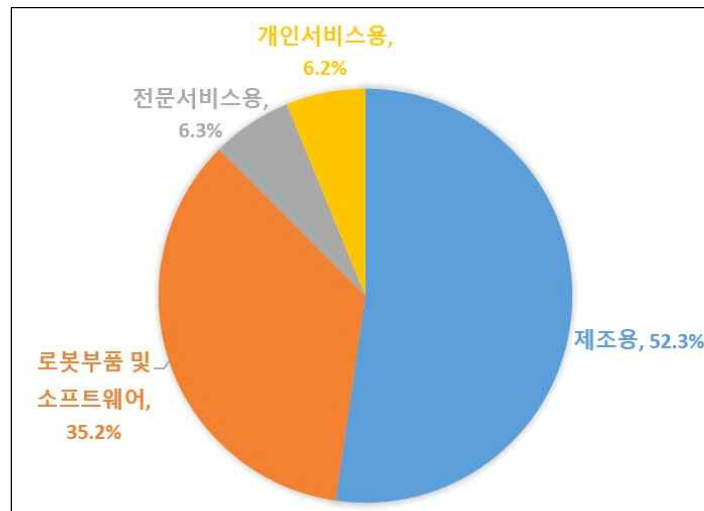


[그림 2-2] 국외 무인이송체 배송 시장 규모 및 전망

1. 2. 국내·외 무인이송체 배송시장 동향

① 국내 무인이송체 배송시장 현황 및 동향

- 국내 로봇 시장은 제조업용 물류 위주로 발전되고 있으며, 무인이송체 배송로봇은 전체 6.3%⁷⁾를 차지하고 있는 실정임



[그림 2-3] 국내 로봇 출하 현황

* 로봇출하현황 (십억원) : 제조용 2,659(52.3%), 로봇부품 및 소프트웨어 1,790(35.2%), 전문서비스용 322(6.3%), 개인 서비스용 314(6.2%)

7) 한국로봇산업진흥원(2020), 2019년 로봇산업 실태조사 결과보고서/로봇산업 모집단 수 2,235개사를 대상

- 국내 배송로봇의 경우 인도 자율주행 로봇을 시범운영중이거나 테스트 중임
- 또한, 규제샌드박스 특례승인에 따라 실증 수행중에 있으며, 대표적으로 배달의민족, 로보티즈, 뉴빌리티의 예를 확인할 수 있음
 - 배달의 민족 : 송파구 레이크 팰리스 배송('19.4), 광고 호수공원 배달 서비스('22)등
 - 로보티즈 : 마곡지구 주변 상권 연계 로봇배달 서비스('22.11) 등
 - 뉴빌리티 : 골프장, 대학캠퍼스, 리조트 등 배달 서비스 등
- 한국 로봇산업 진흥원에서는 ‘로봇산업 규제 혁신 로드맵 2.0’⁸⁾을 발표하고, 이를 통해 전방위적으로 제도 개선을 추진 중에 있음
- 정부에서는 ‘지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법’ 제정 (법률 제 19412호, 대통령령 제 33871호, 산업통상자원부령 제 529호 '23.11.17 시행) 으로 실외 배송이 본격적으로 활성화 되고 있는 실정임
 - 실외 배송로봇 시속 15km이하, 16가지 안전기준 심사 반드시 필요
 - 실외이동로봇의 정의/ 운행안전 인증체계/ 보험가입의무 등 로봇의 실외 이동을 허용하기 위한 기반 마련, 법적 안정성 확보를 위해 한시법이었던 지능형로봇법을 영구법으로 전환함
 - 국내에서도 미국, 일본 등처럼 안전성을 갖춘 로봇 실외 이동이 허용돼, 배송, 순찰, 방역, 안내, 청소 등 서비스 시장에서 다양한 로봇 활용이 가능해짐
 - 산업통상자원부 측은 “23년 내 사업화가 가능하도록 인증기준 등 하위법령을 신속히 마련할 계획”
- 실내·외 식료품/ 소포의 로봇배송 시장은 크게 성장, 국내·외 기업들은 자율주행 로봇에 콜드체인 시스템 탑재해, 식음료 신선 배송 추세
- 서울시에서는 ‘로봇산업 육성종합계획’을 발표하여 로봇 대중화를 위해 총 2029억원을 투입할 계획에 있음.⁹⁾

8) 한국로봇산업진흥원(2022.6), 로봇산업 규제 혁신 로드맵 2.0,
<https://www.kiria.org/portal/reference/portalRefTrendDetail.do>

9) 서울시‘로봇산업 육성종합계획’ <https://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=32222>

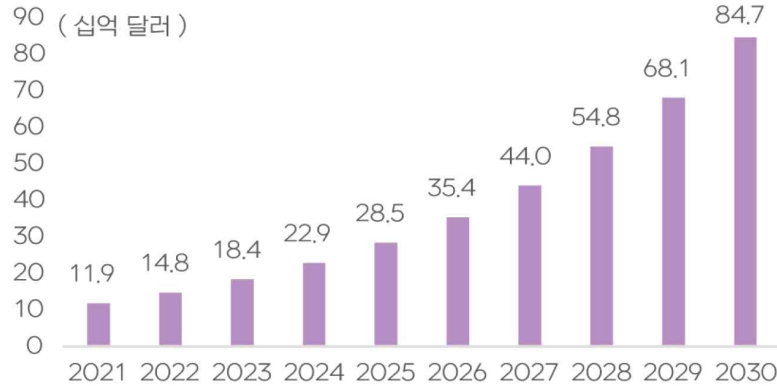
[표 2-1] 국내 무인이송체 배송 대표적인 사례

기관	사진	특징	실증
로보티즈		- 모바일앱(식권대장) 연계 서비스 - LTE, 5G 이용한 관제시스템 - 자율주행로봇 배송 서비스 현장 요원 없이 실질적 사용화 - 자율주행, 장애물 회피, 복수 로봇 운용 관제 시스템 개발완료	헨나호텔, 코트야드메리어트 타임스퀘어, 마곡지구 배송, 리조트, 캠핑장 등
뉴빌리티		- 모바일앱(요기요) 연계 서비스 - 40kg화물 탑재가능 - 세븐일레븐과 협약 체결 - KT와 협력해 자율주행 배달 서비스 실시 - V-SLAM을 활용 - AI기반 장애물 인식 및 회피 주행 로직을 위한 센서 퓨전, 운행 환경 및 주행 가능 영역 식별 등의 기술 내재화	골프장, 테니스장, 건국대학교 캠퍼스, 리조트, 캠핑장 등
배달의민족		- 배달의 민족 앱 통한 연계 서비스 - 실내·외 배달서비스 확장중 - 3D 라이다로 주변 환경 탐색 - LG로봇 사용	송파 레이크팰리스, 건국대학교 캠퍼스, 광고호수공원, 테헤란로 일부 빌딩, 인천공항 등
원익로보틱스		- AI플랫폼과 클라우드 연계 서비스 - LiDAR, 관성센서, 추락방지를 위한 Cliff 센서, 3D ToF(Time of Flight) 센서, 입체 카메라 등 을 탑재	위니아 상리에너지자립마을
유진로봇		- IoT 연동으로 특정 회사 엘리 베이터/자동문 제어가능 - 소나, 안전 라이더(Safety LiDAR), 3D ToF 라이더, 스테레 오 카메라 및 내비게이션 소프트 웨어를 탑재	병원과 공장, 요양원, 등 물류 이동량이 많은 실내 공간에 적합
현대자동차 로봇틱스랩		- PnD(Plug & Drive Module) 기반으로 운영 - 계단오르는 배달로봇 '모반' 개발중	광고 엘리웨이, 화성 롤링힐스 호텔 등

출처: 각 회사 홈페이지

② 국외 무인이송체 배송시장 현황 및 동향

- 국외 무인 라스트마일 배송은 2021년 119억 달러에서 2030년 847억달러로 매년 24%씩 증가 전망¹⁰⁾



[그림 2-4] 국외 라스트마일 배송 시장 규모 전망

- 세계 무인이송체 배송 시장전망은 배송로봇의 경우 2019년 1.2억달러에서 2025년 22억달러로 성장 전망¹¹⁾에 있음

[표 2-2] 국외 무인이송체 배송 시장 전망

단위 : 억달러

구분	2019년	2025년
로봇배송	1.2	22
드론배송	< 0.01	36

출처 : OMDIA(2020.1월), Delivery Robots and Drones

- 국외 무인이송체 배송은 이미 상용화하여 추진 중에 있음
- 미국은 일부 지역에서 보편화하여 진행 중에 있음
 - ‘첨단제조 파트너십(Advanced Manufacturing Partnership)’을 통해 국가 연구개발 방향을 제시하고, 로봇 융합 기술개발을 추진중에 있음
 - 로보틱스 로드맵 4차단계로 로봇의 기술개발을 선도하고 있으며, 각 지역별 드론 및 배송로봇을 상용화 하고 있는 실정임

10) Trade Brief 09. 첨단 배송산업 경쟁력 강화 방안, 위드코로나, 스마트 무인배송 상용화를 위한 과제, 2022

11) Trade Brief 09. 첨단 배송산업 경쟁력 강화 방안, 위드코로나, 스마트 무인배송 상용화를 위한 과제, 2022

- 일본은 국가적으로 로봇배송 및 물류서비스 관련하여 진행 중에 있는 실정임
 - 일본 물류업계는 일손 부족으로 인한 물류 서비스 어려움 초래
 - ‘로봇혁명 이니셔티브’와 ‘로봇 신전략’으로 로봇 발전 도모
 - 22년 4월 27일, 도로교통법 일부 개정하는 법률 공표, 23년 4월 1일 시행, 일정요건 충족하는 자동배송로봇을 ‘원격조작형 소형차’로 정의하고 차량 카테고리에 포함함
 - 로봇을 주행시키고자 하는 장소를 관할하는 지역공안위원회에 통행 장소 및 로봇 사양에 관한 사항 등을 신고하면 도로 사용허가를 받지 않고도 로봇을 통행시킬 수 있는 특징이 있음
 - 소프트뱅크 로보틱스(SoftBank Robotics), 누로(Nuro), ZMP, 파나소닉 등 자율주행 배송 차량 개발 시작함
- 중국의 경우 ‘자율주행 산업 지원책’을 통해 물품 및 음식배송 서비스를 진행 중
 - 중국은 물류업계의 비용절감 및 효율 증가 해야 하는 실정임
 - 국가 전략 목표 ‘중국제조 2025’를 수립
 - 내수 시장에 기반한 로봇 산업 강화
 - 기업 위주로 라스트마일 분야 무인배송로봇, 배송드론 테스트가 활발히 이루어지고 있는 중임(징둥, 알리바바, 쑤닝 등)

[표 2-3] 국외 무인이송체 배송 대표적인 예1

기관 / 국가	사진	특징	실증
Starship / 영국		- 센서로 라이다를 쓰지 않음 - 300만번이상 배달 완료 - 그루브허브를 통해 음식배달서비스 실시 중 - 스타십 앱-지역 협동조합 매장에서 주문, 배달리츠 시의회와 제휴	14개 대학지역, 각 지역에서 서비스 진행중
Robby Technologies / 미국		- 한번충전시 20마일 이상 주행 - pepsi co 함께 대학에서 간식로봇 시범운영	일부대학에서 간식배달중
Yandex / 러시아		- 모든시간대 기상조건에서 장애물 및 주변 탐색 가능 - Yandex Eats 어플 연계 - KT와 협업통해 한국시장 진입중	모스크바 내부 배달서비스
Marble /미국		- 3D LiDAR와 2D LiDAR를 사용하여 장애물 감지 및 보도 인식을 수행 - 복잡한 도심환경, 높은 안정성으로 동작 가능	음식, 식재료, 의약품 배달에 초점
Savioke /미국		- 카메라, 초음파센서, LiDAR, IMU 등이 탑재 - 별도 제어 장치가 설치된 엘리베이터에 승/하차 가능	알로프트 호텔, 크라운플라자 호텔 등 다양한 호텔에 보급
BUTLERBOT /미국		- 클라우드 관리 플랫폼, 사물인터넷 시스템 - 스마트 호텔 생태 시스템 - 룸서비스(호텔 용품 배송)/효율적 공동작업 (고객 시간 단축) * 자체 개발 SLAM 위치지정, 내비게이션, 자율경로 계획,멀티 작업 처리 능력	호텔
서브로보틱스 /미국		- 시컴퓨팅 모델 젯슨 이용 - 특정 지오펜스(실제 지도에 구현된 가상의 반경) 영역에서 안전을 위한 원격 조작자 없이도 작동	LA, 샌프란시스코 보도배달

출처: 각 회사홈페이지

[표 2-4] 국외 무인이송체 배송 대표적인 예2

기관 / 국가	사진	특징	실증
FEDEX / 미국		- 美 포스트메이크, NFL 공식 음식 배달 파트너 - 32개 NFL 팀 30개 도시 배달 - 연석 및 계단 오르기 가능	의료 센터, 병원, 학교, 비영리 단체 등
오토노미/미국		- 라스트마일 전문 물류배송로봇 생산기업 - 美 오토노미, 스페인 물류회사 광고에 ‘오토봇’ 공급 - 보도를 이용해 곡고와 제휴한 소매점과 식당 네트워크 주문품과 음식을 주문 고객 집앞 까지 배송	
코코/미국		- 음식배달 로봇 제조업체, 본사 LA - 배달시간을 30% 까지 줄일 수 있다고 약속함 - 로봇의 정시 배달률이 97%	LA 및 댈러스, 휴스턴, 마이애미, 텍사스 오스틴, 10개 파트너 식당과 제휴해 서비스 개시함
클리어패스/캐나다		- 자율주행 SW 플랫폼 'OutDoorNav.' 출시 - 클리어패스 실외 주행 플랫폼 및 3자 자동차를 위한 GPS 기반 주행 기술 제공 - 자체 개발한 센서 데이터 융합 기술을 통한 point-to-point, GPS 기반의 자율주행 제공 - 빌트인 장애물 감지 및 회피 주행, 지속적인 경로 계획, 오프로드 차량을 위한 웨이포인트간 자율 주행 기술 제공	
CAYTU Robotic / 세네갈		- 세네갈 단카 (Dakar)에 위치한 스타트업 - 아프리카 엔지니어, Sidy Ndao, now the CEO, and Abdoulaye Faye, now the CTO - 우리 벤처스(Wuri Ventures), 오렌지 세네갈 (Orange Senegal)에서 지원중임 - 로봇 원격 제어 기술	유타, 프로보 지방의 BYU (Brigham Young University) 와 협력해 캠퍼스에서 음식배송
Panasonic X-Area Robo / 일본		- 전용어플로 주문/배송 - 주변상황과 GPS를 통해 교통신호와 장애물 대응	츠크바시 최초 적용 식료품 배달
JD/중국		- 레이더 및 센서를 이용한 보행자 및 장애물 회피 - 안면인식, 모바일앱 등 활용 택배 수거	택배, 물류 등

출처: 각 회사홈페이지

○ 국외 무인이송체 배송 사례¹²⁾

[표 2-5] 국외 무인이송체 배송 현황

기업	현황
아마존 (Amazon, 미국)	- 택배 배달로봇 ‘스카우트(Scout)’ 시험 배송을 시작(‘19.1월)으로 서비스 지역을 기존 워싱턴, 캘리포니아 주에서 조지아주 애틀랜타, 테네시 주 플랭클린 지역으로 확장 중 - ‘프라임에어(Prime air)’ 시범 서비스(‘16년) 이후 , 미국 연방항공국(FAA) 상업용 드론 배송 서비스 사업 승인 획득(‘20.9월)
구글 (Google, 미국)	- 드론 ‘윙(Wing)’을 개발해 호주 민간항공국(CSA)와 미국 연방항공국(FAA) 드론 배송 서비스 사업 승인획득(‘19.4월). 2019년 10월부터 페덱스(Fedex)와 드론 배송 사업 진행
징동 (JD, 중국)	- 2018년 6월 배송로봇 정식 운영(베이징 하이먼구), 2016년 첫 드론 택배 배송 시작 이후 무인 배송 터미널(산시성 시안)에 오픈하며 스마트 배송 시스템 구축
알리바바 (Alibaba, 중국)	- 인공지능 기술이 탑재된 배송로봇 ‘샤오만루(小蛮驴)’ 출시(‘20년), 2021년 상반기 11개 도시 15개 대학에서 택배 배송 중
어러머 (Eleme, 중국)	- 2018년 5월부터 드론 음식배송 시작(상하이 진산공업원)
메이탄 (Meituan, 중국)	- 2021년 2월부터 자율주행 배송차 운행 시작(베이징 순이구) - 2021년 드론 배송 서비스 착수(광둥성 선전시)

12) TB09. 첨단 배송산업 경쟁력 강화 방안

2) 국내·외 로봇산업 육성 정책

① 미국

- 미국은 ‘첨단제조 파트너십(Advanced Manufacturing Partnership)’을 통해 로봇 융합 기술개발 등을 추진 중
 - 로보틱스 로드맵(A Roadmap for Robotics: From Internet to Robotics)은 국가 연구개발 방향 제시, 국가 로봇계획(National Robotics Initiative, NRI)은 로봇 기술 연구 지원
 - 로보틱스 로드맵은 현재 4차단계('20)이며, 재료/통합 센서/계획 및 제어 방법 연구와 멀티 로봇의 조화, 상황인지 성능 향상, 신기술 활용을 위한 인력 훈련등 포함.
 - 현재 NRI는 1.0(국립과학재단 등 공공 주도), 2.0(학계, 산업계, 기업간 협력 등) 이후 3.0('20, 융합) 로봇기술 융합 강조를 통해 NRI 3.0 종료 후 기존 NRI가 기초 연구를 지원 중에 있음
- Manufacturing USA는 공공과 민간의 네트워크로 ARM(Advanced Robotics For Manufacturing) 등을 통해 스마트 생산 연구 추진 중
 - 항공우주, 자동차 섬유산업 등 상용화 단계 연구, 로봇관련 전문인력 육성 지원

② 일본

- 일본은 사회문제 해결을 위해 규제개혁, 기술개발, 로봇보급, 시스템 통합 등 인력 육성 등을 지원 중
 - ‘로봇 신전략’ (2015년)으로 고령화사회, 재해 등 해결을 위해 로봇 산업 육성 추진
 - 경제산업성은 ‘로봇 혁명 이니셔티브 협의회(RRI)’를 설립하여 로봇의 전략적 추진 모체로 진행중에 있음

③ 중국

- ‘중국 제조 2025’의 핵심분야인 로봇을 지정함으로 로봇산업의 발전계획을 통해 산업을 육성함
 - 로봇을 10대 육성산업중 하나로 지정하여 제조경쟁력을 확보하고자 하는 노력중임
 - 2021년 ‘14차 5개년 로봇산업 발전계획’을 발표하며 국제 선도국 수준에 도달 목표

④ EU

- EU는 ‘Horizon 2020’, ‘Horizon Europe’을 중심으로 민관협력 로봇기술 개발 지원

- 로봇산업 선도하고자 ‘Horizon Europe’을 통해 전략연구 범위와 로드맵 발표
 - 민관협력 프로그램인 SPARC(Partnership for Robotics in Europe)와 ADRA(AI, Data and Robotics Association)과 협력하여 로봇 산업 기술 개발 지원

⑤ 한국

- ‘지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법’을 통해 로봇산업 4대강국으로 도약 추진
 - 2023.11.17 법이 시행됨에 따라 로봇산업의 지속적 발전을 도모
- 로봇 선진국과 기술격차를 좁히기 위해 기업지원에만 집중하며, 창업/사업화, 해외 진출 지원 부분에서는 매우 미흡
- 국내 로봇 기술이 발전하였으나, 물류나 서빙 등 생활 로봇의 경우 중국기업에 비해 가격이 15~30%이상 높음
 - 서빙로봇, 물류 로봇의 경우 중국기업의 제품이 60% 이상 점유
- 로봇 및 드론산업은 해외시장 경쟁력 매우 미약한 실정임
- 주요국 로봇산업 현황¹³⁾은 [그림2-5]과 같음

주요국 로봇산업 현황 비교

	미국	일본	중국	EU	한국	
산업구조	서비스 로봇 중심 구조	산업용 로봇 강국	산업용 로봇 최대 시장	산업용 로봇과 서비스 로봇	산업용 로봇 중심 성장	
정책방향	제조업 부흥 →산업용 로봇 육성	사회문제 해결 →서비스 로봇 육성	제조업 경쟁력 유지→ 로봇산업 육성	로봇산업 경쟁력 유지	로봇산업 생태계 강화	
로봇 관련 기업수('20)	-	-	11,066개	-	약 2,500개	
주요 기업 매출('21) ¹⁾	Intuitive Surgical 7.8조원	화낙 5.4조원 ²⁾	SIASUN 0.6조원	ABB 4.5조원	현대로보틱스 1,893억원	
기술력	로봇공학 특허 ³⁾	9,554건	15,130건	25,154건 ⁴⁾	(독일)3,439건 (프랑스)1,129건	11,144건
	정부R&D 지원금	2.5억 달러+ (‘11~’22)	-	-	28억 유로 (‘14~’20)	5,300억원 (‘08~’13)
	매출대비 R&D	10~12%	2~7%	4~10%	5% 수준 ⁵⁾	1~33% ⁶⁾
인력육성 ⁷⁾	CMU(1위), MIT(2위)	등경대(3위)	하얼빈 공업대 (17위)	로잔연방공대 (11위)	KAIST(18위)	

주: 1) 전사 매출 기준, ABB는 Robotics & Discrete Automation Business 기준
 2) 매출비중은 로봇 36.6%, 공장자동화 30.9%, 소형정밀기계 19.7%, 서비스 12.8% 순.
 정밀가공기계에서 산업용 로봇(70년대), 공장자동화(90년대)로 사업 확대
 3) 로봇공학 특허는 2010~2019년 기준
 4) 중국은 특허 출원 보조금을 지급해 특허 건수 급증. 2021년 1월 대부분의 보조금 지급 종료
 5) ABB, Kuka 기준
 6) 레인보우로보틱스('21)의 매출 대비 R&D 비중은 33%
 7) 연구성과 기준 세계 로봇공학 대학 순위

[그림 2-5] 주요국 로봇산업 현황

13) 2022 이슈보고서, 로봇산업 동향 및 성장전략, 한국수출입은행 해외경제 연구소, 2022.9, VOL2022-이슈-16

2. 정부의 무인이송체 배송관련 개혁

1. 1. 무인이송체 배송 규제개혁

1) 무인이송체 배송 규제개혁 요구 및 개혁 방안

① 규제개혁 요구 사항 및 개혁 방안

- 국외는 무인이송체 배송이 단순 제조 및 실증이 아닌 현장 적용을 하고 있으나, 국내는 여러 규제 및 법제도화가 미비하여 상용화 기초단계 수준임.
- 무인이송체 배송의 상용화 및 활성화를 위해서는 규제개선 및 법 개정이 필요
- 무인이송체 배송 규제 개혁 사항은 [표2-6]¹⁴⁾ 와 같음

[표 2-6] 무인이송체 배송 규제개혁 사항

자율주행배송로봇 관련 규제 개혁 요구	관련부처 /완료일정	규제개혁방안
1.(실외배달로봇) 도시공원 통행 허용	국토부, 중기부 / 2022	-규제 샌드박스, 규제자유특구를 통한 공원 이용자 안전성 검증 추진('21~'22) -실외 주행 로봇의 도시공원 통행 규제 샌드박스 실증특례3건 진행중('21~'22) -규제 샌드박스를 통해 공원 내 출입할 수 있는 동력장치의 무게제한 완화('22)
2.(실내이송로봇) 승강기 탑승 안전기준 마련	행안부, 산업부/ 2021	-협업체 운영을 통한 개정안 마련 및 시행('21.11) -규제 샌드박스 및 실증사업을 통한 검증 추진('21~'22)
3.(실외배달로봇) 보도통행 허용 추진	경찰청, 산업부 / 2025	-규제 샌드박스를 통한 안전성 검증 기준 마련 등 -보도통행 규제 샌드박스를 활용해 보행자 안전성 확인(산업부) -보행속도(4~6km/h)로 주행하는 실외주행로봇의 안전성 기준 확립 후 보도 통행 법제화('25)
4.(실외주행로봇) 고속주행 방안 실증 및 제도개선	산업부, 경찰청, 국토부, 행안부/ 2027	-상용화 현황에 따른 실증사업 연계 예정 -필요 시 도로별 규격 및 기준 마련 검토 -규제 샌드박스, 규제 특구 등과 연계하여 주행가능 도로 안전기준 및 규격 도출 ('26) 및 실증결과에 따른 제도개선 검토('27)
5.로봇관련 사고에 대비한 로봇보험 도입 추진	산업부 / 2023	-로봇 실증사업 연계 타사 PL보험 시범 지원중 -로봇보험 도입(로드맵계획) 보험사 등과 로봇 전용보험 상품 신설 협의(~'23)
6. 로봇 사고 신고 관리 시스템 구축	산업부 / 2026	-로봇보험 도입 연구 및 데이터 확보 등을 검토, 필요시 연구용역, 로봇법 개정 등과 연계 추진 -로봇 사고 신고관리 시스템 신고채널 일원화 및 사고 DB 구축 등을 통해 안전 대책을 도출하고 로봇 신고 관리시스템 구축(~'26)
7. 서비스 로봇 안전체계관리 방안 법제화	산업부 / 2027	-로봇 법제화 로드맵 수립 연구 계획 -실내 배송로봇에 대한 KS 인증 고시 -안전체계 관리방안 법제화를 단계적으로 추진하기 위한 “서비스로봇안전로드맵” 수립 추진('21~'22, 산업부) -로봇 성능·안전성 평가방법 마련 : 국가 로봇 테스트 필드 구축 등을 통하여 서비스 로봇 분야별 안전 및 성능평가 방법 단계별 추진

14) 비대면 서비스를 위한 자율주행 배송 로봇 기술 동향, 한국로봇학회,로봇과 간 제 19권 제4호, 22.1.0, p.14~24 이상민

② 정부부처의 무인이송체 배송 규제개선 추진 사항

[표 2-7] 정부부처의 규제개선 추진 사항

내용		추진사항
로봇	실외 자율주행 로봇의 보도 이용 허용(서울 마곡)	산업통상자원부, 규제특례 심의 위원회('19.12)
로봇	무인 배송로봇(자율주행 이동우체국) 실증 허용(세종시)	국토교통부('20.11.20)
드론	GS 드론 주문 배송 실증(제주도)	산업통상자원부, 한국전자통신연구원('20.6)
로봇/ 드론	드론 및 자율주행로봇 협업 비대면 배송 서비스 실증(여수시~강도)	산업통상자원부, 한국전자통신연구원('20.10)
로봇/ 드론	디지털 물류실증단지 조성 지원 사업 로봇, 드론배송 물류혁신 도시 조성(김천시)	국토교통부('21.5.18)
드론	도미노피자 드론배송 시범 운영(세종시)	국토교통부('21.8.23)

출처 : 산업부('19,'20), 국토부('20,'21) 보도자료

③ 정부부처의 규제 개선 및 법 개정사항

○ 산업통상자원부

- ‘지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법 재정(23.11.17)
 - 제 5장의 2 ①항 에 의거 실외이동로봇의 운행안전인증을 받도록 실시
 - 시행령 제24조의 2 ① 안전인증을 받은자는 인증번호, 회사명, 비상연락처 등의 내용이 포함된 인증을 표시할 수 있음
 - 시행령 제24조의 3(보험 가입 등 의무)에서 실외 이동 로봇의 사고배상, 책임보험 가입 의무
 - 시행규칙 제 7조의 4(운행안전인증 기준) 로봇의 최대질량 500킬로그램 이하, 최대속도 시속 15킬로미터 이하, 16개 인증 통과

○ 국토교통부

- ‘생활물류서비스산업발전법(21.1.26 제정, 23.7.10 타법개정)
 - 생활물류서비스산업 발전을 위한 기반을 조성하고, 관련 산업을 육성·지원하기 위한 제도로 종사자와 소비자의 권익을 증진시키는 것을 목적으로 함

[표 2-8] 생활물류서비스산업발전법

	정의	등록기준
택배서비스	화물자동차를 이용하여 집화, 분류 등의 과정을 거쳐 화물 배송하는 사업	‘화물자동차 운수 사업법’ 에 따라 허가 취득요건을 갖추어 국토교통부 장관에게 등록
소화물배송대행 서비스	이륜자동차를 이용하여 화물을 직접 배송하거나 정보 통신망을 활용하여 이를 중개하는 사업	사업자인증

출처 : 생활물류서비스산업발전법 제 2조, 5조, 17조

○ 도로교통법 [법률 제19745호]

- 주요 개정 내용(24.1.1 시행)
 - 자율주행 로봇 분야의 발전을 위해 현행법에 실외이동 로봇의 정의 규정
 - 해당 로봇을 보행자에 포함하여 보도 통행 및 법전 의무부담 등이 가능
 - 실외 이동로봇 운용자에게 해당 로봇에 대한 정확한 조작 및 안전 운용 의무 부과 및 그 의무 위반에 대한 처벌 근거등 마련
 - 제 2조 10호 “사람”을 “사람 및 제 21조호의3에 따른 실외이동로봇”정정
 - 제8조 2호 실외이동로봇 운용자의 의무
 - 제157조 제1호 및 제2호 중 “보행자”를 각각 “보행자 실외이동로봇이 위반한 경우에는 실외이동로봇 운용자를 포함한다”로 신설
 - 도로교통법 개정안 검토의견 제출(22.8) - 행안위 법안소위(23.2.21) 및 전체회의(23.2.24)통과 - 본의회 통과(23.3.30)

○ 개인정보 보호법[법률 제 19234호]

- 주요 개정내용 (23.9.15 시행)
 - 제2조제7호 - “영상정보처리기기”를 “고정형 영상정보처리기기”로 “지속적으로 설치되어”를 “설치되어 지속적 또는 주기적으로”, 7의2 “이동형 영상정보처리기기” 정의 재정립
 - 드론 자율주행 자동차 등을 이용한 이동형 영상정보처리기기의 사용증가에 따라 이동형 영상 정보처리기기의 정의 및 운영기준 마련
 - 개인정보 보호법 개정안 국회 본회의 통과(23.2.27), 공포(3.14), 시행(9.15)

○ 한국로봇산업진흥원

- 로봇 산업 선제적 규제혁신 로드맵(2.0)¹⁵⁾ 주요내용

[표 2-9] 로봇 산업 선제적 규제혁신 로드맵(2.0)

로봇 산업 선제적 규제혁신 로드맵	화물용 로봇	산업	제조	협동로봇 작업장 안전 인증 제도 개선 이동형 협동 로봇 안전 기준 개발
			건설	웨어러블 로봇의 산업안전보건관리비 사용기준 개선 원격제어 건설 로봇 등록 기준 마련 건축물 내 원격 점검 기술 개발보급 및 제도개선
			농업	신기술 적용 농업기계 검정 기준 마련
		상업	배달	실외 배달 로봇의 도시공원 통행 허용 실외 배달 로봇의 보도 통행 허용 추진 로봇의 고속 주행 실증 실내 이송 로봇의 무선통신을 통한 승강기 안전 기준 마련
			주차	주차 로봇의 주차장 운행 규정 마련 전기차 · 충전 로봇의 사업자 등록 규정 마련
			푸드	로봇활용 음식점의 모범업소 및 위생 등급 지정 가이드 마련
			수중	수중로봇의 항만용 영업 허가기준 개선 수중로봇의 유창 청소업 등록 기준 개선
		의료	돌봄	돌봄 로봇의 복지부 보조기기 보조금 품목 지정 추진
			재활	사회적 약자를 한정한 재활 로봇을 활용한 원격의료 규정 정비 재활로봇을 활용한 의료행위 별도 허가 추진
		공공	방역	성능평가 및 안전성 기준 제정
			안전	재난 안전 로봇의 운용 및 관리 규정 신설 재난 안전 로봇의 KFI 인정 기준 변경 로봇의 경찰장비 활용 근거 제도 개선
	서비스용 로봇	안전성검증		서비스 로봇 분야별 안전 및 성능 평가 방법 단계별 개발 로봇 보험 도입 추진 로봇 사고 신고 관리 시스템 구축 서비스 로봇 안전체계 관리방안 법제화
		데이터		개인정보 활용 가이드 마련 데이터 활용 관리 플랫폼 구축 5G 적용 제조 로봇 평가인증 방안 마련
		활용기반		서비스 로봇 분야별 대규모 실증 거점 운영 공공구매 활성화 방안 마련 서비스 로봇 통계코드 신설 로봇 윤리현장 제정

15) 한국로봇 산업 진흥원, 로봇 산업 선제적 규제 혁신 로드맵 2.0

제3장 공동주택 로봇배송 적용을 위한 인프라

1. 관제 시스템

1.1 관제 시스템 운영 시 필요 사항

1) 로봇 위치 추적 및 관리 시스템

- 고정밀 GPS와 센서 시스템: 로봇의 정확한 위치와 경로를 실시간으로 추적하기 위해 고정밀 GPS와 다양한 센서(예: 가속도계, 자이로스코프)를 통합하는 것이 필요. 이를 위해 최신 위성 기반 항법 시스템과 지상 기반 보정 시스템의 결합이 중요함¹⁶⁾
- 지도 및 환경 인식: 로봇이 주변 환경을 인식하고 이해하기 위해 고급 지도 제작 기술과 환경 인식 알고리즘(예: SLAM, Simultaneous Localization and Mapping)의 적용 필요함¹⁷⁾

2) 데이터 통신 및 처리 시스템

- 강력한 네트워크 인프라: 안정적이고 빠른 데이터 통신을 위해 고대역폭, 저지연 특성을 갖는 네트워크 시스템이 필수적. 예를 들어, 5G 네트워크는 실시간 데이터 전송 및 처리에 적합함¹⁸⁾
- 클라우드 및 엣지 컴퓨팅: 대용량 데이터를 효과적으로 처리하기 위해 클라우드 컴퓨팅과 엣지 컴퓨팅의 조합을 고려해야 함. 클라우드는 중앙 데이터 처리에, 엣지 컴퓨팅은 지연 시간을 최소화하는 로컬 데이터 처리에 적합

16) Yousuf, Sofia, and Muhammad Bilal Kadri.(2016) "Sensor fusion of INS, odometer and GPS for robot localization." In 2016 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC), pp. 118-123. IEEE.

17) Hossain(2015), Md Arafat, and Israt Ferdous. "Autonomous robot path planning in dynamic environment using a new optimization technique inspired by bacterial foraging technique." Robotics and Autonomous Systems 64 : 137-141.

18) Dohler, Mischa, Toktam Mahmoodi, Maria A. Lema, Massimo Condoluci, Fragkiskos Sardis, Konstantinos Antonakoglou, and Hamid Aghvami.(2017) "Internet of skills, where robotics meets AI, 5G and the Tactile Internet." In 2017 European Conference on Networks and Communications (EuCNC), pp. 1-5. IEEE.

3) 안전 및 보안 프로토콜

- 사이버 보안 기술 : 해킹 및 데이터 유출 방지를 위해 고급 암호화 기술과 인증 메커니즘이 필수적. 특히, 무인 로봇 시스템은 다양한 사이버 위협에 노출되어 있으므로, 지속적인 보안 업데이트와 모니터링이 필요함
- 안전 운영 알고리즘: 로봇의 안전한 운영을 위해 충돌 회피, 위험 감지 및 대응 알고리즘이 중요. 이는 로봇이 예기치 못한 상황에 빠르게 대응할 수 있도록 해주는 역할을 함

4) 인터페이스 및 사용자 경험

- 사용자 친화적 인터페이스: 로봇의 상태를 쉽게 확인하고 제어할 수 있는 직관적인 그래픽 사용자 인터페이스(GUI) 개발이 중요함. 이는 사용자가 로봇 시스템과의 상호작용을 통해 더 효율적으로 작업을 수행할 수 있도록 함

2. 공동현관 및 엘리베이터 연계 인터페이스 기술

2.1 공동현관 및 엘리베이터 연계 인터페이스 기술

1) 엘리베이터 연계 기술

- 로봇이 엘리베이터와 효율적으로 상호작용하기 위해서는 IoT(Internet of Things) 기술이 중요함. 예를 들어, 로봇이 엘리베이터의 현재 위치, 층 호출 상태 등을 실시간으로 파악하고, 필요한 층을 자동으로 호출할 수 있어야 함¹⁹⁾

2) 보안 및 접근 제어

- 공동현관에서의 로봇 접근은 건물의 보안 시스템과 연동되어야 하며, 이를 위해 RFID(Radio-Frequency Identification), NFC(Near Field Communication) 또는 비밀번호 입력 시스템을 통한 인증 과정이 필수적임²⁰⁾

19) Lai, Chia Tai Angus, Wei Jiang, and Paul R. Jackson. (2019) "Internet of Things enabling condition-based maintenance in elevators service." Journal of quality in maintenance engineering 25, no. 4 : 563-588.

20) Park, S., et al. (2020). "Security and Access Control in IoT-Enabled Buildings." Journal of Smart Building Technology.

2.2 공동현관 및 엘리베이터 연계 인터페이스

1) 건물 안전 및 접근 규정

- 로봇이 공동현관 및 엘리베이터를 사용하는 경우, 건물의 안전 규정 및 로봇의 접근 권한에 대한 명확한 지침이 필요. 이러한 지침은 로봇의 크기, 무게, 이동 속도 등의 기술적 사양을 기준으로 설정되어야 함

2) 데이터 보호 및 사이버 보안

- 로봇과 건물 관리 시스템 간의 상호작용에서 발생하는 데이터는 개인정보보호법 및 사이버 보안 규정을 준수해야 하며, 특히 로봇이 수집하는 데이터의 종류와 보관 방식, 접근 권한 등에 대한 철저한 관리가 요구됨

3. 통신/전력 인프라 요구사항

3.1 통신 인프라 요구사항

1) 고속 무선 네트워크

- 로봇 시스템은 고속 무선 네트워크를 통한 안정적인 고속 데이터 전송능력을 요구함 (5G 또는 Wi-Fi 6 기술은 로봇의 실시간 제어 및 데이터 교환에 적합)

2) 데이터 처리 능력

- 대용량 데이터를 실시간으로 처리하기 위해서는 클라우드 컴퓨팅과 빅 데이터 분석을 위한 고성능 서버 및 데이터 센터의 구축이 필요함²¹⁾

3.2 전력 인프라 요구사항

1) 지속 가능한 에너지 공급

- 로봇의 연속적인 운영을 위해서는 안정적인 전력 공급이 필수적입니다. 이를 위해 재생 가능 에너지 소스 및 효율적인 배터리 관리 시스템의 도입이 중요함

21) Hernández-Ramos, José L., M. Victoria Moreno, Jorge Bernal Bernabé, Dan García Carrillo, and Antonio F. Skarmeta.(2015) "SAFIR: Secure access framework for IoT-enabled services on smart buildings." Journal of Computer and System Sciences 81, no. 8 : 1452-1463.

2) 충전 인프라

- 로봇이 필요할 때 쉽게 접근할 수 있는 다수의 충전 스테이션의 설치가 필요하며, 스테이션은 전력망과 연계되어 빠른 충전 기술의 적용이 중요함

3.3 통신/전력 인프라 구축 관련 적용 법·제도

1) 데이터 보호 및 개인정보보호법

- 로봇이 수집하는 데이터는 개인정보보호법 및 관련 데이터 보호 규정을 준수해야 하며, 특히 사용자의 개인 데이터와 위치 정보의 보안이 중요함

2) 전기 안전 및 통신 규정

- 전력 및 통신 인프라는 해당 국가의 전기 안전 규정 및 통신 기준을 준수해야 하며, 이는 인프라의 안전성과 신뢰성을 보장하기 위한 필수적인 조치임²²⁾

22) Lu, Shouyin, Ying Zhang, and Jianjun Su.(2017) "Mobile robot for power substation inspection: A survey." IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica 4, no. 4 : 830-847.

제4장 공동주택 적용을 위한 배송로봇 하드웨어

1. 공동주택 내 로봇배송 시 성능 요구사항

1.1 공동주택에 적용을 위한 주행 성능 요구사항

1) 로봇 주행안전성 관련 일반 요구사항

① 로봇 주행 안정성 관련 사항

- 공동주택 주행 시 안전과 관련된 일반적인 요구사항은 표 [4-1]와 같으며, 공동주택 거주자와 로봇공급자 협의를 통해 요구 성능에 대한 구체적인 성능을 정리할 필요가 있음 (예 : 특정 구간에서 주행속도 0.5m/s 이하로 제한 등)
- 로봇이 공동주택 내 도로에서 운행할 때에는 도로폭, 최대 속도, 정지 거리 등 로봇의 이동 스펙이 규정되어야 하며, 만약 로봇이 경우에 따라 공동주택 내·외부를 주행해야 할 경우는 실외이동로봇 운행안전인증관련 요구사항을 만족해야 함²³⁾

[표 4-1] 로봇의 주행 안전성관련 일반 요구사항

항목	경사로 주행 시 로봇 기능 요구 성능
속도제어	로봇의 주행 속도를 제한하여 충돌로 인한 위험을 줄임. 로봇이 사람들이나 다른 장애물에 가까워질 때, 속도를 감소시키거나 멈추는 것이 포함
충돌방지시스템	센서를 통한 장애물 감지 및 자동 멈춤/방향 변경
비상정지버튼	명확한 표시 및 쉽게 접근 가능한 비상 정지 버튼 포함
보호정지기능	예상치 못한 상황/오류 발생 시 자동 멈춤
사용자에게 정보 제공	작동 상태, 방향, 속도 등의 정보를 명확하게 제공
소프트웨어 및 하드웨어의 신뢰성	오류 발생 시 안전한 모드로 전환 또는 작동 중단

23)대한민국 행정안전부, “지능형로봇법,” 2023.

2) 로봇 경사로 주행 시 요구사항

① 경사로 주행 요구 사항

- 무인배송로봇의 경우, 공동주택내에서 빈번하게 경사로를 주행하는 상황이 발생함.
대부분의 경우 휠체어 경사로를 이용하여 이동하므로, 공동주택 내 휠체어 경사로의 폭, 기울기 등을 기준으로 주행 요구사항을 결정함
- 주행 요구사항에는 공동주택 휠체어 경사로 기준으로, 로봇이 안전하게 경사로를 오르고 내릴 수 있는 정밀 속도 제어가 필수로 요구되며, 경사로를 오르거나 내리는 도중 긴급 정지 가능 해야함
- 정지 후 재 출발시 뒤로 밀리는 현상 없이 주행 가능한 수준의 성능이 요구되며, 로봇이 경사로에서 전복되거나 미끄러지지 않아야 함
- 기존 건축물 내 경사로: 국내 건축물 중 일반적으로 사용되는 휠체어 경사로는 폭이 약 900mm에서 1,200mm 정도로 설치되며, 기울기는 1:12 (8.33%, 약 4.8°)에서 1:20 (5%) 사이로 설치됨²⁴⁾
- 무인배송로봇의 기존 공동주택내 경사로 주행성능 확보를 통한 확대 적용을 위해서는 [표 4-2]의 요구사항을 기준으로 설계될 필요가 있으며, 주행 정밀도 및 주행 안정성의 경우는 로봇 개발 시 사전 협의를 통한 규정이 필요함

[표 4-2] 로봇의 경사로 주행 요구성능

항목	경사로 주행 시 로봇 기능 요구 성능
경사로 경사각	5° 이상 등판 주행 가능한 성능 필수
경사로 폭	폭 900mm 내 주행 가능 성능 및 디자인
주행 정밀도	경사로 주행 시, 허용 속도 제어 오차 범위 규정 정의 필요
주행 안정성	전복의 위험이 없고, 허용 제동 거리 등의 규정 정의 필요

24) 대한건축학회. (2019). 대한건축학회 건축기술규정 2019.

3) 로봇의 복도 주행 요구사항

① 복도 주행 요구사항

- 협소한 복도 공간에서의 로봇 이동을 위해서는 로봇의 크기, 회전 반경, 경로 계획 알고리즘 등이 요구사항에 반영되어야 함
- 복도의 최소 폭이 건물 용도와 층수에 따라 다르게 규정되며, 일반적으로 주거용 건물의 경우, 복도 폭은 1.2m 이상이어야 함²⁵⁾ 따라서, 무인배송로봇의 크기는 최소 복도 폭인 1.2m를 안전하게 주행 가능하도록 하드웨어가 설계되어야 하며, [그림 4-1]에서와 같이 근처 보행자의 통행에 방해를 주지 않도록, 회피주행 기술이 자율주행 알고리즘에 반영되어야 함 관련 요구 성능은 [표 4-3]



[그림 4-1] 공동주택 복도 내 로봇의 보행자 회피 주행

25) 국토교통부령, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 2023

[표 4-3] 로봇의 복도 주행 요구성능

항목	복도 주행 시 로봇 기능 요구 성능
복도 폭	폭 1200mm 내 주행 가능 성능 및 디자인
주행 안정성	맞은편에서 다가오는 보행자 회피 기능
물류작업관련 기능	제한된 폭의 복도에서 물류 하역 기능 수행 가능 제한된 폭에서 회전 및 방향전환 주행 가능
진동 소음	주행 시 진동 2.5mm/s 이하, 소음 45dB 이하

- 로봇의 크기와 회전 반경은 복도 주행에 중요한 요소임. 로봇의 크기는 복도의 너비를 고려하여 설계되어야 하며, 회전 반경은 좁은 복도 내에서의 회전을 고려하여 최소한으로 설계되어야 함²⁶⁾
- 로봇이 제한된 복도 폭에서 원활히 물류배송 업무를 하기 위한, 제자리 선회 혹은 방향 전환 및 물품 하역에 대한 규정 수립이 필요하고, 이 경우 로봇의 기능 요구사항에 반영되어야 함
- 공동주택에서 복도의 경우, 공용공간이므로 주행로봇의 주행 시 발생하는 진동 및 소음은 거주민의 편의성과 안락함을 유지하기 위해 제한됨. 대한민국의 건물 진동 및 소음 규정은 주거 공간에서 발생하는 소음과 진동을 규제하므로, 아래 규정을 로봇 도입 시 반영필요²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾
- 진동 규정: 건물 진동 레벨은 대체로 2.5mm/s 이하로 제한됨
- 소음 규정: 주거지역 최대 허용 소음 레벨은 밤 시간대 약 40-45dB(A) 이하로 제한

26) Wang, Chaoqun, Lili Meng, Sizhen She, Ian M. Mitchell, Teng Li, Frederick Tung, Weiwei Wan, Max Q-H. Meng, and Clarence W. de Silva, (2017) "Autonomous mobile robot navigation in uneven and unstructured indoor environments." In 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp. 109-116. IEEE.

27) 대한민국 행정안전부, "도로교통법," 2023.

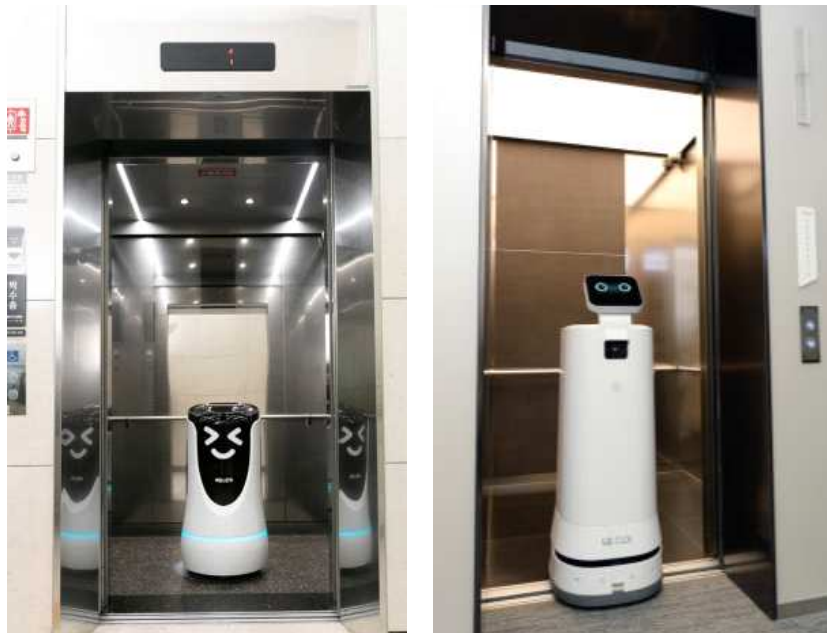
28) 대한민국 국토교통부, "건축법," 2023.

29) International Organization for Standardization (ISO), "Robotics - Safety Requirements for Personal Care Robots," ISO 13482:2014,

3) 엘리베이터 탑승 및 하차 관련 요구사항

① 엘리베이터 탑승 관련 일반사항

- 로봇이 다른 층으로 이동하기 위해 [그림 4-2]와 같이 엘리베이터를 사용하는 경우, 엘리베이터 탑승과 관련한 안전 규정을 준수해야 하고, [표 4-4]와 같이 한국산업표준의 이동 로봇의 엘리베이터 탑승을 위한 안전 요구사항 및 평가 방법을 통해 공동주택 등에서 이동 로봇의 엘리베이터 탑승과 관련된 안전 요구사항 및 평가 방법에 대한 상세한 기준을 제시하고 있음



[그림 4-2] 로봇의 엘리베이터 승·하차 모습

② 엘리베이터 탑승에 관한 안전 요구사항

- 일반 요구사항 : [표 4-4]에서와 같이 로봇은 사고 예방을 위한 위험 감소 활동을 수행해야 하며, 안전 조치가 이 표준의 요구사항에 부합하지 않는 경우, 이를 사용자 정보에 포함시켜야 함
- 겉모양 : 엘리베이터 탑승 시에는 특히 입주민과 가까운 거리에서 주행해야 하고 접촉이 일어날 가능성이 상당히 높으므로, 로봇의 외부 형상은 사람이나 동물과 접촉 가능한 부분에 날카로운 모서리나 끝이 없도록 설계되어야 함

- 운동에너지 제한 : 탑승 공간 내에서 로봇의 동작은 운동에너지 12J 이하로 제한
 - 속도 제한: 엘리베이터 승하차시, 로봇의 주행 속도는 0.7m/s 이하로 제한
 - 단차 및 틈새 극복 : 로봇은 단차 20mm, 틈새 35mm의 장애 환경에서 안정적으로 주행할 수 있어야 함
 - 안전 기능 : 비상 정지, 추락 방지, 보호 정지, 속도 감시 및 제어, 안전 관련 장애물 감지 등의 안전 기능을 갖추어야 함
 - 배터리 : 밀폐된 공간에 놓이게 되므로, 폭발과 화재의 위험이 있는 배터리의 경우, KCS 혹은 CE 인증 등을 통해 안전이 인증된 배터리를 사용해야 하며, 이는 공인된 기관의 시험 성적서나 인증서로 입증되어야 함
 - 엘리베이터 제어 : 로봇은 엘리베이터 호출, 목적 층 선택, 문 열림을 제어할 수 있어야 하며, 크게 매니플레이터를 활용하여 물리적인 접촉으로 제어하는 방법과, 통신을 통해 제어하는 방법 두 가지로 나뉘어짐.
- [그림 4-3]과 같이 매니플레이터를 활용한 방법은 추가 매니플레이터를 장착하는 비용문제와 버튼 위치까지 이동해야 하는 문제들로 인해, 최근 대부분의 무인배송로봇은 통신을 이용한 엘리베이터 제어 방법을 적용하는 추세임
- 상태 정보 안내 : 로봇은 표시 장치나 청각 안내를 통해 승객에게 자신의 동작이나 상태에 대한 정보를 제공해야 함(예: 몇 층에서 내리는 등의 정보를 다른 승객에게 알림으로써 승객들이 미리 대응할 수 있도록 하여야 함)

[표 4-4] 엘리베이터 승·하차 안전 요구성능

항목	요구사항/기준
겉모양	날카로운 부분 없음
운동에너지	12J 이하
승하차 속도	0.7m/s 이하
단차 및 틈새	단차 20mm, 틈새 35mm 극복 주행 가능
안전 기능	비상 정지, (센서를 통한) 추락 방지 등
배터리	공인 인증된 안전한 배터리 사용
엘리베이터 제어	호출, 목적 층 선택, 문 열림 제어



[그림 4-3] 무인배송로봇의 엘리베이터 버튼 조작 모습

2. 유지관리 항목

2.1 공동주택 내 무인배송로봇 유지관리

① 정기 점검 및 유지보수

- 로봇의 효율적 운영을 위해 정기적인 기계적, 소프트웨어 점검 및 유지보수가 필요하며, 특히 장애물 감지와 관련된 센서들의 성능 유지 관련된 점검이 필수로 필요하고 하역의 경우 복잡한 매카니즘으로 작동하므로 기계적인 점검이 요구됨

② 소프트웨어 업데이트 및 보안

- 지속적인 소프트웨어 업데이트와 보안 강화는 로봇의 안정적 운용을 위해 중요하며, 에러 시 예외처리 항목에 따른 동작 상태를 정기 점검해야 함

③ 배터리 관리 및 교체

- 배터리 수명과 성능을 모니터링하고 필요시 교체하여 로봇의 지속적인 운영을 보장해야 하며, 주행 중 방전이 발생할 경우, 통행에 지장을 주고 위험상황에서 대피에 장애가 될 수 있으므로, 안전하게 충전시설까지 복귀하기 위한 배터리 잔량 확보관련 규정이 필요함

④ 로봇 외관 관리

- 공동주택내 무인배송로봇의 경우, 실내와 실외 환경을 모두 주행할 필요가 있고, 이 경우 실외주행에서 묻은 오염물질이 실내 환경 주행 시, 광범위하게 오염시킬 여지가 있음.
- 따라서 적절한 규정을 마련하여 대응 가능하도록 조치해야 함. 그리고 물리적 충격 등으로 외관이 깨지는 경우, 날카로운 표면이 발생하여 주행 시 안전 문제가 발생할 수 있으므로 정기적인 외관 모니터링 규정이 필요

2.2 전기 충전시설 증설의 중요성

① 로봇 충전을 위한 전기충전시설 증설 필요성

- 전기차 시장의 급속한 성장으로 인해 충전시설 시장도 급속도로 성장하고 있고, 향후 로봇배송 등의 충전도 빠르게 증가할 것으로 예상됨. 이는 공동주택 및 공공

장소에서 대규모 충전 인프라와 관련 된 규정 및 기준의 정립 필요성을 증가시킴³⁰⁾

- 공동주택내에서 충전 중 발생하는 스파크 등이 원인이 되어 화재나 폭발로 이어질 경우가 상당히 높고, 로봇에 탑재되는 배터리의 경우 소화에도 어려움이 있으므로, 충전 시설 관련하여 보다 안전성을 확보할 수 있는 규정이 필요함

② 화재 및 폭발 위험성

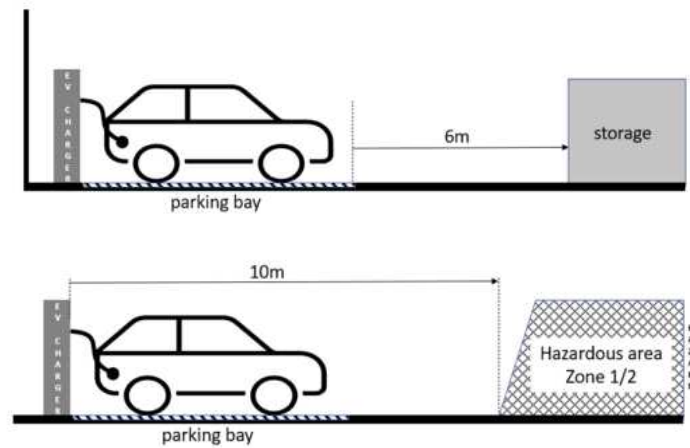
- 충전과 관련한 화재 및 폭발사고의 위험이 존재하며, 이에 대한 명확한 규정이 부재하며, 전기 충전기와 연결된 배전 쪽에서 발화한 화재 사례 등 대부분의 화재 사고 원인이 명확하지 않음

※ 리튬 이온 배터리의 특성: 리튬 이온 배터리는 고열에서 폭발할 수 있는 가연성 가스를 방출할 수 있음. 이러한 화재는 역적 폭주로 인해 강렬하며 장시간 지속될 수 있음

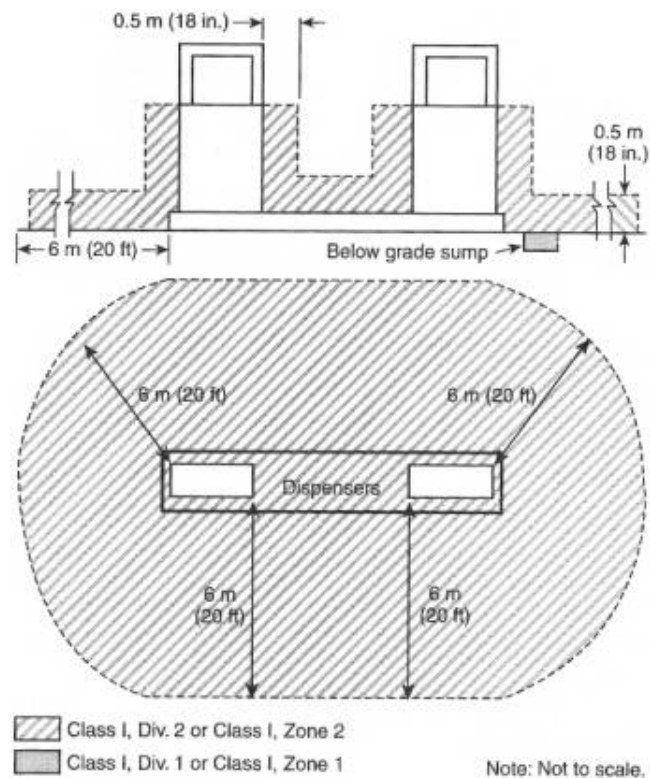
③ 충전설비 설치 기준

- 유럽 FPA에서는 Recommendations For Fire Safety When Charging Electric Vehicles, (RC59)에서 충전 지점을 발화성 액체 저장고와 같은 위험 설비가 있는 위험 구역의 가장자리에서 최소 10m 떨어지게 하고, 차량 길이에 따라 이격거리를 조정해야 한다고 제시함
- 이격거리는 길이가 5m를 초과하는 차량의 경우 차량 전체 길이에 5m를 더한 것과 동일하게 확장되어야 함이 제시됨[그림 4-4참조]

30) 주윤환(2023), 전기차 충전설비 설치·환기 설계 규정 보완, 소방방재신문



[그림 4-4] 충전시설 회피 시험장 규정



[그림 4-5] 디스펜서에 인접한 분류 폭발위험장소 규정

- IET와 APEA의 공동 제작 규정인 Electric Vehicle Charging Installations at Filling Stations 에 따르면, 주유소의 위험 지역 및 전기차 충전 장치용 케이블이 폭발위험장소 구역에 닿으면 안되는 규정이 제시되어 있음
- 또한, 충전기기 위치에 관한 규정에서는 ‘전기자동차 등의 충전기에 대해 별도의 전력회사 공급 케이블이 제공되는 경우 전력회사 공급 케이블은 위험 지역을 통과 하지 않도록 되어야 한다고 명시되어 있으며, 충전기기를 폭발위험장소 외 범위에 설치하더라도 전원공급 케이블이나 인터페이스들 또한 폭발위험장소 범위에 포함되지 않아야 한다는 의미로 해석됨³¹⁾

④ 환기 설계 규정

- 충전 장소가 지하실에 있을 경우, 스프링클러 시스템과 환기장치 설계가 매우 중요하며, 이는 화재 및 폭발 위험을 최소화하기 위함임³²⁾
- 미국 NFPA 70에 따르면, 실내 충전용 장비는 기계적 환기장치를 제공해야 하는 규정이 제시되고 있음³³⁾
- 환기 시스템 설계: 내부 충전소는 적어도 60분의 화재 저항성을 제공하는 구조로 설계되어야 하며, 지하 충전소의 경우 추가적인 환기 및 스프링클러 시스템 설계가 필요

⑤ 소방 서비스와의 연계 및 초기 진압관련 규정

- 화재 및 구조 서비스의 접근성과 관련하여 소방 서비스와의 긴밀한 협력이 필요함
- 충전시설에 화재 감지 센서를 부착하여, 화재 발생 시에 자동으로 소방 서비스에 연결되어 알림이 가능하도록 하는 등의 기능이 요구됨
- 충전 시설 내에서 화재 발생 소규모 또는 시작 단계에서, 리튬이온 배터리로 인한 화재는 Class D 소화기가 유용할 수 있으므로, 해당 설비 설치 등에 대한 규정 마련이 필요

31) Fire Protection Association FPA(2023), Recommendations For Fire Safety When Charging Electric Vehicles(2023), Version 2.

32) America, National Electrical Code, NEC, 2023

33) America, National Fire Protection Agency, NFPA 70, 2023

⑥ 국내 규정의 부재

- [표 4-5]은 충전시설 화재관련 국내외 규정 나타내고 있음. 국내에는 충전 인터페이스의 폭발위험장소 범위에 관한 명확한 규정이 없음
- 이로 인해 위험성이 높은 충전기를 환기율이 낮은 밀폐된 공간에 설치하는 경우가 많아 화재 및 폭발 위험이 높아질 수 있기 때문에 공동주택내 충전시설 설치 시에 해외 규정을 참고하여 설계할 필요가 있음
- 로봇 뿐 아니라, 최근 전기차 등 다양한 곳에서 충전의 수요가 증가하고 있어, 전기적 과부하 등을 사전에 정확히 계산하여 설계에 반영하여야 함

[표 4-5] 공동주택 단지내 충전시설의 안전과 관련된 국내·외 규정 비교

구분	RC59	Electric Vehicle Charging Installations at Filling Station (&Blue Book)	NFPA 70	국내
충전기 이격거리	10m	-	6m	폭발위험장소 외
인터페이스	-	폭발위험장소 외	Class I 위치 내 커넥터를 배치하면 안됨	×
환기설비	설계를 신중하게 고려하라고 명시	환기와 냉각 목적을 위해 충전설비 근처 충분한 공간을 둘 것	실내 충전을 위해 환기가 필요한 전기자동차 충전용 장비가 목록에 있는 경우 기계적 환기장치를 제공해야 함	자연배기 또는 지상 2m 이상 높이에 강제 배기 방식 적용

3. 택배보관함에서 배송지에 하차하는 기술

3.1 자동화된 택배 보관함 이슈

① 택배보관함 특징 및 이점

- 온라인 판매 및 개인화된 배송 수요 증가에 따라, 많은 주거 단지 개발자들이 기존 주거 지역에 온라인 주문을 수령할 수 있는 자동화 포인트 설치를 고려하고 있음
- 이러한 택배보관함은 출입구나 홀, 각 층 또는 개별 아파트 내에 설치될 수 있으며, 자동화된 택배보관함은 배달 최적화, 개인적인 접촉의 필요성 감소, 배송 주소의 보안 유지 등 다양한 이점을 제공함([그림4-6]참조)³⁴⁾



[그림 4-6] cleveron사의 공동주택내 택배보관함 사용 예

- 배송 최적화: 자동화된 택배보관함은 공동주택내 각 가정마다 방문하지 않고도 한 번에 모든 패키지를 배치할 수 있어 배달 비용을 절감함
- 보안 및 고객의 편의성: 택배보관함은 패키지 배송을 위한 자동화된 저장 단위로 사용되고, 이러한 다양한 크기로 제공가능하며, 건물 내부나 외부에 설치될 수 있고, 건물외부에서 물품인계 후, 내부에서 취득하는 등의 기능 제공이 가능하여, 보안이 중요한 시설에 설치 또한 가능함.

34) cleveron, parcel locker, <https://cleveron.com/>

- 또한 사용자는 특정 시간 집에 있을 필요 없이, 24시간 내내 언제든지 주문을 받거나 반환할 수 있는 이점이 있음
- 배송 사물함의 소프트웨어 및 통합: 개발자의 요구에 맞게 소프트웨어를 수정하고 사용자 정의할 수 있으며, 공동주택의 정체성을 반영한 인터페이스 디자인, 주거 단지 내부 시스템과의 통합, 다양한 배치 시나리오 구현 등이 가능
- 다양한 기능 및 용도의 택배보관함 서비스 가능: 이러한 택배보관함은 패키지 및 온라인 주문, 음식 배달, 약품 분배 등 다양한 기능을 결합할 수 있으며, 식품 및 배달음식 등의 마이크로 마켓을 위한 냉장고와 같은 추가 옵션도 설치하여 서비스 제공 가능함
- 아파트 단지 내 배치의 용이성: 대도시의 밀집된 인구로 인해 대부분의 사람들이 아파트 단지에 거주하고 있고, 이러한 환경은 로봇 배송 프로젝트에 적합함
- 많은 시범 프로젝트가 단일 아파트 단지에서만 운영되며, 이는 로봇이 한 사이트 내에서만 경로 계획하는 등의 네비게이션하기 더 유리하기 때문인 것으로 분석됨

3.2 로봇이 배송지에서 물품을 인계하거나 하차하는 최근 기술 동향

1) 로봇의 물품 인계, 물품 하차 기술

① 로봇보관함이용

- [그림 4-7]에서와 같이 대표적으로 Starship Technologies³⁵⁾의 배송 로봇은 내장된 보관함을 가지고 있으며, 목적지에 도착하면 수령인이 앱을 통해 보관함을 열고 택배를 꺼낼 수 있으며, 대부분의 무인배송로봇이 이러한 형태의 배송으로 실제 서비스를 하고 있거나 실증 중에 있음

35) Starship Technologies, <https://www.starship.xyz/>



[그림 4-7] Starship Technologies의 물품 배송 예

- 물품을 직접 보고 받을 수 있는 점에서 음식 배송 등에 적합하지만, 한번 주행에 한 건의 물품 배송만 처리 가능해서, 공동주택내 물품배송에는 시간 및 에너지 효율면에서 불리함
- 휴머노이드 로봇 활용 (예: Agility Robotics, Digit)³⁶⁾: 휴머노이드 로봇을 활용하여, 일상환경에서 구속조건 없이 자유로운 접근이 가능하고, 고급 비전 시스템을 갖춘 기계적 팔을 사용하여 다양한 크기와 모양의 택배를 분류하고 취급가능함.

이 팔은 정밀한 제어가 가능하여 택배를 안전하게 하차 시킬 수 있으며, 국내의 경우, 대부분 택배를 각 가정의 문 앞에 두고 가는 것이 허용되므로 다양한 이점이 있음

- 휴머노이드 로봇의 경우, 대당 가격이 상대적으로 높아 많은 수량의 로봇을 투입하기가 어렵고, 실시간 제어가 문제가 있을 경우, 안정성을 잃고 넘어져 위험할 가능성이 있음 또한 한번에 하나씩만 들고 이동가능하므로, 휴머노이드 로봇 뿐 아니라, 카트 등을 가지고 물품을 이동해야 효율면에서 사용 가능하지만, 이 경우 엘리베이터 탑승 시 공간을 많이 차지 하는 등 제약이 크게 발생하는 문제가 존재함

36) Agility Robotics, <https://agilityrobotics.com/>



[그림 4-8] Agility Robotics사의 Digit의 물품 배송 예

② 슬라이딩을 사용한 택배 하역 매카니즘

- Ottonomy는 물품 하역을 사람이 받아주지 않더라도, 특정 장소에 할 수 있는 Ottobot YETI를 공개했음
- 이 기술은 보관함을 기울임과 동시에 도어를 열고, 바닥에 촘촘하게 배치된 롤러를 이용하여, 자중에 의해서 물품이 하역되게 하는 방법임 [그림 4-9참조]³⁷⁾

37) Ottonomy, Ottobot, <https://ottonomy.io/>



[그림 4-9] Ottonomy사의 Ottobot YETI의 물품 배송 예

- 특정 공간에 물품을 하역할 수 있어, 용도가 다양하게 사용될 수 있는 장점이 있지만 하역 시 물품이 받는 충격량이 클 것으로 분석되고, 한번 주행시 한 건의 물품만 배송 가능한 단점이 있음



[그림 4-10] Posten Robot사의 택배보관함과 무인배송로봇이 합쳐진 형태의 배송 서비스

③ 택배보관함과 무인배송로봇이 합쳐진 형태

- 기존 로봇이 한번에 한번만 물품을 배송할 수 있는 단점을 해결하기 위해서, Posten Robot사는 기존 택배보관함과 무인배송로봇이 합쳐진 형태의 로봇을 개발하여 서비스 하고 있으며, 택배보관함이 이동가능한 장점이 있어, 공동주택 등에 별도의 설치 없이 즉시 사용가능하다는 장점이 있음³⁸⁾
 - 여러 개의 택배를 동시에 적재할 수 있는 점에서 공동주택으로 배송되는 택배를 빠르게 저장할 수 있는 장점이 있으며, 크기가 크기 때문에 엘리베이터를 탈 수 없고 실내로 이동이 불가능하여 사용자가 건물 외부로 나오거나, 주차장 등에서 물품을 수령해야 하는 문제가 있음

④ 컨베이어를 활용한 택배 하역 매카니즘

- Mobinn사는 도어와 보관함 바닥에 설치되어 있는 컨베이어를 이용하여 물품을 하역장소 바닥까지 내려, 사람의 도움없이 특정 장소에 충격없이 물품을 내려 놓는 기술을 공개함

38) Posten Robot, <https://www.posten.no/>



[그림 4-11] Mobinn사의 컨베이어 벨트방식 물품 하역 예

- 계단 등을 오르는 기능이 있으며, 틸팅을 통하여 경사면과 계단 주행 시에 물품에 충격을 완화하는 기능이 탑재되어 있음
 - 특정 공간에 물품을 하역할 수 있어, 용도가 다양하게 사용될 수 있는 장점이 있지만, 한번 주행시 한 건의 물품만 배송가능한 단점이 있고, 가반 하중이 상대적으로 작아 무거운 택배를 처리하기 어려운 점이 있음

⑤ 트레이를 사용한 슬라이딩 방식 택배 하역 매카니즘

- FieldRo사³⁹⁾는 택배보관함과 연동하여, 물품사이즈에 따라, 한번에 6개까지 배송 가능한 모바일 로봇기술을 선보임
- 물품 한개당 10Kg으로 총 60Kg까지 배송이 가능하며, 한번 주행으로 여러 배송 물을 하역하고, 돌아올 수 있어 최적경로 기술을 활용한 시간 및 에너지 효율적인 장점이 있음
- 또한 트레이를 기울여 물품이 자중에 의해 미끄러져 내려오면서 하역하게 하여, 물품이 받는 충격을 최소화하였음

39) FieldRo, <https://fieldro.tech/>



[그림 4-12] FieldRo사의 A-type의 물품 배송 예

- 특정 공간에 물품을 하역할 수 있어, 용도가 다양하게 사용될 수 있는 장점이 있지만, 구조가 복잡하여 로봇 단가가 비싸고 로봇 자중이 무거운 단점이 있음

⑥ 드론을 활용한 택배 하역 매카니즘

- Amazon사는 Prime Air 서비스에 활용할 최신 드론 MK30을 공개하였음. Prime Air 서비스 2022년 출시하였고, 2024년 확대 적용하면서, MK30을 출시될 예정임
- MK30은 새로 설계된 프로펠러를 통해 인지되는 소음을 거의 절반으로 줄이고 비행 거리가 두 배 늘어나 더 많은 고객과 지역에 서비스를 제공할 수 있으며, 가벼운 비와 같은 다양한 날씨 조건에서도 작동 가능함⁴⁰⁾
 - 지상 이동로봇에 비해, 빠른 속도로 배송이 가능한 큰 장점이 있지만, 국내 비행규정 등에 의해 드론을 활용한 배송은 어렵고, 아파트가 대부분인 국내 환경에서 배송하려면, 옥상 등을 활용하여야 하지만, 이 경우 기술적으로 안정성을 확보하기가 어려움

40) Amazon, <https://www.amazon.com/>



[그림 4-13] Amazon사의 Drone을 활용한 물품 배송 예

2) 로봇의 물품 인계, 물품 하차 시 고려사항

① AI 기술의 보안 및 인증 기능

- 택배 및 물품 인계시에 AI기술 기반 택배보관함은 객체 감지 알고리즘을 사용하는 비전센서를 갖추고 있어, 패키지를 식별하고 안전한 배송을 보장 가능해야 함
- 이 시스템은 물품의 정확한 위치를 실시간으로 감지하여 자동화된 정렬 시스템을 통해 더 빠른 배송 서비스를 가능하게 함
- 또한, 얼굴 인식 기술이나 생체 인식 센서를 통해 고객의 접근을 안전하게 인증할 수 있으며, 이를 통해 고객과 기업 모두를 사기 또는 도난으로부터 보호할 수 있음

② 배송품의 파손 등과 관련된 규정 마련 필요

- 새로운 기술인 무인 배달 로봇과 관련하여, 국내외 정부들은 이 기술의 책임 및 잠재적 법적 문제로 인해 배포를 늦추고 있음. 무인배송로봇의 주행에 관련된 부분은 앞서 언급한 지능형로봇법 등에서 다루고 있지만, 배송 물품의 파손에 대한 법적 규정 등은 명확하지 않아, 공동주택에 적용 시에 해당부분을 공인 시험 인증 등을 통해, 물품 하역 매커니즘 작동 시 물품이 받는 충격량을 검증해야 할 필요성이 있음

4. 화물 송장인식, 배송상태 확인, 비상상황 대응 기술

4.1 화물 송장 인식 및 배송 상태 확인 기술

1) 송장 인식 기술

① 바코드 및 QR 코드 스캔

- 대부분의 송장 인식 시스템은 바코드 또는 QR 코드를 사용합니다. 이 코드들은 송장에 인쇄되어 있으며, 로봇에 장착된 스캐너를 통해 정보를 읽어냄

② 광학 문자 인식 (OCR)

- OCR 기술은 송장에 인쇄된 텍스트를 디지털 데이터로 변환함. 이 과정은 고급 이미지 처리 알고리즘과 문자 인식 기술을 사용하여 송장의 텍스트 정보를 추출하고, 이를 로봇 시스템이 이해할 수 있는 형태로 변환함

③ 데이터 처리 및 관리

- 인식된 데이터는 로봇의 중앙 처리 시스템에 전송되어 저장 및 관리됨. 이 정보는 배송 상태 추적, 재고 관리, 고객 서비스 등에 사용됨

2) 배송 상태 모니터링 기술

① IoT 센서

- 배송 로봇에 장착된 IoT 센서들은 실시간 위치 추적, 화물 상태 모니터링(온도, 습도 등), 그리고 배송 경로 최적화를 위한 데이터를 제공함

② GPS 추적

- GPS 기술은 로봇의 정확한 위치를 실시간으로 추적하여 배송 경로를 관리하고, 배송 상태를 정확하게 업데이트함

③ 데이터 관리

- 수집된 데이터는 중앙 데이터베이스에 저장되며, 이를 통해 배송 효율성을 분석하고, 고객에게 배송 상태 정보를 제공함

④ 데이터 보호 및 개인정보

- 배송 상태 모니터링 시스템은 GDPR(일반 데이터 보호 규정) 또는 해당 국가의 개인정보보호법과 같은 데이터 보호 규정을 준수해야 하고, 이는 고객의 위치 및 개인 데이터를 보호하는 데 중요함

⑤ 운송 및 물류 관련 법규

- 각국의 운송 및 물류 관련 법규는 배송 상태 모니터링 시스템의 운영 방식, 데이터 공유 및 보고 요구사항을 규정

3) 비상 상황 대응 기술

① 비상 상황 감지

- 로봇은 다양한 센서를 통해 비상 상황을 감지하고 적절한 조치를 취할 수 있으며, 예를 들어, 장애물 감지 센서가 장애물을 감지하면 로봇은 자동으로 멈추거나 경로를 변경

② 원격 제어 및 개입

- 상황에 따라 원격 조종자가 로봇을 제어할 수 있으며, 필요한 경우 로봇을 안전한 위치로 이동시키거나 작업을 중단이 가능해야 함

4) 화물 송장인식, 배송상태 확인, 비상상황 대응 기술 관련 법·제도

① 물류 관련 법규

- 대부분의 국가에서는 물류 및 배송 서비스에 대한 특정 규정이 존재하며, 이러한 법규에는 배송 안전성, 화물 처리 절차, 비상 상황 대응 규정 등이 포함될 수 있음

② 도로교통법

- 자율주행 배송 로봇이 도로를 이용할 경우, 해당 국가의 도로교통법을 준수해야 하며, 이는 로봇의 운행 속도, 경로, 안전 기준 등을 규정함

제5장 공동주택 단지 내 로봇배송 구현을 위한 인프라 구축(안) 마련

1. 공동주택의 로봇배송 서비스 시나리오 개발

1. 1. 공동주택의 무인배송로봇 적용 시나리오(Scenario) 개발

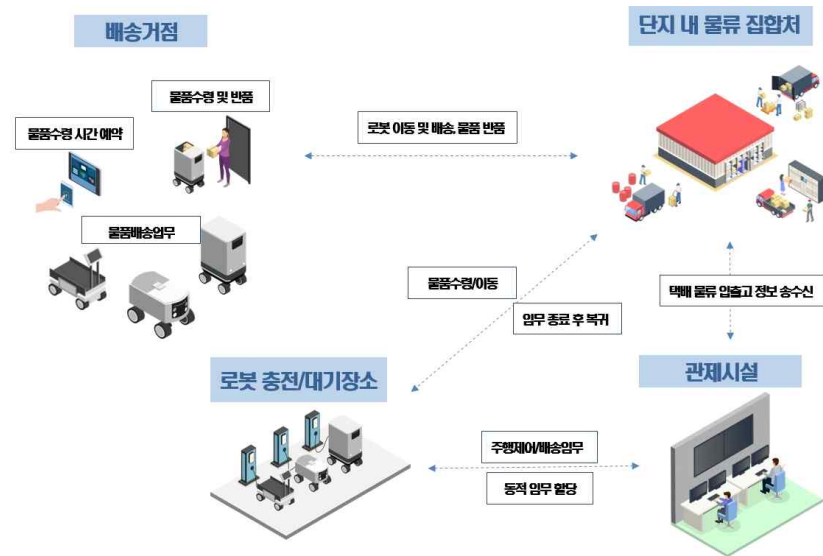
1) 시나리오(Scenario) 개요

- 공동주택에 무인배송로봇을 적용하여 직접 물품을 배송하기 위해서는 각 물품 배송업체로부터 재실자에게 전달되는 시나리오(Scenario)가 필수이며, 인프라 구축시설(관제시설, 충전스테이션 등) 신설 배치도 필요함
- 시나리오(Scenario)는 앞서 확인한 무인배송로봇관련 법·제도와 기술을 통해 이동경로를 고려하여 시나리오가 제작 됨

[표 5-1] 시나리오 개발 및 인프라 구축 시 고려사항

	고려사항
관제시설	· 로봇 위치 추적 및 관리 시스템 · 데이터 통신 및 처리 시스템 · 안전 및 보안 프로토콜
공동현관 및 엘리베이터	(기술) · 엘리베이터와 로봇 연계 기술 · 건물보안 및 로봇 접근 제어 기술 (법·제도) · 건물 안전 및 접근 규정 · 데이터 보호 및 사이버 보안
통신 /전력 인프라	(기술) · 고속 무선 네트워크 · 데이터 처리 능력 · 지속가능한 에너지 공급 · 충전 인프라 (법·제도) · 데이터 보호 및 개인정보 보호법 · 전기 안전 및 통신 규정

② 무인배송로봇 시나리오(Scenario) 개념도



[그림 5-1] 로봇배송 서비스 시나리오 개념도

- 로봇배송 서비스 시나리오 개념도는 [그림5-1] 같으며, 택배차량이 아파트 단지내 택배 물류 집합처에 배송을 하고, 관제시설이 입주민과 통신을 통해 로봇을 통제하여 각 세대 지정된 시간에 입주민에게 전달하는 개념임
- 세부적으로는 택배차량이 물류 집합처에 전달할 때 3가지 경우가 제안하는데, 중앙 집하장 1개소에 전달하는 방식과, 지하에 지정되어있는 각 동마다의 집하장에 전달, 지하에 N개동마다 1개소씩 집하장을 설치하는 방식으로 나뉘게 됨
 - 공동주택의 중앙 집하장 1개소 배치(지상/지하)
 - 공동주택 각 동 물품보관함 배치 (지상/지하)
 - 공동주택 N개동 물품보관함 1 개소 배치 (지상/지하)
- 또한, 택배차량이 물류집합처에 도착하여 송장번호를 인식시켜 관제실로 물품 정보를 전송하고, 관제실은 거주자에게 통신하여 배송일시를 통보받아 이를 로봇에 전달하여 해당 물품을 배송 시작함
- 물품을 배송하는 과정에서 관제실과 위치 및 상태를 주고받으며 지정된 경로를 통해 거주자에게 전달하며, 공동현관과 E.L승하차를 통해 거주자에게 전달함
- 전달한 물품을 거주자는 확인하고, 반품물품이 있는 경우 로봇에 신고 정보를 입력하면 로봇은 관제실을 통해 통신을 하며 각 물류 집합처로 복귀함

2) 공동주택 무인배송로봇 배송 시나리오(Scenario) 개발

① 시나리오 1 : 단지단위의 중앙집하/배송 방식(지상 중앙 집하장 1개소)

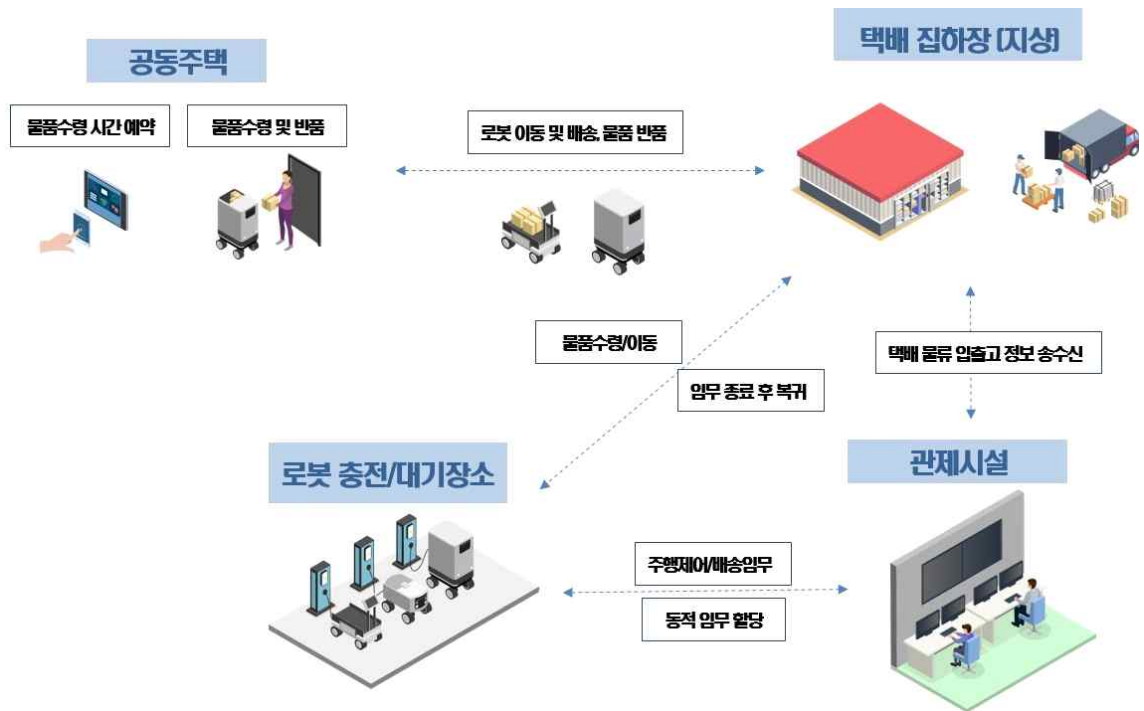
- 택배차량 집하장에 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇대기소에서 집하장 도착-로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/E.L 이동)-집하장 반품



[그림 5-2] 로봇배송 서비스 이동 경로 (지상 중앙 집하장 1개소)

[표 5-2] 중앙집하장 1개소 장·단점

장점	단점
· 택배물품 관리 및 배송 처리 용이 · 단지 내 택배차량 동선 최소화로 주민 안전성 증가 · 로봇 배송중 문제 발생시 다른 로봇으로 대체하여 배송 가능 · 상가에서 주문한 물품 배송 서비스도 연계 가능	· 택배회사 일원화가 필수적 · 지상의 집하장 설치 설계 필요 · 거주자 및 보행자, 외부인의 시야 차단 설계필요 · 자연현상(눈/비 등) 날씨의 영향을 받음



[그림 5-3] 로봇배송 서비스 이동경로 개념도(지상 중앙 집하장 1개소)

② 시나리오 2 : 동단위의 분산집하/배송 방식(공동주택 각 동 지하 물품보관함 배치)

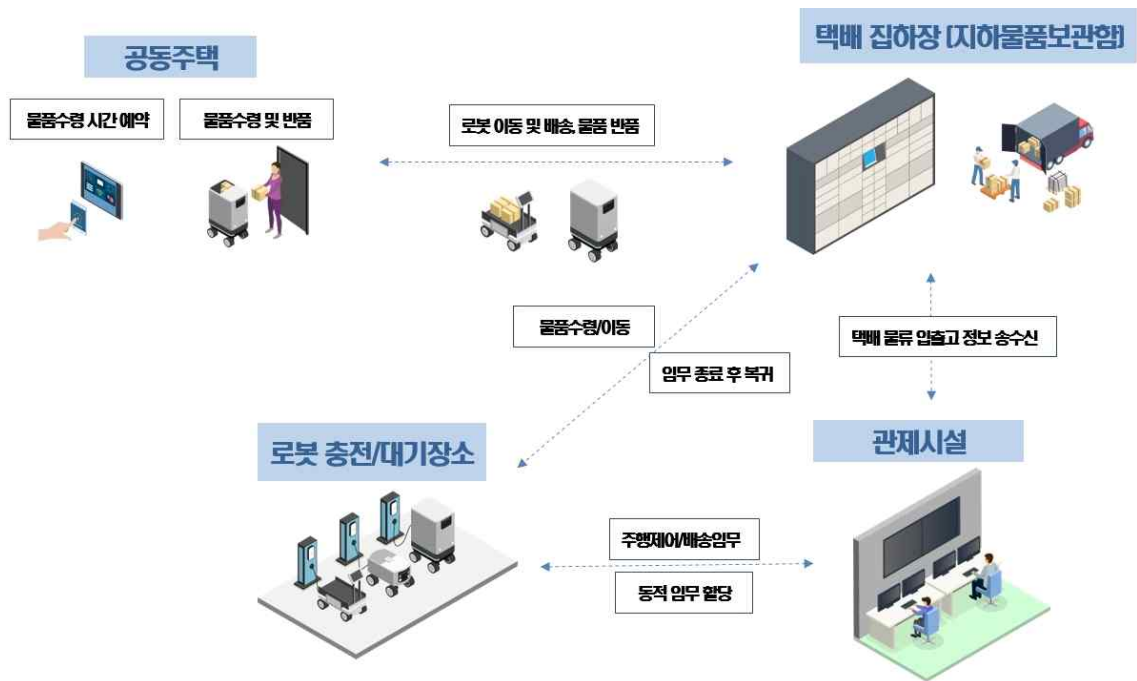
- 택배차량 동 앞 물품보관함 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇대기소에서 집하장 도착-로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/E.L 이동)-각 동 앞 물품보관함 반품



[그림 5-4] 로봇배송 서비스 이동 경로(각 동 지하 물품보관함 배치)

[표 5-3] 각 동 지하 물품보관함 장·단점

장점	단점
· 로봇의 이동동선이 짧아짐, (E.L 통해서 배송) · 주차차량 뒤쪽으로 이동하여 사고 방지 · 로봇 배송중 문제 발생시 다른 로봇으로 대체하여 배송 가능 · 자연현상(눈/비 등) 날씨의 영향을 받지 않고 물품 배송 가능	· 택배차량의 각 동마다 설치된 물품보관함에 전달로 지하공간 혼잡 예상 · 각 동마다 물품보관함, 로봇 대기장소 설계 필요 · 로봇의 지하공간 화재관련 설비 설계 필요



[그림 5-5] 로봇배송서비스 이동경로 개념도(각 동 or 3개동 지하 물품보관함 배치)

- ③ 시나리오 3 : Zone단위 분산집하/배송(3개동 마다 물품보관함 1 배치)
- 택배차량 동 앞 물품보관함 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇대기소에서 집하장 도착-로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/EL 이동)-동 앞 물품보관함 반품



[그림 5-6]로봇배송 서비스 이동 경로 (지하 3개동 마다 물품보관함 배치)

[표 5-4] 지하 ZONE 당 물류집합처 1 장·단점

장점	단점
· 각 동마다 설치되는 경우보다 택배차량 이동동선 짧아짐 · 주차차량 뒤쪽으로 이동하여 사고 방지 · 로봇 배송중 문제 발생시 다른 로봇으로 대체하여 배송 가능 · 자연현상(눈/비 등) 날씨의 영향을 받지 않고 물품 배송 가능 · 각 동마다 설치되는 경우보다 물품보관함 및 로봇 대기공간 개수 적어짐	· 각 동마다 설치되는 경우보다 로봇의 이동거리가 길어짐 · 택배차량의 각 ZONE마다 설치된 물품보관에 전달로 지하공간 혼잡 예상 · ZONE마다 물품보관함, 로봇 대기장소 설계 필요 · 로봇의 지하공간 화재관련 설비 설계 필요

2. 공동주택 단지 내 로봇배송 서비스 구현 인프라 구축(안) 마련

2. 1. 공동주택 설계 고려사항 분석

1) 공동주택에서 로봇 친화적인 설계

- 무인배송로봇의 주행 성능 및 에너지 효율성을 최적화하기 위한 요소들을 고려하는 것이 중요하며, 여기에는 [표 5-5]에서와 같이 로봇의 이동 경로, 경사로의 각도, 충전 스테이션의 위치 등이 포함됨

[표 5-5] 로봇 친화형 공동주택의 설계 고려사항 분석

고려 사항	설명 및 요구사항
이동 경로 및 접근성	평탄하고 장애물이 없는 이동 경로 충분한 통로 폭 문턱, 계단 등 장애물 최소화
경사로 및 슬로프	낮은 경사도로 에너지 효율성 증가 충분한 폭과 길이, 미끄럼 방지 표면 처리
충전 및 유지보수 시설	적절한 위치에 충전 스테이션 설치 유지보수 및 수리를 위한 공간 마련
네트워크 및 통신 시스템	안정적인 무선 네트워크 커버리지 제공 데이터 보안에 중점을 둔 네트워크 설계
사용자 인터페이스	인간-로봇 상호작용을 위한 사용자 친화적 인터페이스 구현
화재 및 폭발 위험	충전과 관련한 화재 및 폭발사고의 위험대비

• 이동 경로 및 접근성

- 평탄한 이동 경로 : 로봇의 이동 효율성을 위해 평탄하고 장애물이 없는 이동 경로를 확보하는 것이 중요
- 충분한 통로 폭 : 로봇이 원활하게 이동할 수 있도록 충분한 폭의 통로가 설계에 반영 필요하며, 이는 로봇의 크기와 이동 패턴에 따라 결정되어야 함
- 장애물 최소화 : 로봇의 이동 경로상에 장애물이 최소화되어야 하며, 특히 문턱, 계단 등은 로봇의 이동에 방해가 되므로 이를 고려한 설계가 필요함

• 휠체어 경사로를 포함한 각종 경사로

- 낮은 경사도 : 경사로는 로봇이 에너지를 덜 소모하도록 가능한 한 낮은 경사도를 유지

하는 것이 유리 하며, 이는 에너지 효율성을 높이고 로봇의 배터리 수명을 연장하는 데 도움이 됨

- 안정성 고려 : 경사로는 로봇의 안정성을 위해 충분한 폭과 길이를 갖추어야 하며, 미끄럼 방지 표면 처리가 이루어져야 함

- 충전 및 유지보수 시설

- 충전 스테이션 : 로봇의 지속적인 운영을 위해 적절한 위치에 충전 스테이션을 설치하도록 공간이 설계되어야 함. 이는 로봇의 운행 경로와 접근성을 고려하여 배치하는 것이 중요
- 유지보수 공간 : 로봇의 정기적인 유지보수 및 수리를 위한 공간도 고려되어야 하며, 이 공간은 충전 스테이션과 인접해 있거나 쉽게 접근할 수 있는 위치에 있어야 함

- 네트워크 및 통신 시스템

- 무선 네트워크 커버리지: 로봇은 무선 통신망을 통해 제어되므로, 건물 전체에 걸쳐 안정적인 무선 네트워크 커버리지를 제공해야 함
- 데이터 보안: 로봇과 통신하는 네트워크는 데이터 보안에 중점을 두어 설계되어야 함

- 사용자 인터페이스

- 인간-로봇 상호작용: 로봇과 인간 간의 상호작용을 용이하게 하는 인터페이스 고려가 필요하며, 예를 들어, 로봇이 입주민들에게 서비스를 제공할 때 사용자 친화적인 인터페이스가 필요하고 로봇 이동과 관련된 공지가 원활히 이루어질 수 있도록 반영해야 함

- 화재 및 폭발위험

- 리튬 이온 배터리의 특성: 리튬 이온 배터리는 고열에서 폭발할 수 있는 가연성 가스를 방출할 수 있으며, 이러한 화재는 역적 폭주로 인해 강렬하며 장시간 지속
- 질식소화포, 상방향 살수설비는 피난계단 인근에 즉시 반출이 가능하도록 배치
- 안전장비는 피난계단 인근 및 방재실에 비치
- CCTV(열화상 CCTV)는 충전구역 전용으로 설치
- 안전시설에는 사용설명서와 안전시설 명칭, 수량, 관리방법을 표시

2) 관련 법·제도 기준

- 무인배송로봇의 서비스 확장을 위해서, 향후 공동주택 외부 일정 영역내에서 주행하게 될 가능성이 크고, 이러한 경우 도로교통법의 적용을 받게 됨
- 실외 이동로봇의 경우 지능형로봇법에 의해 로봇은 교통법규를 준수하고, 로봇의 자율주행 시스템은 도로환경에 적합하게 개발되어야 하며,
- 또한 로봇이 혼자 엘리베이터 탑승하는 경우는 승객과 가장 가까이 장시간 근처에 있는 순간이므로 특히나 높은 수준의 안전인증관련 요구사항이 요구됨

• 도로교통법 관련

- 보행자로의 분류 : 개정된 도로교통법에 따라 실외이동로봇은 보행자로 분류되며, 이에 따라 로봇은 유모차, 보행보조용 의자차, 노약자용 보행기 등과 동일한 법적 지위를 가지며, 보도에서의 이동이 가능해짐⁴¹⁾
- 도로 통행 규칙 : 보행자로 분류된 실외이동로봇은 도로교통법 제8조 및 제10조에 따라 보도를 이용하며, 횡단보도를 통한 도로 횡단이 요구됨. 또한, 보행자와 같은 교통 규칙을 준수해야 함

• 안전 인증 및 허가

- 한국산업표준은 이동 로봇의 엘리베이터 탑승을 위한 안전 요구사항 및 평가 방법을 다루고 있으며, 여기에는 로봇의 디자인, 속도 제한 (0.7m/s 이하), 운동에너지 제한 (12J 이하), 안전 기능 (비상 정지, 추락 방지 등), 배터리 사용 기준 등이 포함됨⁴²⁾
- 실외이동로봇 운행안전인증: 지능형로봇법에 따르면, 실외이동로봇은 산업통상자원부장관이 실시하는 운행안전인증을 통과해야 함
- 이 인증은 로봇의 질량 (500kg 이하), 운행 속도 (최대 15km/h), 겉모양, 동적 안정성, 비상정지 기능, 장애물 감지 등을 평가함 [표 5-6]과 같이 16가지 주요 성능 관련 시험 항목이 포함되어 있음

• 안전 인증 및 허가

- 한국산업표준은 이동 로봇의 엘리베이터 탑승을 위한 안전 요구사항 및 평가 방법을 다루고 있으며, 로봇의 디자인, 속도 제한 (0.7m/s 이하), 운동에너지 제한 (12J 이하), 안전 기능 (비상 정지, 추락 방지 등), 배터리 사용 기준 등이 포함됨⁴³⁾

41) 대한민국 행정안전부, “지능형로봇법,” 2023.

42) 국가기술표준원, “이동 로봇의 엘리베이터 탑승을 위한 안전 요구사항 및 평가 방법,” 2021.

43) 국가기술표준원, “이동 로봇의 엘리베이터 탑승을 위한 안전 요구사항 및 평가 방법,” 2021.

- 실외이동로봇 운행안전인증: 지능형로봇법에 따르면, 실외이동로봇은 산업통상자원부장관이 실시하는 운행안전인증을 통과해야 함
- 이 인증은 로봇의 질량(500kg 이하), 운행 속도(최대 15km/h), 겉모양, 동적 안정성, 비상정지 기능, 장애물 감지 등을 평가하며, [표 5-6]과 같이 16가지 주요 성능 관련 시험 항목이 포함되어 있음

[표 5-6] 실외로봇 운행안전인증 16가지 주요 시험 항목

시험 항목	요구사항/기준
질량 및 폭 제한	질량: 적재물 포함 500 kg 이하 폭: 기본 800 mm 이하 (보도 폭 2500 mm 이상 시 최대 1200 mm)
운행 속도	100 kg 이하: 최대 15 km/h 100~230 kg: 최대 10 km/h 230~500 kg: 최대 5 km/h
겉모양	날카로운 형상 제한, 반경 3 mm 이상
동적 안정성	경사로 주행 가능 (5° 이상) 단차 구조물 통과 능력 (30 mm 이상)
비상정지 기능	비상정지 기능 보유 비상정지 중 임의 동작 금지
속도 제어	설정된 운행속도 준수, 오차 범위 $\pm 10\%$ 이내
장애물 감지	장애물 감지 및 감속, 정지, 회피 가능
알림음	통행요청 고장상태 알림음, 음량 55~73 dB(A) 사이
등화장치	시각 알림 제공, 표면온도 60℃ 이하
방수 성능	외함에 대한 방수성능 IPX4 이상
물리적 보안	통신 및 저장장치의 물리적 접근 제한
횡단보도 통행	횡단보도 신호 인지 및 준수, 안전 통행 가능
관제장치	위치, 속력, 주행거리, 배터리, 통신감도, 식별 정보 제공
통신장애 대응	통신장애 대응 시나리오 이행 여부
원격조작	원격 정지 수단 보유

3) 보험관련

- 책임보험 가입 의무화 : 실외이동로봇 운영자는 책임보험에 가입해야 함. 이는 보행자로서 보도를 이용하는 동안 발생할 수 있는 인적 및 물적 손해를 보장하기 위함임
 - 보험금 기준: 지능정보보호법에 따르면, 보험금 기준은 사망 시 1억5천만원, 부상 시 3천만원, 후유장애 시 1억5천만원, 재물 훼손 시 사고당 10억원으로 설정되어 있음
 - 이는 실외이동로봇 운영 중 발생할 수 있는 다양한 사고 유형을 고려하여 설정된 금액임

제6장 결 론

본 연구의 결론은 다음과 같음

- 국내·외 무인이송체 물품 배송관련 기술동향을 조사한 결과, 국외는 여러 제도 개선을 통해 활발히 운영되고 있는 실정이며, 국내는 규제개선 및 법 개정 등이 우선적으로 필요한 상황임
- ‘지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법’ 제정을 시작으로 본격적인 무인이송체의 배송이 활발해 질 것으로 예상됨
- 공동주택 내에서 무인로봇의 효과적인 관리 및 운영은 다양한 기술적, 운영적, 법적 요소들을 포괄적으로 고려하는 것에서 시작하며, 무인배송로봇 시스템이 공동주택 내·외부에서 원활하게 운영되기 위해서는 몇 가지 핵심 요소들이 필수임
 - 우선, 로봇의 정밀한 위치 추적 및 관리 시스템은 로봇이 주어진 환경 내에서 효율적으로 이동하고 작업을 수행할 수 있도록 해주는 중요한 기술이며, 이를 위해서는 고도화된 GPS 기술과 다양한 센서 시스템의 통합과 이를 활용한 로봇의 실시간 위치와 경로를 정확하게 파악하여 운영자가 로봇을 효과적으로 제어하고 관리할 수 있도록 지원해야 함
 - 또한, 로봇과 중앙 관제 시스템 간의 안정적이고 빠른 고속 무선 네트워크 연결은 로봇이 신속하게 데이터를 전송하고 수신함으로써 효율적인 통제 및 관리를 가능하게 하며, 이와 함께, 대용량의 데이터를 실시간으로 처리할 수 있는 강력한 서버 및 데이터 처리 시스템의 구축을 통해 로봇이 수집하는 데이터를 효과적으로 분석하고 활용할 수 있게 하는 인프라가 필요함
 - 로봇의 연속적 운영을 지원하기 위해서는 안정적이고 지속 가능한 전력 공급이 중요하며, 이는 충전 스테이션 및 전력 네트워크의 효율적인 관리를 포함해 로봇이 필요할 때 언제든지 에너지를 보충할 수 있는 인프라와 배터리 관리 시스템의 확보가 중요함
 - 로봇의 상태를 쉽게 확인하고 제어할 수 있도록 해주며, 사용자가 로봇 시스템과의 상호작용을 통해 더 효율적으로 작업을 수행할 수 있도록 지원 가능한 사용자 친화적 인터페이스의 개발이 필요함
 - 로봇 배송의 원활한 운영을 위해서는 전체 공동현관 및 엘리베이터 등 로봇의 이동

동선 내 보안 및 이송 시스템과의 효율적인 연계기술 역시 중요한 요소로, 이는 로봇이 건물 내에서 원활하게 이동하고 효율적인 작업을 수행할 수 있게 함

- 로봇 배송 시 사용되는 데이터에 대한 보호 및 개인정보보호법의 준수는 로봇이 수집하는 데이터의 안전성을 보장하는 데 필수적이며, 전기 안전 및 통신 규정의 준수는 전력 및 통신 인프라의 안전성과 신뢰성을 확보하는 데 중요함
- 이러한 법적 기준들은 로봇 운영에 필요한 다양한 법제도 및 기준들의 준수는 로봇이 안전하고 효율적으로 운영될 수 있도록 보장함
- 위의 다양한 물리적, 소프트웨어 적인 요소들의 종합적인 고려와 적용은 로봇이 공동주택 내·외부에서 안정적으로 운영되기 위한 필수적인 조건으로, 기술적, 법적, 운영적 측면에서의 지속적인 연구와 개발이 요구되며 이를 통해 로봇의 효율성과 사용 시 안전성을 높이는 것이 가장 중요함
- 마지막으로 공동주택 단지 내 무인배송서비스를 적용하기 위한 효과적인 운영 및 관리 외에 적용하고 실현 가능한 배송 시나리오의 개발이 필수적이며, 배송 시나리오는 다음과 같음

1) 시나리오 1 : 단지단위의 중앙집하/배송 방식 (지상 중앙 집하장 1개소)

- 택배차량 집하장에 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇 대기소에서 집하장 도착-로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/E.L 이동)-집하장 반품

2) 시나리오 2 : 동단위의 분산집하/배송 방식 (공동주택 각 동 지하 물품보관함 배치)

- 택배차량 동 앞 물품보관함 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇대기소에서 집하장 도착-로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/E.L 이동)-각 동 앞 물품보관함 반품

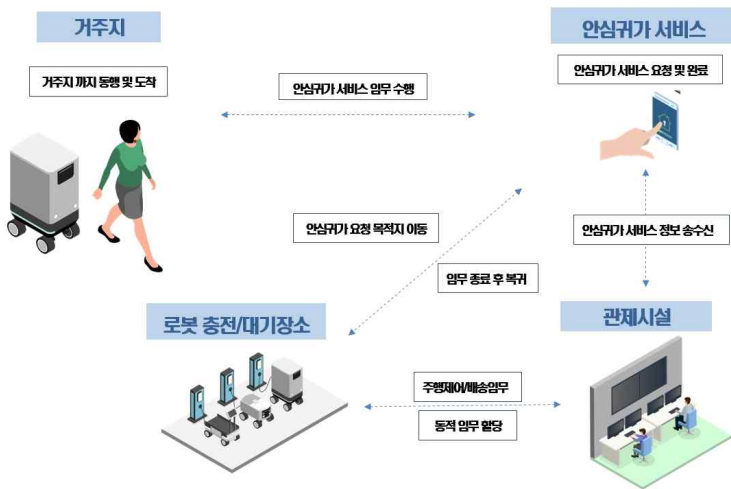
3) 시나리오 3 : Zone단위 분산집하/배송 (N개동 마다 물품보관함 1 배치)

- 택배차량 동 앞 물품보관함 물건 하차-관제실호출(택배도착-입주민알림-입주민예약)-로봇대기소에서 집하장 도착-로봇배송시작(문/EL-집앞)호출-입주민전달-배송확인 및 배송완료-반송물품수령-로봇복귀(문/E.L 이동)-동 앞 물품보관함 반품

부 록

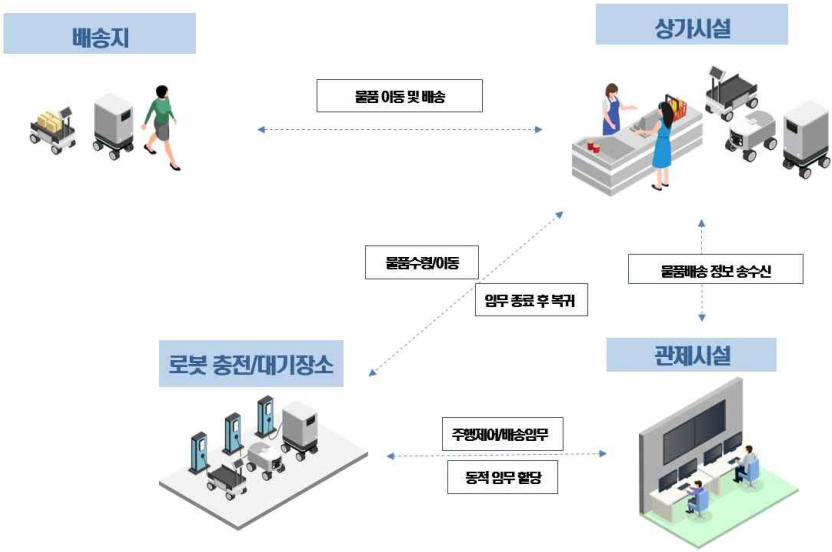
■ 로봇의 비즈니스(서비스) 모델

제 목	○ 안심귀가서비스
요 약	○ 거주자 또는 통행자의 거주지까지 안심하게 귀가할 수 있는 서비스
특 징	○ 방법/순찰 서비스, 시설물 점검 연계 가능
필요조건	○ 관제, 로봇, 로봇충전/대기장소, 공동주택 내 동선, 통신·GPS 인터페이스, 대기/충전시설, 사용자와 거리 유지/확보 등
시나리오	○ 동작 시나리오(로봇 관리주체 측면) - 안심귀가서비스 관제실 요청 수신(서비스 위치확인)-로봇에게 동적 임무 할당-로봇대기장소에서 안심귀가서비스 이동 및 장소 도착-안심귀가 서비스시작(사용자와 동행)-목적지까지 이동 및 완료-추가 안심귀가서비스 요청확인-로봇 대기장소 복귀 후 대기 명령 ○ 작동 시나리오(로봇 사용자 측면) - 안심귀가서비스 이용 관제실 요청-지정된 or 현재 위치에서 대기-로봇도착 -안심귀가 서비스 관련 인증-목적지까지 이동(로봇과 동행) 및 장소 도착 -목적지 이동 완료 후 인증-귀가



[그림 부록-1] 안심귀가서비스 개념도

제 목	○ 방법/순찰 서비스
요 약	○ 공동주택 내 방법/순찰을 하며 이벤트 발생 시 호출 및 신고 서비스
특 징	○ 안심귀가서비스, 시설물 점검 등 연계 가능
필요조건	○ 관제, 로봇, 로봇충전/대기장소, 공동주택 내 동선, 통신·GPS 인터페이스, 영상녹화, 호출 및 즉각 신고 기능 등
시나리오	○ 동작 시나리오(로봇 관리주체 측면) 관제실 동적임무 로봇에게 할당(공동주택 내 지정된 방법, 순찰위치 GPS 자료 전송)-지정된 방법,순찰위치 이동 및 장소 도착-로봇의 임무수행 중 영상녹화 및 이벤트 확인-관제실 자료 수신-방법/순찰 임무 완료-로봇의 완료정보수신-추가 방법/순찰위치 확인-임무 수행 완료 - 로봇 대기장소 복귀명령 [그림 부록-2] 방법/순찰 서비스 개념도

제 목	○ 상업시설 물품 배송 연계 서비스
요 약	○ 공동주택 내 상업시설의 거주지 배송 서비스
특 징	○ 택배 물품의 배송 시나리오(1,2,3) 연계 가능
필요조건	○ 관제시설, 로봇, 로봇충전/대기장소, 공동주택 내 동선, 통신·GPS 인터페이스, 사용자와 동행 시 거리유지/확보 등
시나리오	○ 동작 시나리오(로봇 관리주체 측면) - 상가시설물품 구입 정보 관제실 수신(ON/OFF LINE)-로봇 동적임무 할당 (물품정보, 사용자 물품 배송 예약, 동행정보 전송)-로봇은 대기소에서 상가시설 도착-로봇배송시작(즉시/지정된 시간) 또는 사용자와 동행-배송확인 및 배송완료-반품물품수령-로봇복귀명령-추가 배송업무 정보 수신-대기장소 복귀 ○ 작동 시나리오(로봇 사용자 측면) - 물품구입 후 배송서비스 관제실 요청-지정된or현재 위치에서 대기-로봇 도착-물품배송 서비스 관련 인증-목적지까지 이동(로봇과 동행) 및 장소 도착-목적지 이동 완료 후 인증 - 물품구입 후 배송서비스 관제실 요청(예약)-거주지에서 물품 배송 대기-로봇도착-물품배송서비스 인증-물품 수령완료  [그림 부록-3] 상업시설 물품 배송 연계 서비스 개념도

제 목	○ 시설 인프라 점검
요 약	○ 공동주택 내 시설 인프라를 점검하는 서비스
특 징	○ 방법/순찰 서비스, 안심귀가 서비스 등과 연계 가능
필요조건	○ 관제시설, 로봇, 로봇충전/대기장소, 공동주택 내 시설점검 동선, 통신·GPS 인터페이스, 점검시 영상녹화 기능 등
시나리오	○ 동작 시나리오(로봇 관리주체 측면) 관제실 동적임무 로봇에게 할당(공동주택 내 지정된 시설/인프라 점검위치 GPS 자료 전송)-지정된 시설/인프라 점검위치 이동-장소 도착-로봇의 임무수행 중 영상녹화 및 이벤트 확인-관제실 자료 수신-시설/인프라점검 임무 완료-로봇의 완료정보수신-추가 시설/인프라 점검위치 확인-임무 수행 완료 - 로봇 대기장소 복귀명령 [그림 부록-4] 시설 인프라 점검 서비스 개념도

참고문헌 Reference

Statista(2021.6), eCommerce Report, 2021

이상민(2022), 비대면 서비스를 위한 자율주행 배송 로봇 기술 동향, 한국로봇학회, 로봇과 인간 제 19권 제4호, 22.1.0, p.14~24

한국로봇산업진흥원(2020), 2019년 로봇산업 실태조사 결과보고서, 로봇산업진흥원

서울시 ‘로봇산업 육성 종합계획’

<https://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=32222>

심해정(2022) Trade Brief 09. 첨단 배송산업 경쟁력 강화 방안, 위드코로나, 스마트 무인 배송 상용화를 위한 과제, 2021.09.06 No.9

이미혜(2022)이슈보고서, 로봇산업 동향 및 성장전략, 한국수출입은행 해외경제 연구소, 2022.9, VOL2022-이슈-16

한국로봇산업진흥원(2022.6), 로봇산업 규제 혁신 로드맵 2.0,
<https://www.kiria.org/portal/reference/portalRefTrendDetail.do>

대한건축학회. (2019). 대한건축학회 건축기술규정 2019.

국토교통부령, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 2023

Wang, Chaoqun, Lili Meng, Sizhen She, Ian M. Mitchell, Teng Li, Frederick Tung,

Weiwei Wan, Max Q-H. Meng, and Clarence W. de Silva.(2017) "Autonomous mobile robot navigation in uneven and unstructured indoor environments." In 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp. 109–116. IEEE.

대한민국 행정안전부, "도로교통법," 2023.

대한민국 국토교통부, "건축법," 2023.

International Organization for Standardization (ISO), "Robotics – Safety Requirements for Personal Care Robots," ISO 13482:2014,

국가기술표준원, “아동 로봇의 엘리베이터 탑승을 위한 안전 요구사항 및 평가 방법,” 2021.

대한민국 행정안전부, “지능형로봇법,” 2023.

주운환(2023), 전기차 충전설비 설치·환기 설계 규정 보완, 소방방재신문

Fire Protection Association FPA(2023), Recommendations For Fire Safety When Charging Electric Vehicles(2023), Version 2.

America, National Electrical Code, NEC, 2023

America, National Fire Protection Agency, NFPA 70, 2023

cleveron, parcel locker, <https://cleveron.com/>

Starship Technologies, <https://www.starship.xyz/>

Agility Robotics, <https://agilityrobotics.com/>

Ottonomy, Ottobot, <https://ottonomy.io/>

Posten Robot, <https://www.posten.no/>

FieldRo, <https://fieldro.tech/>

Amazon, <https://www.amazon.com/>

Yousuf, Sofia, and Muhammad Bilal Kadri.(2016) "Sensor fusion of INS, odometer and GPS for robot localization." In 2016 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC), pp. 118–123. IEEE.

Hossain(2015), Md Arafat, and Israt Ferdous. "Autonomous robot path planning in dynamic environment using a new optimization technique inspired by bacterial foraging technique." Robotics and Autonomous Systems 64 : 137–141.

Dohler, Mischa, Toktam Mahmoodi, Maria A. Lema, Massimo Condoluci, Fragkiskos Sardis, Konstantinos Antonakoglou, and Hamid Aghvami.(2017) "Internet of skills, where robotics meets AI, 5G and the Tactile Internet." In 2017 European Conference on Networks and Communications (EuCNC), pp. 1–5. IEEE.

Lai, Chia Tai Angus, Wei Jiang, and Paul R. Jackson. (2019) "Internet of Things enabling condition-based maintenance in elevators service." Journal of quality in maintenance engineering 25, no. 4 : 563–588.

Park, S., et al. (2020). "Security and Access Control in IoT-Enabled Buildings."
Journal of Smart Building Technology.

Hernández-Ramos, José L., M. Victoria Moreno, Jorge Bernal Bernabé, Dan García Carrillo, and Antonio F. Skarmeta.(2015) "SAFIR: Secure access framework for IoT-enabled services on smart buildings." Journal of Computer and System Sciences 81, no. 8 : 1452-1463.

Lu, Shouyin, Ying Zhang, and Jianjun Su.(2017) "Mobile robot for power substation inspection: A survey." IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica 4, no. 4 : 830-847.