

물류로봇 기술동향 및 향후전망

| 저자 | 김경훈 PD / KEIT 지능형로봇 PD실
김재홍 그룹장 / ETRI HMI연구그룹
최영호 본부장 / KIRO 필드로봇연구본부

SUMMARY

/// 온라인 쇼핑 급증에 따른 비제조환경 물류로봇 중심의 성장

- ★ 2016년 ~ 2019년 예상 판매대수 기준으로 물류로봇은 전문 서비스 로봇의 53%를 차지하여 전문 서비스 로봇 중 가장 유망한 분야
- ★ 2015년 기준 아시아 태평양(40.5%), 유럽(32.2%), 북미(24.7%) 순으로 시장 규모를 형성하고 있으며 전세계적으로 고른 성장세가 예상되나, 물류로봇의 생산지 비중은 북미(81.1%), 아시아 태평양(10.7%), 유럽(8.1%) 순으로 북미 편중 현상이 심함
- ★ 온라인 쇼핑의 급증에 따라 2015년 기준 제조환경 대 비제조환경 물류로봇 비중은 각 17.9%, 82.1%에서 2019년에는 약 10%, 90% 정도로 비제조환경 물류로봇의 비중이 지속적으로 증가할 것으로 예상

/// 시사점 및 정책 제언

- ★ 온라인 쇼핑의 급증으로 물류센터에서의 물류로봇 채택이 크게 증가할 것으로 예상되며, 인력부족 문제에 대한 대응 및 물류센터의 효율향상을 위해 24시간 무인작업이 가능한 물류로봇이 물류기업에 의해 요구되고 있음
- ★ 국내외 전문로봇 업체에서는 병원, 요양원, 호텔 등의 수요에 기반하여 건물 내 물류를 처리하는 로봇을 상용화하였으며 앞으로 대형 건물에서의 물류로봇 적용시도가 늘어날 것으로 예상됨
- ★ 미래 물류로봇 수요에 대응하기 위해서는 다양한 종류와 특성을 가지는 물품의 인식 및 파지와 관련된 기술개발이 절대적으로 필요함. 특히 물류센터에 존재하는 수천~수만 종의 물품의 종류 및 위치/자세에 대한 정밀한 인식과 이들 물품을 대상으로 피킹(Picking) 작업을 수행하기 위한 파지 장치 및 파지를 위한 학습 기술 개발을 중점추진할 것을 제언함

1. 물류로봇의 개요

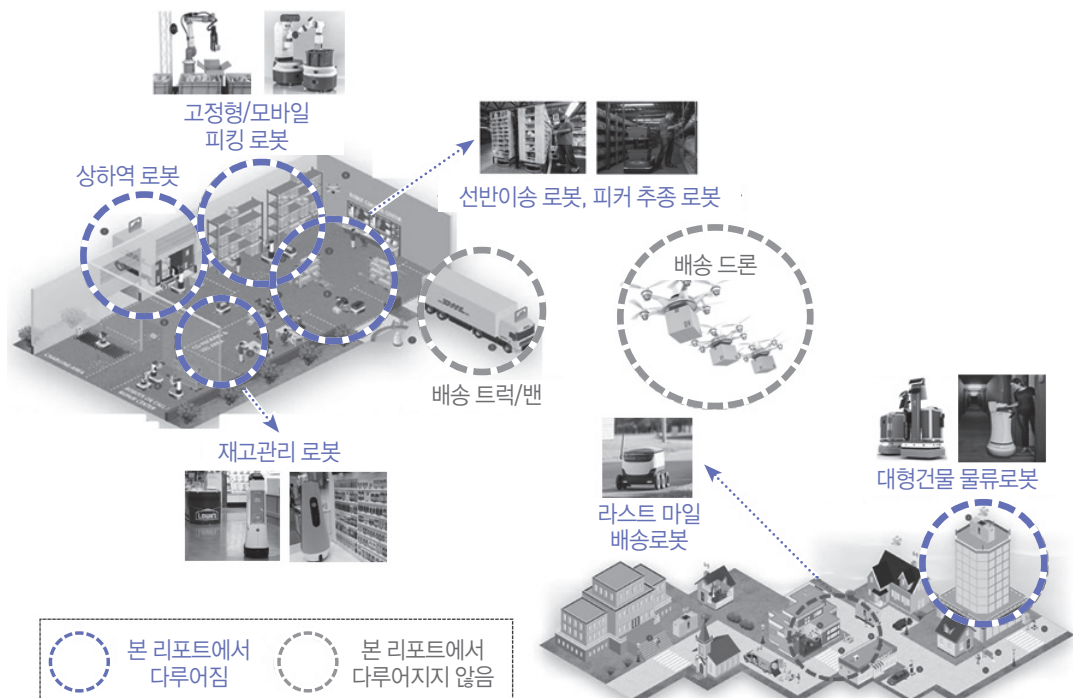
물류로봇의 개념 및 적용분야

★(개념) 물류센터, 공장 등에서 IoT 기술과 자율주행 등 로봇 기술 및 학습을 통한 환경·상황인식, 스케줄링 등 인공지능 기술의 융합을 통한 물류 효율 향상을 목적으로 하는 로봇시스템으로 물품의 포장·분류·적재 및 이송과정에 주로 활용

* 본 리포트에서는 물류이송을 위한 드론, 무인 트럭/밴에 대한 내용은 다루지 않음

-(중요성) 구글, 아마존, DHL 등 세계적 기업들이 물류혁신을 위한 로봇 기술을 도입하고 있으며, 물류 효율이 각국의 산업 경쟁력을 좌우하는 등 물류 산업이 미래핵심 산업으로 등장

★(적용분야) 물류센터, 공장물류, 병원·요양원·호텔 등 대형 건물에서의 물류이송, 재고관리 등



※ 그림 배경 출처: “Robotics in Logistics: A DPDHL perspective on implications and use cases for the logistics industry”, 2016, DHL Trend Research

| 그림 1. 물류로봇의 유형 및 본 리포트 포함 범위 |

2. 시장현황 및 전망

세계시장 현황 및 전망

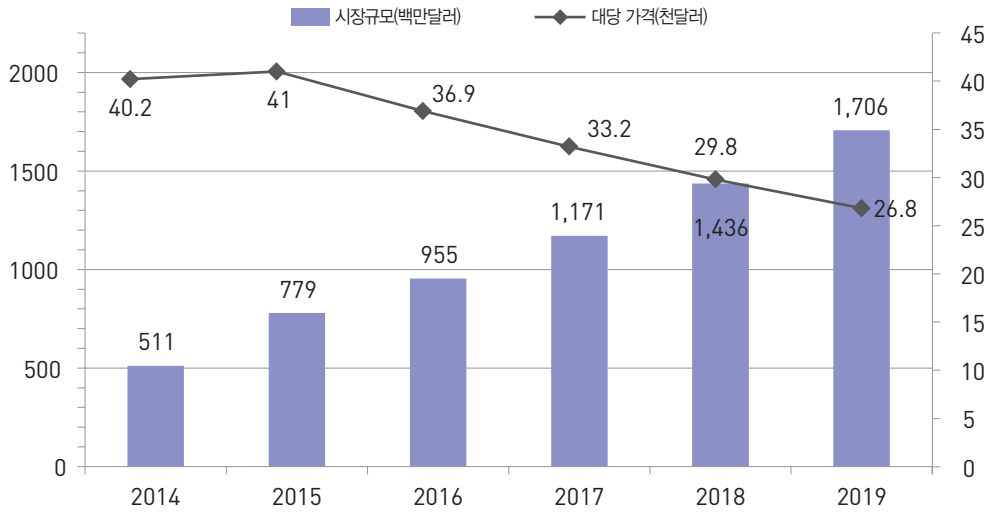
★ 세계시장 현황 및 전망

- 2016년 ~ 2019년 예상 판매대수 기준으로 물류로봇은 전문 서비스 로봇의 53%를 차지하여 전문 서비스 로봇 중 가장 유망한 분야(출처: IFR 2016)
- 물류로봇은 2015년 7.8억불(1.9만대) 규모에서 2016년 ~ 2019년 53.3억불(17.5만대) 규모로 연평균 22.6%(36.3%) 고성장이 예상되며, 2019년의 시장은 2015년 대비 판매대수 기준 약 340%, 시장규모 기준 약 220% 성장 예상
- 2015년 기준 제조환경 대 비제조환경 물류로봇 비중은 각 17.9%, 82.1%에서 2019년에는 약 10%, 90% 정도로 비제조환경 물류로봇의 비중이 지속적으로 증가할 것으로 예상
- * 제조환경 물류로봇 : 공장물류 로봇, 비제조환경 물류로봇 : 물류센터, 병원 · 대형건물 · 요양원 등에서의 물류이송 로봇
- 물류로봇의 대당 판매 가격은 2019년 약 27,000달러로 2015년 가격 41,000달러의 70% 이하 수준으로 하락할 것으로 예상

	2014	2015	2016 ~ 2019				CAGR
			2016	2017	2018	2019	
판매 대수(천대)	12.7	19.0	175				(36.3%)
			(25.9)	(35.3)	(48.1)	(65.6)	
제조환경 물류로봇 대수(천대)/비중	2.16/ 17.1%	3.41/ 17.9%	20.65/11.8%				(17.3%)
			(4.0/ 15.6%)	(4.7/ 13.4%)	(5.5/ 11.5%)	(6.5/ 9.8%)	
비제조환경 물류로봇 대수(천대)/비중	10.41/ 82.9%	15.52/ 82.1%	154/88.2%				(39.9%)
			(21.7/ 84.4%)	(30.4/ 86.6%)	(42.5/ 88.5%)	(59.5/ 90.2%)	
시장 규모 (백만달러)	511	779	5,325				(22.6%)
			(955)	(1,171)	(1,436)	(1,760)	
대당 판매 가격(달러)	40,236	41,000	30,429				(-7.8%)
			(36,879)	(33,172)	(29,838)	(26,839)	

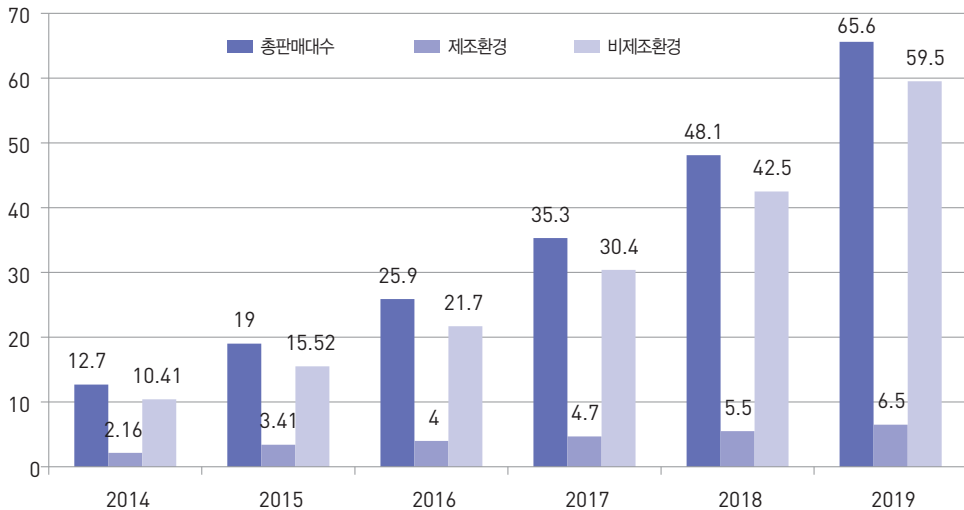
※ 출처: IFR 2016 (로봇신문사 자료에서 재인용, 괄호안은 IFR의 자료로부터 추정)

| 표 1. 물류로봇 세계시장 규모 |



※ 출처: IFR 2016의 자료를 기초로 자체 작성(대당 가격은 시장규모 및 판매 대수로부터 추정)

| 그림 2. 물류로봇 세계시장 규모 및 단위 가격 |



| 그림 3. 유형별 물류로봇 판매 대수(단위: 천대) |

국내시장 현황

★ 국내시장 동향

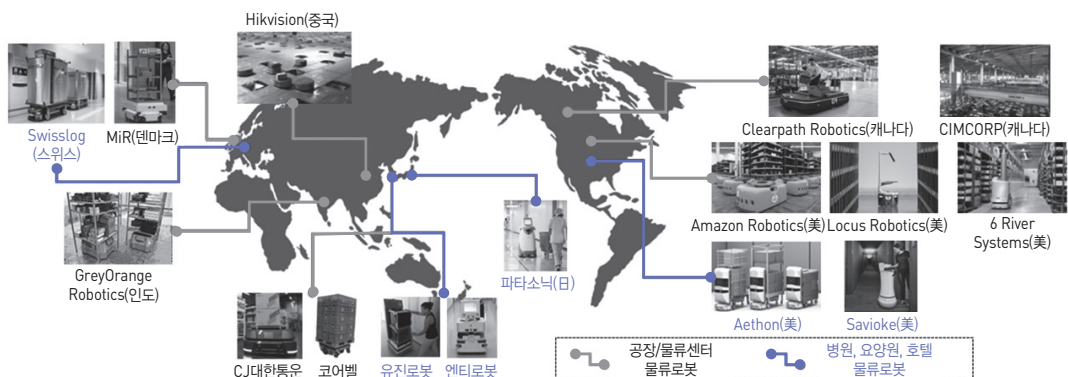
- 국내 물류로봇 시장 규모는 2013년 66억 원에서 연평균 13.1% 성장하여 2018년에는 126억 원에 달할것으로 전망(출처: 한국로봇산업진흥원, 2015)
- 이 전망치는 국내 물류로봇 시장이 제대로 형성되지 않은 현재 시장규모를 기준으로 예측한 것으로 국내 물류업체들이 물류로봇의 도입에 적극적이기 때문에 실제 국내 물류로봇 시장규모 및 성장률은 이보다 더 높을 것으로 예상
- * 2014년 국내 물류시장은 총매출이 91.7조원이었으며, 글로벌 물류 경쟁력 순위는 2007년 25위에서 2011년~2014년 21위로 상승하였음. 국내 대형 물류기업들은 물류 프로세스의 혁신을 위해 물류로봇 도입을 적극 준비 중

3. 관련 제품 및 기술 동향

물류로봇 관련 제품 및 기술 동향

★ 물류로봇의 사업화는 크게 공장/물류센터 물류로봇과 병원, 요양원 등 대형건물 물류로봇 제품으로 추진 중

- 2015년 기준 아시아 태평양(40.5%), 유럽(32.2%), 북미(24.7%)의 순으로 시장 규모를 형성하고 있으며 전세계적으로 고른 성장세가 예상되나, 물류로봇의 생산지 비중은 북미(81.1%), 아시아 태평양(10.7%), 유럽(8.1%) 순으로 북미 편중 현상이 심한 편



[그림 4.] 물류로봇 제품 개발 및 사업화 동향 요약 |

★ 물류센터/공장물류 로봇 관련 기업 현황 및 특징(해외)

- (시장) 대부분의 기업이 물류센터 적용을 우선 목표로 제품 개발
- (고객) 유통/전자상거래/대형마트, 반도체/전자/자동차/항공, 가구업체 등
- (목적) 주로 오더 피킹* 목적으로 사용, HikVision의 경우 택배 분류 작업에 활용

* 고객의 주문에 따라 물품을 보관 장소에서 찾아내어 각 배송처별로 분류하고 정리하는 것. 로봇이 피킹 작업자(피커) 앞으로 이동하면 피커가 로봇의 바구니에 주문한 물품을 담고 로봇이 다음 목적지로 이동하는 형태이거나, 물류로봇이 피커의 뒤를 따라서 이동하면 피커가 로봇에 물품을 담는 형태 등으로 응용됨. 로봇 적용 전에는 사람이 카트를 끌고 이동하면서 주문 물품을 보관 장소에서 찾아서 직접 담는 수작업 형태가 가장 일반적인 형태임 (물류센터 작업의 80%가 수작업 형태로 운영)

- (기능) 자율주행, 피킹 추종, 다중로봇 운영 최적화, WMS (Warehouse Management System) 연동

기업(국가)	주요 특징
<p>아마존 로보틱스 (미국)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • 주 사업 영역: 물류센터 • 누적 4.5만대 로봇 운영으로 비용 80% 절감 • 물건 처리시간이 90분에서 15분으로 단축 • 인간-로봇 협업 및 다중로봇 최적 스케줄링 • 최대 340kg 적재, 6.4km/h (1.78m/s) 속도
<p>ADEPT (미국)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • 사업영역: 공장물류(반도체/전자/자동차 등), 물류센터, 음식, 의료 등 • 전세계에 3만대 이상의 로봇 설치 • 2015년에 일본 오므론(Omron)에서 인수
<p>6RS(6 River Systems) (미국)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • 물류 창고 로봇 Chuck 개발, 높이 조정 가능 • 터치 스크린 탑재(담아야 할 물품 이미지, 개수, ID, 작업자 이동 방향 등 표시)
<p>로커스 로보틱스 (미국)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • Quiet Logistics에서 분사, LocusBot \$35,000 • 고객: Quiet Logistics, 자동차 부품 업체, 가정용품 업체, DHL • Quiet Logistics는 로봇 도입 후 작업자의 이동거리가 22.53km에서 8.04km로 단축, 물품의 선택과 패키징 작업의 정확도 향상


기업(국가)	주요 특징
<p>Clearpath Robotics (캐나다)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 창고 로봇 OTTO 개발 및 사업화 • OTTO-1500(2015년, 최대 1,500kg) • OTTO-100(2016년, 최대 100kg)
<p>CIMCORP (캐나다)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • 천정 레일을 통해 상하좌우로 이동하는 물류자동화 시스템으로 일종의 AS/RS (Automated Storage and Retrieval System) 시스템 • 주요고객: 화장품, 식음료, 타이어 기업 • 국내 도입 기업: 서울유유, 남양 등
<p>Mobile Industrial Robots (덴마크)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • MiR100: 최대 100kg, 운영 10시간, 1.5m/s, 산업/물류/의료분야에서 소량 물품 실내 배송 • 주요고객: 에어버스, 보잉, 하니웰, 미쉐린, P&G, 토요타, 월마트 등 30개국 글로벌 기업 • MiR200: 최대 200kg, 정전기 방전(ESD) 규격 외장으로 전자조립 응용에 적합
<p>GreyOrange Robotics (인도)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • 인도 물류 자동화 시장의 90% 점유 • 이송로봇 버틀러(Butler): 400~500개/시간 • 물품 분류(Sorter) 로봇: 300만개/일 • 일본 최대 가구 체인에 버틀러 공급
<p>Hikvision (중국)</p>  	<ul style="list-style-type: none"> • HIKRobot: 5kg, 3m/s, 8시간/1.5시간 충전 • 중국 물류회사 신통택배(STO Express, 중국택배 1위)에 적용, 하루 20만개 소포 처리 • 택배 분류 작업을 로봇이 처리

표 2. 물류센터/공장물류 로봇 관련 해외 기업 현황

★ 피킹(Picking) 기능을 가진 물류로봇 관련 기업 현황 및 특징(해외)

– (단계) 로봇이 직접 물품을 집어서 담는 피킹 기능은 프로토타입 개발 및 시범 적용 단계

- (**유형**) 피킹 로봇과 이송 로봇의 쌍으로 구성되어 온라인 주문시 주문 물품을 피킹 로봇이 피킹하여 이송 로봇이 포장대까지 운반하는 역할
- (**장점**) 확장성, 유연성, 경제성, 24시간 운영 가능
 - 로봇이 직접 물건을 피킹하기 때문에 기존 창고환경에 변화를 최소화하면서 도입하여 24시간 운용 가능
 - AS/RS(Automated Storage and Retrieval System)와 같은 자동화 창고, DPS(Digital Picking System), 컨베이어 등을 도입하는 것에 비해 저렴
 - 확장성(Scalability)과 유연성(Flexibility): 순차적 도입이 가능하여 중소기업에도 적용

기업(국가)	주요 특징
Fetch Robotics (미국) 	<ul style="list-style-type: none"> • 피킹로봇 Fetch, 이송로봇 Freight(최대 68kg) <ul style="list-style-type: none"> - Freight500, Freight1500 (숫자: 적재 용량) • 주문 접수시 Fetch와 Freight가 창고에서 해당 물건을 바구니에 넣어 포장대까지 운반 • 다중로봇 관리 SW: Fetchcore
InVia Robotics (미국) 	<ul style="list-style-type: none"> • 피킹로봇 Grabbit, 이송로봇 Translt • Grabbit: Suction 방식, 14kg • RaaS(Robot as a Service) 도입: 10센트/피킹 • 고객: 온라인 사무용품 판매업체 LD Products Inc.
Right Hand Robotics (미국) 	<ul style="list-style-type: none"> • Havard, Yale, MIT 연구자들이 공동 개발 • 사람과 비슷한 시간당 500~600개의 아이템을 집을 수 있는 RightPick 기술 • 플라스틱으로 포장된 물건, 다른 물건에 의해 부분적으로 가려진 물건을 인식하는 문제 해결

표 3. 피킹 기능을 가진 물류로봇 관련 해외 기업 현황

★ 병원 · 요양원 · 호텔 등 대형건물에서의 물류이송 로봇 관련 기업 현황 및 특징(해외)

- (**현황**) 병원 · 요양원을 중심으로 소형(의약품/검체), 중대형(식사/린넨) 물품이송 중심으로 사업화가 되었으며, 시장이 확대되고 있는 중. 호텔에서는 Savioke가 Relay 로봇으로 초기 시장 개척 중
- (**특징**) 자동문, 엘리베이터 연동 기능이 필요하며, 여러 사람들이 함께하는 공간에서 운영되어 중저속으로 이동하는 것이 특징





기업(국가)	주요 특징
AETHON (미국) 	<ul style="list-style-type: none"> • 병원에서 의약품, 검체, 식사, 린넨 등의 배송을 주목적으로 하는 로봇 TUG • 최대 450kg, 10시간 • 미국/유럽/호주 등 전세계 150개 이상 병원에서 500대 이상 로봇 운영(2013년) • 자동문 연동, 엘리베이터를 이용한 층간 이동
Swisslog (스위스) 	<ul style="list-style-type: none"> • 병원물류로봇 TransCar(고중량 물품, AGV), RoboCourier(실험실 표본, 의약품 등 운반) 개발 및 사업화
Savioke (미국) 	<ul style="list-style-type: none"> • 호텔 등에서 스낵, 타월 등 각종 서비스 용품을 배달하는 로봇 Relay 개발 • 미국 내 호텔에서 30대 이상이 사용 중
파나소닉 (일본) 	<ul style="list-style-type: none"> • 병원내 의약품 및 기타 용품 운반용 로봇 HOSPI-R 개발 • 로봇 무게 170kg, 연속 운영 시간 9시간, 최대 20kg 적재, 1.0m/s 속도

표 4. 대형 건물에서의 물류이송 로봇 관련 해외 기업 현황

★ 라스트 마일 배송 로봇 관련 기업 현황 및 특징(해외)



- **(현황)** 일부 해외 스타트업 및 드론 업체를 중심으로 최종 소비자에게 음식을 배송하는 서비스 중심으로 제품 테스트 단계
- **(특징)** 국토가 넓은 해외에서 제품 테스트가 진행되고 있으나 아파트 중심의 국내에서는 업체들이 많은 관심을 가지지는 않고 있음

기업(국가)	주요 특징
Starship Technologies (미국)  	<ul style="list-style-type: none"> 보행로를 따라 이동하는 실외 배송 로봇 최대 9kg, 5-30분 거리 배송 제품 테스트 단계
Dispatch (미국)  	<ul style="list-style-type: none"> 실외 배달용 로봇 Carry, 최대 45kg 보행로, 산책로, 자전거 도로 등으로 이동
Marathon Targets(호주)  	<ul style="list-style-type: none"> 피자 배달로봇 프로토타입 DRU(Domono's Robotic Unit) 도미노 피자 와 호주 스타트업 Marathon Targets가 공동 개발

| 표 5. 라스트 마일 배송 로봇 관련 해외 기업 현황 |

★ 재고관리 로봇 관련 기업 현황 및 특징(해외)



- (목적) 물류센터 또는 대형 마켓, 소매점에서 재고 파악 중심의 관리
- (특징) 제품 테스트 단계이며, 독일 Magazino의 경우 물류센터에서 재고 파악 뿐 아니라 재고 관리를 위한 물리적인 작업도 수행

기업(국가) 및 주요 특징		
Lowe's (미국)	Magazino (독일)	후지쯔(일본)
		
<ul style="list-style-type: none"> 매장 고객 응대/광고, 재고 관리 로봇 LoweBot(OSHBot) 	<ul style="list-style-type: none"> 물류센터 재고 관리 로봇 토루(TORU) 선반에 박스 적재, 빼기, 옮기는 작업 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 대형 마켓에서의 재고 관리 로봇 메이티(MATEY) <ul style="list-style-type: none"> 결품 파악 및 보충 물품의 종류, 위치 통보

| 표 6. 재고 관리 로봇 관련 해외 기업 현황 |

★ 물류로봇을 위한 공통 솔루션 관련 기업 현황 및 특징(해외)

- **(특징)** 기존 유인 운전 시스템에 자율주행을 위한 센서모듈 및 SW를 장착하여 로봇화를 하는 솔루션 업체. 직접 교시를 통한 주행학습 기술, 실제 환경에서 사용하며 지속적 학습을 통해 로봇이 스스로 최적의 주행기술을 학습하는 기술 등 연구중심의 업체

기업(국가)	주요 특징
Seegrid (미국) 	<ul style="list-style-type: none"> • CMU에서 개발한 기술을 바탕으로 무인자율주행을 위한 비전 시스템(3D Vision 기반 Navigation SW)을 개발 • Seegrid 솔루션 + 지게차 → 무인 지게차 (VGV: Vision Guided Autonomous Vehicle) • 직접 교시: 작업자가 승차하여 경로를 주행하여 학습 • 고객: 아마존, 월풀, BMW, JAGUAR, VOLVO, Walgreens, United States Postal Services 등 제조 · 유통 · 물류회사
Brain Cooperation (미국) 	<ul style="list-style-type: none"> • Training에 기반한 ‘로봇 운영 시스템(Brain OS)’ 제공, 훈련을 거듭하면서 로봇이 스스로 학습: 자율주행을 위한 인공지능 시스템 개발에 특화 • 인공지능 Brain ‘EMMA’(Enabling Mobile Machine Automation) • 기존 기계 + EMMA → 자율주행 기계

| 표 7. 물류로봇을 위한 공통 솔루션 관련 해외 기업 현황 |

★ 물류센터/공장물류 로봇 관련 기업 현황 및 특징(국내)

- **(현황)** 물류센터/창고를 위한 자동화 솔루션 기업이 주를 이루고 있으며, 해외에서 사업화가 이미 진행된 자율주행, 피커 추종, 다중로봇 운영 최적화, WMS 연동 등의 기능을 가지는 물류로봇은 아직까지 기술개발 및 시험 단계
- **(전망)** 전문 물류기업 주도하에 기존 인프라에 변화를 주지 않거나 최소화하면서, 24시간 작업이 가능한 물류로봇의 단계적 도입 추진이 예상됨
- 한화(기계부문), 칼텍, 한성셀텍, 엔스퀘어 등 다수기업이 물류센터/창고를 위한 자동화 솔루션 사업화
- CJ대한통운 종합물류연구원에서 자율주행 물류로봇(최대 500kg, 1m/s)을 개발(전자부품연구원/KAIST/엔스퀘어 공동개발)하여 물류센터에서 시험 중
- 코어벨은 박스별로 해당하는 팔레트에 구분 적재하는 구분적재 로봇 시스템 및 물류이송에 사용되는 무인운반차(최대 250kg/500kg)를 개발하여 로봇 보급사업 수행

– 마로로봇테크는 QR 코드 인식형 물류로봇 MR.Logi, 포테닛은 자율주행 기술기반의 제품 판매

분류	관련 기업			
물류센터/창고 자동화 솔루션	한화(기계부문)	칼텍	한성윌텍	엔스퀘어
				
물류로봇	CJ대한통운	코어벨	마로로봇테크	포테닛(주)
				

표 8. 물류센터/공장물류 로봇 관련 국내 기업 현황

★ 병원 · 요양원 · 호텔 등에서의 물류이송 로봇 관련 기업 현황 및 특징(국내)

- (현황) 병원 · 요양원을 중심으로 소형(의약품/검체), 중대형(식사) 물품 이송 형태로 기술개발이 되었으며, 시장 개척 단계
- (특징) 자동문, 엘리베이터 연동 및 중저속(1m/s) 이동
- 유진로봇은 병원, 노인간병 시설, 푸트코트 등에서 활용할 수 있는 운반 로봇 ‘GoCart’ 개발: GoCart 1.0(60kg 이하), GoCart 2.0(최대 300kg), 엘리베이터를 이용한 층간 이동이 가능
- 엔티로봇은 의료검체 무인운반로봇(Sbot, 최대 80kg, 1m/s 속도)을 개발하여 국내외 보급사업 수행


분류	관련 기업			
병원 요양원 물류이송 로봇	유진로봇		엔티로봇	
				

표 9. 병원 · 요양원 · 호텔 등에서의 물류이송 로봇 관련 국내 기업 현황

★ 기타 국내 R&D 및 물류업체 특징

- 피킹 기능을 가진 물류로봇, 재고관리 로봇 관련 업체는 없음
- 라스트 마일 배송 관련하여 일부 업체에서 드론을 활용한 물품 배송을 테스트하고 있으나 실외 주행 형태의 제품은 없음
- 물류로봇을 위한 모듈화된 공통 솔루션 형태의 기술 개발은 아직까지 진행되지 않음

4. 시사점 및 정책 제언

// 물류로봇 관련 주요 기술 및 시장 전망에서의 시사점

★ 물류로봇 관련 주요기술

- 물류로봇을 위해 필요한 기술은 크게 HW, 주행, 인식, 조작, 협업, 사용성/유지보수 기술로 분류 가능

기술 분류	기술 내용
로봇플랫폼, HW	(용도에 따른 다양한 형태의) 물류로봇 플랫폼, 사물 인식용 센서, 위치 인식 모듈, 물품 조작을 위한 머니플레이터, 물체 파지 장치
주행	실내 환경에서 강인한 고정밀/고속 위치인식 및 자율주행 기술
인식	다양한 물품을 식별하고 모델링 할 수 있는 기술
조작	다양한 물품을 포장, 적재할 수 있는 기술
협업	인간과 로봇, 로봇과 로봇, 로봇과 공장 간의 협업 제어 기술(다중로봇 스케줄링 최적화 및 관제 시스템 개념 포함)
사용성 /유지보수	기존 장비/시설과 쉽게 융화되어 누구나 조작할 수 있는 사용 설계 기술. 수리/유지보수 등을 사용자가 쉽게 수행할 수 있는 설계 기술

| 표 10. 물류로봇 관련 주요 기술 |

★ 향후 시장에 대한 시사점

- IFR의 시장전망에 따르면 향후 물류로봇은 물류센터, 대형건물 등 비제조환경 물류로봇을 중심으로 성장할 것으로 예상
- 특히, 온라인 쇼핑의 급증으로 물류센터에서의 물류로봇 채택이 크게 증가할 것으로 예상되며, 인력부족 문제에 대한 대응 및 물류센터의 효율 향상을 위해 24시간 무인작업이 가능한 물류로봇이 물류기업에 의해 요구되고 있음

- 현재까지의 물류로봇(이송로봇)은 물품을 탑재하고 정해진 위치까지 이동하는 것이 주된 기능이었지만, 물류센터의 니즈를 반영하여 24시간 무인작업을 수행하기 위해서는 이동로봇 플랫폼 위에 머니플레이터가 탑재되어 다양한 물체를 안정적으로 피킹할 수 있는 기술(피킹로봇)이 필요함

향후 기술개발에 대한 제언

★ 국내 물류로봇 관련 진단 및 시사점

- 물류센터/창고를 위한 물류로봇 분야에서는 전문 물류기업이 관심을 가지고 기술개발 및 사업화를 추진 중임. 해외에서 사업화가 이미 진행된 자율주행, 피커 추종, 다중로봇 운영 최적화*, WMS 연동 등의 기능을 가지는 물류로봇은 전문 물류기업과의 협력을 통해 현재 보유 또는 개발중인 기술의 최적화 관점에서 사업화가 가능할 것으로 전망

* CJ대한통운에서 최대 300대의 다중물류로봇 운영을 위한 기술 개발 중

- 다만, 해외를 중심으로 시장이 형성된 이송로봇도 바닥 바코드 등 인공표식을 이용한 위치인식은 안정적으로 동작하지만, 초기에 많은 비용이 소요되고 인공표식의 부분 손상시 물품이송이 제대로 안되는 문제점을 가지고 있음. 따라서, 이미 상용화가 진행된 물류로봇 시장에서 국내기업이 기존 제품을 능가하는 경쟁력을 확보하고 보급을 촉진하기 위해서는 인공표식을 사용하지 않고 자연표식을 이용하여 위치인식 및 자율주행을 하는 기술의 완성도와 가격 경쟁력을 더 높여야 함
- 병원 · 요양원 등 대형건물을 목표로 하는 물류로봇 분야에서는 로봇 전문기업이 물류이송 관점의 주요 기술개발(자율주행, 엘리베이터 연동 등)을 완료하고, 시장진입 중으로 향후 수년내 사업이 활성화 될 것으로 전망
- 중장기적인 관점에서는 24시간 무인작업이 가능한 물류로봇 기술개발이 반드시 필요하며, 이를 위해 다양한 종류와 특성을 가지는 물품을 인식하고 파지하는 기술 개발이 절대적으로 필요함
- 특히 물류센터에 존재하는 수천에서 수만 종의 물품의 종류 및 위치/자세에 대한 정밀한 인식과 이들 물품을 대상으로 피킹 작업을 수행하기 위한 파지장치 및 파지를 위한 학습 기술 개발이 필요함

★ 향후 핵심기술 개발 방향에 대한 제언

시간/운영자에 상관없이 어떤 물품도 집어서,
패키징하고 배송가능하도록 하는 기술 개발

- 아마존은 자사 물류센터에서 누적 4만 5천대 이상의 물류로봇을 운용하며 물류비용 및 처리시간 측면에서 상당한 성과를 얻고 있으나, 로봇은 이송 기능만 담당하고 사람이 피킹 기능을 하는 인간-로봇 협업모델로 24시간 운영가능한 수준이 아님. 이에 자체적으로 위와 같은 목표를 세우고 관련 기술 확보를 위해 아마존 로봇 챌린지(Amazon Robotics Challenge, ARC)를 지속적으로 개최하는 등 차세대 물류로봇을 위한 기술확보를 위해 노력 중

- 세계 1위 물류기업 DHL은 물류로봇과 관련하여 피커 추종 로봇, 고정형 피킹 로봇, 이동형 피킹 로봇, 트레일러/컨테이너 하역 로봇의 순으로 물류로봇이 도입될 것으로 전망*을 하고 있음

* ICRA 2017 발표 및 Robotics in Logistics(DHL, 2016, 단축 URL: <https://goo.gl/fKsCN6>)

- 국내 전문 물류기업들은 물류비용 절감 및 효율향상을 위해 기존 인프라에 변화를 주지 않거나 최소화하면서, 24시간 작업이 가능한 물류로봇의 단계적 도입을 장기적 관점에서 계획하고 있음
- 물류로봇을 위한 주요 기술 중 피킹기능을 가지면서 24시간 운영가능한 차세대 물류로봇을 위해 다음과 같은 중점기술 개발이 필요함

기술 분류	현재 수준	목표 수준
인식 (학습)	박스 단위 물품 종류, 위치/ 자세인식	물류센터에 존재하는 물품에 대한 종류, 위치/자세 인식
	미리 정해진 제한된 수의 개별 물품 종류, 위치/ 자세인식	
조작 (파지 장치 포함)	미리 정해진 제한된 물품에 적합한 파지 장치 선택	물류센터에 존재하는 물품을 파지할 수 있는 파지 장치
	물체별 파지점 사전 정의	물류센터에 존재하는 물품에 대한 파지점 자동 생성 및 학습에 의한 파지점 최적화
	박스 단위 물품의 피킹	물류센터에 존재하는 물품에 대한 개별 물품 단위 피킹/ 포장(파지 제어를 위한 비주얼 서보잉 포함)
	자동화되어 있지 않음	박스 단위 물품의 상/하역, 상/하차 자동화

표 11. 물류로봇 관련 중점 기술개발 제언

★ 물류로봇 중점 기술확보에 따른 향후 제품발전 전망

- 물류센터 물류로봇은 전문 물류/유통업체의 수요 및 요구사항에 따라 개발되고 발전할 것으로, 대형건물 물류로봇은 전문 로봇기업의 주도하에 개발되어 고객의 요구사항에 최적화하는 형태로 발전할 것으로 전망됨
- 장기적인 관점에서 이들 물류로봇 제품의 경쟁력을 좌우하는 핵심 요소는 기존 인프라 변경을 최소화하는 것과 24시간 운영가능하게 하는 기술이 될 것으로 예상
- 이들 핵심 요소를 갖추고 물류센터 물류로봇은 대형 물류업체에서 도소매점까지, 단순선반 이송 및 피커추종 이송 로봇에서 고정/이동형 피킹로봇, 상하역까지 가능한 로봇까지 단계적으로 물류센터에 활용될 전망

- 현재 시장 규모는 작지만 향후 발전 가능성이 있는 대형건물 물류로봇의 경우 초기에 단순 이송 기능을 중심으로 병원/요양원 등에서 활용되기 시작하여, 사무실 등 일반 대형건물에서의 활용이 높아질 것으로 예상되며 이를 위해 공공장소에서의 주행 안정성 확보와 충전이동 등 공간이동에 대한 제약을 극복하는 것이 중요


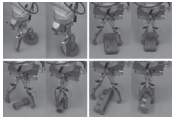




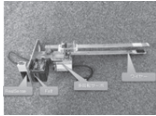





구분		단기(5년) 전망		중기(10년) 전망		장기(15년) 전망	
물류 센터 물류 로봇	개념			  		 	
	도입	대형 물류업체		중소형 물류업체		도소매점	
	로봇 유형	선반이송 로봇	다중 로봇	고정/이동형 피킹로봇		상하역 로봇	
		피커추종 로봇		라스트 마일 배송 로봇, 재고 관리 로봇			
	인식	포장물품 종류, 위치/자세		개별 물품에 대한 종류, 위치/자세 인식			
	조작	포장물품 파지장치 및 파지학습		개별 물품, 파지장치 및 파지학습			
물품의 특성을 스스로 파악, 최적 작업							
대형 건물 물류 로봇	개념			 			
	도입	병원/요양원 도입		병원/요양원/호텔 확산 엘리베이터 연동 표준화		사무실 등 일반 대형건물	
	형태	사람과의 협업, 다중로봇		물건 싣고/내리기 자동화			
	인식	주행환경, 사람/장애물		다양한 유형의 물품에 대한 종류, 위치/자세			
	조작	—		다양한 유형의 물품에 대한 파지장치 및 파지학습			

| 표 12. 향후 물류로봇 제품발전 전망 |

〈참고: 딥러닝 기반 인식 및 파지 기술 개발 사례〉

- ★ 아마존은 실환경에서의 물체인식 및 조작 문제에 대한 도전적 기술 개발을 장려하기 위해 ICRA 2015에서 제1회 Amazon Picking Challenge(APC)를 개최. 물류센터에서 물건을 선반에서 집어 바구니에 담는 문제를 제시하였으며, 독일 T.U.Berlin이 우승
- ★ 2회 대회는 RoboCup 2016에서 개최되었으며 네덜란드의 T.U.Delft가 우승하였으며, T.U.Delft는 문제해결을 위해 딥러닝 기술을 채택. 3회 대회는 Amazon Robotics Challenge(ARC)로 이름을 바꾸어 일본에서 진행(2017.07)

* 아래 사례에서 Preferred-Networks와 TU Delft는 APC 참가 기관

기관	CMU[6]	Google[7]	Preferred-Networks	TU Delft
인공지능 모델 (# Layers)	CNN-AlexNet 기반 (8 Layers)	CNN 기반 (18 Layers)	CNN 기반 (비공개)	Faster R-CNN (101 Layers)
머니플레이터	Baxter	—	FANUC	YASKAWA
학습 데이터 종류	RGB 영상	RGB 영상	RGB + ToF 센서(물체 분류에 초점)	RGB-D (물체 분류에 초점)
트레이닝 DB 량	50K, 700 Hour	800K(2016.06) (14대 머니플레이터)	비공개	비공개
피킹 대상물	경량 (150개)	경량 (Soft + Hard 물체)	경량 (39종)	경량 (39종)
				
그리퍼	2지 그리퍼	2지 그리퍼	진공핸드 그리퍼 (자체 제작)	자체 제작
				
파지 성공률	95%/79.5% (Seen/Unseen)	비공개	75%(피킹 챌린지 기준)	75%(피킹 챌린지 기준)
예시				

[참고문헌]

1. “World Robotics Report 2016”, 2016, IFR(International Federation of Robotics)
2. “2014 로봇산업 실태조사 결과보고서”, 2015, 산업통상자원부/한국로봇산업진흥원/한국로봇산업협회 공동
3. “2015 로봇산업 실태조사 결과보고서”, 2016, 산업통상자원부/한국로봇산업진흥원/한국로봇산업협회 공동
4. “Robotics in Logistics: A DPDHL perspective on implications and use cases for the logistics industry (<https://goo.gl/fKsCN6>)”, 2016, DHL Trend Research
5. “Overview of Amazon Picking Challenge 2015 (<https://goo.gl/AS8izY>)”, 2015, Amazon Robotics
6. L Pinto and A Gupta, “Supersizing Self-supervision: Learning to Grasp from 50K Tries and Robot Hours”, ICRA 2016
7. S. Levine, P. Pastor, A. Krizhevsky, and D. Quillen, “Learning Hand-Eye Coordination for Robotic Grasping with Deep Learning and Large-Scale Data Collection (<https://arxiv.org/abs/1603.02199>)”, 2016

연구기관명	프로젝트명	개요	연구기간
(주)유평텍	제조라인 및 물류센터에서의 물류 자동화를 위한 인공지능 기반 이동 매니플레이터 개발	공장 및 물류센터에서 창고 내 자재의 선별, 취합, 이송 및 작업대를 위한 자재 재배치 등 일련의 과정의 인공지능 로봇화를 통해 물류의 지능화/자동화를 위한 핵심 기술 개발	2017.04 – 2020.12
(주)관전자 부품연구원/ (참여)CJ대한 통운(주) 등	(총괄) 물류현장 작업자 분위의 보관시설 자동화 기술	(2세부) 물류 자동 운송을 위한 운송로봇 플랫폼 개발 – 운송로봇 플랫폼 및 다중로봇 경로계획 알고리즘 등	2015.05 – 2018.01
전자부품 연구원	다량의 대상물에 대한 로봇용 조작 학습기술개발	다량의 비정형 소형 대상물에 대한 딥러닝 기반 로봇용 조작 학습 기술개발	2016.08 – 2017.12
(주)유진로봇	병원의 광역 환경에 적용가능한 물류 로봇 시스템 개발	국내/외 병원 환경의 특성에 최적화된 병원 물류 다중 로봇 시스템 개발	2014.11 – 2017.10
(주)코어벨	자율주행 로봇 PSV600을 이용한 제조업 물류이송 시범사업	스테이션 간의 물품 이송 서비스 수요처 테스트 및 효과성 검증	2016 (보급사업)
한국전자통신 연구원	드론 기반 물품 배송시스템 구축 사업	도시 · 산간에 긴급상황이 발생할 때 드론을 활용하여 적시에 해당 의약품, 생필품 등을 배송	2016 (보급사업)
(주)엔티로봇	중동 지역 병원 물류운반 로봇보급사업	중동지역의 병원 물류 운반 로봇보급 확산	2015 (보급사업)
(주)엔티로봇	의료 검체 및 수술 도구 무인 이송로봇 보급사업	의료 검체, 수술도구 운반 로봇을 병원에서 운영	2011 (보급사업)