



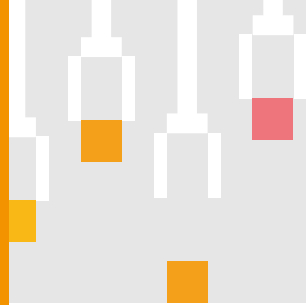
Paradigm Shift Vol.3

푸드테크의 시대가 온다


1부. Robots in Food Tech

삼일PwC경영연구원 | October 2022

Contents



I. 푸드테크 산업 개괄	3
1. 푸드테크란?	4
2. 푸드테크 부상의 배경	5
3. 푸드테크 산업 분류	11
4. 푸드테크 관련 정책 및 규제 동향	14
5. 푸드테크 시장 동향	18
II. Robots in Food Tech	28
1. 푸드테크 로봇의 정의와 범주	30
2. 협의의 푸드테크 로봇	32
3. 광의의 푸드테크 로봇	48
4. 푸드테크 로봇 규제 동향	59
5. 글로벌 로봇 시장 속 푸드테크 로봇	61
III. 푸드테크 로봇 관련 주요 기술	69
1. 산업용 로봇 플랫폼	70
2. 자율주행(SLAM, LiDAR 기반) 기술	73
3. 인공지능, 머신러닝 기술	75
4. 센서 기술	77
5. 로봇 구동기 및 제어기 기술	79
6. CES에 소개된 푸드테크 로봇 및 주목받은 기술	80
IV. 결론 및 제언	84
1. 향후 글로벌 푸드테크 산업 트렌드 전망	85
2. 국가별 푸드테크 산업 경쟁력 비교를 통해 본 한국의 위치 및 기회	87
3. 글로벌 투자 및 M&A History에서 찾은 푸드테크 산업의 기회 요인: 로봇과 대체식품	89
4. 한국 푸드테크 로봇 산업 현황 및 제언	90
[부록 1] 푸드테크 관련 글로벌 M&A History	93
[부록 2] 국내 푸드테크 스타트업 리스트	95
[부록 3] 국내 대기업의 푸드테크 로봇 관련 투자 및 개발 현황	99



들어가는 말

“분쇄된 원두를 담은 컵을 들어 드리퍼에 붓고, 주전자를 들어 물을 따르고, 완성된 드립 커피잔을 옮기는 동작을 하고 있다.” 전형적인 바리스타의 모습이다. 그러나 드리퍼와 커피잔을 세팅하는 일을 제외한 모든 일을 하고 있는 것은 사람이 아닌 커피 로봇이다. 바리스타가 드립 커피 1잔을 만들 때 10분 이상이 걸리지만 로봇이 3잔을 만드는데 걸리는 시간은 불과 8분이다. 심지어 맛도 균일하다. 먼 미래의 얘기가 아니다. 현재 일부 커피매장에서 볼 수 있는 푸드(커피) 로봇의 모습이다.

식품관련 산업에 정보통신기술(ICT)이 융복합되어 창출되는 신산업인 푸드테크(Food Tech)에 대한 시장의 관심이 높아지고 있다. 음식을 만들기 위해 필수적인 인건비는 지속적으로 상승하는데 누구도 힘든 일은 하고 싶어하지 않고 식품 수요자는 더 안전하고, 편리하면서도 맛있는 음식을 원하고 있기 때문이다. IT가 접목된 푸드테크 산업은 현재는 O2O 서비스를 통한 배달 등에서 가장 가시적인 변화를 일으키고 있지만 궁극적으로는 인간의 먹거리와 관련된 밸류체인 전반을 변화시키면서 대체식품, 요리로봇, 3D 푸드 프린팅, 스마트팜을 포함하는 애그테크(Ag-Tech) 등 다양한 분야로 확대 발전 추세가 가속화될 전망이다.

특히 푸드테크 산업은 단기적으로는 서비스 효율성을 높이고 식재료 낭비와 인건비 등의 비용을 줄일 수 있을 것으로 기대되고, 중장기적으로는 지구온난화에 따른 이상기후 현상이 빈번해짐에 따라 스마트팜·농장, 대체식품 등을 통해 지속가능한 성장 대안으로 주목받을 것으로 예상된다.

고령화 사회로 갈수록 건강에 대한 관심은 높아지고, 건강에 대한 관심이 증가할수록 식품에 대한 관심은 높아질 수밖에 없다. 인구 증가로 인한 식량 안보, 고령화로 인한 건강 및 식품 안정성에 대한 관심 증대 등에 따라 푸드테크 산업은 그 어떤 산업보다도 성장 가능성이 크다. 몇 년 전부터 세계 최대 기술 전시회인 CES에서 이러한 푸드테크에 대한 다양한 상품 및 서비스 등이 지속적으로 시연되고 있는 것이 그 증거가 아닐까?

본 보고서에서는 미래 성장산업으로서의 푸드테크 산업의 전반에 대해 알아보고, 그 중 CES에서도 중점적으로 다뤄지며 Paradigm 변화 속에서 크게 주목받고 있는 푸드테크 로봇에 대해 알아보고자 한다. 푸드테크 로봇의 국내외 개발 현황 및 관련 시장, 기술, 제도 등을 살펴봄에 따라 향후 관련 기업이 이러한 시대를 대비해 어떤 준비를 해야 할 것인가가 점점해 보고자 한다. 푸드테크 산업 보고서 ②편에서는 대체식품에 대해 다룰 예정이다.





I.

푸드테크 산업 개괄



1-1

푸드테크란?

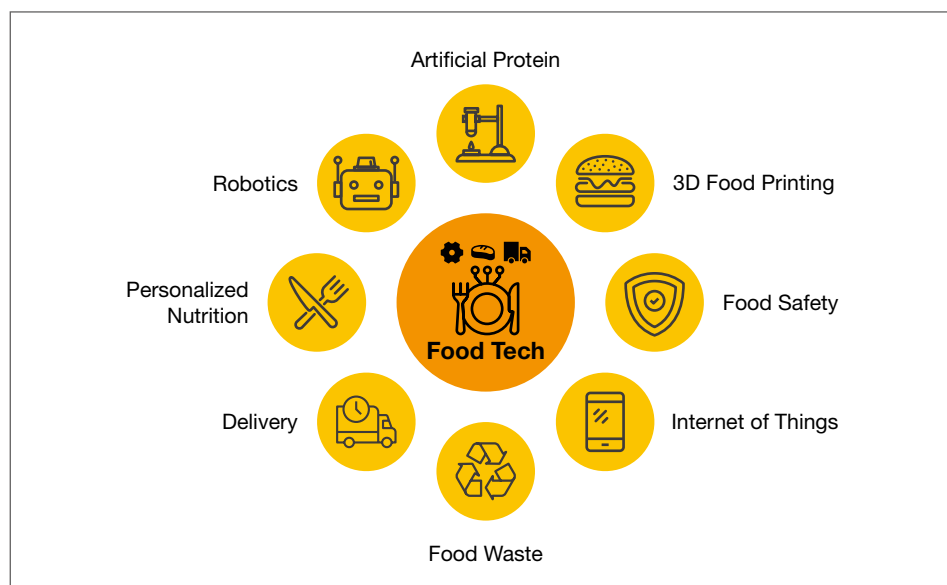
‘푸드테크’란 음식(Food)과 기술(Technology)의 합성어로, 식품산업에 바이오, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 3D프린팅, 로봇과 같은 혁신기술이 접목된 신산업분야를 의미한다. 푸드테크는 농축수산물의 생산과 유통, 음식료 제조와 관리, 배달 및 소비, 식당 운영 등 다양한 분야에서 혁신을 일으키고 있으며, 관련 시장 또한 급속도로 성장하고 있다. 실제로 우리가 일상 속에서 접할 수 있는 식물성 고기, 스마트팜을 통해 재배된 농산물, 모바일 어플리케이션을 통한 배달음식 주문, 서빙 로봇, 무인 식당 키오스크 주문 등은 모두 푸드테크의 산물이다.

표 1. 푸드테크의 정의

기관	푸드테크의 정의
Institute of Food Technologists(IFT) 푸드테크 연구소	Food technology is the application of food science to the selection, preservation, processing, packaging, distribution, and use of safe food. 푸드 사이언스의 응용영역으로, 음식의 선택, 저장, 가공, 포장, 유통, 식품 안전 등의 영역을 포함
Digital Food Lab 디지털푸드랩	Food Tech is an ecosystem made of all the agrifood entrepreneurs and startups (from production to distribution) innovating on the products, distribution, marketing or business model. 모든 동식물 사업가, 스타트업 생산부터 유통까지)으로 구성된 생태계로, 제품, 유통, 마케팅, 사업모델을 혁신
한국푸드테크협회	식품산업에 ICT가 융합되어 새로 생성된 4차 산업 기존의 식품산업에 ICT 기술이 접목되어 생산부터 가공, 유통, 서비스까지 전범위에 걸쳐 변화하는 신산업

자료: 각 기관, 삼일PwC경영연구원

그림 1. 푸드테크의 분야



자료: 삼일PwC경영연구원

1-2

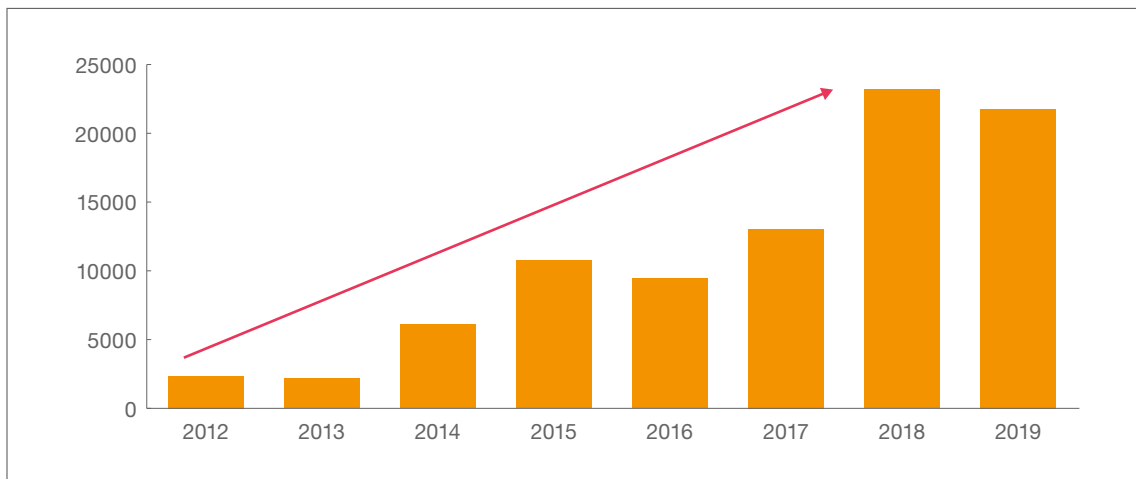
푸드테크 부상의 배경

푸드테크라는 용어가 대두된 시기는 관련 스타트업 투자 금액이 급증한 2010년대 중반으로, 해당 시기부터 푸드테크가 글로벌 트렌드의 주요 영역으로 편입되기 시작했다. 실제로 전세계 푸드테크 분야 투자 금액은 2013년까지 약 2.1조 원 수준에 머무르다 2014년 5.8조 원(+180.6% YoY)으로 급증했으며, 2018년에는 무려 22.1조 원을 기록한 바 있다.

푸드테크 시장 확장의 주요 배경으로는 1) 4차 산업혁명으로 불리는 AI, IoT, 3D프린팅, 로봇 등의 기술 고도화, 2) COVID-19로 인한 비대면 수요 확대, 3) ESG, MZ세대 가치소비, Veganism 등으로 친환경 대체식품에 대한 관심 증대, 4) 인구급증으로 인한 식량안보, 고령화로 인한 건강 및 식품 안정성 관심 증대 등이 있다.

그림 2. 글로벌 푸드테크 분야 투자금액 추이

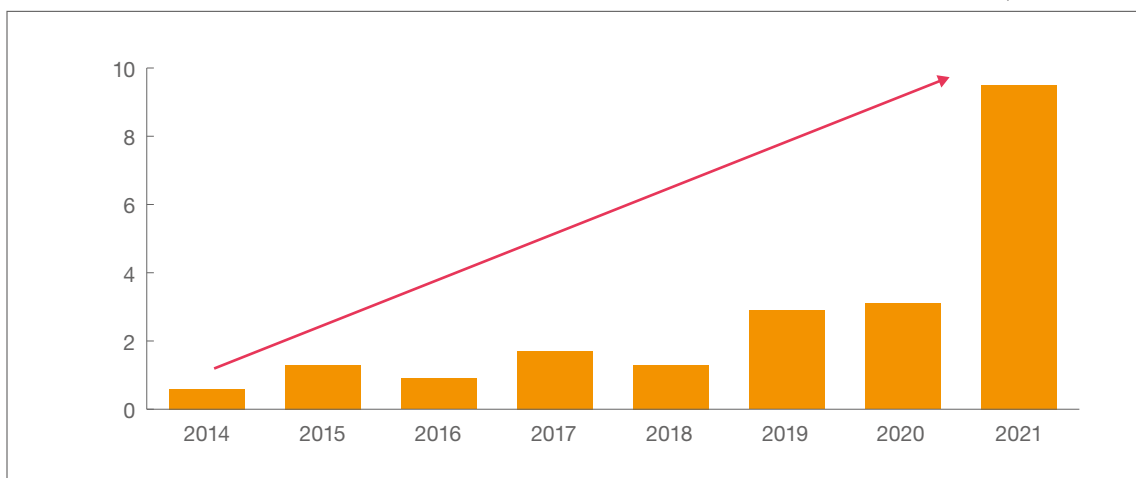
(단위: 억 엔)



자료: 일본농림수산성, 삼일PwC경영연구원

그림 3. 유럽 푸드테크 스타트업 투자금액 추이

(단위: 십억 유로)



자료: DigitalFoodLab, 삼일PwC경영연구원

1 IT 발달: AI, IoT, 3D프린팅, 로봇, 빅데이터 등 첨단 기술 고도화

IT의 발달은 음식료 및 외식 산업에 푸드테크라는 새로운 패러다임 도입을 가능하게 한 핵심 기반이다. 과거에는 기술 수준이 충분히 고도화되지 않았거나 비용이 높아 상용화가 어려웠던 인공지능, 로봇, 사물인터넷, 3D프린팅 등의 다양한 첨단 기술들이 식품 관련 산업 전반에 적용되면서 새로운 가치를 창출할 수 있게 되었다.

우선, 다양한 산업용·서비스용 로봇이 식품 제조 공장, 식료품 유통업체, 외식업소 등에 도입되면서, 단순 반복 업무가 아닌 고부가가치 영역에 인력을 집중하는 등 고효율 추구가 가능해졌다. AI와 IoT 기술이 적용된 스마트팜에서 농산물을 재배하고, 조리된 음식은 자율주행 로봇이 서빙하며, 빅데이터 기술을 바탕으로 식품 제조, 음식 조리, 유통 및 배송 등 전 영역을 데이터화해 개별 소비자 맞춤형으로 제공할 수도 있게 된 것이다.

그림 4.

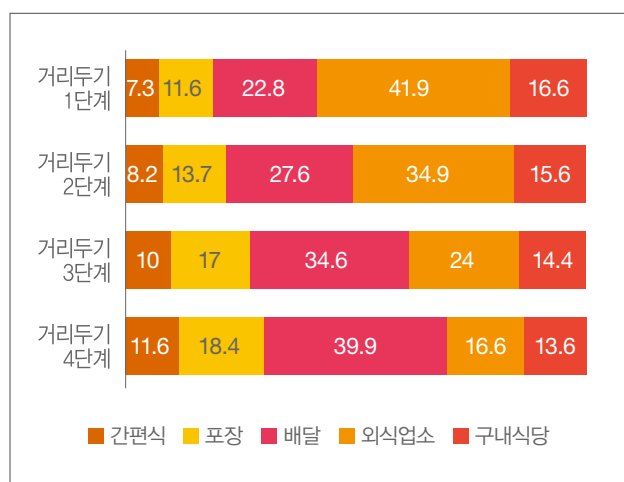
스마트팜	3D 푸드 프린팅	서빙 로봇
		
자료: 엔씽	자료: 바이플로	자료: LG전자

2 COVID-19: 비대면 중심 푸드테크 확산

COVID-19 사태로 인한 비대면 서비스 수요 폭증 또한 푸드테크 시장 확대에 주효했다. 정부의 사회적 거리두기 조치 시행으로 배달 어플리케이션, O2O(Online to Offline: 온라인 구매 후 오프라인에서 상품을 받는 방식) 서비스, 밀키트 등 비대면 중심 푸드테크가 확산되는 계기가 되었으며, 외식 산업 내에서도 방역에 효과적인 무인 키오스크, 서빙 로봇 등이 활성화되었다.

국내 온라인 식품 거래금액은 2017년 기준 13.2조 원에 불과했으나, CAGR 45.1%로 성장해 2021년에는 58.5조 원에 도달했다. YoY Growth 기준으로는 2020년 가장 높은 수치인 +60.6%를 기록하며 성장세를 과시하였으나 2021년 +35.4%로 다소 축소되었는데, 여전히 높은 성장세인 것은 분명하다. 2019년 기준 약 150조 원 수준으로 추정되는 국내 외식시장이 푸드테크로 인해 상기 온라인 식품 시장과 결합되면서 약 200조 원 규모의 시장이 형성될 것이라는 전망도 나오고 있다.

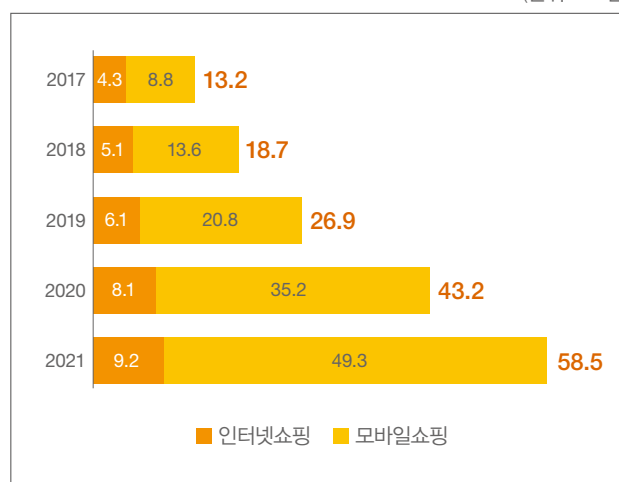
그림 5. COVID-19 거리두기 단계별-외식형태별 이용 현황



자료: 한국외식산업경영연구원 조사, 삼일PwC경영연구원

그림 6. 온라인 식품 시장 규모 추이 및 전망

(단위: 조 원)



자료: 통계청, 삼일PwC경영연구원

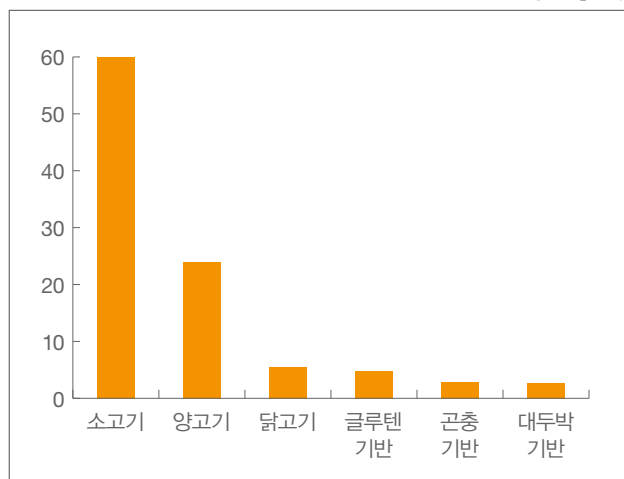
이외에도 COVID-19 사태로 식품 교역이 비활성화되어 부각된 식량난 및 식량안보 이슈, 바이러스를 이겨낼 면역력에 대한 소비자의 관심 증대 또한 푸드테크 성장에 기여한 바 있다. 미국에서는 COVID-19 이후 Tyson Foods 등 주요 육가공 업체의 공장 셧다운으로 육류공급이 부족해져 Beyond Meat, Impossible Foods 등의 대체육 기업들이 반사이익을 누리기도 했다.

3 ESG, MZ세대 가치소비, Veganism: 친환경적인 대체식품에 대한 관심 증대

지속가능한 발전에서 시작된 ‘ESG(Environmental·Social·Governance, 환경·사회·지배구조)’ 경영이 글로벌 트렌드가 되면서, 푸드테크는 친환경적인 지속 가능 먹거리를 제공한다는 점에서 주목받고 있다. 실제로 매년 전세계에서 2억톤 이상의 육류가 생산 및 소비되는데, 사육과정에서 대량의 온실가스가 배출되며 환경오염이 발생한다. 대체육, 배양육, 식물성 유제품 등 다양한 대체식품들은 농축산업의 탄소 배출을 줄이고 식량위기, 식품안전성 등 사회적 문제를 해결할 대안이 될 것으로 기대되며, 상기 이유로 다수의 기업들이 ESG 투자 대상으로 푸드테크를 선택하고 있다.

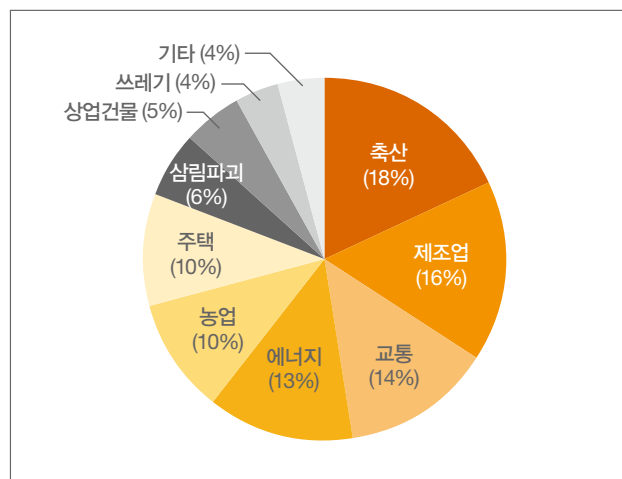
그림 7. 일반육류와 대체육의 온실가스 배출량 비교

(단위: Kg CO₂-eq)



자료: 사이언스, Smetana et al(2015), 삼일PwC경영연구원

그림 8. 전체 온실가스 중 축산분야 배출 비중

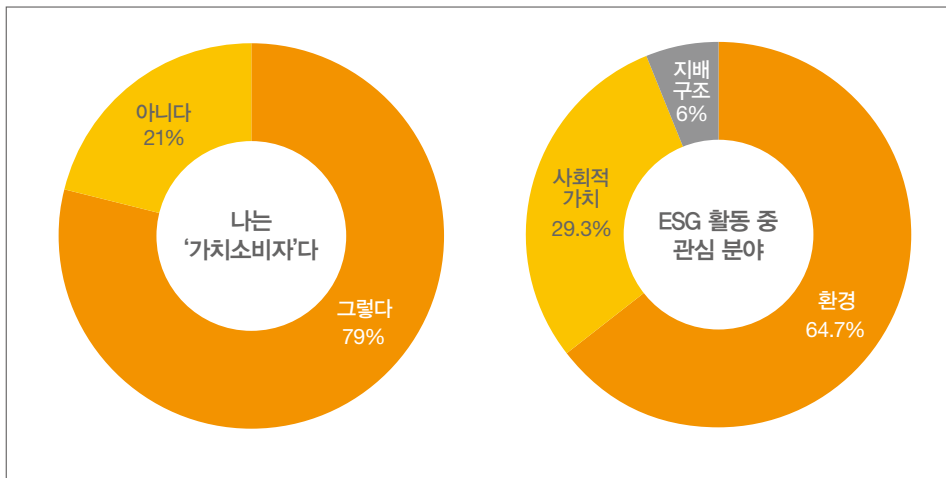


자료: 유엔식량농업기구, 삼일PwC경영연구원

주요 소비층으로 부상되고 있는 MZ세대의 ‘가치소비’ 트렌드 또한 푸드테크 산업 확대에 주효했다. MZ세대는 ‘돈쫓내다’(돈으로 혼쫓내다)라는 신조어를 만들어 낼 정도로 자신이 추구하는 가치에 부합하는 소비활동을 선호한다. 소비를 통해 본인의 신념을 알리고 사회적 의미를 환기하는 ‘미닝아웃’을 즐기는 이들은 특히 친환경과 지속가능이라는 가치에 부합하는 제품에 강한 구매 의사를 피력한다. 식료품 소비에 있어서도 친환경적인 방식으로 생산·조리·포장된 제품을 선호하며, 이는 필연적으로 푸드테크 산업 확장에 기여하게 된다.

국내 MZ세대 뿐만 아니라 전세계적으로 채식주의 식습관에 대한 관심이 증폭된 것 또한 푸드테크 시장을 성장시켰다. 환경보호와 윤리적 소비를 지지하는 ‘비거니즘(Veganism)’ 트렌드는 동물성 단백질을 배제하기 때문에 식물성 원료를 기반으로 한 대체육, 대체유제품 등에 대한 수요가 증가했기 때문이다. 시장조사기관 Statista에 따르면, '22년 세계 비건 시장 규모는 약 160억 달러(19조 원)로, '25년엔 220억 달러(26조 원) 수준으로 확대될 전망이고, 한국채식비건협회에 따르면 국내 비건 인구는 '08년 15만명에서 '22년 250만명으로 증가했다.

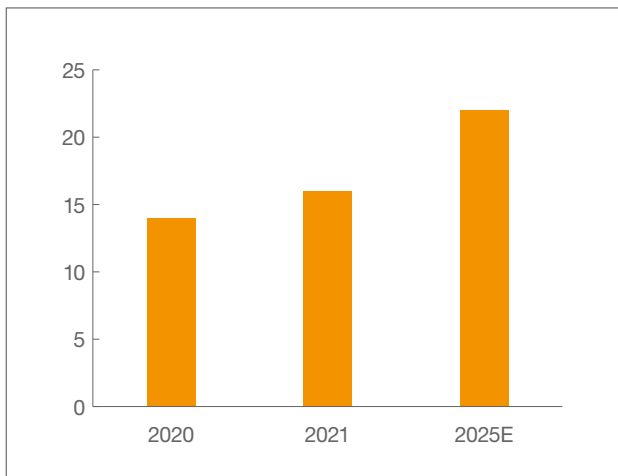
그림 9. MZ세대 대상 가치소비 관련 설문조사



자료: 서울경제, 삼일PwC경영연구원

그림 10. 글로벌 비건(Vegan) 시장 규모 추이 및 전망

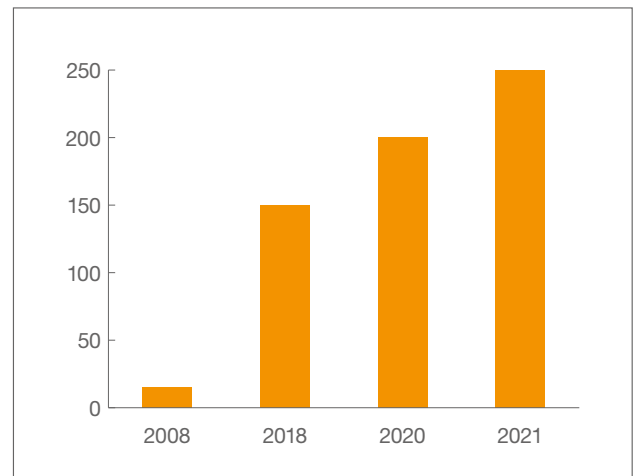
(단위: 십억 달러)



자료: Statista, 삼일PwC경영연구원

그림 11. 국내 채식 선호 인구 추이

(단위: 만 명)



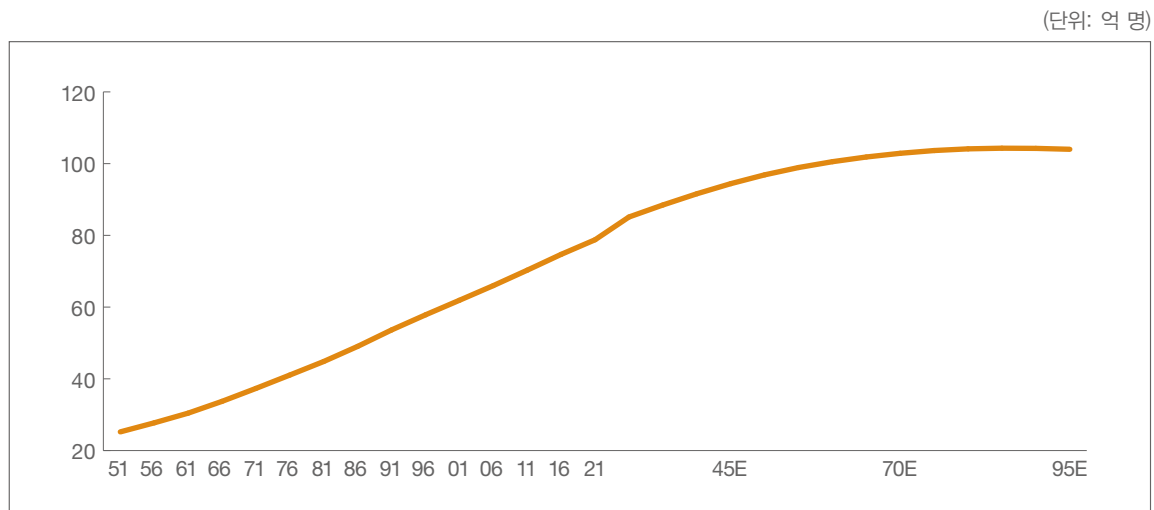
자료: 한국채식연합, 삼일PwC경영연구원

4 인구증가, 고령화: 식량안보, 건강, 식품안정성 관심 증대

인구증가로 인한 식량안보 문제와 고령화로 인한 건강 및 식품안정성에 대한 높아진 관심 또한 푸드테크 시장 성장의 배경이 되었다. 현재 전세계 인구는 증가 추세이지만, 유한한 자원 하에서 환경 부하는 심화되고 기후변화로 곡물, 육류 생산 증대도 어려운 실정이다. AI, IoT, 로봇 등의 기술을 접목한 스마트팜을 활용하고, 혁신 바이오 기술로 개발한 대체단백질 식품으로 기존 육류 소비를 일부 대체한다면 식량난 및 식량안보 문제 해결에 도움이 될 것으로 보인다.

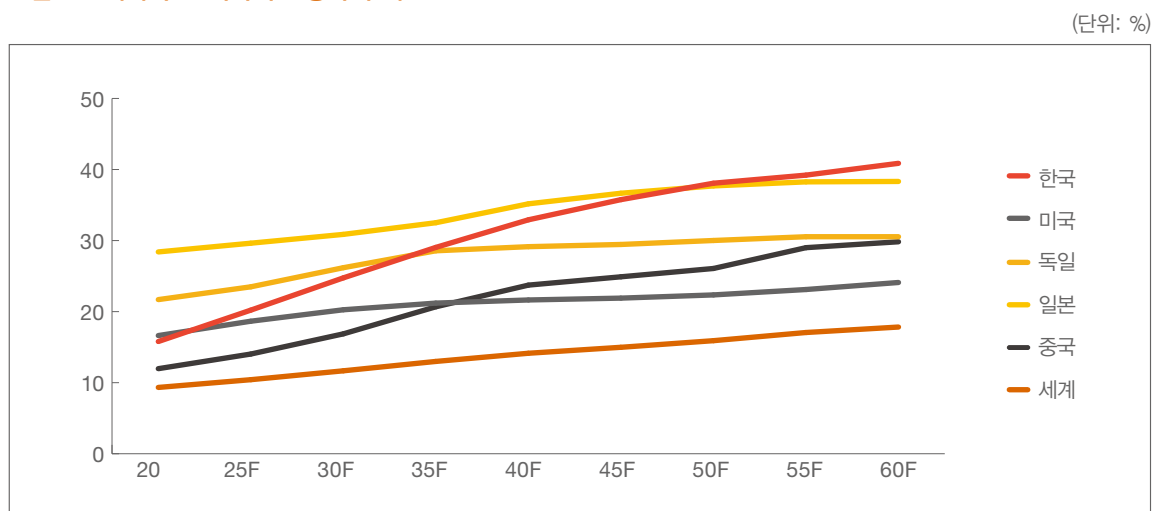
인구 고령화 또한 현재 불가역적인 구조가 되었는데, 고령층의 영양균형을 위해 음식 안의 성분까지 커스터마이징이 가능한 3D 푸드 프린팅, 면역력 강화를 위한 건강기능식품, AI를 활용한 개인 식단 관리 또한 푸드테크의 영역이다. 식품 안전 강화를 위한 IT 기술 기반 식품 이력 추적, 유통 기한 및 신선도 관리 또한 푸드테크를 통해 가능하며, 식물성 대체식품은 육류 과다섭취로 인한 질병을 예방할 수 있다.

그림 12. 전세계 인구 수 추이 및 전망



자료: UN, 삼일PwC경영연구원

그림 13. 세계 주요 국가의 고령화 추세



자료: UN, 삼일PwC경영연구원

푸드테크 산업은 관련 분야가 다양하고 확장이 용이해서 세부 범주화가 쉽지 않다. 당사는 음식료 밸류체인을 기반으로 푸드테크 산업 영역을 분류하였으며, 프랑스 푸드테크 전문 조사 기관 디지털푸드랩(Digital Food Lab)과 한국푸드테크협회 기준의 푸드테크 영역 분류도 추가적으로 소개하고자 한다.

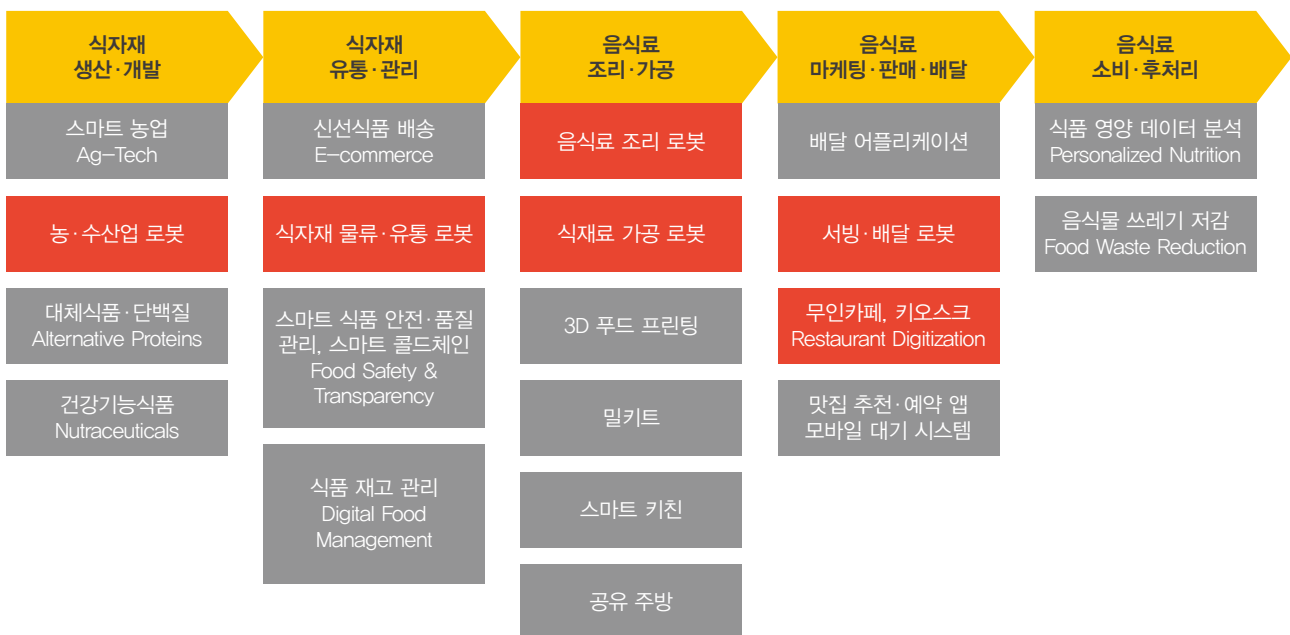
1 음식료 Value Chain을 기반으로 한 푸드테크 산업 분류

음식료는 소비되기까지 다양한 가치사슬을 거치는데, 이 Food Value Chain의 거의 모든 과정에서 푸드테크가 관여한다. 우선, 식자재 생산 과정에서는 1) 스마트팜(농·축산), 스마트수산(양식), 식물 공장, 농·수산업 로봇 등을 포함하는 애그테크(Ag-Tech) 산업, 2) 식물성 고기, 식용 곤충 등의 대체식품 산업, 3) 각종 건강기능식품 원료 개발 등의 푸드테크 산업이 포함된다.

다음으로, 식자재 유통·관리 과정에서는 1) 한국의 마켓컬리, 오아시스 등 새벽배송 서비스를 포함하는 신선식품 배송(E-commerce), 2) 식자재 물류·유통 로봇, 3) 스마트 식품 안전 및 품질 관리(Food Safety & Transparency), 스마트 콜드체인, 식품 재고 관리 시스템(Digital Food Management) 등의 푸드테크 시장이 형성되어 있다.

음식료 조리·가공 과정에서는 1) 3D 푸드 프린팅, 2) 밀키트, 3) 스마트키친, 4) 공유주방, 5) 음식료 조리·식재료 가공 로봇 시장이 파생되어 있으며, 음식료 판매·배달 과정에서는 1) 배달의민족, 요기요 등 다양한 배달 어플리케이션, 2) 서빙·배달 로봇, 3) 무인카페, 키오스크, 4) 맛집 추천·예약 어플리케이션, 모바일 대기 시스템 등의 시장이 구축되어 있다. 음식료 소비·후처리 과정에서는 1) 식품 영양 데이터 분석, 2) 음식료 쓰레기 저감 장치 등이 개발되어 2022년 CES에도 출품되는 등 주목받고 있다.

그림 14. 음식료 Value Chain을 기반으로 한 푸드테크 산업 분류



자료: 삼일PwC경영연구원

2 디지털푸드랩 기준 푸드테크의 주요 사업영역

프랑스 푸드테크 전문 조사 기관 디지털푸드랩(Digital Food Lab)의 경우 푸드테크의 주요 사업영역을 6가지로 분류했다. 1) 농업에서의 생산이나 관리 등의 혁신과 관련된 'Ag-Tech', 2) 건강, 환경보호 등 다양한 가치관으로 신규 생성된 수요에 대응한 'Food Science', 3) 주문이나 예약 등 식당 운영 관리를 돕는 'Food Service', 4) 소비자에게 무엇을 어떻게 먹을지 추천하는 'Consumer Tech', 5) 식재료, 음식을 배달하는 'Delivery', 6) 공급망 및 소매 유통 관련 영역인 'Supply Chain' 이 상기 6가지 주요 사업영역이다.

표 2. 디지털푸드랩 기준 푸드테크의 주요 사업 영역

대분류	소분류	주요 사업 내용
1. AgTech 농업 생산·관리 기술	Farm Management	농장 관리, 조직, 최적화 프로그램 및 소프트웨어 도입
	Farm Robotics	로봇, 드론을 통한 작업으로 농산물 수확량 증대 및 능률 향상
	Urban and Novel Farms	생산과 소비 거리 축소를 위한 도시 농장 개발
	Agriculture Marketplaces	농업 종사자를 위한 B2B 이커머스 마켓플레이스
	Ag-Biotech	농업생명공학기술 개발
2. Food Science 새로운 식품 개발	Alternative Proteins	식물성 대체육, 배양육 등의 대체단백질
	CPG Startups	소비자 맞춤형 식품 개발
	Drink & Beverages	새로운 재료 및 형태의 음료 개발
	Functional Ingredients	저당 처리 등 기능성 성분 개발
3. Food Service 식당 운영·관리에 도움	Reservation Platforms	레스토랑 예약(할인) 서비스 플랫폼
	FoodService Management	식당 경영(마케팅, 고객 피드백, 재고관리)에 도움을 주는 시스템
	Payment Services (ePOS)	식당 운영 관련 결제 서비스
	Virtual Restaurants	배달 플랫폼을 기반으로 한 B2C 모델의 온라인 식당
	FoodService Robotics	조리용 로봇, 3D 푸드 프린팅, 자동 키오스크, 바텐딩 로봇 등
	Cloud Kitchens	클라우드 키친(부엌만을 갖춘 가상의 점포가 음식 배달)
4. Consumer Tech 식품 소비자 맞춤형 서비스	Nutrigenomics	영양유전체학, 유전체적 특성에 맞는 식품 성분 추천 및 제공
	Recommendation	소비자 기대에 맞춘 요리, 레시피, 장보기 리스트, 와인 등 제공
	Recipes	게임, 비디오, 방송, SNS 등의 새로운 형식의 레시피 재개발
	Appliances and Cookware	소비자 맞춤형으로 개발된 요리도구 및 가전제품
	Food Experiences	브루어리, 와이너리 투어, 쿠킹클래스 등 식품 관련 경험
5. Delivery 식재료, 음식 배달	Meal Kits	조리가 편리한 밀키트
	New Retailers	산지직송, 새벽배송 등의 식재료 플랫폼
	Q-Commerce	즉각적인 온라인 배달만을 위해 사용하는 창고 운영
	Restaurant Delivery	근처 식당에서 음식을 주문하면 배달해주는 서비스
	Discovery Box	전문가가 선정한 와인 등의 제품을 정기적으로 받아보는 서비스
	Delivery Robotics	음식 배달을 위한 드론, 로봇, 자율주행 자동차
6. Supply Chain 공급망 및 소매 유통	Smart and Autonomous Store	완전히 자동화된 마트
	Foodwaste Management	음식물 쓰레기 저감 기술
	Data for Supply Chain	데이터 관리 시스템을 통한 식품 공급업체 문제 해결
	Packaging	스마트하고 지속가능한 음식 및 음료 패키징

자료: DigitalFoodLab, 삼일PwC경영연구원

3 한국푸드테크협회 기준 푸드테크 산업 분류

한국푸드테크협회에서는 푸드테크 산업을 크게 4가지로 분류하고 있다. 1) 식자재 유통, HMR, 배달대행 서비스 등을 포함하는 '물류유통', 2) 음식 배달 앱, 모바일 식권 등을 포함하는 '온디맨드 서비스', 3) 레시피 정보, 맛집 정보 평가 등을 포함하는 '정보 콘텐츠', 4) 스마트팜, 로봇 요리사, 대체식품, 3D 푸드 프린팅 등을 포함하는 '인프라 테크'가 상기 4개 영역이다.

표 3. 한국푸드테크협회 기준 푸드테크 산업 분류

물류 유통	식자재, 식재료 유통 서비스	신선식품 유통 서비스	콜드체인	
	농수산물 생산자 직구매	HMR	RTE	
	배달 대행	라스트마일 배송	물류	밀키트
온디맨드 서비스	모바일 오더 서비스 및 매장 결제			
	음식 배달 앱	O2O	주문 예약 서비스	
	모바일 식권	쿠폰 및 멤버십	CRM	
정보 콘텐츠	식자재 개발 및 생산자 정보	레시피 정보	맛집 정보 및 평가	
	식재료 정보	식자재 유통 정보	TV 및 MCN	헬스케어
	안전식품	빅데이터 분석	식품 데이터	외식 컨설팅
인프라 테크	간편결제, VAN, PG, 비콘, 크라우드펀딩, 금융			
	스마트팜	식물성 육류, GMO, 미래 먹거리, 3D 푸드 프린팅		
	로봇 요리사, 생산 자동화	POS, 고객관리 솔루션, 디지털 사이니지		

자료: 한국푸드테크협회, 삼일PwC경영연구원

1-4

푸드테크 관련 정책 및 규제 동향

현재 정부에서는 푸드테크 산업의 성장성과 관련 지원 정책 및 적절한 규제 정립 필요성을 인지하고 있으며, 지원방안을 구체화하고 보다 적극적으로 실행하기 위한 준비를 하고 있다고 보여진다. 농림축산식품부, 식품의약품안전처, 한국농촌경제연구원, 산업통상부, 한국로봇산업진흥원 등에서 관련 연구자료 및 보도자료가 나오는 등 대부분 논의가 시작 및 진행되었다. 다만 푸드테크 산업 육성을 뒷받침할 구체적인 정책 실행의 강도와 속도를 높일 필요가 있다고 판단된다.

'22년 6월 16일 식품의약품안전처는 푸드테크 등 첨단기술을 접목한 식품산업의 발전 방안에 대한 업계 의견 교류를 위해 한국식품산업협회 및 식품업계 관계자들과 함께 간담회를 개최한 바 있다. 해당 간담회에서 식약처장은 푸드테크 관련 현황, 향후 정책방향 등을 논의했으며, 향후 합리적 규제 마련 및 적극적 지원 의지를 피력했다. 식약처는 향후 대체식품 및 신규 식품첨가물의 인정 기준 등의 안전기준 마련을 계획하고 있다.

또한 정부는 '22년 6월 30일 출범된 '푸드테크협의회'에 참여했다. 서울대학교 및 관련 연구소, 농식품부 및 식약처를 포함한 정부부처, 산업계가 함께하는 푸드테크협의회에서는 1) 푸드테크 정책 지원과 공공적 역할 확립, 2) 관련 기술 개발을 위한 정부의 연구개발 투자 확대 및 투자 인프라 조성, 3) 선제적 규제 및 가이드라인 제시 등이 필요하다는 인식을 공유했다.



1 대체식품 관련 규제 현황 및 계획

농림축산식품부는 '25년까지 식물성 단백질을 포함한 대체식품 R&D 사업지원, 세포배양 원천기술, 배양액 등 연관 기술 개발을 추진중에 있다. 관련 R&D 비용의 최대 40%, 시설 투자 비용의 최대 15%에 대한 기업 대상 세액공제 또한 확대할 예정이다. 농식품부의 경우 '19년 식품산업 활력 제고 대책 마련을 통해 푸드테크를 포함한 미래 유망 식품 산업 육성을 추진하고, 향후 푸드테크 기업 및 벤처창업 지원, 모태펀드 조성, 규제 개선 등을 시행하겠다고 밝힌 바 있다. 다만, '21년 그린바이오산업 육성을 위한 지원사업을 시행했으나 선정된 대체식품 관련 기업은 3개, 지원금은 기업별 2.8억 원 수준이었다. 캐나다 정부의 경우 식물성 단백질을 미래 식량 사업으로 선정해 약 2,300억 원 규모의 프로젝트를 진행중이다.

대체육을 포함한 대체식품 시장의 성장성 대비 국내 관련 제도 및 지원책은 다소 아쉬운 상황으로 보여진다. 우선 식물성 대체단백질의 경우 곡류·두류가공품으로 분류되기 때문에 현재 식품표시광고법에 따라 '육', '고기' 등으로 표시하거나 광고할 수 없으나, 지켜지지 않는 경우가 많아 소비자에게 혼란을 야기하기도 한다. 대체육을 '육류대용식품'으로 총칭하고 '식물성대체육'과 '세포배양육'의 하위 구분을 사용하는 방안이 제시되기도 했으나 아직 명문화되지는 않았다. 반면, 미국에서는 '19년 식물성 인공육을 고기로 표기하는 것이 금지되는 법안이 발의되어 3개 주에서 통과되었으며, 프랑스에서도 유사한 법안이 제정된 바 있다.

대체단백질 식품에 대한 안전성 관리 및 평가 기반 마련도 시급하다. 식약처는 '24년까지 대체육을 포함한 대체단백질 식품의 범주, 안전관리기준, 표기규정에 대한 법률 및

제도적인 기준을 강화할 예정이다. 현재 식품법령에서 대체육의 원료의 경우 식품위생법, 표시·광고의 경우 식품표시광고법이 적용된다. 식품표시광고법은 식품의 원재료명, 유형, 성분명 등을 표시하도록 하고 있으나, 식물성 대체육을 축산물로 오인할 수 있는 표시·광고에 대해서는 관련 규정이 부재한 상황이라 보다 구체화된 유형 및 기준이 확립될 필요가 있다.

배양육의 정의, 안정성 평가 방안, 제조 시설 기준 설정 등 관련 법률 및 제도 정비도 빠르게 이루어질 필요가 있다. 세포배양육은 식물성 단백질과 다르게 동물의 근육세포에서 배양된 식품이지만, 축산물 위생관리법에서 정의하는 '축산물'에 포함되지는 않는다. 축산물 위생관리법은 '축산물'을 식육, 포장육, 원유, 식용란, 식육가공품, 유가공품, 알 가공품으로, '식육'을 식용을 목적으로 하는 가축의 지육, 정육, 내장, '가축'을 소, 말, 양, 돼지, 닭, 오리, 그 밖에 식용을 목적으로 하는 동물로서 대통령령으로 정하는 동물이라고 정의한다. 상기 현행법에 따르면, 세포배양육은 가축에서 얻지 않아 축산물에 해당하지 않으며, 식품 기준 및 규격에 등재된 식품원료로도 규정되지 못한다. 결과적으로 식품원료로서 세포배양육을 사용하기 위해서는 식품 등의 한시적 기준 및 규격 인정 기준에 따른 인정을 받아야 하는데, 명확한 관련 기준이 부재한 상황이다. 식약처는 빠르면 '22년 중으로 대체단백질 식품에 대한 표준화된 가이드라인을 마련하고, 신규 식품첨가물 인정 기준 신설 등 합리적인 규제를 마련해 푸드테크 업계를 지원할 계획이다. 관련 규정이 전무한 세포배양식품의 경우 한시적 기준 및 규격 인정기준에 따라 안전성 검증을 위해 개발 경위·국외 인정 현황, 세포 공여 동물 정보, 세포주 정보, 제조방법, 원료 특성, 안전성 등 평가 가이드 마련 연구가 진행중이다.

2 배달 플랫폼 및 로봇 관련 규제 현황

푸드테크 영역 중 최근 가장 크게 성장한 배달 플랫폼 업계에는 배달 라이더들의 열악한 노동환경이 사회적 문제로 부각되면서 관련 규제가 강화되고 있다. 구체적으로는 생활물류서비스산업발전법, 중대재해처벌법, 라이더 고용보험 의무화 등이 입법화되거나 시행되고 있다. 생활물류서비스 산업법의 경우 '안전배달료' 도입이 핵심인데, 배달 라이더의 최저소득을 보장하기 위해 일정금액을 무조건 지급하게 하는 것으로, 업계에 부담으로 작용할 전망이다.

배달로봇의 경우에도 현행 규제의 벽에 막혀 있는 부분이 많다. 자율주행 배달로봇은 도로교통법, 생활물류법, 개인정보보호법, 공원녹지법 등으로 인해 상용화가 지연되고 있다. 도로교통법상 자율주행 배달로봇은 '차'로 분류되어 인도, 횡단보도 등을 이용 불가하고, 규제 샌드박스로 시범 운영되는 배달로봇도 대부분 동행자가 있어야 운행 가능하다. 생활물류법상 운송 수단에도 배달로봇은 포함되지 않고 택배 전달 수단은 이륜차와 화물차로만 한정되어 있으며, 개인정보보호법 상 배달로봇의 카메라는 배달 과정에

서 행인들을 찍을 수 있다는 점에서 문제 여지가 있다. 또한 공원녹지법 상으로도 로봇은 30kg 이상 되는 동력장치로 공원 출입이 불가하다.

국내에서 시범적으로 배달로봇을 운영하는 기업은 전부 규제샌드박스 실증특례를 받은 경우다. '로보티즈'의 실외 자율주행 로봇이 '벤디스'의 식권대장 앱을 연동해 비대면 배달 서비스를 시범 운영한 바 있으며, '배달의 민족'의 자율주행 배달 로봇 '딜리드라이브'도 시범 운영된 바 있다. '21년 4월 정부는 '2021년 로봇산업 선제적 규제혁신 로드맵'을 발표하고 '25년까지 배달로봇의 도보 이용을 전면적으로 허용하겠다고 밝힌 바 있으나, 진행이 빠르지는 않아 보인다.

국내 기업들이 규제에 묶여 있는 동안 해외업체들의 한국 시장 진입 및 영향력 확대는 가속화되고 있다. 러시아의 구글로 불리는 '안텍스'도 '21년 한국 지사 설립 후 KT, 쿠팡이츠 등에 접촉하는 등 '22년 한국 배달시장에 진출 본격화를 앞두고 있다.



표 4. 주요 플랫폼 규제법 및 적용 대상

법안	발의자	주요 내용	분류	서비스명
온라인 플랫폼 공정화법	정부	플랫폼 사업자에 손해배상책임 부과	오픈마켓	이베이코리아, 11번가, 쿠팡, 인터파크, 위메프, 티몬, 네이버 스마트스토어, 카카오커머스
	민형배	플랫폼 이용자의 단체 구성권 부여	배달앱	배달의 민족, 요기요, 쿠팡이츠, 위메프오
	김병욱	플랫폼 검색 알고리즘 공개 등	숙박앱	야놀자, 여기어때
	송갑석	통신중개거래 분쟁조정협의회 설립	앱마켓	구글플레이, 애플 앱스토어, 원스토어
온라인 플랫폼 이용자 보호법	전혜숙	판매, 정산 관련 정보 제공 등	가격 비교	네이버, 다나와, 에누리닷컴
			부동산 정보	네이버 부동산, 직방, 다방, 부동산114
			기타	엔카, 카카오모빌리티

자료: 국회 의안정보시스템, 기사종합, 삼일PwC경영연구원

표 5. 자율주행 배송로봇 관련 규제 및 특례 내용

관련법	규제내용	특례 내용
도로교통법, 보행안전법	자율주행 로봇은 차로 분류해 인도 및 횡단보도 주행금지	주행실증 허용하되 현장요원 반드시 필요
공원녹지법	30kg이상, 25km/h 이상은 공원 내 운행 금지	공원관리청과 협의 시 운행 허용
개인정보보호법	정보주체의 동의없이 영상 등 개인정보의 수집, 이용 제한	촬영정보 고지, 별도 저장 등 금지

자료: 기사종합, 삼일PwC경영연구원

1-4

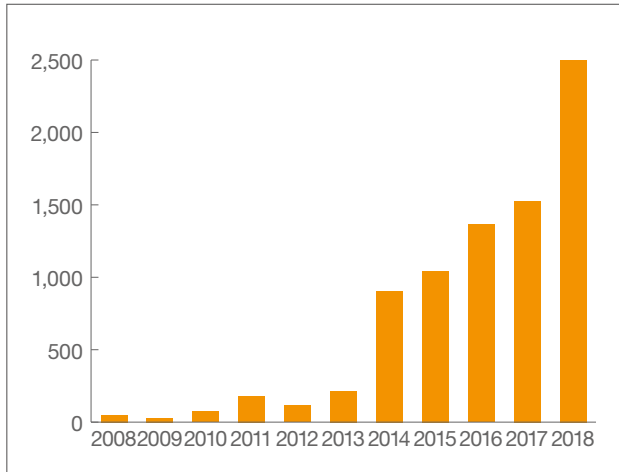
푸드테크 시장 동향

1 푸드테크 전체 시장 동향

보고서 초반 상술하였듯 푸드테크 산업은 2010년대부터 미국에서 관련 투자금액이 급증하면서 각광받기 시작했다. 실제로 미국의 푸드테크 투자금은 '13년 2.15억 달러(투자 건수 89건)에서 '14년 9.06억 달러(108건)로 3.2배 증가하였으며, 건당 투자금액 또한 242만 달러에서 889만 달러로 증가했다(일경 BP총연 2018: 18, 한국농촌경제연구원 재인용). 전세계 기준 푸드테크 관련 VC 딜 건수 또한 '17년 723건에서 '21년 1,358건으로 증가했으며, 딜 규모는 '17년 78억 달러에서 '21년 393억 달러로 증가한 바 있다.

그림 15. 미국 푸드테크 투자금 추이

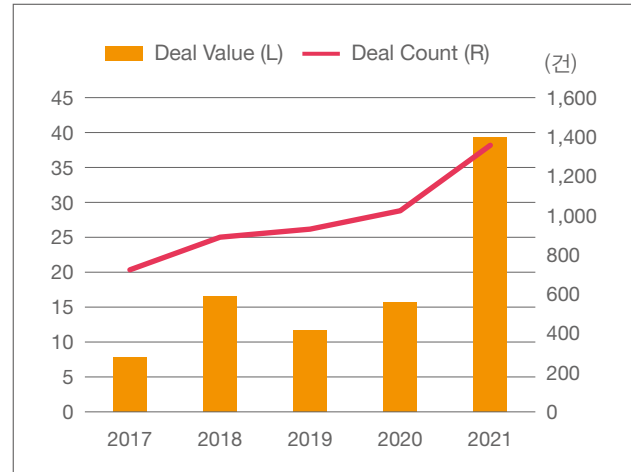
(단위: 백만 달러)



자료: 닛케이BP종합연구소, 삼일PwC경영연구원

그림 16. 글로벌 푸드테크 관련 VC 딜 건수 및 금액 추이

(단위: 십억 달러)



자료: PitchBook, 삼일PwC경영연구원

닛케이BP종합연구소에 따르면, 글로벌 푸드테크 시장 규모는 '17년 2,110억 달러 규모에서 연평균 7%로 성장해 '25년에는 3,600억 달러에 도달할 것으로 전망된다. '25년 기준 지역별로는 북미 시장 비중이 31%, 유럽 26%, 아시아·태평양 25%, 기타 18%로 시장이 형성될 것으로 예상된다. 이외 Emergen Research, Statista 등의 세계 시장조사 기관들도 글로벌 푸드테크 시장이 연평균 성장률 6~8% 수준으로 성장할 것을 전망했다.

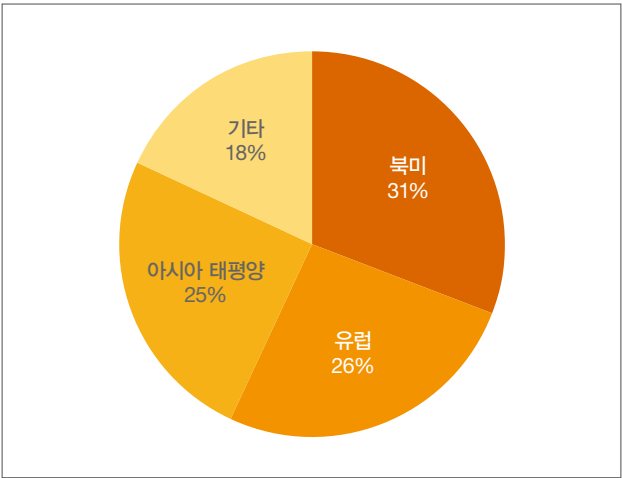
표 6. 기관별 글로벌 푸드테크 시장 규모 전망



'27년 3,420억 달러(약 410조 원) 도달 전망

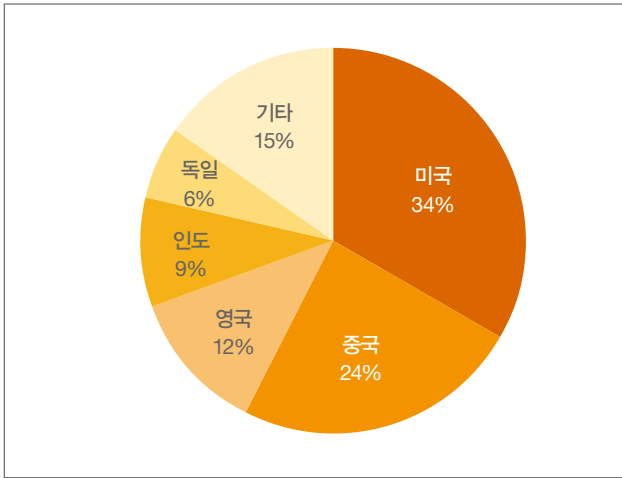
자료: 각 기관, 삼일PwC경영연구원

그림 17. 푸드테크 시장 지역별 비중 (21E)



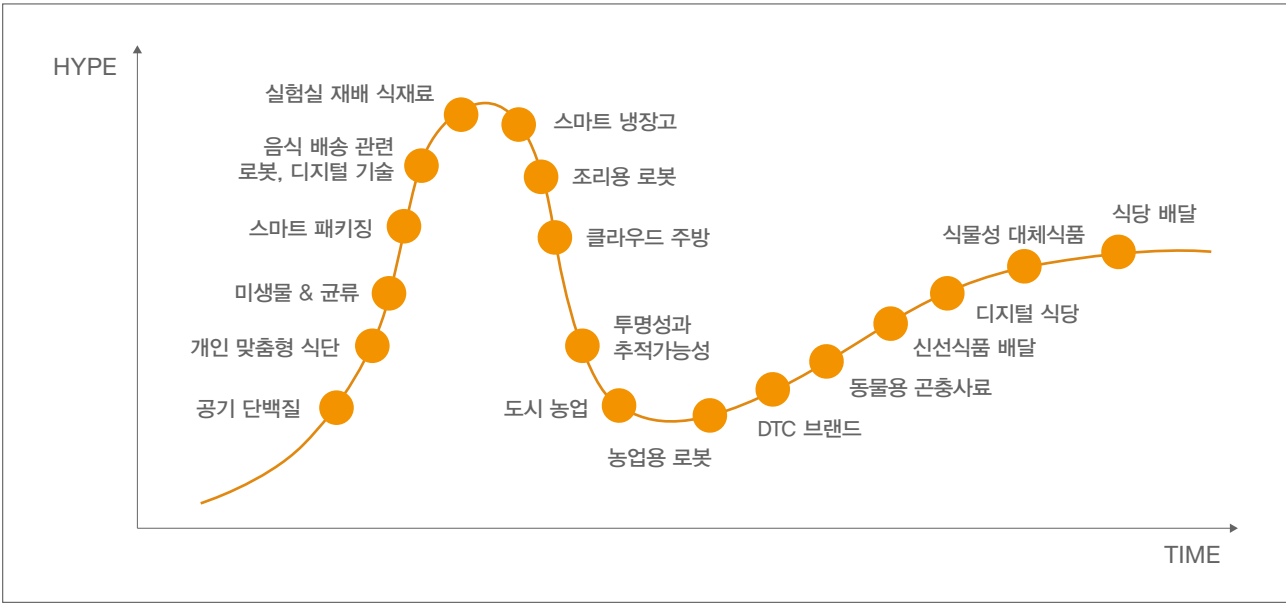
자료: 닛케이BP종합연구소, 삼일PwC경영연구원

그림 18. 푸드테크 유니콘 기업 지역별 비중



자료: DigitalFoodLab, 삼일PwC경영연구원

그림 19. 푸드테크 산업 트렌드 도식화



자료: DigitalFoodLab, 삼일PwC경영연구원

2 푸드테크 분야별 시장 개괄

푸드테크의 분야별 시장으로는 1) 대체식품, 2) 3D프린팅, 3) 식품 배달, 4) 스마트 농업, 5) 푸드 로봇 등이 있다. 상기 세부 분야들에 대한 개괄적인 설명, 기반 기술, 시장 규모, 성장성 등을 후술하고자 한다.

대체식품 시장

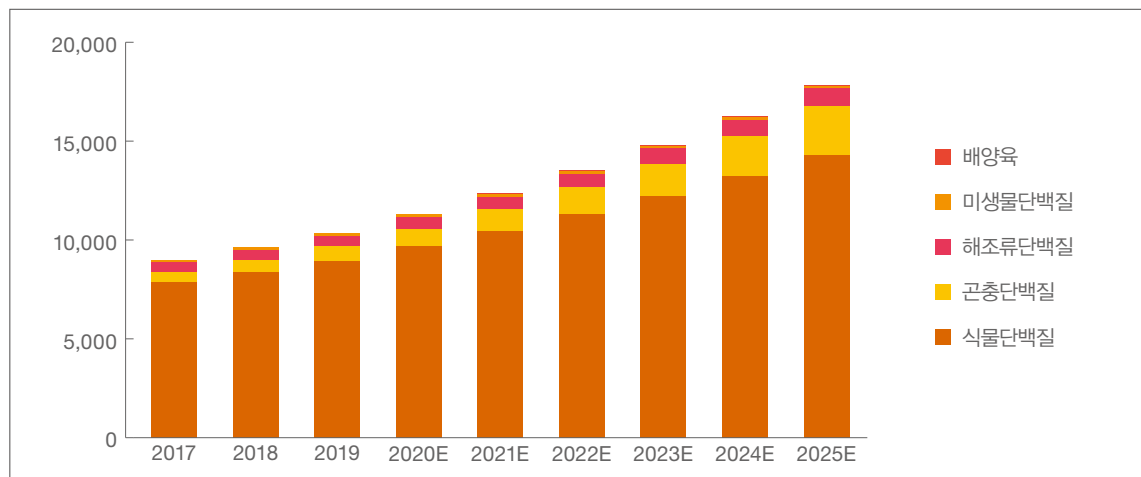
대체식품은 동물성 단백질을 대체하는 식품으로, 식물성 대체육, 배양육, 식용곤충, 해조류단백질, 대체유제품 등을 포함한다. 식물성 대체식품은 식물에서 추출한 단백질을 이용하여 축산식품과 비슷한 형태와 맛이 나게 제조한 식품을 말하며, 배양육은 동물세포에 영양분을 공급해 실내에서 키운 고기를 말한다. 대체식품 시장 내 핵심 기술은 식물, 곤충, 해조류 등에서 단백질을 추출 및 분리, 발효 및 가공하는 기술이다.

대체식품 시장의 경우, 글로벌 기준 '18년 96.2억 달러 수준의 규모를 형성했으며, '19년부터 CAGR 9.5%로 성장해 '25년 178.6억 달러 규모에 도달할 전망이다. 제품유형별로는 식물성 단백질 기반 대체식품 시장이 전체 시장의 85% 이상을 차지하고 있으며, 나머지는 곤충단백질, 해조류단백질, 미생물단백질, 배양육 순의 시장규모를 형성하고 있다. 전세계 단백질 시장에서 대체단백질이 차지하는 비중은 현재 1%대 수준으로 미미하지만, 현재의 고성장을 지속한다면 '30년 이후 약 10%까지 비중 확대가 가능할 것으로 전망된다.

글로벌 대체식품 시장의 지역별 점유율은 북미가 약 45%로 가장 높으며, 유럽(29%), 아시아태평양(18%), 기타(8%) 순으로 시장을 점유하고 있다. 현재까지는 북미, 유럽 등의 선진국에서 대체식품 관련 투자가 가장 활성화되어 있고 수요 및 기술력도 높지만, 향후 성장성은 아시아태평양 지역에서 더 높게 나타날 것으로 예상된다.

그림 20. 글로벌 대체식품 제품유형별 시장 규모 추이 및 전망

(단위: 백만 달러)



자료: Meticulous Research, 삼일PwC경영연구원

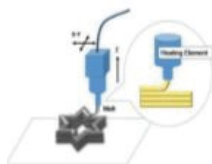
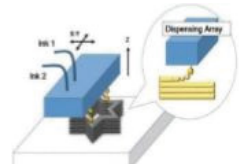
3D 푸드 프린팅 시장

3D 식품 프린팅이란 분말이나 액체 형태의 식재료를 층층이 쌓아 3차원으로 재구성하는 기술을 의미한다. 자유롭게 제작된 3D 디지털 디자인을 토대로 식품 구성 비율과 영양학적 데이터 등을 반영해 식재료를 3D로 구성하며, 가열이 아니라 출력을 통해 음식이 제조되기 때문에 새로운 질감과 형태가 구현된다. 3D 식품 프린팅 기술의 종류로는 1) FDM, 압출 적층 제조, 2) 선택적 소결, 3) 파우더 베드 바인더 분사, 4) 잉크젯 프린팅이 있다.

전세계 3D 식품 프린팅 시장 규모는 '18년 기준 약 7,890만 달러로 CAGR 46.1%씩 성장해 '23년에는 5.3억 달러 수준에 도달할 전망이다. 제품 유형별 시장 점유율의 경우 과자류와 반죽류가 합산 약 61%로 가장 높으며, 예상 연평균 성장률도 과자류가 48%, 반죽류가 46%로 높은 편이다. 지역별 시장 점유율의 경우, 북미가 36%, 유럽이 31%로 선진국이 과반을 차지한다. 상기 지역에서 3D 식품 프린팅 관련 식품 안전 규정 개정 등이 선제적으로 이루어졌고 환자, 운동선수 등 맞춤형 식단이 필요한 수요가 확대되었기 때문이다.

수요 기관 유형별 비중은 베이커리, 레스토랑, 소매상을 포함한 상업용 기관이 약 44%로 가장 높고, 정부기관이 26%, 병원이 21%, 가정이 10% 수준이다. 식재료 토출 기술이 충분히 고도화되지 않아 연구개발 중이고 대중화된 단계는 아니지만, 향후 정부, 기업, 연구기관 등의 투자가 집중되는 분야만큼 향후 구체적인 수익모델 창출 및 상용화도 가능할 것으로 예상된다.

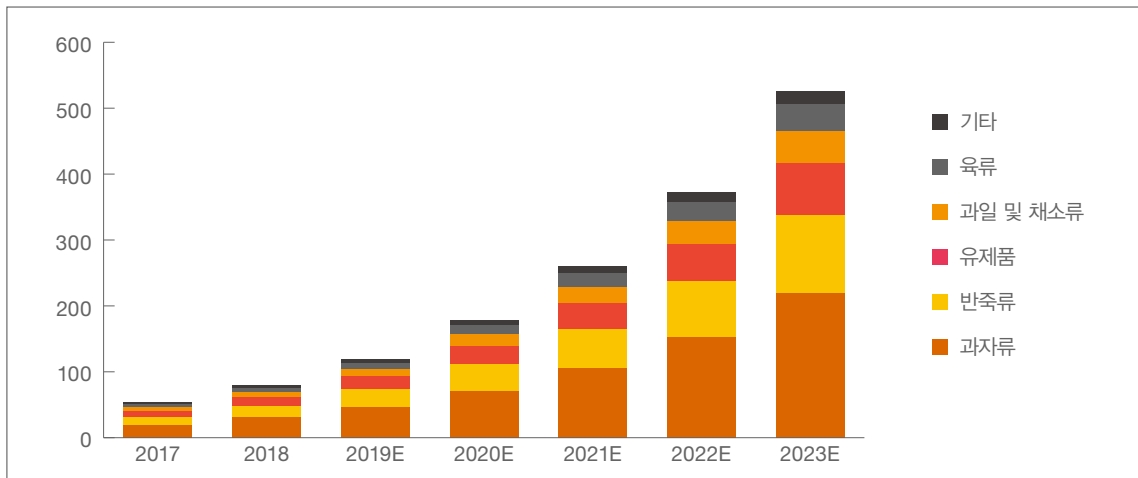
표 7. 3D 식품 프린팅 기술의 종류

FDM, 압출 적층 제조	선택적 소결	파우더 베드 바인더 분사	잉크젯 프린팅
 <ul style="list-style-type: none"> • 녹는점 바로 위에서 녹인 식재료를 한층씩 쌓아가는 방식 • 액화 상태의 재료를 추출함에도 층층이 쌓는 과정에서 형상과 물성 유지가 가능한 이유는, 기계에서 추출되자마자 0.5초 내로 굳어버리기 때문이다 • 장점: 유지비용이 낮음 	 <ul style="list-style-type: none"> • 설탕 같은 가루 형태의 재료를 복잡한 형태로 만들 수 있음 • 신선한 가루를 고열의 바람과 같은 소결 방법이 가로축과 세로축의 입력값에 따라 움직이면서 방출되어 가루들을 녹였다가 굳힘으로써 단단히 결합 가능 • 녹는점이 낮은 재료에만 활용 가능 	 <ul style="list-style-type: none"> • 가루 혹은 거의 고체와 다른 없는 물성을 지닌 층을 먼저 뽑고 그 다음 층을 추출해서 더하기 전에 액화된 접착재료를 그 사이사이에 붙이는 것 • 케이크와 같은 높이 쌓아 올려야 하는 식품을 제작 가능 	 <ul style="list-style-type: none"> • 프린트 헤드에서 단일분사 추출방식으로 식재료를 배열 • 쿠키나 케이크, 패스트리와 같은 식품들을 공기압축분사 노즐로 층층이 쌓아서 형성

자료: 한국농촌경제연구원, 삼일PwC경영연구원

그림 21. 세계 3D 식품 프린팅 제품 유형별 시장규모 추이 및 전망

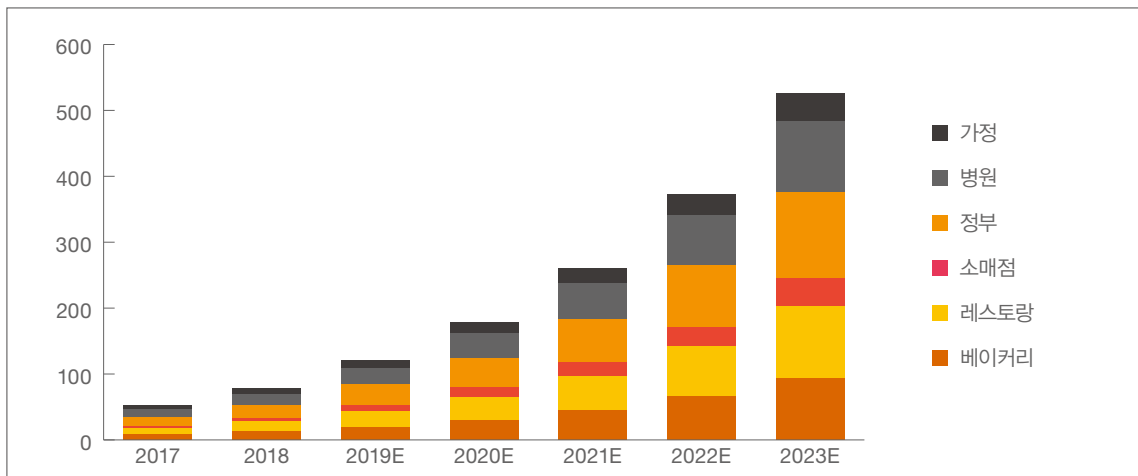
(단위: 백만 달러)



자료: BIS Research, 삼일PwC경영연구원

그림 22. 세계 3D 식품 프린팅 기관 유형별 시장규모 추이 및 전망

(단위: 백만 달러)

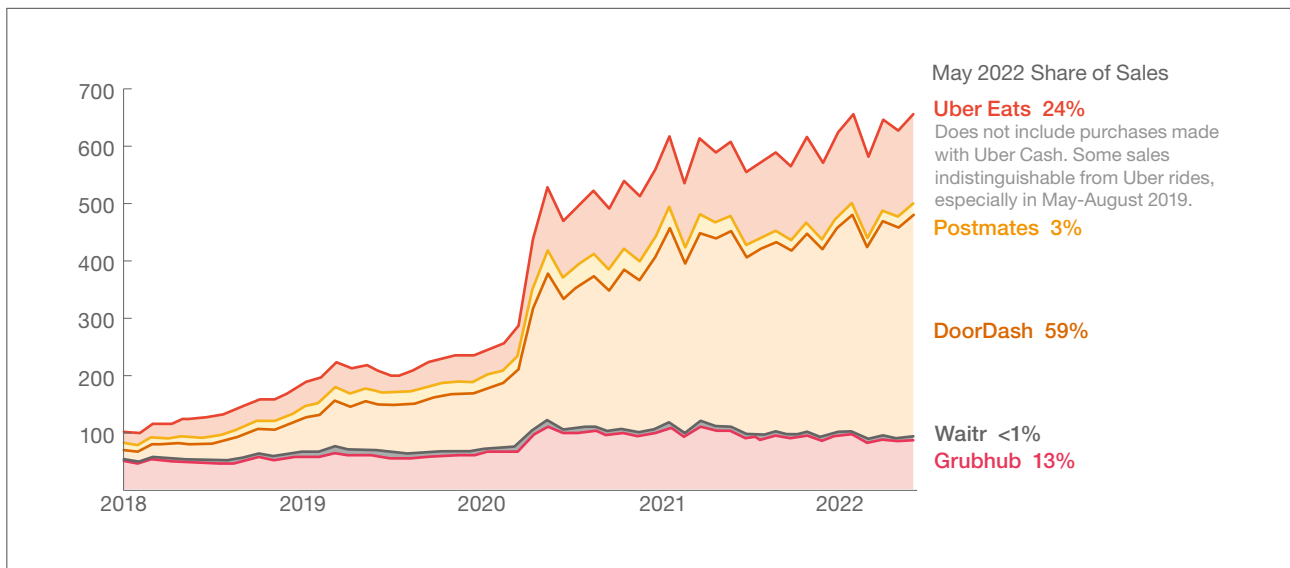


자료: BIS Research, 삼일PwC경영연구원

음식 배달 시장

'20년 3월 팬데믹 관련 락다운이 본격적으로 시작된 이후, 식당 등의 공용 공간에서 대면·접촉식 식사가 어려워지면서 전세계 식품 배달 시장이 급격히 성장했다. 음식 배달 어플리케이션 등은 푸드테크 산업 내 COVID-19 사태로 가장 큰 성장을 이룬 분야 중 하나다. 특히 미국, 캐나다, 호주, 영국 등의 선진국의 성숙한 시장에서 공격적인 성장세를 보였다. '22년 기준 약 1,302억 달러 수준으로 예상되는 전세계 온라인 식품 배달 시장 규모는 CAGR 9.4%로 성장해 '27년 2,237억 달러를 기록할 것으로 전망된다.

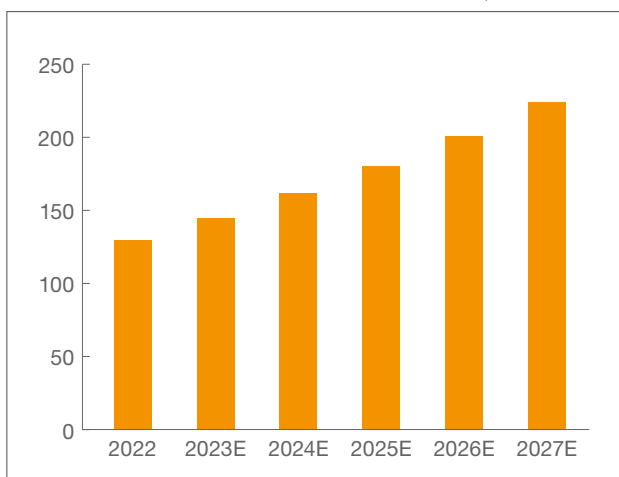
그림 23. 팬데믹 락다운 이후 급성장한 미국 음식 배달 시장 규모 추이 및 업체별 시장 점유율



자료: Bloomberg Second Measure

그림 24. 전세계 온라인 음식 배달 시장 규모

(단위: 십억 달러)

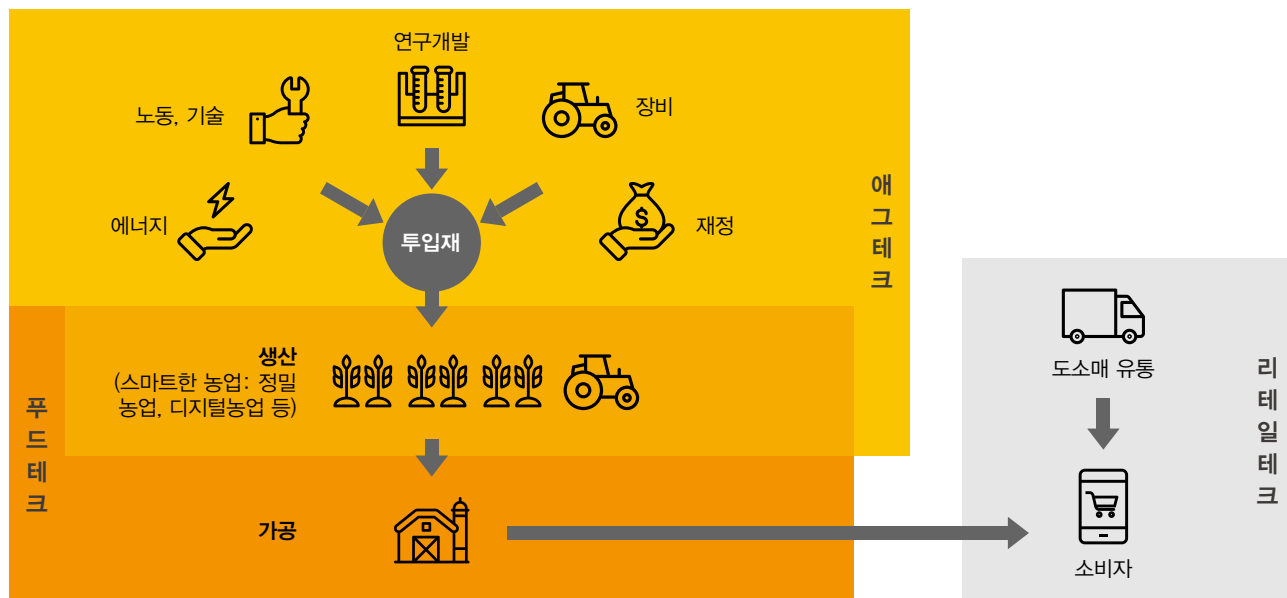


자료: Statista, 삼일PwC경영연구원

Ag-Tech 시장

농업(Agriculture)과 기술(Technology)이 합쳐진 애그테크(Ag-Tech)는 농업생명공학기술, 나노기술 등을 통한 스마트 농업과 정밀농업을 포괄하는 개념으로 통칭되는데, 이중 푸드테크의 영역에 속하는 것은 농식물을 생산하는 스마트농업 부문이라고 할 수 있다. 스마트농업에는 재배환경의 항상성 유지 시스템, 농업 데이터의 클라우드·빅데이터화, 숙련자의 운전이 필요한 농기계를 대신한 자율주행 로봇 사용, 딥러닝 기반 AI 생산 등이 포함된다.

그림 25. Ag-Tech의 범위

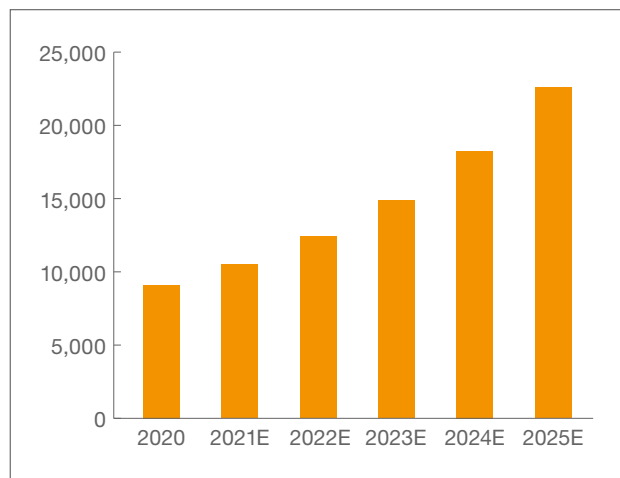


자료: 한국농촌경제연구원, 삼일PwC경영연구원

글로벌 애그테크(Agricultural Technology) 시장 규모는 '20년 약 91억 달러 수준을 기록한 바 있으며, 연평균 16.4% 성장해 '25년 226억 달러에 도달할 전망이다. 애그테크 시장의 지역별 비중은 북미가 가장 절대적이며, 그 다음이 유럽, 동아시아 순이다.

그림 26. 전세계 Ag-Tech 시장 규모

(단위: 백만 달러)



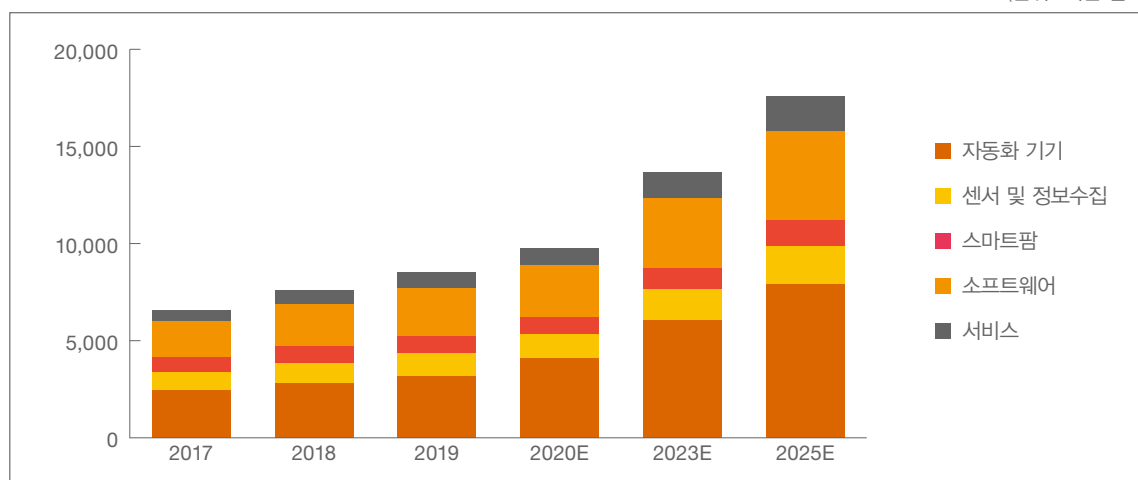
자료: Statista, 삼일PwC경영연구원

전세계 경종부문 자동화 기기 규모는 '19년 약 32억 달러를 기록하였으며, 연평균 13.9%로 증가해 '25년 80억 달러 수준에 도달할 것으로 예상된다. 자동화 기기부문 중 드론과 위성기반 위치시스템 분야 성장세가 강하다. 글로벌 스마트팜 시장의 경우, '19년 약 9억 달러 규모를 형성했으며, CAGR 7.6%로 성장해 '25년 약 13억 달러가 될 전망이고, 공기조화 장비 부분의 성장성이 높게 평가된다. 연평균성장률 11.9%가 예상되는 소프트웨어 부문은 클라우드 기반 비중이 높게 나타났다.

국내 스마트팜 규모는 '20년 2.2조 원 수준을 기록했으며, CAGR 9%로 성장해 '25년 3.2조 원 규모를 형성할 전망이다. 인구증가로 일정 수준의 농업생산량 확보가 필요한 상황에서 고령화 및 농촌 노동력 부족 현상이 심화되면서 인간의 노동력을 대체할 수 있는 스마트팜 시장 확대는 불가피해 보인다.

그림 27. 경종부문 Ag-Tech 세부시장별 규모 추이 및 전망

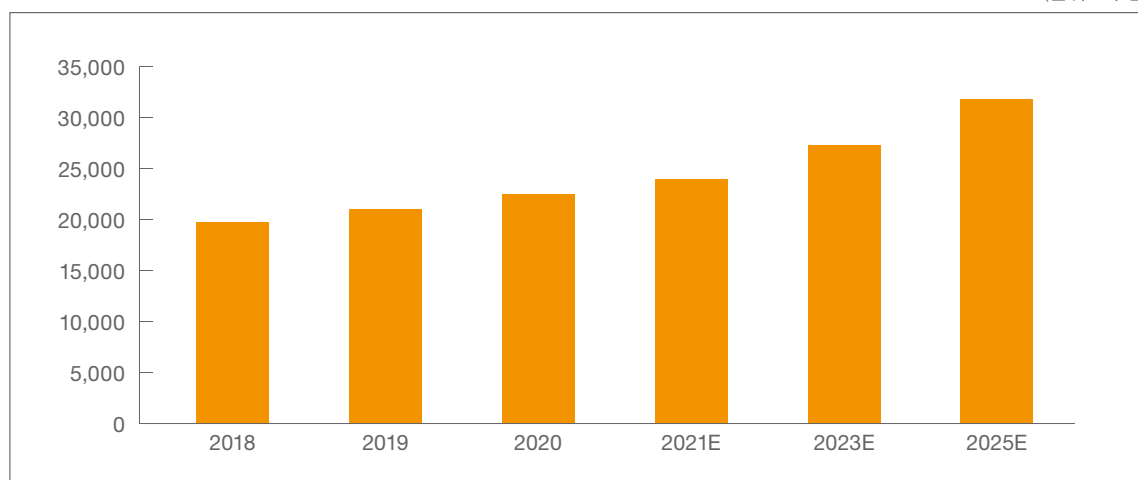
(단위: 백만 달러)



자료: Smart Agriculture Market, 삼일PwC경영연구원

그림 28. 국내 스마트팜 규모 추이 및 전망

(단위: 억 원)



자료: 중소기업전략기술로드맵, 삼일PwC경영연구원

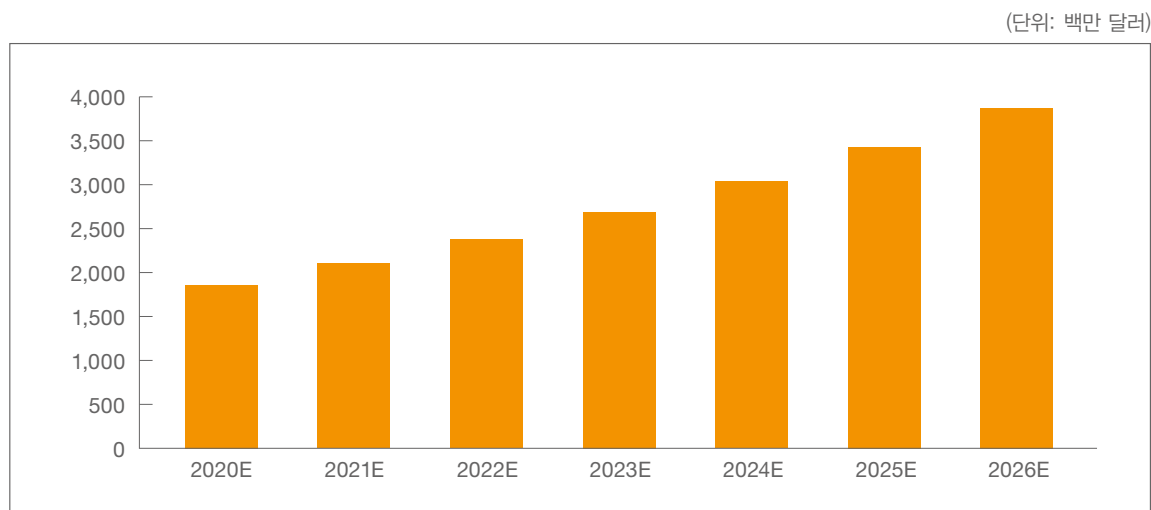
푸드 로봇 시장

로보틱스는 음식료 산업 Value Chain 상 거의 모든 부분에 관여가 가능한만큼 푸드테크 산업에서 빼놓을 수 없는 영역이다. 현재 F&B 업종 관련 기업들은 첨단 로봇 공학과 AI 솔루션을 통해 제품 생산 자동화뿐만 아니라 소비자 수요 데이터 분석을 통한 생산 효율 증대, 오염된 제품 선별 등 다양한 목적을 실현하고 있다.

다만, 전체 로봇 시장을 기준으로 봤을 때 음식료 산업 내 로봇 적용 수준은 다른 제조업 대비 상대적으로 낮은 편인데, 위생 및 안전 기준이 타이트한 업종 특성 때문이다. 음식료 제조 공장용 로봇 설치 자체는 '13년부터 '18년까지 CAGR 15%로 고성장했으나, 로봇 전체 설치대수 비중으로는 3% 수준에 불과하다. 국가별 비중으로는 미국, 중국, 일본, 이탈리아, 독일 순이다.

시장조사기관 MarketandMarkets에 따르면 글로벌 푸드 로봇 시장 규모는 '20년 기준 약 19억 달러로, 연평균 13.1%로 성장해 '26년 약 40억 달러에 도달할 전망이다. 음식료 업계의 자동화 수요 증가로 푸드 로봇 시장은 꾸준히 성장해 나갈 것으로 보인다. 다만, 상기 푸드 로봇은 주로 음식료 제조 공정에 사용되는 로봇을 의미하며 앞으로 다룰 다양한 푸드테크 로봇의 종류를 모두 포함하고 있지는 않다.

그림 29. 전세계 푸드 로봇 시장 규모 전망



자료: MarketandMarkets, 삼일PwC경영연구원

II.

Robots in Food Tech





2-1

푸드테크 로봇의 정의와 범주

앞서 언급하였듯 Robotics는 음식료 산업 Value Chain 상 거의 모든 부분에 관여가 가능한만큼 푸드테크 산업에서 빼놓을 수 없는 핵심 영역이다. 현재 '푸드테크 로봇'에 대해 전세계적으로 통용되는 명확한 정의 및 분류는 없다. 국제로봇연맹(IFR, International Federation of Robotics)의 현행 분류에도 푸드테크 로봇은 명시된 바 없으며, 음식료 제조 공정에 사용되는 로봇은 '산업용 로봇', 이외 음식 서빙, 배달 등에 사용되는 로봇은 '기타 전문 서비스 로봇'에 해당한다고 볼 수밖에 없다.

다만, 국내에서 사용되는 통계청 승인 '로봇산업 특수분류표'(한국로봇산업진흥원, KIRIA, Korea Institute Robot Industry Advancement)를 기준으로 협의의 푸드테크 로봇과 광의의 푸드테크 로봇 개념 정립이 가능하다고 판단된다. 협의의 푸드테크 로봇의 경우, 로봇산업 특수분류표 상

'전문 서비스용 로봇' 중 '사업시설 관리용 로봇'과 '기타 전문 서비스용 로봇'의 '배달, 물품취급 및 서빙용 로봇', '전문 요리용 로봇'에 외식업체에서 사용하는 서빙, 조리 로봇 등이 해당되며, '로봇 관련 서비스' 중 '로봇 이용 음식점 및 관련 정보 서비스'에 로봇 카페 등이 포함된다. 즉, 주로 음식료의 최종소비자를 대면하는 외식업계에서 사용되는 로봇을 협의의 푸드테크 로봇으로 정의할 수 있다.

그러나 앞서 살펴보았듯 푸드테크 산업은 외식업종에만 국한되어 있지않고 광범위한 영역을 포괄한다. 따라서 광의의 푸드테크 로봇은 식료품 제조 공장에서 사용되는 로봇, 농축수산업에 사용되는 로봇, 신선식품 물류 로봇, 배양육 등 생명공학 기술을 활용한 새로운 식품 개발에 사용되는 로봇, 기타 개인 식단 관리 및 식생활 향유에 사용되는 로봇 등을 모두 포함한다고 정의하고자 한다.

표 8. 로봇산업 특수분류표(3차개정·통계청 고시) 상 '푸드테크' 연관 로봇 분류

대분류	중분류	소분류
제조업용 로봇	생명공학기술 공정용 로봇 제조	생물 세포조작, 신약합성 및 분석용 로봇 제조 기타 생명공학기술 공정용 로봇 제조
	기타 제조업용 로봇 제조	협동 로봇 제조 제조공정 교육훈련용 로봇 제조 기타 달리 구분되지 않은 제조업용 로봇 제조
	사업시설 관리용 로봇 제조	사업시설 청소용 로봇 제조 사업시설 안내용 로봇 제조 ¹⁾ 기타 사업시설 관리용 로봇 제조
전문서비스용 로봇 제조	농림어업용 로봇 제조	작물재배 및 축산용 로봇 제조 임업 및 어업용 로봇 제조 기타 농림 어업용 로봇 제조
	기타 전문서비스용 로봇 제조	배달, 물품취급 및 서빙용 로봇 제조 전문요리용 로봇 제조 연구용 로봇 제조 기타 달리 분류되지 않은 전문서비스용 로봇 제조
	가사용 로봇 제조	가사용 로봇청소기 제조 가정 경비용 로봇 제조 기타 가사용 로봇 제조
개인서비스용 로봇 제조	기타 개인서비스용 로봇 제조	기타 개인서비스용 로봇 제조
로봇 관련 서비스	로봇 이용 음식점 및 관련 정보 서비스	로봇 이용 음식점 및 음료점 ²⁾ 로봇관련 전문 간행물 출판 및 포털 서비스 로봇시스템 구축 및 운영서비스 로봇 운영관련 정보 서비스 기타 달리 분류되지 않은 로봇관련 정보 서비스

주1) 사업시설물 안내 및 정보서비스, 주문 접수,接客 등 기능을 수행하는 로봇 제조

주2) 로봇을 이용한 서비스를 제공하는 음식점 및 음료점

자료: 한국로봇산업진흥원, 삼일PwC경영연구원

본 보고서에서는 상기 협의의 푸드테크 로봇 중 1) 음식료 조리 로봇, 2) 음식 서빙 로봇, 3) 접객, 정리, 설거지 로봇, 4) 음식 배달 로봇을 다루고, 광의의 푸드테크 로봇 중 1) 식재료 생산에 관여하는 농축수산업 로봇, 2) 음식료 공장 제조 로봇, 3) 식료품 물류 로봇에 관해 추가적으로 논의하고자 한다. 대부분의 푸드테크 로봇의 경우, 외식업체, 음식료 가공·제조업체, 신선식품 유통·물류업체, 이커머스업체 등의 다양한 수요기업이 직접 또는 로봇 제조 및 자동화 솔루션 개발업체들과 협력하여 개발 및 생산하여 업장에 적용한다는 점을 인지할 필요가 있다.

표 9. 본 보고서에서 다룬 푸드테크 로봇 분류

구분	분류	내용
협의	조리 로봇	다관절로봇(Articulated Robot) 플랫폼을 기반으로 스마트 툴 체인저(다양한 도구를 바꿔가며 사용) 및 그리퍼(물체를 쥐거나 놓음) 기술을 사용해 음식을 조리하는 로봇, 협동로봇 플랫폼으로 요리사를 보조하는 로봇
	서빙 로봇	SLAM(Simultaneous Localization And Mapping) 알고리즘을 기반으로 한 자율주행 기술과 LiDAR(Light Detection And Ranging) 센서를 활용해 조리된 음식을 소비자에게 운반하여 전달하는 로봇
	접객·정리 설거지 로봇	IoT 등을 활용해 스마트폰, 태블릿PC로 예약, 좌석 안내, 주문, 결제가 가능한 로봇으로, 서비스 강화 측면에서 휴머노이드 형태를 차용되기도 함. 다관절로봇의 팔을 사용하거나 전용 식기 및 전용 자동화 기구를 결합해 퇴식구로 운반된 그릇을 대규모로 세척하고 정리하는 로봇
	Last Mile 배달 로봇	자율주행, IoT 기술 등을 활용하여 음식을 옥내 또는 옥외에서 최종 소비자에게 배송하는 로봇
광의	농축수산업 로봇	농축수산업 생산, 재배 분야에서 작업환경을 인식하고 현황을 판단해 자율적인 동작을 통해 지능화된 작업 또는 서비스를 제공하는 로봇
	음식료 공장 제조 로봇	음식료 전처리, 선별, 가공, 포장 등 생산공정 자동화 및 협업 로봇
	식료품 물류 로봇	물류 창고 내에서 AGV(Automated Guided Vehicle), 소팅 시스템 등을 통해 식료품을 자동으로 분류하고 운반하는 로봇, 최근 MFC(Micro Fulfillment Center)에 주로 적용

자료: 삼일PwC경영연구원

2-2

협업의 푸드테크 로봇

협업의 푸드테크 로봇은 주로 외식업계를 수요처로 하는 로봇으로, 음식료 조리, 서빙,接客·정리·설거지, 배달 등의 기능을 수행한다.

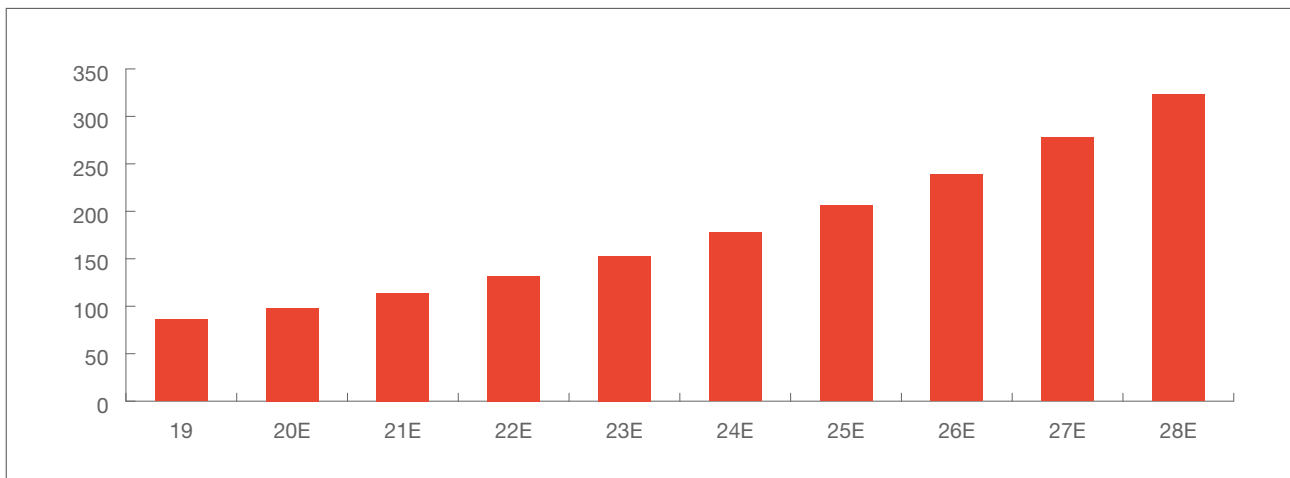
1 음식료 조리 로봇

인건비 상승과 요식업계 구인난이 지속되면서 주방에서 직접 음식을 만드는 '조리 로봇' 활용이 증가하고 있다. 미국 시장조사업체 Research Nester에 따르면, 음식 조리용 로봇의 세계 시장 규모는 '19년 기준 8,617만 달러를 기록했으며, '20~'28년 연평균 16.1%로 성장해 '28년 약 3.2억 달러 수준에 도달할 것으로 전망된다.

현재 국내에서는 다양한 푸드테크 스타트업들의 조리용 로봇 시스템이 개발되고 상용화되고 있으며, LG전자와 삼성전자, 두산로보틱스, 현대로보틱스 등의 대기업 계열사들도 조리용 로봇 시장에 발을 내딛고 있다. 하기 표에서 다양한 조리용 로봇의 개발 및 상용화 사례를 다루고자 한다.

그림 30. 전세계 조리용 로봇 시장 규모 추이 및 전망

(단위: 백만 달러)



자료: Research Nester, 삼일PwC경영연구원

표 10. 한국의 조리용 로봇



자료: LG전자

[LG전자] CLOi 셰프봇

- CES2020에 출품된 LG 클로이 다이닝 솔루션에 속하는 로봇들 중 하나로, 음식(국수)을 조리해주는 로봇
- 다양한 형태의 그릇과 조리기구를 잡아 떨어뜨리지 않고 사용할 수 있도록 스마트 툴 체인지 기술 적용
- CJ푸드빌과 협업해 개발해 '빔스' 등의 패밀리 레스토랑에서 국수 등을 조리하는 데에 사용



자료: 삼성전자

[삼성전자] 삼성봇셰프

- CES2019에서 처음 시연된 Samsung Bot 플랫폼에 포함된 로봇 중 하나로, 요리를 보조하는 로봇
- 음성인식으로 명령을 이해하는 AI기반 로봇 팔로, 비전 센서로 사물을 인식해 식재료 절단, 양념 투하, 레시피 추천 등의 다양한 기능을 수행



자료: 두산로보틱스

[두산로보틱스·로보테크] 쿡봇셰프

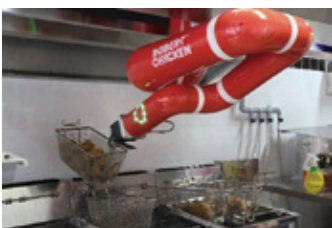
- 2022년 IFS 프랜차이즈 창업박람회에서 처음 시연된 로봇으로, 두산로보틱스와 쿡로봇 제조사 로보테크가 협업해 제조한 조리용 로봇
- 6축 협동로봇과 재료 공급, 조리, 운반 등을 위한 자동화 시스템을 결합한 일체형 주방 로봇
- 원재료만 투입하면 로봇팔이 튀김, 면, 찌개 등 20여종 요리 가능, 시간당 60그릇 제조



자료: 레인보우로보틱스

[옛날헤나다·레인보우로보틱스·두산로보틱스] 치킨로봇 '디덱'

- 치킨 튀김 조리 로봇, 김해 등에 '디덱' 매장 운영중
- 옛날헤다는 치킨을 튀기는 로봇 '디덱(D-Deck)'을 런칭해 국내외 외식 브랜드에 치킨 로봇을 제공, 두산로보틱스 및 레인보우로보틱스는 디덱을 함께 개발하고 공급함



자료: 로보아르테

[로보아르테] 치킨로봇

- 치킨 로봇, 서울 강남구에 '와버트치킨' 매장 운영중
- 협동 로봇팔을 활용하여 치킨 조리를 반죽부터 튀김까지 자동으로 조리하는 로봇



자료: 퓨처키친

[퓨처키친] 치킨로봇

- 치킨 제조부터 배달까지 로봇이 수행하는 자동화 시스템으로, '치킨드셰프' 앱으로 주문을 하면 레시피대로 로봇이 치킨을 조리



자료: 케이푸드텍

[케이푸드텍·레인보우로보틱스] 조리 로봇

- 볶음·찌개 조리 로봇, 트레이 로봇을 결합해 개발
- 케이푸드텍은 4대의 조리 로봇이 설치된 봇밥이라는 로봇 한식음식점 운영. 레인보우로보틱스의 협동로봇 'RB-3'과 음식운반 컨베이어벨트 등으로 구성된 식당



자료: 브이디컴퍼니, 로봇신문

[브이디컴퍼니] 아이언셰프

- 식재료가 담긴 트레이를 넣으면 레시피에 따라 요리해주는 로봇. 레시피 선택만 하면 사람 개입 없이 원스탑으로 음식 제공. 볶음밥, 찌개, 찜, 전골, 파스타 등 다양한 종류의 음식 조리 가능. 한번에 4인분까지 요리 가능, 최대 9가지 소스, 230도 불세기 제공



자료: 고평자

[고피자·뉴로메카] 피자로봇

- 피자 제조 로봇, 국내외 체인점 60곳 이상 운영중
- '고피자'는 협동로봇 제조기업 '뉴로메카'와 피자 제조 로봇자동화 시스템을 개발함



자료: 제우스

[제우스] 커피로봇

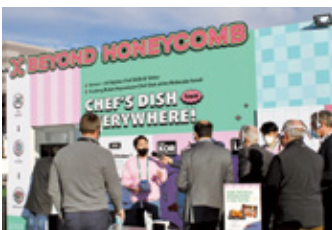
- 제우스의 6축 다관절 로봇 ZERO가 무인카페에 적용된 형태로, 커피를 제조하는 바리스타 로봇
- ZERO: 바리스타 기능을 비롯해 피자·치킨 조리 등 다양한 전문 기술을 수행하는 데 적합. 선회 동작 특허기술인 '패스루(Pass-Through)'를 적용해 30% 이상 공간 절약 효과가 있으며, 자판기 형태의 탑재도 가능



자료: 성호하이텍, 로봇신문

[성호하이텍] 계란요리 로봇

- 계란 후라이 및 스크램블 조리 로봇으로, 평균 120초의 시간 소요. 호텔 조식 코너나 대형 마트 시식 코너, 고속도로 휴게소 등에서 활용 가능. 계란 깨기, 풀기, 그리퍼, 혼합 스크램블 등의 작업 수행



자료: 비온드허니컴, 전자신문

[비온드허니컴] AI 셰프

- CES 2022에서 시연된 비온드허니컴의 AI셰프
- 해당 메뉴의 조리 과정을 분자 단위로 학습하고 자동화된 쿡킹 로봇을 통해 균일한 맛과 식감을 재현
- 맛과 식감을 수치화하는 센서와 쿡킹 AI 소프트웨어를 통해 다양한 맛과 식감을 조리 중에 실시간으로 수치로 변환

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

해외에서도 조리용 로봇은 활발하게 개발되고 상용화되고 있으며, 관련 스타트업에 대한 투자 또한 지속적으로 이루어지고 있다. 미국, 유럽에서는 주로 피자과 햄버거 같은 패스트푸드 음식 조리 로봇이 중점적으로 상용화되었으며, 아시아에서는 면 요리 로봇 등이 개발되었다. 마찬가지로 하기 표에서 해외 각국의 조리용 로봇 케이스들을 다루고자 한다.

표 11. 미국의 조리용 로봇



자료: 미소로보틱스

[Miso Robotics] Flippy 1,2

- 햄버거, 감자튀김 조리 로봇
- 미국 '미소로보틱스'는 처음에는 햄버거를 뒤집는 로봇으로 시작했으나 점차 튀김에 초점을 맞춤
- Flippy: 사람과 협업하여 햄버거를 제조하는 협동로봇으로, 카트방식으로 바뀌기로 이동
- Flippy2: 시간당 60개 튀김바구니 처리 가능, 튀김 바구니 채우기, 비우기, 복귀 등의 준비 작업 가능



자료: 피크닉

[Picnic] 피자로봇

- 대규모 주문 소화와 푸드트럭을 통한 이동이 가능한 피자 제조 로봇으로, 12인치 피자를 시간당 300판, 18인치 피자를 시간당 180판 제조 가능
- 모듈러 방식을 채택해 소스, 치즈, 페퍼oni 등을 뿌려줄 수 있는 어셈블리 라인을 모듈식으로 추가하는 형식으로 맞춤형 제작이 가능
- 고가의 로봇을 구매하지 않고도 구독형 서비스로 이용 가능한 RaaS(Robot as a Service) 방식 도입



자료: 로보버거

[RoboBurger] 햄버거 로봇자판기

- 전원에 연결해 바로 사용 가능한 방식의 햄버거 로봇 자판기로, 냉장고와 세척시스템이 포함
- 고객이 자판기 터치스크린을 눌러 버거를 주문하면, 로봇이 패티와 빵을 굽고, 양념을 더하고, 버거 형태로 쌓는 과정을 수행해, 6분안에 조리를 완료
- 햄버거 가격은 6.99달러



자료: 날라로보틱스

[Nala Robotics] 치킨 로봇

- 치킨 조리 로봇이 탑재된 완전 자동화 레스토랑
- AI와 머신러닝으로 구동되는 여러 로봇이 직접 치킨을 조리하며, 로봇 팔로 다양한 조리 도구와 부엌용품들을 다룸



자료: 윌킨슨베이킹

[Wilkinson Baking] 제빵 로봇

- 바닥 면적 약 2제곱미터의 제빵 로봇
- V자형 용기인 호퍼에 곡류 등 마른 재료를 넣고, 반죽이 완성되면 90분 안에 빵으로 완성. 상기 과정 이후 빵들이 매 6분마다 순차적으로 기계 밖으로 나오며, 최대 일일 생산량은 약 235개



자료: 스파이스

[Spyce] 조리 로봇

- 7개의 자율 회전 냄비가 있는 기계주방
- 고객들은 터치스크린 키오스크를 통해 주문하면, 식재료들이 회전 냄비 안에서 섞이고, 음식은 가열되어 고객들에게 제공됨



자료: 블렌디드, 잠바주스

[Blendid] 스무디 로봇

- 블렌디드가 개발한 자율로봇 푸드 키오스크
- 인공지능과 로봇 기술을 적용해 비접촉 방식으로 각종 스무디 등 음료 서비스를 제공
- 스무디, 수프, 샐러드, 샌드위치 등 다양한 신선 식품을 로봇 키오스크를 통해 제공할 계획으로, 10개의 특허와 3개의 상표권 등 지적재산을 보유



자료: 바질스트리트

[Basil Street Pizza] 피자 로봇

- 벽돌 오븐 스타일의 피자 로봇 키오스크
- 3종의 10인치 이탈리아 스타일 썬피자를 제공
- 가격은 6.95~14.95달러(약 8,200원~1만 7,600원)
- 피자는 제조 후 급속 냉동되며, 주문 후 약 3분 만에 완성

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

표 12. 유럽의 조리용 로봇



자료: 파찌

[PAZZI(이전 사명 EKIM)] 피자 로봇

- 프랑스 파리에 본사를 둔 스타트업 파찌의 피자로봇 제조용 로봇
- 실제 피자 장인의 동작과 유사하게 프로그래밍
- 3개의 로봇 팔로 동시에 여러 피자 제조 가능



자료: 몰리로보틱스

[Moley Robotics] 로봇 키친

- 영국의 몰리로보틱스가 개발한 로봇 키친은 주방 천장에 양팔 로봇을 장착한 시스템
- 버튼 한번만 누르면 직접 음식을 요리해 다양한 요리 레시피를 제공하며, 요리가 끝나면 스스로 주방을 청소함
- 광학 카메라를 활용해 떨어진 음식을 찾아 청소하고 UV 램프로 조리 공간에 있는 세균을 살균



자료: 카라쿠리

[Karakuri] Marley(식품계량, 조리보조 로봇, DK-One(음식 분배 로봇))

- 영국 카라쿠리사의 음식 조리 보조 및 분배 로봇
- Marley(우): 사탕 계량, 아이스크림 제조, 칵테일을 따르는 것과 같은 작업에 사용되는 로봇
- DK-One(좌): 대용량 음식 분배 로봇으로, 계량이 필요한 개인 맞춤형 식사 등에 활용



자료: FZI

[FZI] 쿠키 장식 로봇

- 독일 FZI사가 양팔을 가진 휴머노이드 로봇 '홀리'에 케이크 장식이 가능한 도구와 쿠키를 옮길 수 있는 주걱을 장착해 제작한 쿠키 장식 로봇
- 6자유도의 로봇 팔과 9자유도의 송크 핸드가 장착되어 있고, 허리를 굽힐 수 있으며, 모니터 화면으로 원하는 장식물을 선택해 쿠키를 만들 수 있음

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

표 13. 일본의 조리용 로봇



자료: 요카이익스프레스

[Yokai Express] 라멘 로봇 자판기

- CES 2022에도 출품된 자판기형 라멘 제조 로봇
- 일본 하네다공항, JR동일본 도쿄역 등 설치되어 운영 중이며 미국 테슬라 본사에도 설치
- 6종의 라멘 제공하며 주문 후 2분안에 조리 완료
- 주문이 들어오면 냉동 상태로 보관하는 면, 국물, 고명 등을 자동으로 해동 및 조리해서 내는 방식



자료: 커넥티드로보틱스, 로봇신문

[Connected Robotics] 소바 로봇 옥토셰프 Hot Snack Robot

- 일본 커넥티드로보틱스가 개발한 조리용 로봇들
- 소바로봇(좌측 상단): 1시간에 최대 40그릇 소바 제조 가능, 평가 인하를 위해 대만제 로봇 팔 사용
- 옥토셰프(좌측 하단): 다축 로봇을 기반으로 한 타코야키 제조 로봇, 타니코와 공동개발
- Hot Snack Robot(우): 튀김을 포함한 편의점 간식 조리 로봇, 보온고에서 상품 전달 등이 가능



자료: 테크매직

[TechMagic] P-Robo(파스타 로봇)

- 테크매직이 독자개발한 냄비와 로봇팔을 이용해 면과 재료를 교반해 파스타를 제조하는 로봇
- 파스타 1인분 제조에 45초 소요, 1시간에 최대 90인분의 파스타 제조 가능
- 로봇이 조리를 마치면 면이 담긴 냄비들이 직원에게 이동, 냄비 세척 작업도 로봇이 자동으로 수행



자료: 모리로보

[Morirobo] 로봇Q(크레페 로봇)

- 자동으로 크레페 반죽을 구워주는 로봇Q
- 로봇이 크레페 반죽을 제조하면 직원이 고객의 주문에 맞게 속재료를 넣어 크레페를 완성하는 방식



자료: 오텍, 로봇신문

[Autec] 스시 로봇

- 스시와 롤을 만들어주는 로봇으로, 보조 요리사 없이 스시아 운영 가능하게 해줌
- 밥 덩어리를 통에 넣으면 초밥에 쓸 수 있도록 동그랗게 또는 길쭉하게 만들어줌. 밥의 온도, 뭉침 상태 등을 세심하게 관리
- 시간당 최대 450개의 스시 롤 제조 가능

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

표 14. 이외 국가들의 조리용 로봇



자료: 하이퍼로보틱스

[Hyper-Robotics] 피자 로봇

- 이스라엘 'Hyper-Robotics'사가 개발한 완전자동화 컨셉의 컨테이너형 로봇 피자 레스토랑
- 대류열 방식의 오븐, 피자를 오븐으로 옮기는 컨베이어 벨트와 자동 슬라이서, 피자를 상자에 넣는 포장 시스템까지 모두 로봇으로 완전 자동화되어 있으며, 1시간에 50판의 피자 제조 가능



자료: 오렌지클로브

[Orange Clove] Sophie(쌀국수 로봇)

- 싱가포르의 'Orange Clove'사가 개발한 쌀국수 락사(Laksa) 제조 로봇.
- 쌀국수 한 그릇을 45초 만에 제공
- 로봇은 국수를 데우고, 새우를 첨가하고, 매운 코코넛 수프를 국자로 넣는 작업까지 수행



자료: 보즈린로봇

[보즈린로봇] 볶음요리 로봇

- 중국의 '보즈린로봇' 사가 개발한 볶음요리 로봇
- 광둥식 전병인 '어병'과 중국식 볶음 요리가 가능
- 보즈린로봇: 중국 컨트리가든그룹의 완전자회사로 스마트 로봇 연구개발, 제조, 운영업을 영위함.



자료: 오리온스타

[Orion Star] Smart Coffee Master(음료 제조 로봇)

- 중국의 로봇 제조사 'Orion Star'가 개발한 6축 양팔 음료 제조 로봇으로 커피를 내려줌
- AI, 머신러닝 기반 로봇으로, 3,000시간 학습을 통해 드립 커피 내리는 법을 익힘
- 6축 양팔 설계로 커피를 내리는 데 필요한 복잡한 동작을 하면서 맛을 유지하며, 모듈화 설계로 로봇팔 개발 플랫폼을 사용자 수요에 맞춰 응용 가능



자료: 님블

[Nymble] Julia(요리 로봇)

- 인도의 'Nymble' 사가 개발한 가정용 요리 로봇
- 하나의 솥에 조미료와 식재료 넣고 로봇 팔을 이용해 카레, 국수 등을 조리
- 조리과정은 카메라로 모니터링, 스마트폰 앱을 통해 150여가지 레시피 제공 계획



자료: YPC테크놀로지

[YPC Technologies] 조리 로봇

- 캐나다 몬트리올에 본사를 둔 로봇주방 스타트업 'YPC Technologies'가 개발한 조리 로봇
- 다관절로봇이 재료를 잡아 다양한 멀티 쿠키에 붓고, 찢고, 요리하는 다른 장치들을 포함함. 시간당 약 100가지 요리 제조 가능.



자료: 로봇신문

[RoboEats] Ark 03(조리 로봇)

- 캐나다의 푸드테크 스타트업 'RoboEats'가 개발한 조리 로봇 키오스크로, 관절식 로봇 팔, 인덕션 조리기 등을 장착
- 주문하면, 수프, 샐러드 드레싱 등 포함한 110가지 재료 중 필요한 것을 회전 조리기에 넣고, 완료되면 음식을 그릇에 담아 전달
- 30초에 1인분씩 제조 가능하며 자동 세척, 살균 기능 갖추

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

2 음식료 서빙 로봇

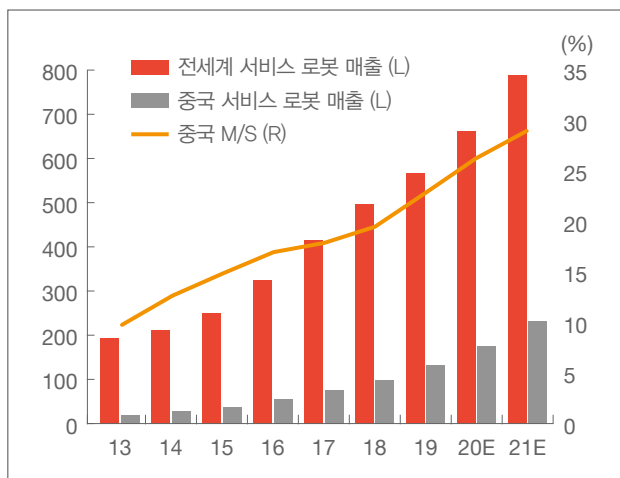
서빙 로봇은 주로 외식업계에서 음식 서빙과 퇴식 등의 기능을 수행하는 상업용 서비스 로봇으로, 대부분 SLAM (Simultaneous localization and mapping, 동시적 위치추적 및 지도작성) 알고리즘 기반 자율주행 기술이 적용되어 있다. 서빙 로봇에 주문 시스템과 연동된 솔루션을 적용하거나 태블릿PC에 테이블 번호를 입력하면, 로봇이 사람과 물체를 피해 지정된 테이블까지 음식을 전달하고 복귀하게 된다. 서빙 로봇은 뒤에서 다룰 Last Mile 배달 로봇과 함께 현재 상용성 및 성장성 측면에서 가장 주목받고 있는 서비스 로봇 중 하나다.

서빙 로봇 시장에서 가장 두각을 나타내고 있는 국가는 중국으로, 현재 글로벌 시장 내 점유율도 높을 뿐만 아니라 성장 속도 또한 타 국가 대비 빠른 편이다. 중국 서빙 로봇 시장은 COVID-19 사태 이후 성장이 가속화되었는데, '19년 기준 약 2.2억 위안의 규모에서 '20년 11.6억 위안까지 약 338% 성장한 바 있다. 서빙 로봇보다 상위 개념인 서비스 로봇의 경우에도, 중국의 서비스 로봇 시장은 '13년부터 '21년까지 CAGR 36%로 성장해 전세계 평균 대비 2배 이상의 성장률을 보였으며, '21년 기준 약 231억 위안의 시장 규모를 기록하고 글로벌 M/S 30%에 도달했을 것으로 추정된다.

국내 서빙 로봇 시장의 대부분도 중국산 서빙 로봇이 차지하고 있다. 중국 푸두로보틱스의 서빙로봇을 브이디컴퍼니가 한국으로 들여와 국내 맞춤형 서비스를 제공하는데, 브이디컴퍼니의 국내 서빙 로봇 시장 점유율이 약 70% 이상으로 추정되기 때문이다. 서빙 로봇 시장 내 주요 기업으로는 상기 언급된 중국의 Pudu Robotics, Keenon Robotics, 미국 스타트업 Bear Robotics가 있으며, 한국 LG전자의 클로이 서브봇도 출시되어 있다.

그림 31. 글로벌 및 중국 서비스 로봇 시장 규모

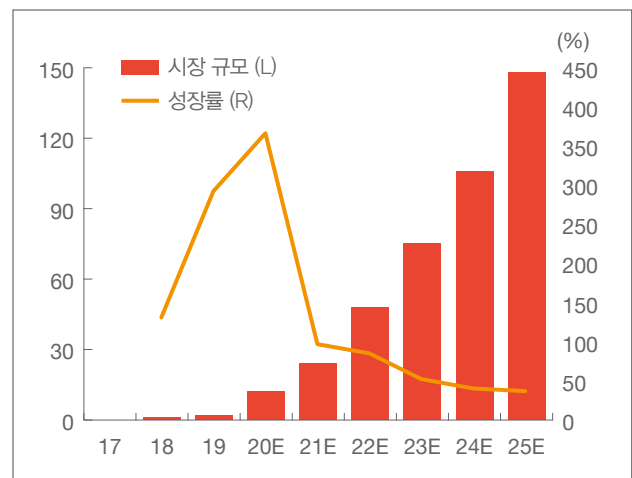
(단위: 억 위안)



자료: Chinese Institute of Electronics, 삼일PwC경영연구원

그림 32. 중국 서빙 로봇 시장 규모 추이 및 전망

(단위: 억 위안)



자료: NCBC, 삼일PwC경영연구원

앞서 언급한 바와 같이 국내 서빙 로봇 시장은 브이디컴퍼니가 주도하고 있고, 이외 M/S는 대부분 배달의 민족의 우아한 형제들이 점유하고 있는 상황이다. 다만 '21년부터 KT에서도 현대로보틱스 및 미국 Bear Robotics와 제휴하여 서빙 로봇 시장에 진출했다. KT는 전국 네트워크망을 기반으로 로봇을 24시간 관제하며 로봇의 이상 여부 파악이 가능하다는 경쟁력을 보유하고 있다.

그림 33. KT 서빙 로봇 사양 및 기능



자료: KT

그림 34. KT 서빙 로봇의 주요 서비스



자료: KT

표 15. 중국의 서빙 로봇



자료: 푸두로보틱스

[Pudu Technologies] Pudubot

- 트레이를 통해 음식을 서빙하는 로봇
- 푸두봇2: 인산철리튬 배터리 탑재로 3시간 충전시 24시간 작동, SLAM 기술 탑재해 QR 코드 도움없이 시설 내부 이동하며 로봇 이동 시간 70% 감축
- 푸두테크: 중국 내 음식 서빙 로봇 2위 기업으로 시장 점유율 26% 수준



자료: 킨온

[Keenon] DINERBOT T5

- 트레이를 통해 음식을 서빙하는 로봇
- SLAM 내비게이션 기술, 라이다, 카메라 모듈 등을 기반으로 정확한 위치추적과 안전한 주행 가능
- 중국 '하이디라오', '샤우샤부' 등 식당 체인점에서 사용 중이며, 한국, 미국, 일본 등 식당에도 공급



자료: 오리온스타

[Orion Star] Lucki

- 자율주행, 정밀 내비게이션, 지능적 장애물 회피, 멀티 로봇간 협업 가능한 서빙 로봇
- 최대 40kg 적재 가능, 한번에 최대 4개 테이블 서빙 가능, 1회 충전으로 15시간 작업, 10.1인치 터치스크린, 6대 마이크, 360도 청음기술 탑재



자료: 중국산업경제정보망

[Segway-Ninebot] 바오바오

- 실내에서 음식을 서빙하는 로봇, 사각과 원형 트레이 교체할 수 있는 구조 채택해 통행에 유리
- 스마트 장애물 회피, 자율 내비게이션 기능 보유하며, 한층의 하중 용량 10kg, 전체 하중 용량은 30kg 수준, 업그레이드된 자체 개발 'VILO-SLAM 2.0' 내비게이션 시스템을 탑재

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

표 16. 한국의 서빙 로봇



자료: LG전자

[LG전자] CLOi ServeBot

- 선반형 서빙로봇으로, 선반마다 센서를 탑재해 음식 유무를 자동 감지함
- 선반 4개, 최대 적재용량 20kg, 연속주행 시간 5시간 이하, 완충시간 2.5시간, LiDAR, RGBD 카메라, 초음파센서 탑재해 실내 자율주행기술 구현 중



자료: 코가로보틱스

[SK텔레콤·우리 로봇·코가플렉스·영우디에스피] 서빙고

- 실내 자율주행 기술 기반의 서빙 로봇
- SKT: AI 로봇 상용화에 필요한 실내 원격관제를 위해 자사의 메타트론 그랜드뷰 기술을 탑재. 로봇의 운행상태를 실시간으로 파악해 서빙 로봇이 실내에서 효과적으로 작동할 수 있도록 도움
- 우리로봇: 서빙 로봇의 사업 기획과 제조 담당
- 코가플렉스: AI 실내자율 주행 기술 개발
- 영우디에스피: 서빙 로봇의 전장을 개발해 양산



자료: KT

[KT·현대로보틱스·Bear Robotics] 서빙로봇

- 서빙, 퇴식, 순회 기능을 가진 자율주행 방식 로봇
- KT의 맞춤형 AI서비스를 도입해 고객이 기가지니 단말을 통해 음성 주문을 하면 음식 리필, 메뉴판·앞접시·생수 등을 자리로 배달.
- 산업용 로봇의 내구성을 가진 고하중 서비스 로봇 구동 플랫폼에 트레이가 설치된 형태



자료: 삼성전자

[삼성전자] 삼성봇 서빙, 삼성봇 핸디

- 삼성봇 서빙은 연구 및 투자가 진행중
- CES 2021에서 삼성봇 핸디가 유리잔에 레드와인을 서빙해주는 작업 수행 시현



자료: 배민로봇

[우아한형제들(배달의민족)·Bear Robotics] 딜리 플레이트

- 배달의민족은 베어로보틱스와 제휴해 서빙 로봇 딜리플레이트 개발, 한국 피자헛 등에 시범 도입
- 기능, 제조사별 5개 모델이 전국 305개 식당에 납품되어 운영 중이며, 로봇 화면 커스터마이징 가능
- 외식업계에서 부담 없이 서빙 로봇을 운영해 볼 수 있도록 다양한 렌트 상품 운영 중, 월 렌탈 요금은 36개월 기준 34만3천원



자료: 브이디컴퍼니, 동아일보

[브이디컴퍼니] 푸두봇, 벨라봇, 홀라봇

- 브이디컴퍼니는 중국 푸두테크의 서빙 로봇을 한국으로 들여와 국내 맞춤형 서비스를 제공
- 푸두봇(PuduBot)은 최대 5개 트레이, 50kg 적재 가능, 벨라봇(BellaBot)은 고양이 얼굴 모양 스크린 탑재하고 수백가지 상황 대화 지원해 고객과의 상호작용에 최적화, 홀라봇(HollaBot)은 퇴식 전문 로봇으로 최대 적재 무게는 100kg



자료: 알지티

[알지티] 써봇

- 라이다, 3D 카메라 탑재된 자율주행 서빙 로봇
- 트레이 한층 적재 45kg, 한번에 최대 180kg 서빙 가능해 돌솥을 사용하는 식당에서도 사용 가능
- 모듈화 방식 배터리팩 기술 적용으로 배터리 교체 간편, 한번의 충전으로 72시간 연속 가동 가능

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

표 17. 이외 국가의 서빙 로봇



자료: 베어로보틱스

[Bear Robotics] Penny Servi

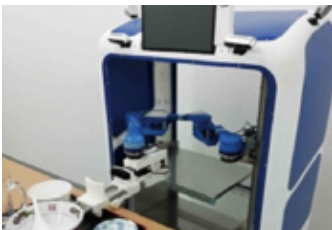
- 미국 실리콘밸리에 본사를 둔 스타트업 베어로보틱스가 개발한 AI 기반 자율주행 서빙 로봇
- CES 2022에도 출품되어 관심을 받음
- Servi: 별도의 인프라 없이 카메라, 센서, 라이다로 자율주행, 최대 60cm 좁은 공간도 장애물로 인식하지 않고 이동, 작은 물건도 인식해 회피 가능, 사람이 있으면 기다렸다 동선 확보시 이동, 식당운영에 맞춘 간단한 음성 안내도 지원



자료: 지디넷코리아

[Richtech Robotics] 마트레디, 마트레디X, 마트레디L, ADAM

- 미국 서비스 로봇업체 리치테크로보틱스가 개발한 서빙 로봇으로, 주방 문을 열 수 있어 주방에서 식탁까지 서빙 가능, 스마트워치로 원격 제어 가능
- 마트레디(Matradee): 서빙용 로봇
- 마트레디X: LED 점멸 조명이 특징인 서빙 로봇
- 마트레디L: 대화형 미디어가 포함된 서빙 로봇
- ADAM: 커피 제조 및 서빙이 가능한 로봇



자료: 스마일로보틱스

[Smile Robotics] ACUR-R(Autonomous Clear Up Robot Type-C)

- 일본 로봇 스타트업 스마일로보틱스가 개발한 로봇팔을 장착한 서빙 로봇
- 음식을 실은 트레이를 가져다주거나 식사를 마친 손님들의 트레이를 수거해 주방으로 운반
- 직원이 태블릿으로 테이블 지정하면 로봇이 장애물을 피해 해당 테이블로 이동하고 로봇 팔을 뻗어 서빙 또는 퇴식

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

3 기타接客, 정리, 설거지 로봇

조리 및 서빙용 로봇 이외에도 식당에서의接客, 결제, 대량 식기 회수 및 정리, 전용식기 대량 세척로봇 등도 사용이 되고 있다. 인간과 비슷한 형태인 휴머노이드 로봇이 사람을 대신해接客 서비스를 제공하고, 일반 식기세척기로 소화가 불가능한 대량의 전용 접시들을 로봇 시스템이 일괄적으로 세척해주기도 한다.

표 18. 기타接客, 정리, 설거지 로봇



자료: 테미, 로봇신문

[Temi]接客, 결제 로봇

- 이스라엘 로봇 기업 Temi가 로봇과 태블릿PC를 결합해 운영하는 스마트 식당 보조 솔루션으로, 태블릿PC로 로봇을 호출하거나 결제가 가능
- 중국 베이징 프렉테크와 함께 외식 매장에 공급



자료: 소프트뱅크 페퍼팔러

[Softbank Robotics] Pepper Robot

- 일본 소프트뱅크 로봇사업부에서 도쿄에接客로봇이 도입된 카페 'Pepper PARLOR' 오픈
- 카페 내부에 휴머노이드 로봇 '페퍼'(상단), 알데바란 로보틱스의 소형 휴머노이드 로봇 '나오'(좌측 하단), 청소로봇 '위즈'(우측 하단) 배치
- 3개국어가 가능한 페퍼는 터치패널로 주문을 받고, 방문객 얼굴을 인식해 메뉴 추천, 사진 촬영 등을 해주고, 나오는 춤 공연, 위즈는 청소를 담당



자료: 후지마크, 로봇신문

[FUJIMAK·TechMagic] 식기 회수, 정리 로봇

- 일본 주방용품업체 후지마크와 자동 조리 솔루션 개발업체 테크매직이 협력하여 개발한 자동 식기 회수 및 정리 로봇
- 세척된 식기들이 컨베이어 벨트를 통해 이동하면 로봇 팔에 부착된 흡입 패드가 다양한 각도에서 피킹, 분류 및 정리 작업을 수행



자료: 디쉬크래프트

[Dishcraft] 전용식기 대량 세척 로봇

- 미국 디쉬크래프트사가 개발한 대중음식점 전문 식기 세척 로봇 시스템으로, 규격화된 전용 접시(자석 고정식)를 대량으로 세척
- 첨단 센서, 컴퓨터비전, 인공지능, UV광선 등 기술을 활용해 식기 세척, 검사 등을 고속으로 수행

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

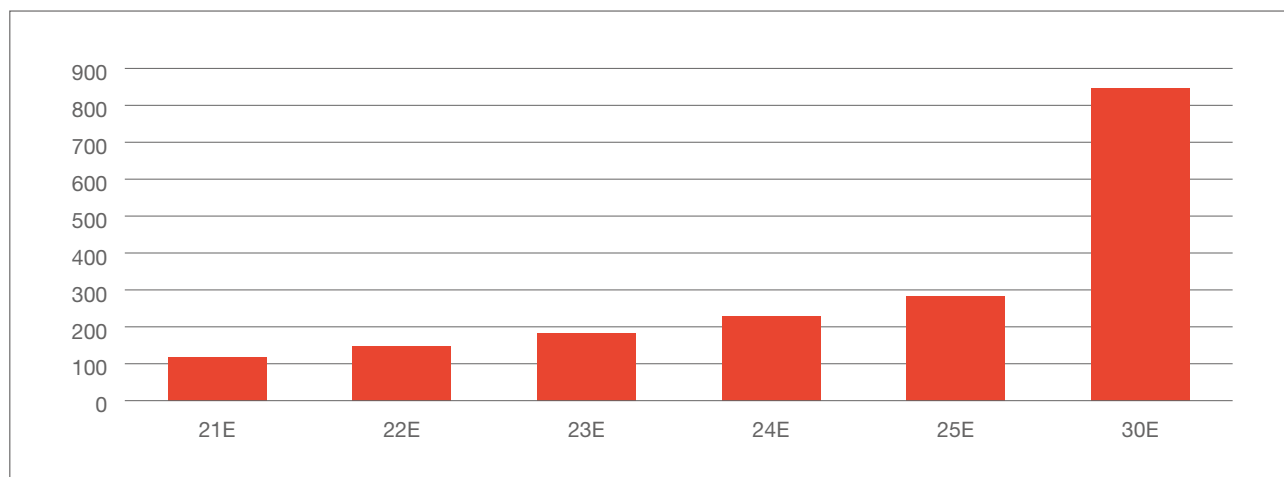
4 음식 배달 로봇

‘Last Mile Delivery’란 상품을 개별 소비자에게 직접 전달하기 위한 배송 마지막 구간을 의미한다. 과거 택배기업의 운송비 절감을 위한 기술적 방안을 논할 때 주로 사용되는 용어였으나, 최근 유통 및 이커머스, 음식 배달업체들까지 라스트 마일 딜리버리 구간에 진입하며 사용 범위가 확장되었다. 보통 라스트 마일은 1) 배송단계 중 비효율성이 높아 수익성 개선 여력이 크고, 2) 공급자 중심의 First Mile 대비 소비자 빅데이터 확보가 가능한 구간이기 때문에 관련 기술과 플랫폼 개발 및 선점이 중요하다고 판단되며, 그 중 핵심이 되는 것이 바로 배달용 로봇과 드론, 자율주행 기술이다.

당사 보고서에서 다룬 음식 배달 로봇은 상기 ‘라스트 마일 배달 로봇’에 한정된다. 라스트 마일 배달 로봇이란 주로 5~10km 정도의 단거리에서 포장된 음식 또는 소형 택배를 최종 소비자가 위치하는 곳으로 운반해주는 로봇을 의미하며, 관련 시장은 '25년 기준 약 284억 달러 규모 수준으로 형성될 것으로 전망(Statista)되고 있다. 시장조사업체 Lux Research Incorporated는 '30년 기준 배달로봇의 전체 배송물량 처리 비중은 20%를 차지하고, 시장 규모는 약 50조 원에 도달할 것으로 전망했다.

그림 35. 세계 자율주행 라스트마일 딜리버리 시장 규모 추이 및 전망

(단위: 억 달러)



자료: Statista, 삼일PwC경영연구원

옥내 및 옥외용 음식 배달 로봇은 주로 음식배달 전문업체, 온라인 신선식품·식료품 판매업체 등의 수요업체가 직접 또는 로봇 전문 기업과 협업하여 개발하며, 하기 표에서 다양한 국내외 케이스를 살펴보겠다.

표 19. 음식 배달 로봇



[Ottonomy] Ottobot

- 미국 스타트업 오토노미에서 개발한 배달 로봇으로, 미국 공항에서 배달 서비스 수행중
- 공항 고객들은 오더앳cvg닷컴에서 식음료 주문이 가능하며, 휴대폰으로 주문 업데이트 받을 수 있고, QR코드로 배달 로봇의 보안 물품칸을 열고 주문한 것을 수령

자료: 오토노미



자료: 카본오리진스

[Carbon Origins] Skippy

- 미국 스타트업 카본오리진스에서 개발한 배달 로봇으로, VR기기를 통해 원격제어가 가능
- VR 기기 착용하면 메타버스로 구현된 도로와 건물 사이에 배달 로봇 스킵피가 등장, 로봇이 장애물을 피하도록 조종 가능, 로봇의 신경망을 실시간으로 훈련시키고 제어 가능
- CES 2022에도 출품되어 시연된 바 있음



자료: 푸도라

[Geoffrey·Foodora] Geoffrey

- 캐나다 로봇 제조사 'Geoffrey'가 개발한 배달 로봇으로, 음식 배달업체 'Foodora'(Delivery Hero의 자회사)의 서비스에 사용
- 토론토 식당 반경 약 1.62km 거리에 있는 고객들에게 시속 6km로 이동해 15분 안에 음식 배달
- 무게 약 4.53kg의 AI 배달 로봇으로, 약 2.7kg 수준의 주문량을 운반 가능. 리모컨 뒤 드라이버에 광각과 줌 기능을 제공하는 5대의 카메라를 장착해 건물주소 볼 수 있고, 야간에도 운행 가능



자료: 배달의민족, 지디넷코리아

[우아한형제들(배달의 민족)] 딜리드라이브

- 우아한형제들(배달의 민족)이 자율주행 배달로봇 딜리드라이브를 활용해 식당에서 아파트 세대 현관 앞까지 음식을 배달해주는 서비스를 시작
- 아파트 세대별로 QR코드를 부여해 배달 접수 후 세대 위치를 인식, 사전입력된 경로에 따라 이동
- 공동현관문이나 엘리베이터 연동 문제는 IoT 기술을 적용해 해결했으며, HDC랩스의 홈IoT서버와 연동해 1층 공동현관 통행 가능



자료: 뉴빌리티, 인공지능신문

[뉴빌리티] 뉴비

- 한국 스타트업 뉴빌리티에서 개발한 배달로봇으로, 라이다 센서 대신 카메라 기반의 자율주행 방식을 택해 가격경쟁력을 확보
- 10개 이상의 고성능 카메라와 레이더, 초음파 센서 등 다양한 센서 기술을 융합해 실시간 도로 상황 등을 인지, 예측하는 방식으로 운행
- 카메라와 센서를 활용한 Visual SLAM 기반의 도심 자율주행 솔루션을 구현



자료: Teknonel

[Flytrex·Causey Aviation Unmanned] 음식 배달 드론

- 이스라엘 드론 배송업체 Flytrex는 식품 콜드체인 물류업계에서 드론을 통한 무인 식품배달, 드론 서비스 기업 Causey Aviation Unmanned와 함께 노스캐롤라이나 홀리 스프링스에서 드론으로 음식을 배달할 수 있도록 FAA의 승인을 취득



자료: 배달의민족, 지디넷코리아

[ZMP·배달의 민족] 음식 배달 로봇

- 일본 자율주행 로봇기업 ZMP는 상품 배송 로봇 CarriRo와 자율 택배 로봇 DeliRo를 출시
- CarriRo의 경우 최대 100kg 적재 가능하고, 시속 6km로 자율주행 및 원격 조작이 가능하며, 스시 배달 업체와 '17년부터 시험검증 한 바 있음
- '19년 한국 배달의민족은 서울 잠실 레이크팰리스 단지 내에서 ZMP의 자율 주행 배달 로봇을 시범적으로 운영한 바 있음

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

2-3

광의의 푸드테크 로봇

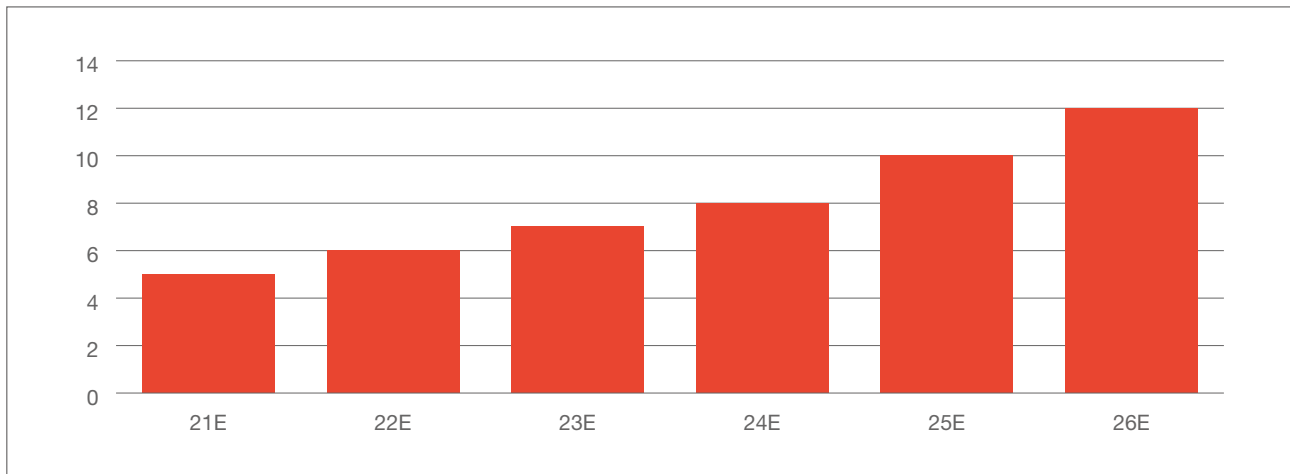
1 농업용 로봇

농업용 로봇은 전문 서비스용 로봇에 속하는 로봇으로, 농작물의 생육 환경에 대한 모니터링뿐만 아니라 작물의 상태에 따라 다양한 농작업을 판단해 수행하는 복합적인 기능을 탑재한 로봇을 의미한다. 좀 더 광의의 농업용 로봇은 농산물 생산, 재배, 유통, 소비의 전 분야에서 작업 환경을 인식하고 현재 상황을 판단해 자율적인 동작을 통해 지능화된 작업이나 서비스를 제공하는 기계로 정의되어 있다.

식량 부족, 고령화, 농업 인구 부족 등의 문제가 부상하면서, AI, 센서, 데이터 분석 등의 기술을 활용해 파종, 잡목, 제초, 이송, 수확 등의 작업을 자동화하기 위한 수요가 확대되고 있다. 이는 농업용 로봇의 연구개발과 관련 시장 성장이 가속화되고 있는 이유다. 시장조사기관 MarketandMarkets에 따르면, 전세계 농업용 로봇 시장은 '21년 기준 약 49억 달러 규모를 기록했으며, 연평균 19.3%로 성장해 '26년 119억 달러 규모에 도달할 것으로 전망된다.

그림 36. 전세계 농업용 로봇 시장 규모 추이 및 전망

(단위: 십억 달러)



자료: MarketandMarkets, 삼일PwC경영연구원

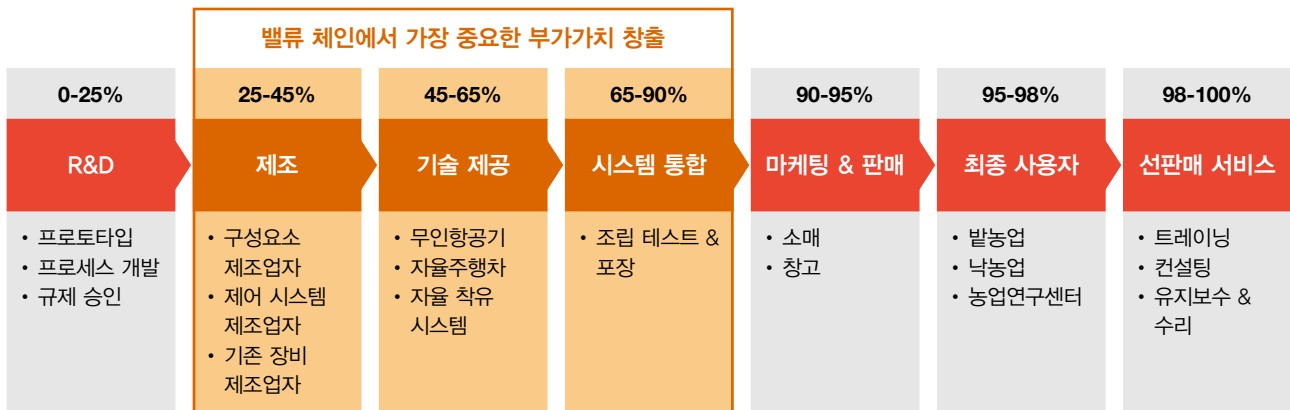
농업용 로봇의 주요 기술로는 크게 6가지가 존재하며, 1) 로봇 기계 하드웨어 플랫폼, 센서, 위치인식 모듈, 2) 원격제어 등 주행 기술, 3) 지면 상태 및 농작물 생육 상황 인식 기술, 4) 수확, 농약 살포 등에 사용되는 원격 모니터링 기반 정밀제어 등 조작 기술 등이 포함된다. 농업용 로봇의 Value Chain 상에서 가장 중요한 부가가치를 창출하는 분야도 상기 기술력을 가장 필요로 하는 하드웨어 제조 및 기술 시스템 구축 단계다.

표 20. 농업용 로봇의 주요 기술

기술 분류	기술 내용
H/W	농업로봇 플랫폼(제초, 방제, 운반, 수확, 모니터링 등), 사물 인식용 센서, 위치 인식 모듈
주행	농업로봇의 원격제어, 실외 환경에서 강한 고정밀, 고속 위치 인식 및 이동 기술, 불규칙하고 연약한 지반 주행에 강한 기술
인식	비평탄 노면과 경사지 인식, 다양한 농작물 식별 및 모델링, 작물 생육 상황 인식
조작	파종, 시비, 농약 살포, 자동 수확 등을 하는 기술, 햅틱 기술, 원격 모니터링 기반 정밀제어 기술
사용성	노인도 쉽게 조작 가능한 사용 편의성을 위한 인터페이스 기술, 원격 스마트 진단 등 수리, 유지 보수 등의 상황에서 사용자가 쉽게 수행할 수 있는 기술
군집·협업	대규모 농작업 구역 및 복잡한 작업 환경에서 로봇 간 정보 공유를 통한 군집 제어 및 협업 기술

자료: KOITA, 삼일PwC경영연구원

그림 37. 농업용 로봇 시장의 Value Chain



자료: MarketandMarkets, 삼일PwC경영연구원

농업용 로봇은 글로벌 라지캡 농업용 중장비·기계 기업들과 Ag-Tech 스타트업들에 의해 연구개발되고 상용화되고 있다. 하기 표에서 다양한 다양한 사례를 살펴보겠다.

표 21. 농업용 로봇



자료: 아이언옥스

[Iron Ox] Angus

- 미국의 농업용 로봇 스타트업 Iron Ox가 개발한 로봇 농장용 로봇
- 자동차 크기의 이동형 로봇 Angus가 생육 중인 농작물이 담긴 트레이를 싣고 이동하면, 유니버설 로봇의 로봇 팔이 작물 종류·생육 정도에 따라 옮겨 심는 작업 수행
- 수경재배 방식으로 재배되며, The Brain이라는 AI S/W를 통해 작물 영양상태를 분석



자료: 디어앤컴퍼니

[Deere&Company] R8, See&Spray

- 미국의 Deere&Company(글로벌 농업 중장비 시장 점유율 1위사)의 완전 자율주행 트랙터 R8(사진 상단)과 CES 2022에 출품된 지능형 잡초 제거 로봇 See&Spray(하단)
- See&Spray: 동사가 인수한 Blue River Technology가 개발한 잡초 제거 로봇으로, 지능형 카메라가 경작지에서 잡초를 식별한 후 로보틱 노즐이 잡초에만 제초제를 도포함 → 제초제 사용량 90% 줄이며 효과적인 잡초 제거가 가능



자료: 펜트

[Fendt] Xaver

- 미국 Fendt의 로봇 Xaver는 모종·씨앗 심는 작업, 비료 주기, 잡초 제거, 작업 감독이 가능
- 클라우드 컨트롤, 인공위성 기반의 탐색 기술이 가능한 정밀농업을 위한 로봇



자료: 어스센스

[EarthSense] TerraSentia

- 미국 농업 기술 기업 EarthSense사의 TerraSentia 로봇은 GPS를 활용해 농지를 이동하면서 병충해 감염 여부 등 다양한 데이터를 수집하고 농작물의 건강 상태를 확인해 보고
- 머신비전, 머신러닝 기술을 기반으로 데이터를 수집, 분석함으로써 수확의 질, 정확도, 비용을 개선



자료: 애그로봇

[Agrobot] 딸기수확로봇

- 스페인 농업 로봇 기업 Agrobot사가 개발한 딸기 수확 로봇
- 센서, 포획기, 절단기를 동시에 작동시켜 딸기의 익은 상태를 파악하고 로봇 팔로 딸기를 수확하며, 농장의 구조를 인식하여 자동으로 운전하는 기능도 갖추고 있음
- 딸기 농사는 주 3회 수확을 해야할만큼 노동 집약적으로, 수확 로봇이 큰 도움이 됨

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

2 식품 공장 가공·제조 로봇

식료품 가공 및 제조 공장에서도 로봇은 사용되고 있다. 식품 가공·제조 산업 내에서 로봇은 주로 식재료를 가공하거나 음식을 포장하고 용기에 담는 라인에 배치된다. 기존에 사람이 수행했던 반복적인 작업을 로봇이 독립적으로 혹은 작업자와 함께 해주면서 피로도를 낮출 수 있다.

식품공장 내 로봇의 작업 종류로는 핸들링, 팔레타이징, 피킹이 있다. 1) 핸들링은 재료, 부품, 제품 등을 한 곳에서 다른 곳으로 이동시키는 작업이며, 핸들링 로봇은 작은 물품을 사람보다 고속으로 운반하거나 사람이 들 수 없는 고중량의 물체를 이동시킨다. 2) 팔레타이징은 상자, 병 등의 제품을 팔레트에 쌓는 작업을 의미하며, 3) 피킹은 'Pick and Place'로도 불리며 컨베이어 벨트 위에서 움직이는 것을 고속으로 집어내 분류하는 작업을 뜻한다.

식품공장용 로봇의 활용 분야는 육가공, 낙농제품, 과일·야채, 과자, 인스턴트 식품 등 다양하다. 육가공의 경우 절단된 육류의 피킹, 살라미 분류, 소시지가 담긴 캔의 팔레타이징 등이 로봇을 통해 이루어지며, 낙농제품의 경우 치즈 외피 제거, 모짜렐라 블록 핸들링, 요구르트 컵의 팔레타이징 등에 로봇이 활용된다. 과일·야채의 경우 컬러에 따른 채소 분류, 감자의 손상 부위 커팅, 과일·야채의 팔레타이징에, 과자류의 경우 초콜릿 주형 채우기, 과자 포장 및 분류에 로봇이 사용된다. 인스턴트 식품의 경우 피자에 토마토 소스를 올리거나, 샌드위치를 포장하거나, 인스턴트 수프를 팔레타이징 하는 작업 등에 로봇이 활용 가능하다.

다만, 식품 가공·제조업의 경우 다른 산업 대비 로봇 사용도와 고도화 수준이 낮은 편이다. 현재의 로봇공학 기술력이 식품 공장에 적용되기에 부족한 수준은 아니지만, 로봇 관련 공통적인 위생 기준 등이 구체적으로 정립되지 않았기 때문이다. 규제당국의 가이드라인이 구체화된다면, 오히려 COVID-19 사태로 강화된 방역 및 위생 기준에 로봇이 사람보다 더 적합할 수도 있다. 사람은 바이러스 노출이나 머리카락 등의 이물질 오염 가능성이 더 높기 때문이다.

따라서 식료품의 신선도 및 안정성 유지 및 식품 가공·제조 공정 내 생산성이 극대화에 기여하는 로봇 개발을 위한 규제당국의 가이드라인과 기술적 요구사항 구체화가 필요하다고 판단된다. 또한 향후 식품 가공·제조 라인 내 균일한 품질 유지를 위해 품질 관리 분야에서도 로봇의 활용이 확대될 수 있다고 보인다.

표 22. 식품 공장 내 로봇의 작업 종류

핸들링	팔레타이징	피킹
 <p>제품, 부품 등을 어떤 장소에서 다른 장소로 이동시키는 작업</p>	 <p>상자, 병, 케이스 등을 팔레트에 쌓아 올리는 작업</p>	 <p>컨베이어 벨트 위를 고속으로 흘러가는 부품, 식품을 집어내 분류하는 작업</p>

자료: Kawasaki Robotics, 삼일PwC경영연구원

그림 38. 식품 공장용 로봇의 다양한 활용 분야

육가공 <ul style="list-style-type: none"> • 도축장에서 일차 해체 • 절단된 육류의 피킹·포장 • 살라미의 분류 • 소시지가 담긴 캔 팔레타이징 	낙농제품 <ul style="list-style-type: none"> • 치즈 외피 제거 및 절단 • 모짜렐라 블록의 핸들링 • 치즈 주형 청소 • 요구르트 컵의 팔레타이징 	베이커리, 곡물 <ul style="list-style-type: none"> • 빵 및 케이크 절단 • 운반 박스에 바게트 적재 • 베이킹 트레이 핸들링 • 물류 시스템으로 밀가루 운반
과일·야채 <ul style="list-style-type: none"> • 컬러에 따라 파프리카 분류 • 과일 및 야채 팔레타이징 • 감자 손상 부위 잘라내기 • 빈 야채박스 오더 피킹 	과자·아이스크림 <ul style="list-style-type: none"> • 초콜릿 주형 채우기 • 초코바 포장, 비스킷 분류 • 냉동창고에서 아이스크림 팔레타이징 	인스턴트 식품 <ul style="list-style-type: none"> • 피자에 토마토 소스 올리기 • 샌드위치 포장 • 후속 포장 전 라자냐 쌓기 • 인스턴트 수프 팔레타이징

자료: KUKA, 삼일PwC경영연구원

표 23. 식품공장 자동화에 사용되는 독일 로봇 기업 KUKA사의 로봇들

식품 공장 핸들링, 피킹 로봇		
KR DELTA HM	KR AGILUS HM	KR SCARA
 <ul style="list-style-type: none"> • 핸들링 및 피킹에 적합한 델타로봇 • 위생적(스테인리스 바디 적용, 독일 LFGB, 미국 FDA 식품표준에 따라 설계) • 고속으로 작업 가능 	 <ul style="list-style-type: none"> • 핸들링, 피킹 등에 적합한 6축 로봇 • 위생적(식품 공장에서도 사용이 가능한 윤활제 및 스테인리스 사용, 청정실 버전과 방수버전도 있음) 	 <ul style="list-style-type: none"> • Pick&Place 등에 적합한 스카라로봇 • 컴팩트한 크기의 고속 로봇 • 낮은 총소유비용(유지보수 비용 절감, 낮은 에너지 소비율, 저렴한 가격)
팔레타이징 로봇		
팔레타이징 로봇	냉동구역 팔레타이징 로봇	Hygienic Oil 다관절 로봇
 <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 가반하중의 팔레타이징 로봇 • 음료수병 등의 팔레타이징에 사용 • S/W로 팔레트 레이아웃 구성맞춤가능 	 <ul style="list-style-type: none"> • 영하의 온도에서도 신속하고 정밀한 팔레타이징이 가능해 식료품 분야에서 전문성을 갖춘 로봇 	 <ul style="list-style-type: none"> • NSF(미국 위생규격) 승인 식품 등급 윤활제가 사용된 다관절 로봇으로, 식품과의 접촉이 무해해 위생안전성이 높은 로봇

자료: KUKA, 삼일PwC경영연구원

표 24. 음식료 공장 가공·제조 로봇



자료: ABB Robotics

[ABB Robotics] 팬케이크 제조 공장 로봇

- 스위스 ABB Robotics사의 팬케이크를 집어 다른 공정으로 옮기는 로봇
- 팬케이크 제조 공장에서 사용



자료: Universal Robots

[Universal Robots] 식품공장 로봇

- 덴마크의 로봇 기업 Universal Robot에서 개발한 식품공장용 협동로봇 솔루션
- Cascina Italia의 계란 포장 및 운반 로봇 솔루션은 1일 약 150만개 계란 취급(상단 사진)
- 유럽 최대 설탕공장 중 하나인 Nordic Sugar에서 설탕 무게 측정 등에 사용(가운데)
- 북유럽 식품기업 Orkla Foods Sverige 공장에서 바닐라크림 포장, 운반에 사용(하단)
- 아이슬란드 유제품 기업 Mjolkursamsalan Akureyri의 크림 치즈 생산 라인에도 적용



자료: 야스카와전기, 한국경제

[니코·야스카와전기] 가리비껍질 제거 로봇

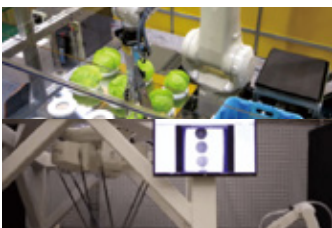
- 일본 산업용 로봇 기업 야스카와전기사의 로봇팔을 사용해 일본 기계제조업체 '니코'가 제작한 가리비 껍질 제거 로봇
- 화상처리 기술을 이용해 조개가 맞물리는 부분을 확인해 껍질을 열도록 설계



자료: 신세멧쿠, 한국경제

[신세멧쿠·덴소] 감자썩 제거 로봇

- 일본 기계업체 신세멧쿠가 자동차부품사 덴소의 부품을 활용해 제작한 감자 썩 제거 로봇
- 로봇이 감자 썩의 위치를 파악해 제거하며, 감자 한 개당 2초의 작업 시간 소요됨
- 감자튀김 등 감자 가공업체 공급용



자료: 화낙, 로봇신문

[화낙(Fanuc)] 양배추 분류 로봇, 와플 로봇

- 글로벌 산업용 로봇 시장 점유율 1위 업체인 일본의 '화낙'이 개발한 식품용 로봇
- 식품 공장에서 양배추를 센서로 계량하여 대·중·소 크기별로 분류해주는 로봇(사진 상단)
- 델타로봇과 한팔 로봇으로 구성된 와플 로봇으로, 색깔로 와플을 분류하고 포개고 포장하는 작업이 가능한 로봇(하단)
- 이외에도 화낙은 식품 산업에서 사용 가능한다양한 로봇 라인업을 보유



자료: 가와사키로보틱스

[가와사키중공업] duAro(도시락 로봇)

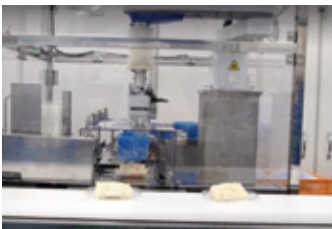
- 일본 가와사키로보틱스의 협동 SCARA로봇으로 사람과 나란히 서서 작업하거나 사람 대신 배치하는 것이 가능하며 바퀴로 이동 가능
- 도시락 공장에서 용기에 음식을 담고 참깨를 뿌리고 포장을 하는 등의 작업 수행



자료: 알티코퍼레이션, 로봇신문

[RT Corporation] Foodly(도시락 제조 로봇)

- 일본 스타트업 RT코퍼레이션의 도시락 제조 공장용 휴머노이드 협동로봇
- 도시락 공장 컨베이어벨트에 실려오는 용기에 사람과 함께 반찬을 담는 작업 수행
- 로봇의 머리 부분에 탑재된 3D 카메라로 식재료·반찬을 AI로 식별하고, 로봇팔에 달린 집게로 식재료를 잡아 용기에 담는 방식



자료: 커넥티드로보틱스

[Connected Robotics] 반찬 담는 로봇

- 일본 스타트업 커넥티드 로보틱스가 개발한 반찬 담는 로봇으로, 4대의 로봇이 병렬로 작업해 시간당 최대 1척내의 음식을 처리 가능
- 점착성이 높아 일반적으로 로봇이 다루기 어려운 감자 샐러드나 채소 반찬도 용기에 담을 수 있게 개발된 로봇



자료: 일본제분, 로봇신문

[일본제분] 니트론

- 일본제분의 도시락 제조용 양팔 로봇
- 패스트푸드 공장에서 도시락에 양념이나 식재료를 토핑하는 작업 수행
- 카메라에서 용기 위치, 기울기, 컨베이어벨트 속도 인식하면서 작업하며, 시간당 4,400인분의 도시락 처리 가능

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

3 식료품 창고 물류 로봇

물류로봇이란 상품의 운반, 취급, 포장, 분류, 배송과 같은 역할을 수행하는 로봇을 의미한다. 활용분야에 따라 1) 제조공정에서 생산 및 자동화를 위한 이송 로봇, 2) 창고에서 재고관리와 상품분류 작업을 수행하는 로봇, 3) 실내외에서 제품 승하차를 담당하는 드론 또는 배송 로봇으로 분류되는데, 본 보고서에서는 2)에 해당하는 식료품 물류창고용 로봇을 위주로 다룰 예정이다.

물류로봇은 주로 AGV(Automated Guided Vehicle, 무인운반차)와 AGV를 관리하는 시스템인 RMS(Robot Management System)으로 구성된다. 보통 AGV가 작업자 근처로 상품을 운반하거나 따라다니는 형태지만, 최근에는 피킹 로봇이 작업자를 대신하거나 피킹 기능이 탑재된 AGV가 물류를 담당한다.

AGV는 사람의 조작 없이 완전 자율로 또는 정의된 경로로 독립적으로 움직이는 이송로봇으로, 1) 레일로 유도되는 방식인 RGV(Rail Guided Vehicle), 2) 레이저로 유도되는 방식인 LGV(Laser Guided Vehicle) 등이 있으며 위치 추적 표식, 실내 GPS, Mapping 등을 기반으로도 이동한다. RMS는 다수의 로봇 운영상황을 모니터링하고 AGV 배차 및 작업 할당을 수행하며, 트래픽 관리를 통해 충돌 사고 등을 방지한다.

그림 39. 물류 센터 내 로봇의 활용



자료: DHL, 삼일PwC경영연구원

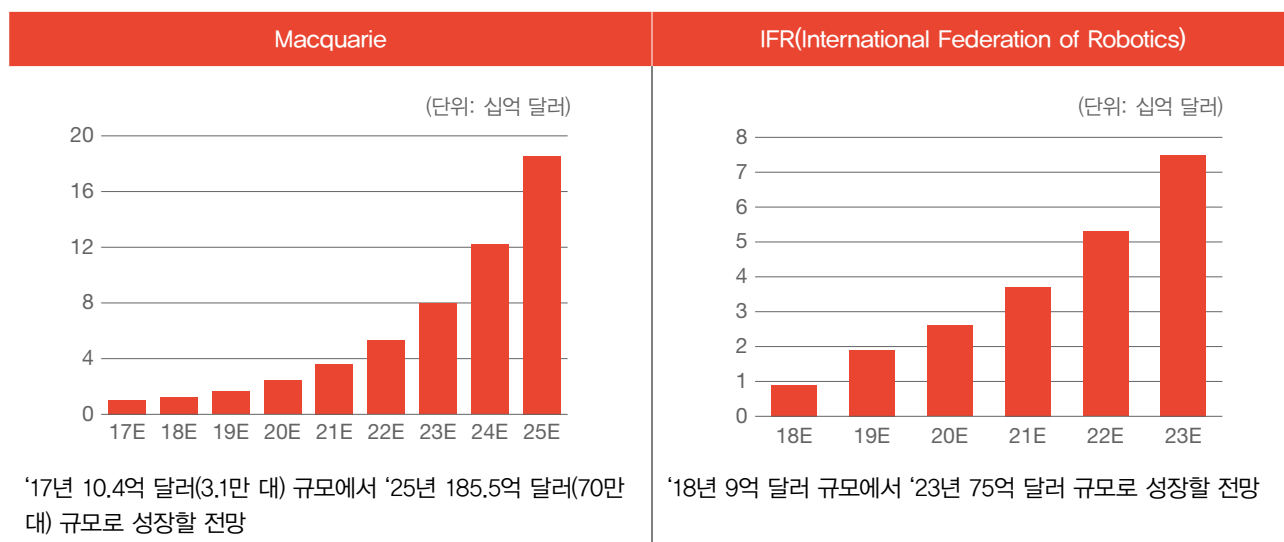
표 25. 활용 분야별 주요 물류로봇 형태

활용 분야	주요 로봇 형태
공장물류용	공정라인과 협업을 위한 형태로 컨베이어시스템, AGV, 팔레타이징(수직 다관절 형태) 로봇 등
물류창고용	AGV(이송기능, 이송 + 피킹 기능), 피킹 로봇 등
일반옥내용	AGV(AMR)
옥외배달용	AMR, 드론 형태의 실외 물류로봇, 고종량 화물(컨테이너 포함) 운송용 자율주행 로봇(트럭, 밴) 등

자료: 한국로봇산업진흥원, 삼일PwC경영연구원

글로벌 물류 로봇의 시장은 생산성 향상을 위한 자동화 수요 확대에 COVID-19로 인한 물류 폭증이 더해지면서 고성장이 전망된다. 실제로 해외 및 국내 전문조사기관들은 세계 물류 로봇 시장에 대해 CAGR 10~35% 수준의 높은 성장률을 추정하는 바 있다. Macquarie는 서비스 로봇 중 물류로봇 시장의 성장성을 가장 높게 예측하며, '25년 물류창고 로봇 시장 규모가 '17년 대비 17.8배, 판매량은 22.6배 성장할 것으로 전망했다. 국제로봇연맹(IFR)도 향후 물류로봇이 서비스로봇 판매량의 약 50% 수준을 차지하는 주력 로봇이 될 것으로 예상했다.

표 26. 기관별 글로벌 물류로봇 시장 규모 전망



자료: 각 기관, 삼일PwC경영연구원

식료품 물류 로봇에 관련해서 최근 가장 주목받는 분야는 신선식품 취급 MFC(Micro Fulfillment Center)다. MFC는 도심형 소형 물류센터로 대부분 로봇 자동화 시스템이 구축되어 있으며, 기존 외곽지역의 대형 고객물류센터인 CFC(Customer Fulfillment Center)와 대비되는 개념이다. Fulfillment란 일종의 물류 대행 서비스인데, 단순히 상품 배송만 하는 것이 아니라 상품 판매자의 위탁을 받아 상품 보관, 재고관리, 포장, 배송, 교환·환불 처리 작업을 포함한다.

MFC는 AI, 로봇 등의 첨단기술을 활용해 고도로 자동화된 시설로, 고객과 가까운 점포나 도심지에 위치한다는 지리적 장점도 보유해 보다 신속한 배송이 가능하고, 교환·환불 관련 처리 시간 및 비용이 절감된다. 또한, MFC는 지속 가능한 라스트 마일 생태계를 구축하는 친환경 자동화 솔루션으로, Accenture에 따르면 MFC 도입을 통해 영국 런던 배송차량 13% 감소 시 운행거리 5.2억km 감소되는 등의 효과가 예상된다.

미국 물류시장 조사업체 Logistics는 '26년까지 미국 내 2천여 개 이상의 MFC가 설립 및 운영되고 관련 시장은 약 100억 달러 수준으로 확대될 것으로 전망한 바 있다. MFC를 기반으로 온라인 신선식품 시장은 '25년 기준 전체 신선식품 유통 시장의 10%까지 성장하고, '30년에는 미국 4만여 개 식료품 상점중 10% 수준이 MFC를 활용할 것으로 예측했다.

현재 MFC의 도입이 가장 활발한 국가들 중 하나는 미국으로, 아마존, 월마트와 같은 거대 유통사들 뿐만 아니라 중소형 신선식품 판매업체들까지 MFC 구축에 적극적인 상황이다. 상기 신선식품 유통 및 판매업체들은 물류 로봇 자동화 기업인 Dematic, Fabric, Alert Innovations 등과 협력하여 MFC를 늘리고 있다. 하기 식료품 물류 로봇 표에서 구체적인 사례를 살펴보겠다.

표 27. 식료품 물류 로봇



자료: 스위스로그

[Swisslog] 로봇 식료품, 마이크로, 주문처리센터

- 스위스 자동화 창고 기업 Swisslog(독일 로봇기업 KUKA에 인수됨)는 냉장창고 기능을 갖춘 식료품 통합 물류센터를 구축
- 알루미늄 그리드 시스템 위에 로봇을 사용해 식료품을 저장하고 위치를 파악해 주문처리용 피킹 스테이션으로 전달



자료: 오카도

[Ocado · Kroger · Coles] 로봇 물류센터

- 영국 최대 온라인 식료품기업 Ocado는 신선식품을 물류창고에서 로봇이 피킹해 배송하는 완전 자동화 물류센터 구축 (영국 온라인 식품업계 내 오카도 점유율: '20년 13.3% → '21년(F) 15.6% → '22년(F) 17.6%)
- AI 기반 물류센터 내 수백~수천 대의 로봇이 설치되어 주문된 식료품을 자동으로 피킹
- 미국 식료품 체인 Kroger도 배송센터에 Ocado의 로봇 자동화 시스템을 구축할 계획이며, 호주 대형 슈퍼마켓 Coles도 Ocado의 로봇 창고를 '23년까지 구축할 계약을 체결



자료: 테이크오프테크놀로지

[Takeoff Technologies · Sedano's Supermarkets · Wakefern Food · Ahold Delhaize] 로봇 슈퍼마켓 Micro Fulfillment Center

- 미국 유통 자동화 시스템업체 Takeoff Technologies는 미국 식료품업체 Sedano's Supermarkets와 제휴해 로봇 슈퍼마켓 설립, 고객이 온라인으로 식료품 주문 시 AI 로봇이 몇 분 안에 최대 60개 품목의 주문 처리
- 미국 슈퍼마켓 Wakefern Food도 Takeoff Technologies와 제휴하여 Micro Fulfillment Center(상품 보관, 적재, 재고 관리, 포장, 출하, 배송 일괄 처리 시스템) 구축 예정
- 네덜란드 식료품 그룹 Ahold Delhaize도 동사와 협력하여 로봇 슈퍼마켓 구축 예정



자료: 월마트

[Alert Innovation · Walmart] Robot Fulfillment Center

- 미국 식료품 물류 자동화 시스템 기업 Alert Innovation은 유통업체 Walmart와 제휴해 로봇 자동화 물류 플랫폼을 구축함
- 미국 뉴햄프셔주 살렘에 구축된 Walmart의 알파벳 플랫폼에는 30대의 피킹로봇이 설치되어 식료품을 운반하는데, 사람의 작업속도보다 10배 빠름



자료: 패브릭

[Fabric(舊 Commonsense Robotics) · Instacart · Walmart · FreshDirect] Micro Fulfillment Center

- 이스라엘 스타트업 Fabric(舊 Commonsense Robotics)은 로봇으로 자동화된 물류배송센터를 구축, 미국 식료품 배달기업 Instacart와 제휴해 미국 전역 50여 곳의 로봇 물류센터 건립 추진 중이고, Walmart와 미국 온라인식품점 FreshDirect도 Fabric의 고객사임
- '19년 세계 최초로 도심 지하 시설에 1670㎡ 규모의 MFC를 구축, 원래 고층 빌딩의 주차 공간이었던 곳을 마이크로 물류센터로 개조해 이스라엘의 제약 유통업체인 '슈퍼팜'의 물류시설로 활용한 바 있음



자료: 데마틱

[Dematic · Amazon] Micro Fulfillment Center

- 미국 물류 자동화업체 Dematic은 로봇으로 자동화된 창고, 물류센터를 구축
- 미국 거대 유통기업 Amazon은 Dematic과 제휴하여 미국 필라델피아, 댈러스 등에 로봇으로 자동화된 MFC(Micro Fulfillment Center)를 구축해 온라인 주문 픽업 또는 배송을 처리



자료: 오토스토어

[AutoStore] MFC

- 노르웨이 자동화 물류창고 기업 AutoStore (일본 소프트뱅크가 지분 40% 인수)는 40개국에 2만대 이상의 로봇을 배치해 창고물류를 자동화하고 있음
- 미국 아시아계 식료품점 H마트와 덴마크 대형 물류기업 DSV 등과 협력해 MFC 설립

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

2-4

푸드테크 로봇 규제 동향

푸드테크 로봇 중 규제 이슈가 가장 강한 부문은 배달로봇이다. 앞서 언급한 바 있듯이 자율주행 배달로봇은 도로교통법, 생활물류법, 공원녹지법, 개인정보보호법 등으로 인해 상용화가 지연되고 있다. 도로교통법상 자율주행 배달로봇은 '차'로 규정되어 인도, 횡단보도를 이용할 수 없고, 규제 샌드박스로 시범운영되는 배달로봇도 대부분 동행자가 있어야 운행 가능한 상황이다. 생활물류법상 운송 수단에도 배달로봇은 포함되어 있지 않으며, 공원녹지법 상으로도 로봇은 30kg 이상되는 동력 장치로 분류되어 공원에 출입할 수 없다. 또한, 자율주행 배달로봇의 카메라는 배달 과정에서 행인들을 찍을 수 있다는 점에서 개인정보보호법에도 저촉된다.

배달로봇 이외에도 로봇 자체가 신산업 분야이기 때문에 로봇 기업이 관련 규제를 인지하지 못하거나 규정이나 제도 자체가 정립되어 있지 않는 경우가 많다. 정부는 상기 문제를 해결하고 로봇 시장 성장을 저해하는 규제에 선제적으로 대응하기 위해 '19년 '로봇규제혁신지원센터'를 개소한 바 있다. 로봇규제혁신지원센터는 로봇 기업 대상 규제

애로 접수 및 컨설팅을 통해 규제를 신속하게 확인해주고 규제 샌드박스 지원으로 연결해주는 역할을 수행한다.

규제 샌드박스란 혁신적인 신제품 및 서비스에 대해 임시로 기존 규제 적용 없이 한정된 소비자 및 지역을 대상으로 실증 테스트가 가능한 제도를 의미한다. 규제 샌드박스 검토 대상 로봇으로도 푸드테크 로봇 중 '실외 배달 로봇'이 대표적인데, 이동 가능한 도로 기준이 부재한 상황이라, 안전성 등을 시험, 검증하기 위해 제한된 구역, 기간, 규모 안에서 국토부의 도로교통법을 적용하지 않도록 해주는 실증 특례가 가능하다. 최대 기간은 2년으로 1회까지 연장할 수 있다.

국내에서 시범적으로 배달로봇을 운영하는 기업은 전부 규제 샌드박스 실증 특례를 받은 경우다. 현재 '로보티즈'의 실외 자율주행 로봇이 '벤디스'의 식권대장 앱을 연동해 비대면 배달 서비스를 시범 운영하고 있으며, '배달의 민족'의 자율주행 배달 로봇 '딜리드라이브'도 시범 운영을 시작했다.



'21년 4월 정부는 '2021년 로봇산업 선제적 규제혁신 로드맵'을 발표하고 '25년까지 배달로봇의 도로 이용을 전면적으로 허용하겠다고 발표한 바 있다. 이에 따라 실내 배달로봇의 승강기 탑승이 가능하도록 승강기 안전기준이 개정되는 등 일정 부분 규제 완화가 진행되었으나, 그 속도가 충분히 빠르지 않다는 지적이 있었다. 이에 '22년 1월 국무조정실은 배달로봇의 보도 및 횡단보도 통행 허용은 본래 계획인 '25년 대비 2년 앞당긴 '23년까지 완료하고, 공원 출입 허용과 개인정보보호법 개정은 '22년중 완료하겠다고 밝힌 바 있다.

최근 윤석열 정부가 신산업분야 규제완화 패키지를 공개하는 등, 유통 부문 로봇과 드론의 허용 범위가 확대될 것으로 예상된다. 특히 생활물류법(생활물류서비스산업발전법) 개정을 통해 배송로봇 시장 경쟁력을 강화할 전망이다. 현행법상 택배사업 수단은 화물차와 이륜차만 허용하고 있는데, 자율주행 배송로봇과 드론 운영의 법적 근거를 마련하고 관련 산업 육성을 지원하겠다는 것이다.

실제로 '21년 11월 정부는 생활물류법상 운송수단에서 빠져있던 로봇과 드론을 포함하겠다는 내용이 핵심인 '생활물류서비스산업발전법 개선안'을 공표했다. 또한 정부는 '22년 하반기 '로봇산업 규제혁신 로드맵 2.0'을 발표할 예정으로, 자율주행, 원격재활, 전기차 충전, 푸드테크, 이동식 협동로봇 등의 내용을 담을 계획이다. 국내에서도 퍼스트

마일 및 라스트 마일에서 로봇, 드론 등의 미래형 물류 모빌리티를 활용할 토대가 적극적으로 마련된다면, 음식 배달로봇, 식료품 창고 물류로봇 등 다양한 푸드테크로봇 시장 성장 및 기술 고도화가 가속화될 것으로 판단된다.

미국의 경우 '16년 옥외용 자율주행 로봇 운영을 위한 Personal Delivery Device법을 제정하고, '17년부터 배송로봇 관련 규제를 완화하며 실제 주행 테스트를 실시한 바 있으며, 현재 20개 주에서 자율주행 로봇 서비스를 공식적으로 허용하고 있다. 한국보다 빠른 규제 완화로 '14년에 창업한 미국의 로봇 스타트업 'Starship Technologies'는 5년간 7만번의 배송 트랙 레코드를 쌓을 수 있었고, COVID-19 사태 이후 현재까지 약 200만번의 트랙 레코드를 누적했다고 한다.

국내의 경우 우아한형제들, 뉴빌리티, 로보티즈 등은 샌드박스 특구 내에서만 제한적인 운행이 가능하기 때문에 트랙 레코드가 다소 아쉬운 상황이다. 국내 기업들이 규제에 묶여 있는 동안 해외업체들의 한국 시장 진입 및 영향력 확대는 가속화되고 있다. 러시아의 구글로 불리는 '안덱스'도 '21년 한국 지사 설립 후 KT, 쿠팡이츠 등에 접촉하는 등 '22년 한국 배달시장에 진출 본격화를 앞두고 있다. 앞당겨진 현정부의 규제 완화 계획이 지연 없이 실현될 필요가 있다고 판단된다.

2-5

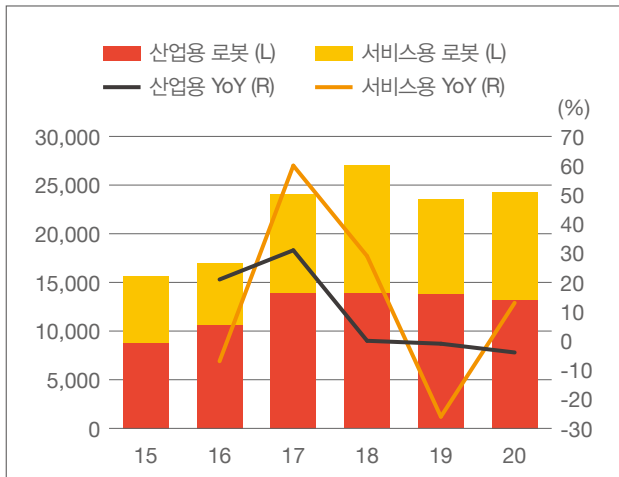
글로벌 로봇 시장 속 푸드테크 로봇

국제로봇연맹(IFR, International Federation of Robotics)에 따르면, '20년 기준 글로벌 로봇 시장의 전체 규모는 약 243억 달러로, 그 중 산업용 로봇 시장이 약 54%인 132억 달러, 서비스용 로봇 시장이 46%인 111억 달러 규모를 형성하고 있다. 국내의 경우 산업용 로봇 시장이 전체의 77%인 2.9조 원, 서비스용 로봇 시장은 23%인 0.9조 원 규모를 형성하고 있어, 글로벌 대비 산업용 로봇 비중이 높은 편이다.

이는 세계 로봇 밀도에서도 확인이 가능한데, IFR에 따르면 한국은 '10년부터 8년 연속 로봇 밀도(직원 1만명 당 산업용 로봇 설치 대수) 1위를 기록했으며, '18-'19년 싱가포르에 1위를 내줬으나, '20년 기준 다시 1위를 기록했다. 한국은 자동차, 디스플레이 등의 제조 공정에 산업용 로봇을 적극적으로 도입해 왔으며, 이외 로봇 밀도 상위권 국가들도 대부분 인건비 부담이 크고 기술력은 높은 선진국들이다.

그림 40. 전세계 로봇 시장 매출액 추이

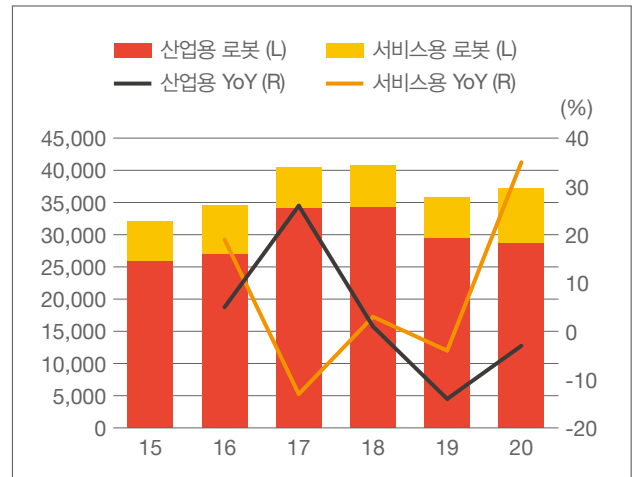
(단위: 백만 달러)



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

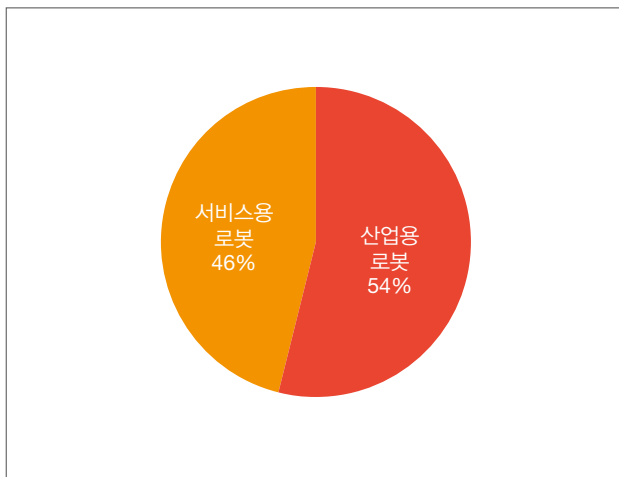
그림 41. 국내 로봇 시장 매출액 추이

(단위: 억 원)



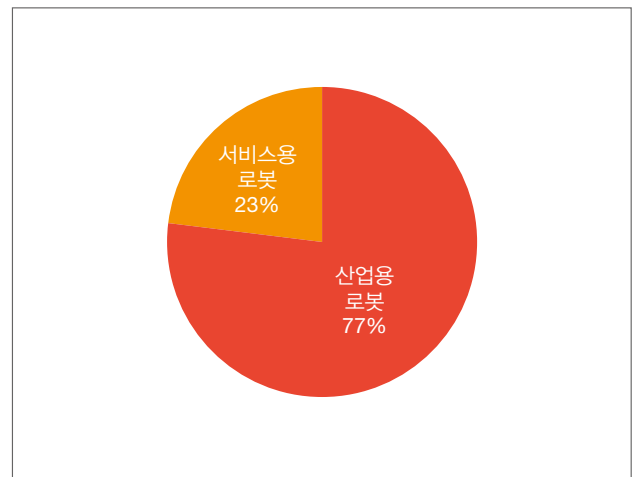
자료: 한국로봇산업진흥원, 삼일PwC경영연구원

그림 42. 전세계 로봇 시장 내 용도별 비중 (2020)



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

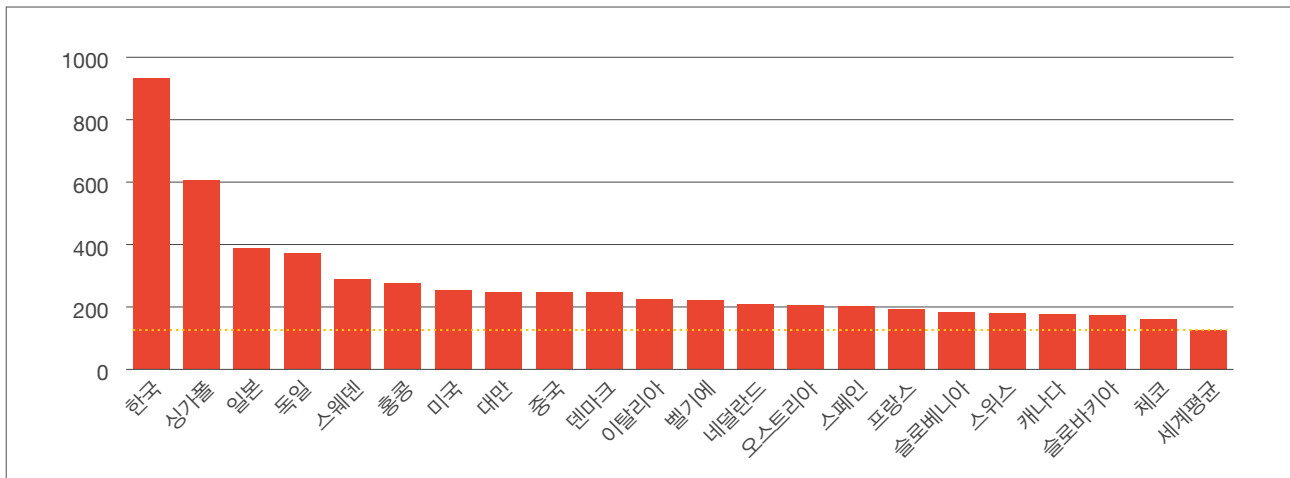
그림 43. 한국 로봇 시장 내 용도별 비중 (2020)



자료: 한국로봇산업진흥원, 삼일PwC경영연구원

그림 44. 국가별 산업용 로봇 밀도 비교 (2020년 기준)

(직원 1만명 당 로봇 설치 대수)

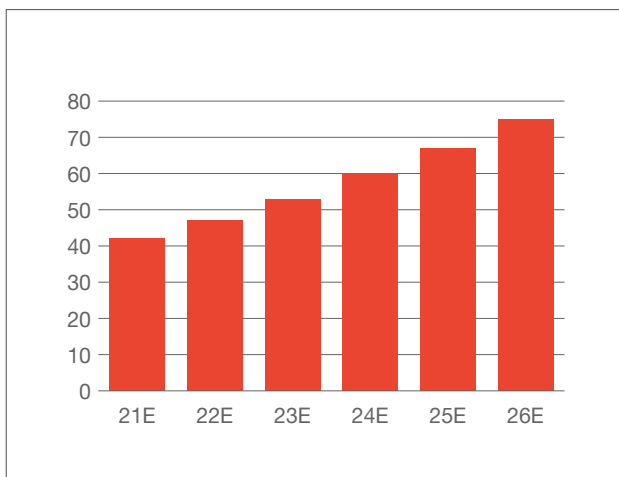


자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

산업용 로봇의 포화도가 높은 상황인만큼, 로봇 시장의 성장성은 현재 서비스용 로봇이 견인하고 있다. 시장조사기관 MarketandMarkets에 따르면, 세계 산업용 로봇 시장의 경우 '21-'26년 CAGR 12.3% 성장을 예상한 반면, 서비스 로봇 시장은 '21-'26년 CAGR 23.3%의 고성장을 전망했다. 특히, 시장조사기관 Frost & Sullivan에 따르면, 국가별 산업용 로봇 시장 CAGR은 싱가포르 10.6%, 한국 10.3%, 일본 6.6%, 독일 4.7% 등으로 글로벌 14.2% 대비 저조해 선진국 내 산업용 로봇 시장 성장 정체는 보다 심화되고 서비스 로봇으로의 성장 동력 전환은 가속화될 것으로 판단된다.

그림 45. 글로벌 산업용 로봇 시장 규모 및 성장성

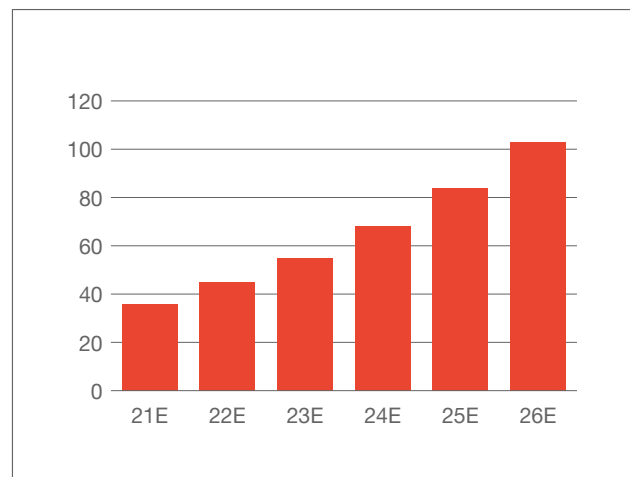
(단위: 십억 달러)



자료: MarketandMarkets, 삼일PwC경영연구원

그림 46. 글로벌 서비스용 로봇 시장 규모 및 성장성

(단위: 십억 달러)

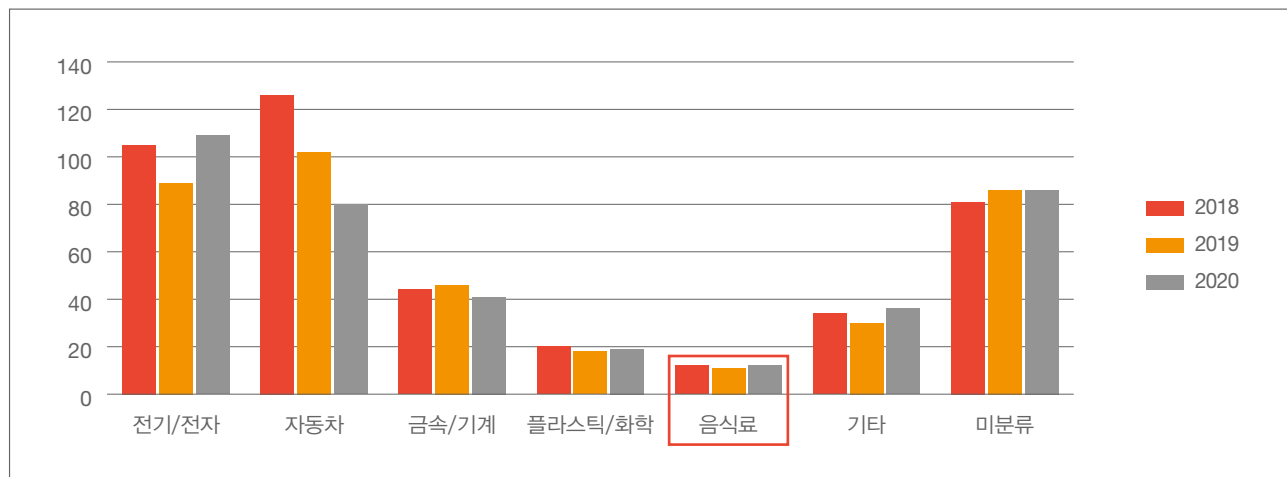


자료: MarketandMarkets, 삼일PwC경영연구원

글로벌 산업용 로봇 연간 설치 대수는 '20년 기준 38.4만 대로 '18년(42.2만 대) 최고치를 기록한 이후 정체된 상황이다. 국가별 설치 대수 기준으로는 중국이 16.8만 대로 2위인 일본 3.9만 대 대비 압도적으로 많고, 주요 산업별 설치 대수로 보았을 경우, '19년까지는 자동차 산업용 로봇이 10.2만 대로 2위인 전자 산업용 로봇 8.9만 대 대비 가장 많았으나, '20년 전자산업용 로봇이 10.9만 대로 자동차 산업용 로봇(8만 대)을 제치고 1위에 올랐다. 음식료 산업용 로봇은 '18-'20년 모두 1.1~1.2만 대 수준을 유지했으며, 앞서 논의한 바 있듯이 위생 기준 등으로 인해 타 산업 대비 로봇 적용 비중이 낮은 편이다.

그림 47. 산업용 로봇의 산업별 설치 대수

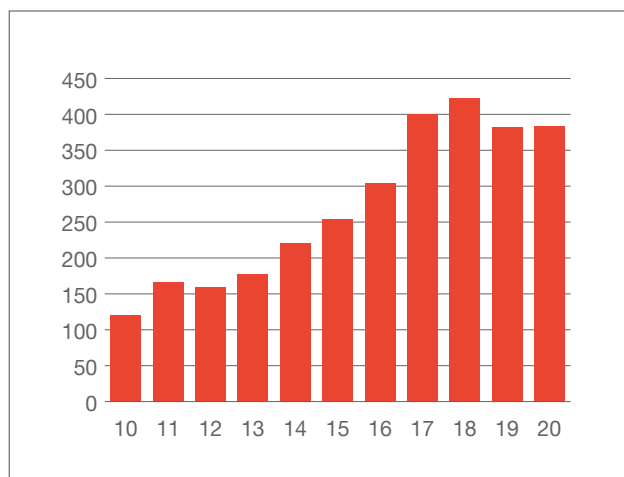
(단위: 천 대)



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

그림 48. 글로벌 산업용 로봇 연간 설치 대수 추이

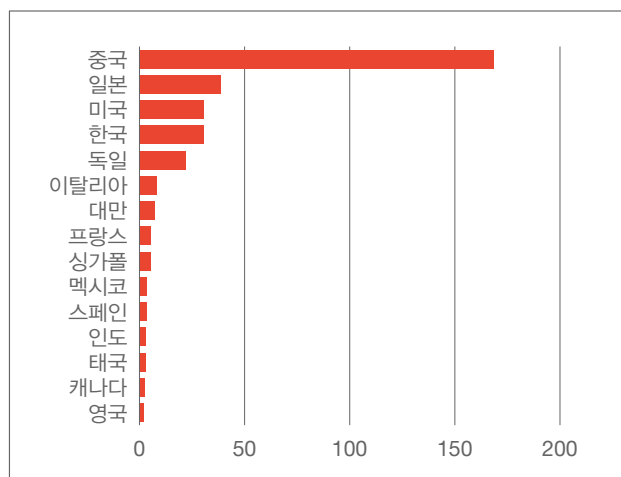
(단위: 천 대)



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

그림 49. 산업용 로봇 설치 대수 상위 국가

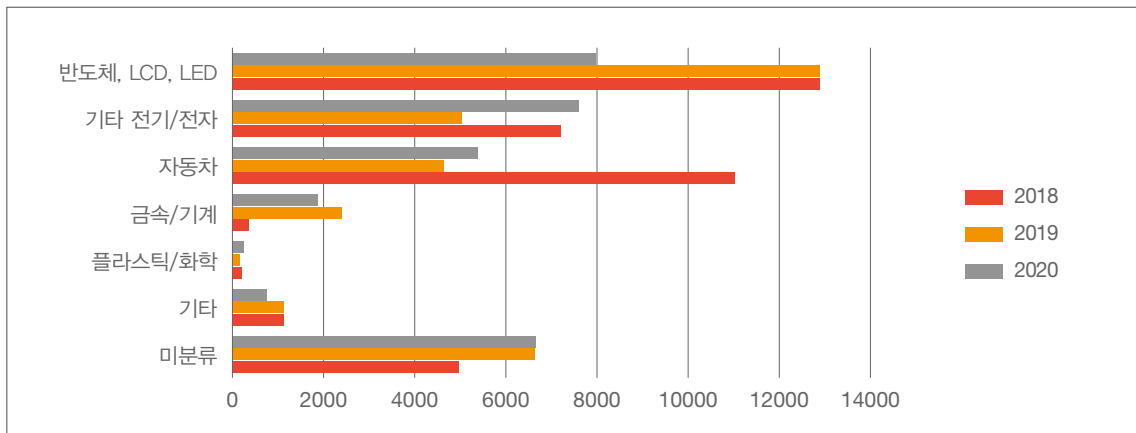
(단위: 천 대)



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

그림 50. 주요 산업별 산업용 로봇 설치 대수(한국)

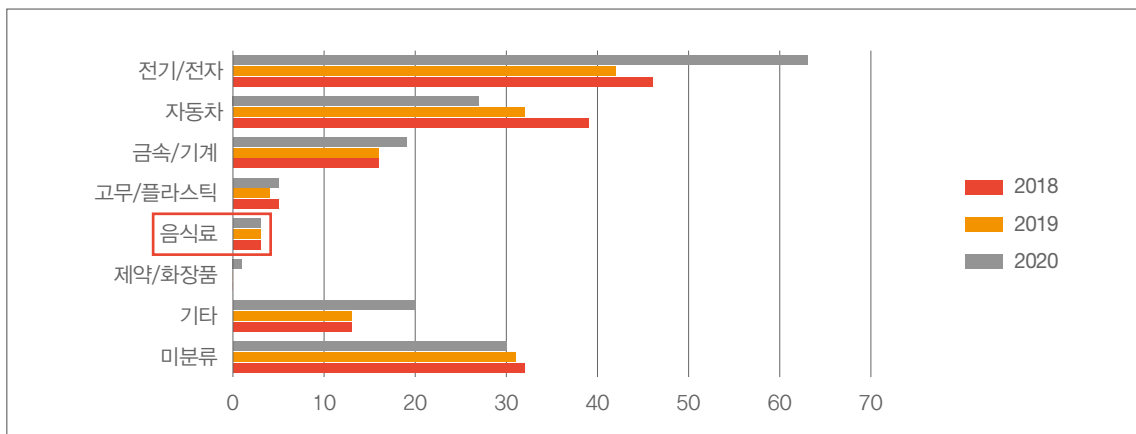
(단위: 대)



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

그림 51. 주요 산업별 산업용 로봇 설치 대수(중국)

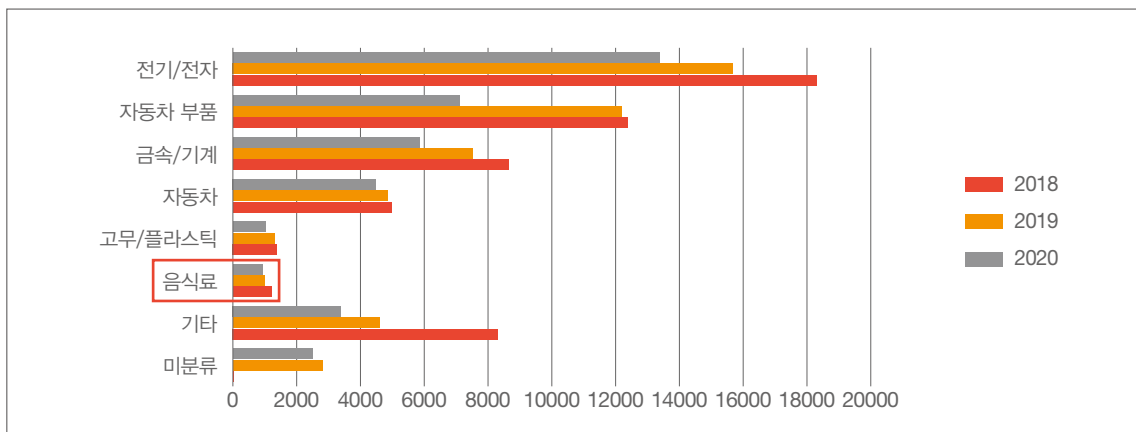
(단위: 천 대)



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

그림 52. 주요 산업별 산업용 로봇 설치 대수(일본)

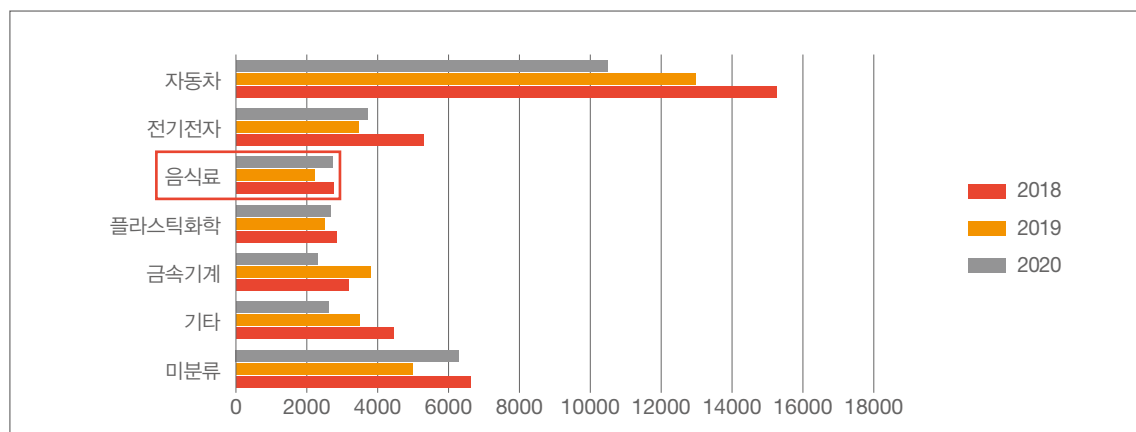
(단위: 대)



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

그림 53. 주요 산업별 산업용 로봇 설치 대수(미국)

(단위: 대)

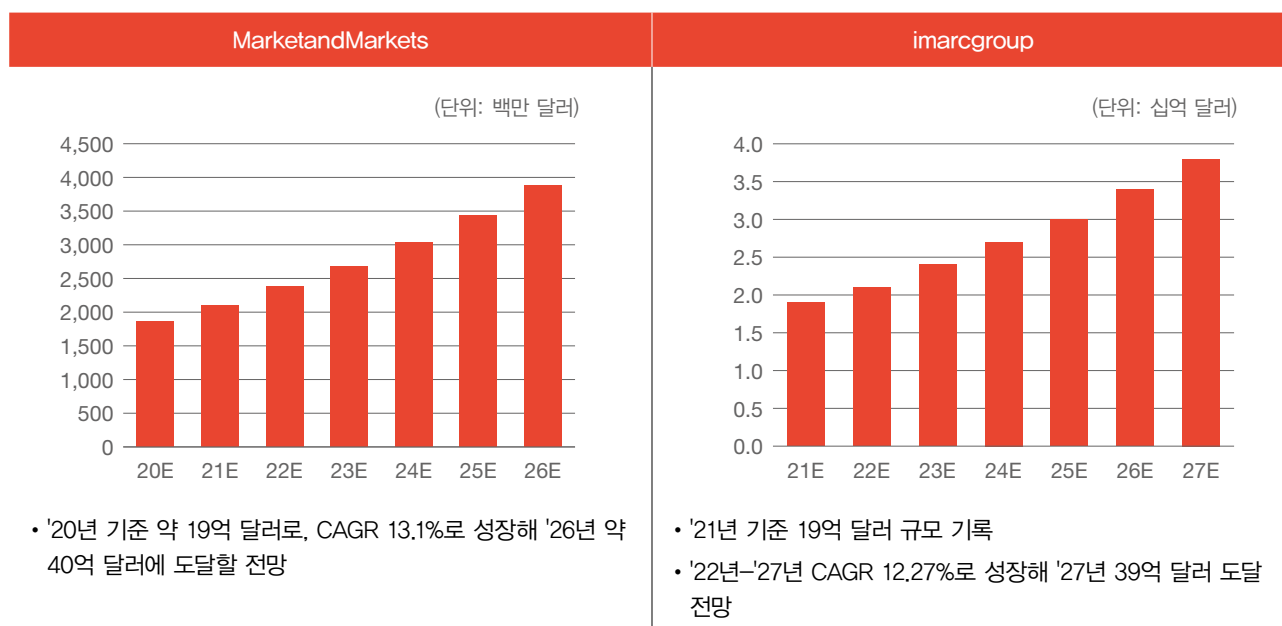


자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

푸드테크 로봇 중 음식료 제조 공정 등에 사용되는 로봇은 산업용 로봇에 포함되며, 서빙, 배달 등에 사용되는 로봇은 서비스용 로봇에 포함된다. 상기 차트에서 산업용 로봇 내 Food Robot 또한 푸드테크 로봇 중 일부만을 포함한 것으로 볼 수 있다. 다른 시장조사 기관들이 발표한 Food Robot 시장 규모와 성장성 또한 대부분 음식료 제조업에 사용되는 로봇을 주요 대상으로 한다.

시장조사기관 MarketandMarketss에 따르면 전세계 Food Robot(음식료 제조업용 로봇) 시장 규모는 '20년 기준 약 19억 달러로, CAGR 13.1%로 성장해 '26년 약 40억 달러에 도달할 전망이다. '13년부터 '18년까지 음식료 업계의 로봇 설치 는 연평균 15%로 고성장한 편이나, 로봇 전체 설치대수 비중은 3%에 불과하다. 국가별 비중으로는 미국, 중국, 일본, 이탈리아, 독일 순으로 한국은 순위권에서 다소 밀려나있는 양상이다. 시장 규모 및 성장률에 대한 추정치는 조사기관 별로 차이가 있으나, 대체로 '20-'21년 기준 19-21억 달러 규모를 형성했고, 향후 CAGR 10~13%의 성장을 예상하고 있다.

표 28. 기관별 글로벌 Food Robot 시장 규모 전망



자료: 각 기관, 삼일PwC경영연구원

산업용 로봇 대비 폭발적인 성장이 예상되는 서비스용 로봇 시장의 경우, 푸드테크 로봇 중 주력 로봇인 서빙 및 배달 로봇을 포함하고 있다. 한국 정부도 서비스용 로봇의 성장성을 인식하고 서비스용 로봇 분야 예산을 '21년의 222억 원에서 508억 원으로 대폭 증가시킨 바 있다. 정부가 선정한 4대 서비스용 로봇 분야로는 돌봄, 웨어러블, 의료, 물류 로봇이 있는데, 이중 물류 로봇에 '21년에는 엘리베이터 자율 승하차 및 실내 배송이 가능한 로봇 시스템 개발이 과제로 포함되었으며, '22년에는 식후 빈 그릇 수거를 위한 서비스 로봇 기술 개발 등이 신규 과제로 추가되었다.

표 29. 2021년 정부의 4대 서비스 로봇 분야 주요 기술개발 과제 및 예산안

분야	주요 내용	'21년 예산
돌봄	(신규) 감염환자 격리이송을 위한 사람추종형 반자율 침상 로봇 개발	9억 원
	(신규) 감염격리병동 내 간호보조 및 환자 모니터링 로봇 시스템 개발	8억 원
	(신규) 격리치료시설용 돌봄 로봇 개발(행안부)	10억 원
웨어러블	소프트 센서 내장형 옷감형 구동기 및 의복형 로봇 기술 개발	7억 원
의료	인공지능 기반 척추 경조직 수술로봇 시스템 개발	16억 원
	일반 외과 수술중 작업 보조 위한 수술보조로봇 개발	12억 원
	팬데믹 대응 로봇, ICT 융합 방역체계 개발(과기부)	39억 원
	(신규) 상지 자가 재활이 가능한 경량 착용형 재활로봇 개발	11억 원
물류	주차 편리성 확보와 주차공간 효율화가 가능한 주차로봇 개발	18억 원
	엘리베이터 자율 승하차 및 실내 배송이 가능한 로봇 시스템 개발	12억 원
	로봇 활용 간선화물 물류운송차량 하차 작업 시스템 개발	16억 원
	(신규) 화물 상차작업을 위한 로봇 기반 상차 시스템 기술 개발	5억 원
	(신규) 한국형 물류창고 운영효율화를 위한 모바일물류 핸들링로봇 기술 개발	30억 원
통합	(신규) 로봇 활용 서비스 BM구현을 위한 현장 적용형 로봇 시스템 개발	29억 원

자료: 대한민국정책브리핑, 삼일PwC경영연구원

표 30. 2022년 정부의 4대 서비스 로봇 분야 주요 기술개발 과제 및 예산안

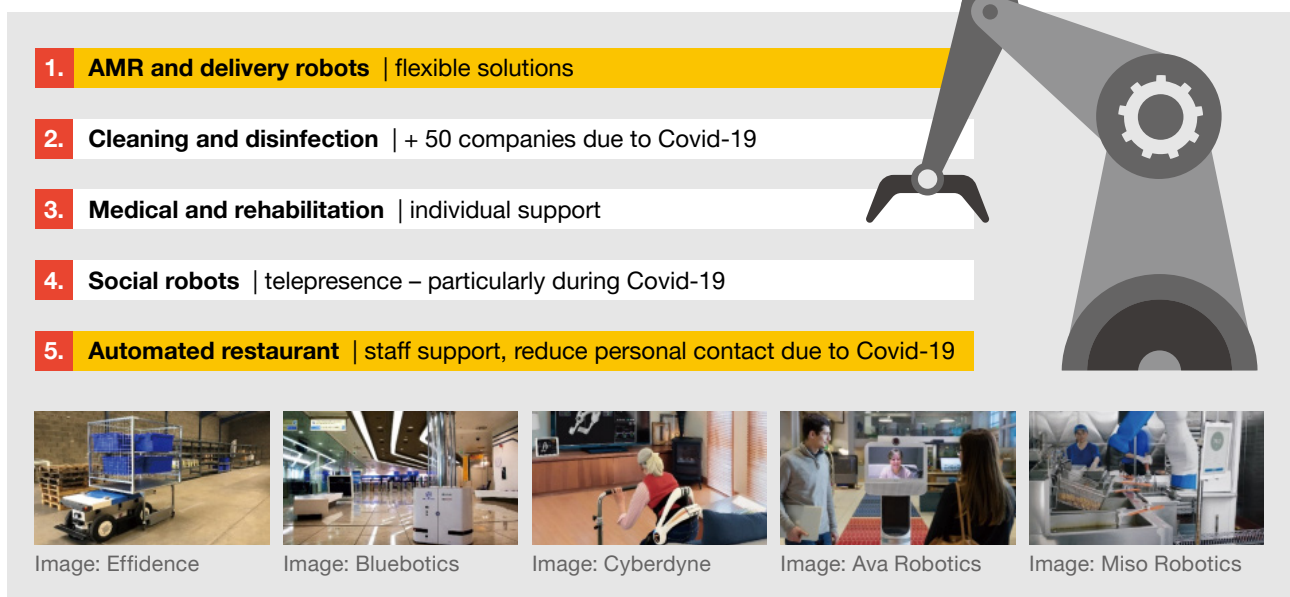
분야	주요 내용	'21년 예산
돌봄	감염환자 격리이송을 위한 사람추종형 반자율 침상 로봇 개발	10억 원
	감염격리병동 내 간호보조 및 환자 모니터링 로봇 시스템 개발	12억 원
	격리치료시설용 돌봄 로봇 개발(행안부)	13억 원
	돌봄로봇 중개연구 및 서비스모델 개발(복지부)	30억 원
	(신규) 인간과 로봇의 물리,인지적 상호작용을 통해 교감이 가능한 반려로봇 개발	14억 원
웨어러블	소프트 센서 내장형 옷감형 구동기 및 의복형 로봇 기술 개발	7억 원
	(신규) 가정 내 헬스케어 기능을 갖는 일상생활 보행보조 웨어러블 로봇	12억 원
의료	인공지능 기반 척추 경조직 수술로봇 시스템 개발	16억 원
	일반 외과 수술 중 작업 보조 위한 수술보조로봇 개발	12억 원
	상지 자가 재활이 가능한 경량 착용형 재활로봇 개발	15억 원
	팬데믹 대응 로봇, ICT융합 방역체계 개발(과기부)	61억 원
	마이크로 의료로봇 실용화 기술 개발(복지부)	101억 원
	재활로봇 중개 연구(복지부)	45억 원

물류	주차 편리성 확보와 주차공간 효율화가 가능한 주차로봇 개발	14억 원
	엘리베이터 자율 승하차 및 실내 배송이 가능한 로봇 시스템 개발	12억 원
	로봇활용 간선화물 물류운송차량 하차 작업 시스템 개발	16억 원
	화물 상차작업을 위한 로봇 기반 상차 시스템 기술개발	6억 원
	한국형 물류창고 운영 효율화를 위한 모바일 물류 핸들링 로봇 기술개발	40억 원
	유통매장에서 상품의 재고 파악·관리를 자율적으로 수행하는 물품 관리 로봇 개발	10억 원
	(신규) 다수의 실외 말단 배송로봇 통합관제를 위한 다중로봇협동 자율계획기술 개발	8억 원
	(신규) 식후 빈 그릇 수거를 위한 서비스로봇 기술 개발	14억 원
통합	로봇 활용 서비스 BM구현을 위한 현장 적용형 로봇 시스템 개발	30억 원
	(신규) 사용자 편의성 및 효율성 개선을 위한 AI 융합형 서비스 로봇 시스템 개발	10억 원

자료: 대한민국정책브리핑, 삼일PwC경영연구원

'22년 국제로봇연맹에서 발표한 글로벌 서비스 로봇의 5대 트렌드로는 1) AMR(Autonomous Mobile Robot, 자율주행로봇)과 배송 로봇, 2) 청소 및 방역, 3) 의료 및 재활, 4) 사회적 로봇, 5) 자동화 식당이 꼽혔는데, 이중 1) 과 5) 가 푸드테크 로봇에 해당한다.

그림 54. 국제로봇연맹의 서비스 로봇 TOP 5 트렌드 중 2가지가 푸드테크 관련



자료: IFR, 삼일PwC경영연구원

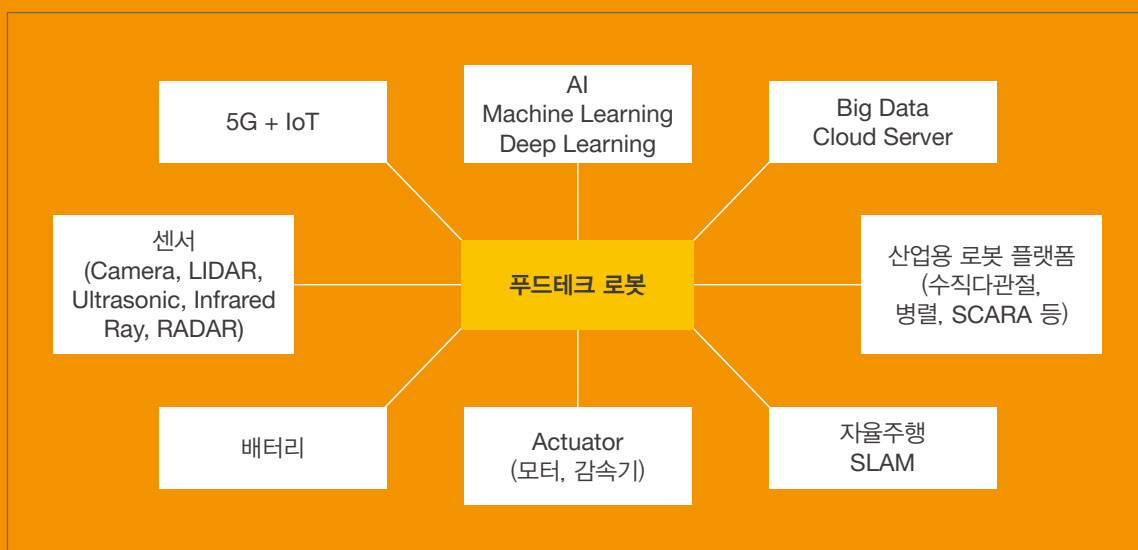


III.

푸드테크 로봇 관련 주요 기술

푸드테크 로봇 관련 주요 기술로는 IoT, AI를 기반으로 한 스마트 식당 시스템뿐만 아니라 다관절 로봇, 병렬 로봇 등의 다양한 로봇 플랫폼과 협동 로봇, SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)과 LiDAR(Light Detection and Ranging) 기반의 자율주행 기술 등이 있다. 기본적으로 조리용 로봇, 설거지 로봇과 식품 제조 및 가공 공정 로봇에는 수직 다관절 로봇, 병렬 로봇, SCARA 로봇 등의 다양한 산업용 로봇 플랫폼이 사용되며, 서빙 로봇, (라스트 마일) 배달 로봇, 식료품 물류 창고 로봇 등에는 SLAM, LiDAR 기반의 자율주행 기술이 적용된다. 이외에도 인공지능과 머신러닝, 다양한 센서 기술, 로봇용 제어기, 구동기(Actuator)에 사용되는 모터, 감속기, 관절모듈 관련 기술 또한 푸드테크 로봇 개발의 본질적인 토대가 된다.

그림 55. 푸드테크 로봇 관련 주요 기술



자료: 삼일PwC경영연구원



3-1

산업용 로봇 플랫폼

음식 조리 및 보조용 로봇, 설거지 및 정리용 로봇, 식료품 제조 및 가공 공정 로봇 등에는 다양한 동작을 목적에 맞게 수행할 수 있는 산업용 로봇 플랫폼이 사용된다. 산업용 로봇 플랫폼의 종류로는 크게 다관절 로봇(Articulated Robot), 병렬 로봇(Parallel Robot), 스카라 로봇(SCARA Robot, Selective Compliance Assembly Robot), 원통좌표 로봇(Cylindrical Robot), 직교 로봇(Cartesian Robot)이 있으며, 사람과 함께 역할을 분담해 작업을 수행하는 협동 로봇(Collaborative Robot, Cobot) 또한 사용되고 있다.

다관절 로봇의 경우, 사람의 어깨, 팔, 손목의 관절을 본떠서 만든 로봇으로 3개 이상의 회전 운동기구를 결합시켜 만든 로봇이다. 보통 작업 영역의 한 지점으로 이동하기 위해 3개의 회전 관절을 사용하며, 10축 이상의 관절이 있는 복잡한 구조의 로봇까지 다양한 형태가 있다. 1973년 스위스의 로봇 기업 ABB에서 최초의 상용 수직 다관절 로봇이 개발되었으며, 이후 다관절 로봇은 산업용 로봇 시장 내 매출 규모가 가장 큰 주요 품목으로 자리잡았다.

병렬 로봇은 여러 팔이 여러 각도로 붙어 있는 로봇으로, 흡사 여러 개의 다리가 달린 거미와 같은 형태를 지닌다. 물건을 집어 스케치를 하거나 인쇄 회로 기판을 조립하는 등 다양한 분야에 맞게 설계되어 사용되며, 다리가 여러 개기 때문에 정밀한 작업에 유리하고 가속 및 감속 성능이 좋아 작업 수행의 속도를 높일 수 있다는 장점이 있다. 다만, 작업 자세가 한정적이고 보통 천장에 매달려 있는 형태기 때문에 작업의 범위가 상대적으로 좁다. 가장 많이 팔린 병렬 로봇이 '델타 로봇(Delta Robot)'이라 두 명칭을 상호간에 혼용하기도 한다.

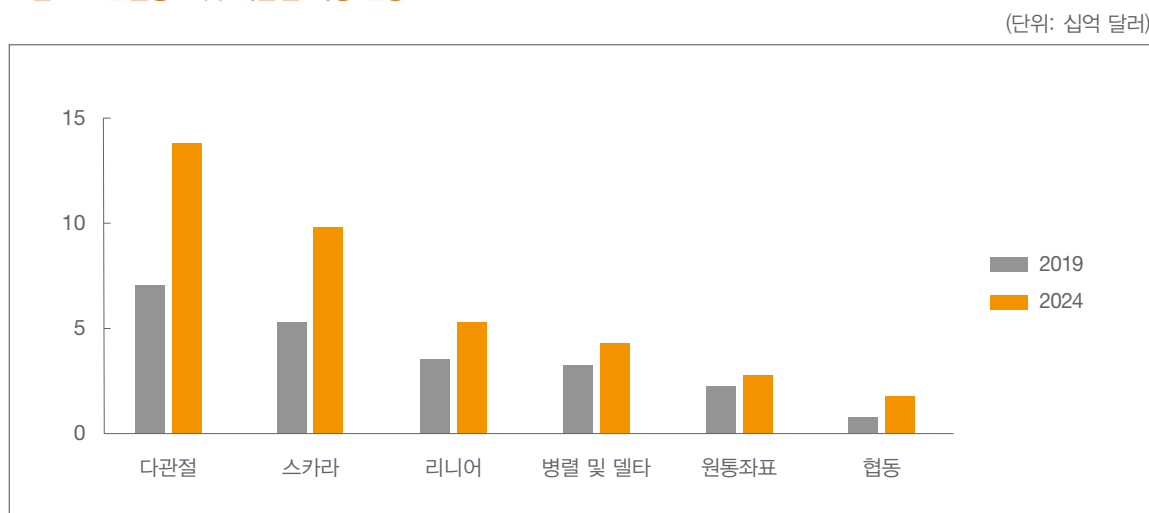
스카라 로봇은 수평 다관절 로봇을 부르는 말로, 평행인 두 면이 만나 축을 이루고 그 축을 바탕으로 회전 운동을 하는 로봇이다. 하기 [표 31]의 스카라 로봇 사진 상에서 왼쪽 1번 관절과 오른쪽 2번 관절이 동시에 움직여 평면상에서 좌우로 휘젓듯이 고속으로 움직이며, 가운데 3번 관절은 상하운동을 하며 물건을 집었다 뱉다 한다. 스카라 로봇은 수직 다관절 로봇 대비 관절 수가 적어 저렴하고 구조가 컴팩트하며, 신속정확한 작업이 가능하다는 측면에서 Pick & Place 작업에 주로 사용되었다. 1978년 일본 야마나시 대학에서 최초로 개발되었으며, 엡손의 제품이 전세계적으로 가장 많이 팔렸다.

원통좌표 로봇의 경우 팔의 기계 구조가 최소 회전 조인트 1개와 직진 조인트 1개를 가지고 있으며, 그들이 원통 좌표 형식을 취하고 있다. 직교 로봇은 직선 왕복 운동을 하는 로봇으로 선형 단축 로봇이라고도 부른다. 상대적으로 단순한 형태로 좌우이동 작업을 추가하려면 가로 축을 하나 더 연결하는 등 고객 요청에 따라 다양한 커스터마이징이 가능하다. 3D 프린터도 작은 형태의 직교 로봇이라고 볼 수 있다.

협동 로봇은 인간과 같은 공간에서 협동으로 작업을 수행하는 로봇으로, 사람과 물리적 상호작용이 가능하다. 기존 산업용 로봇이 인간과 독립된 공간에서 근로자를 대체하여 작업을 수행하는 것과 대조적이다. 협동 로봇은 인간과 유사한 속도, 강도, 정밀도로 작업하도록 설계되며 함께 일하는 인간의 존재와 움직임을 감지하는 센서 기술을 탑재하고 있기 때문에 기존 산업용 로봇 대비 안전성을 갖추었으며 프로그래밍 및 조작이 간단한 편이다. 또한 산업용 대비 공간을 많이 차지하지 않고 가격도 상대적으로 저렴하다는 이점을 가지고 있다. 산업용 로봇 설치를 위해서는 로봇 가격의 3-4배 정도의 주변장치(Jig & Fixture, 고정구)가 필요하고 작업자와의 거리 유지를 위해 필요한 공간이 크다.

글로벌 협동 로봇 시장의 경우, 덴마크의 Universal Robots사가 M/S 50% 이상을 차지하며 과점하고 있다. 이외 한국의 레인보우로보틱스 등을 포함한 국내외 다수 기업들이 시장에 참여하고 있으나, 각 기업별 협동 로봇들의 성능 또는 기술력에서는 큰 차별성이 없고 주요 경쟁력은 가격으로 평가되고 있다. 부가적으로는 협동로봇 솔루션을 제공하거나 유지보수 서비스에 강점이 있는 기업의 제품이 경쟁력을 지닐 수 있다. 글로벌 협동 로봇 시장은 '22년 연간 수요 5.4만대(약 2조 원 규모)에서 CAGR 20%로 성장해 '30년까지 26.7만대(8조 원)까지 확대될 전망이다.

그림 56. 산업용 로봇 제품별 시장 전망



자료: Frost & Sullivan, 삼일PwC경영연구원

표 31. 산업용 로봇 플랫폼 종류 및 관련 기술



자료: 화낙

다관절 로봇(Articulated Robot)

- 관절이 여러 개 달린 로봇. 작업 동작이 3종류 이상으로 3개 이상의 회전운동기구를 결합시켜 제조함. 다관절 Manipulator(로봇팔)가 대표적
- 사람의 어깨, 팔, 손목의 관절을 본떠 만든 로봇으로 공간설비 조립 작업이나 도장, 용접 등에 사용



자료: 화낙

병렬 로봇(Parallel Robot)

- 여러 팔이 여러 각도로 붙어있는 로봇으로, 팔이 폐쇄 루프 구조 형태로 연결되어있음
- 물건을 집어 스케치를 하거나 인쇄 회로 기판을 조립하는 등 다양한 분야에 맞게 설계되어 사용
- 병렬형 로봇 중 가장 많이 팔린 종류는 '델타 로봇(Delta Robot)'으로, 다리가 여러 개라 정밀도가 높고, 가속·감속 성능이 좋아 빠른 작업 수행이 가능



자료: EPSON

스카라 로봇(SCARA, Selective Compliance Assembly Robot)

- 수평 다관절 로봇(Horizontal Articulated Robot)으로, 평행인 두면이 만나 축을 이루고, 이 축을 바탕으로 회전하는 동작을 수행. (관절1과 관절2가 동시에 움직여 평면상에서 좌우로 휘젓듯이 움직이며, 관절3이 위아래로 움직여 물건을 들었다 놔다 함)
- 수직 다관절 로봇 대비 관절 수가 적어 저렴하고, 구조가 컴팩트함. 빠르고 정확한 작업이 가능해 단순 Pick & Place 작업에 인기. 애플의 제품이 전세계적으로 가장 많이 팔림



자료: Hudson Robotics

원통좌표 로봇(Cylindrical Robot)

- 팔의 기계 구조가 최소 회전 조인트 1개와 직진 조인트 1개를 가지고 그들이 원통 좌표 형식의 로봇



자료: 로봇신문

직교 로봇(Cartesian Robot)

- 직선 왕복운동을 하는 로봇. 선형 단축로봇
- 상대적으로 단순한 형태로 좌우이동 작업 추가하려면 가로 축을 하나 더 연결하는 등 고객요청에 따라 다양한 커스터마이징이 가능
- 3D 프린터가 작은 형태의 직교 로봇



자료: Gardner Business Media

협동로봇(Collaborative Robot, Cobot)

- 사람과 같은 공간에서 협동으로 작업을 수행하는 산업용 로봇
- 물리적 상호작용이 가능하며 로봇과 사람이 역할을 분담해 작업 생산성을 높임
- 산업용 로봇 대비 가격이 저렴하고 안전성을 갖추었으며, 조작이 간단함

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

3-2

자율주행(SLAM, LiDAR 기반) 기술

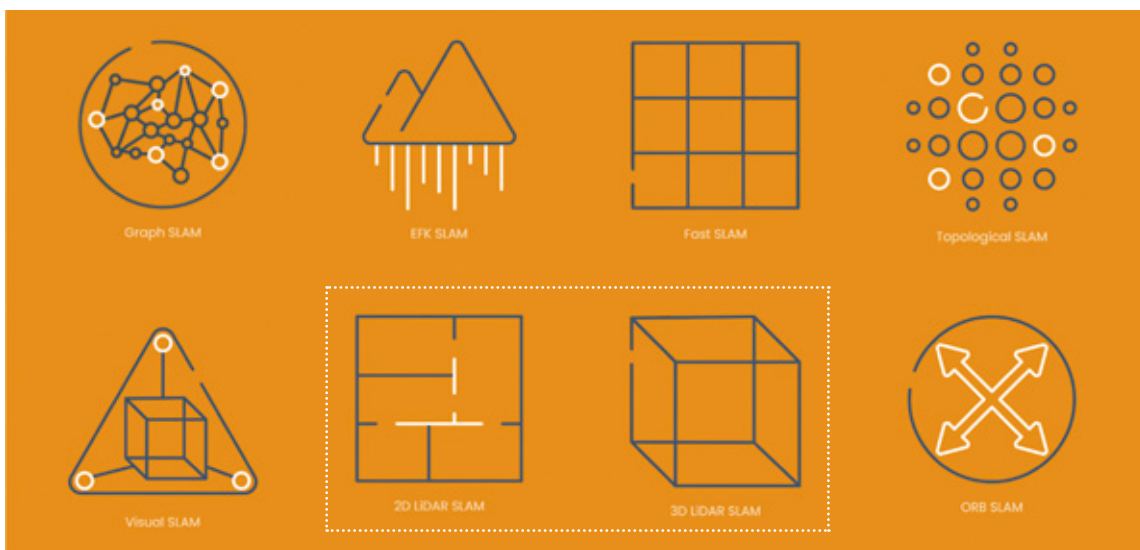
푸드테크 로봇 중 서빙 로봇이나 라스트 마일 배달 로봇, 식료품 물류 창고 로봇 등에는 대부분 자율주행 기술이 탑재되어 있다. 실내에서 사용되는 서빙·배달 로봇의 경우, 주로 SLAM(Simultaneous Localization And Mapping) 알고리즘 기반 자율주행 기술이 사용된다. SLAM이란 로봇이 위치한 공간의 지형을 센서로 인식하여 실시간으로 지도로 생성하면서 해당 지도 상 로봇의 위치를 추정하는 기술을 의미한다.

SLAM을 구현하는 데에 사용되는 센서의 종류로는 카메라, RGB-D 카메라, LiDAR 등이 있는데, 이 중 LiDAR(Light Detection and Ranging) 센서는 고출력 펄스 레이저를 사용하여 물체에 반사된 레이저가 돌아오는 시간을 측정해 지형 정보를 추출한다. LiDAR는 초당 수백만 개의 레이저 빔을 발사해 주변 사물까지의 거리, 방향, 속도 뿐만 아니라 스펙에 따라 온도, 물질 분포, 농도까지 감지가 가능한 센서 기술로, 주변 사물과 사람의 모습을 정확하고 세밀하게 감지해 3D 이미지로 변환하는 것이 가능하다. 자율주행 자동차에 적용되는 LiDAR 센서의 경우 수천만원을 호가하지만, 샤오미 로봇 청소기에 탑재되는 LiDAR 센서는 20만원 이하까지도 내려와 서빙·배달용 로봇에도 LiDAR 센서 적용이 되고 있는 상황이다.

즉, 서빙 및 음식 배달용 로봇은 상기 LiDAR를 포함한 센서들의 상호작용을 통해 주변 공간을 3D로 측정하고 SLAM 알고리즘을 사용해 지도를 생성한다. 흔히 가정 내에서 사용되는 로봇청소기가 집안을 매핑해 가구나 가전제품의 위치 등을 인지하고, 맵 안에서의 현재 위치를 인식하는 것처럼, 서빙 로봇 또한 식당에서 주방이나 테이블 등의 위치를 인식하고 생성한 지도 상에서의 위치를 확인해 가며 정확한 서빙 작업을 수행하는 것이다.

다만, 공간의 특징이 약해 측정과 매핑이 어려운 경우에는 일종의 랜드마크로 기능하는 표식을 추가해 인식을 돕기도 한다. 실제로 상용화된 서빙 로봇들 중에 식당 천장에 한 마킹을 토대로 운행되는 경우도 있다. 배달의 민족의 서빙 로봇 딜리블레이트도 식당 천장에 부착된 스티커를 카메라로 인식해 현재 위치를 파악하고 목표 장소까지 이동하는데, 스티커에는 QR코드처럼 정보가 담겨있고, 보통 2m 간격으로 부착된다. 천장마커로 오차범위 내 위치를 잡고, LiDAR 센서로 돌발적인 상황을 감지하는 방식으로 운행될 수 있다.

그림 57. SLAM 알고리즘의 종류



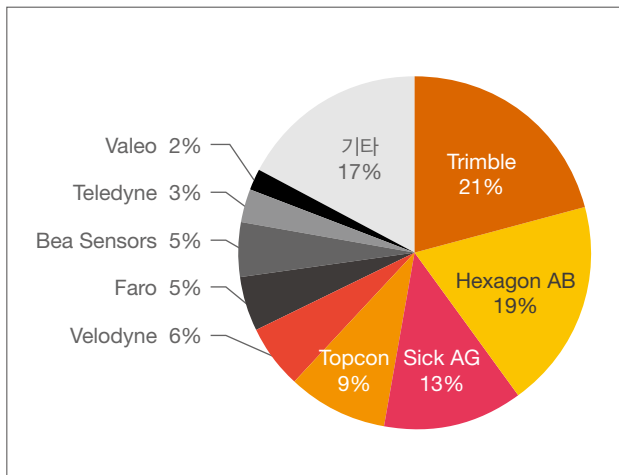
자료: GeoSLAM

그림 58. 자율주행 물류로봇의 LiDAR 센서



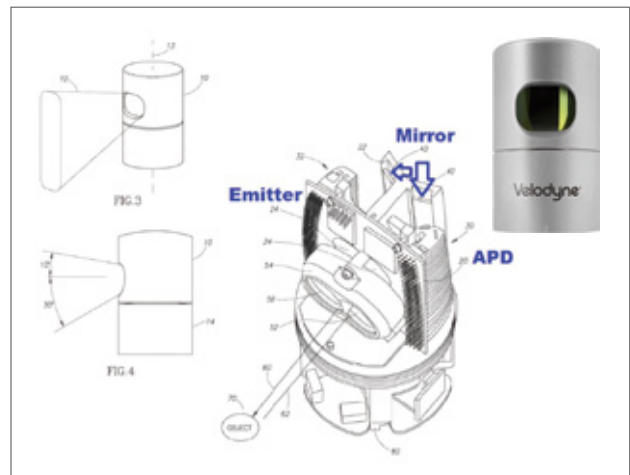
자료: Unmanned Solution

그림 59. 글로벌 LiDAR 시장 점유율(2019년)



자료: Yole Development, 삼일PwC경영연구원

그림 60. Velodyne사의 기계식 LiDAR



자료: Velodyne

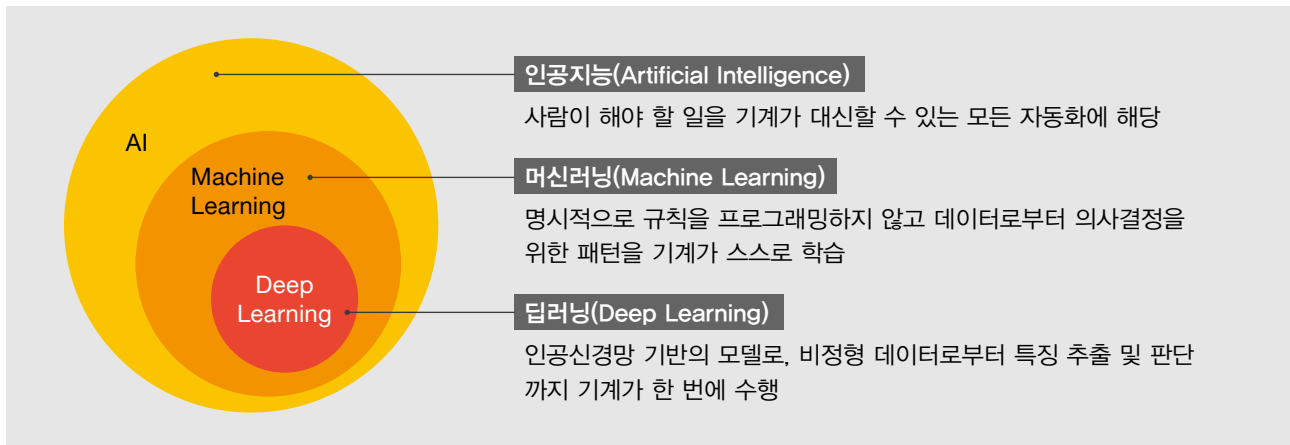
3-3

인공지능, 머신러닝 기술

앞서 살펴본 자율주행 로봇의 기본 토대는 인공지능 기술이다. 인공지능(Artificial Intelligence, AI)이란 기계로 구현한 지능을 의미하는데, 인간이 지닌 사고나 학습 등의 지적 능력을 컴퓨터로 구현해 사람이 해야 할 일을 기계가 대신하게 해주는 모든 자동화 작업이 AI의 영역에 포함된다고 할 수 있다.

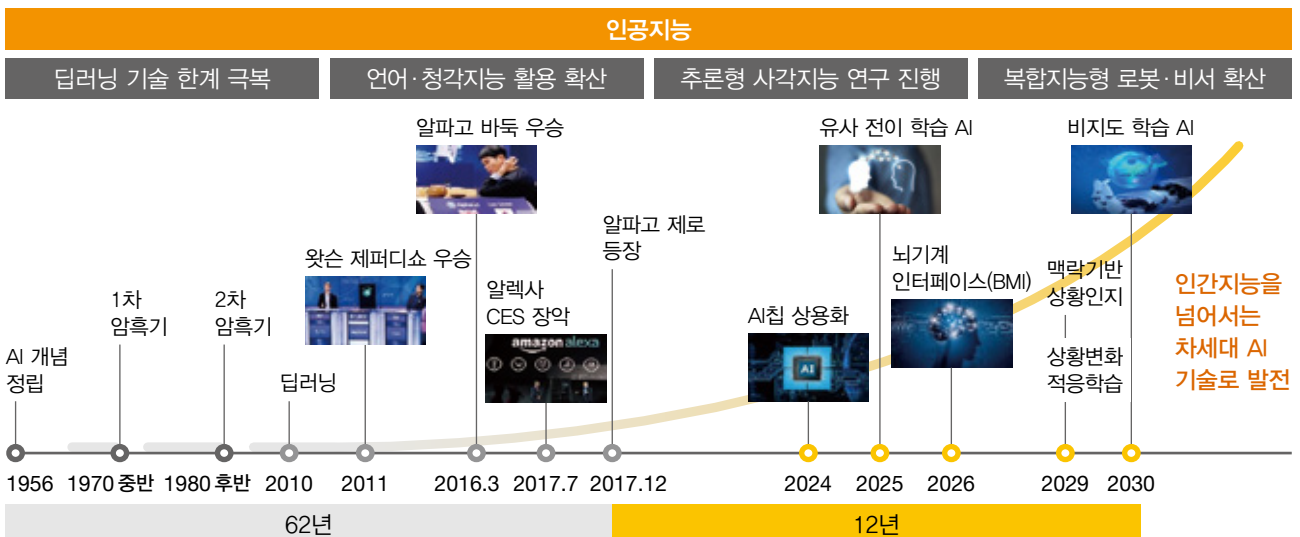
머신러닝(Machine Learning, ML)이란 2000년대 시작된 인공지능의 한 분야로, 빅데이터를 바탕으로 컴퓨터를 학습시켜 얻어진 지능을 적용하는 기술을 뜻한다. 즉, 명시적인 규칙 프로그래밍 없이 데이터로부터 의사결정을 위한 패턴을 기계가 스스로 학습하는 것이다. 딥러닝(Deep Learning, DL)이란 2010년부터 급성장한 머신러닝의 한 방법으로, 인간의 뇌세포 구조와 유사한 인공 신경망(Artificial Neural Network, ANN)을 이용해 학습하고 판단하는 것을 말한다. 즉, 정형화되지 않은 무수한 데이터로부터 특징을 추출해 판단하는 전과정을 기계가 한번에 수행한다.

그림 61. 인공지능, 머신러닝, 딥러닝의 정의 및 관계



자료: LG CNS, 삼일PwC경영연구원

그림 62. 인공지능 기술 연구의 역사



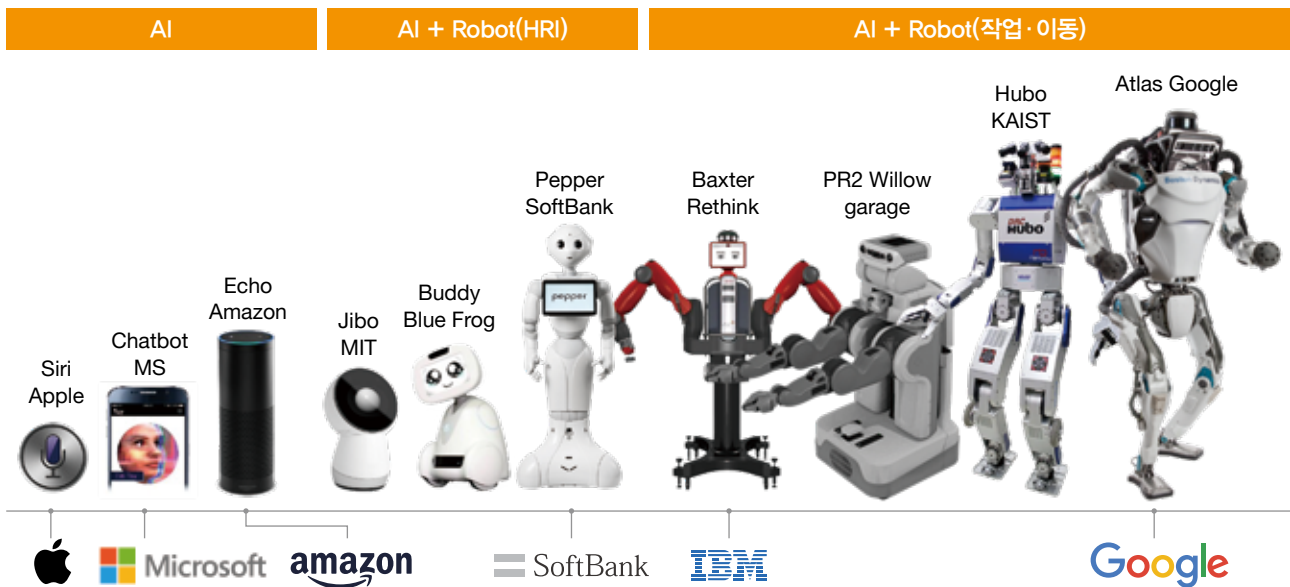
자료: 과학기술정보통신부, 삼일PwC경영연구원

이러한 인공지능 기술이 차용된 '인공지능 로봇'이란 로봇이 센서를 통해 추출한 정보를 바탕으로 최적화된 행동을 선택하고 학습해 목표한 작업을 수행하는 로봇을 의미한다. 인공지능 로봇의 주요 기술적 화두로는 앞서 언급된 머신러닝과 딥러닝, 자연언어처리(Natural Language Processing, NLP, 컴퓨터와 인간 언어 사이의 상호 작용 기술) 등이 있다.

로봇에 머신러닝 기술이 적용되면서, '21년 스스로 균형감각을 학습해 두발로 뛰는 방법을 습득한 2족 보행 로봇 Cassie가 개발되기도 했으며, 이는 배달 및 물류용으로도 사용이 가능할 전망이다. '22년에는 딥러닝을 기반으로 인간 데모 데이터를 사용해 손재주 조작 기술을 배울 수 있는 로봇이 개발되었는데, 이 로봇은 바나나를 식별하고 집고 껍질을 벗기는 등의 세밀한 작업 수행이 가능하다. 정교한 작업이 필요한 조리용 로봇에서도 활용이 가능할 것으로 보인다.

인공지능 기술은 특히 서비스용 로봇에서 가장 활용도가 높는데, 앞서 언급된 바 있는 Softbank의 식당 접객 로봇 Pepper 또한 인공지능 기술이 차용된 로봇이다. Pepper의 경우 인간의 형태를 한 휴머노이드 로봇으로, AI를 기반으로 한 휴머노이드 로봇은 인식 및 운동까지 인간과 유사하게 구현할 수 있도록 설계되어 서비스 수용자 입장에서 신뢰도가 높아진다. 실제로 Pepper는 방문한 고객들의 얼굴을 인식해 메뉴를 추천해주기도 한다. 또한 고객 테이블에서 사진을 찍어주거나 함께 놀아주기도 한다는 점에서 소셜 로봇의 특성도 지니고 있는데, 소셜 로봇이란 빅데이터 분석을 통해 인간과 상호작용이 가능한 인공지능 로봇으로, 인간의 다양한 감정표현 값을 센싱 및 매핑해 상호작용한다. CES2021에 출품된 1) Koda사의 AI 사족보행 로봇은 주인과 상호작용이 가능하고, 2) 케어클레버사의 AI 로봇 Cutii는 노년층과 대화를 하며, 3) Embodied사의 로봇 Moxie는 어린이의 사회, 정서, 인지적 발달을 돕는 소셜 로봇이다.

그림 63. 인공지능과 로봇



자료: KDI, 삼일PwC경영연구원

인공지능 로봇은 작업 공간, 목표 등에 따라 로봇의 형태, 센서, 구동기, 지능의 수준이 모두 다른 수준으로 설계된다. 예를 들어, 배달 및 물류 로봇의 경우 공장 내에서 무거운 물체를 정밀하게 이동시켜야 하는 경우와 식당에서 음식을 테이블까지 운반하는 데에 필요한 로봇의 사양과 지능의 수준은 다를 것이다. 공장에서도 동일한 단순 작업 반복에는 저사양의 로봇으로 충분하지만, 대상의 상태, 위치를 인식하고 자율성을 발휘해 다양한 자세로 세밀한 작업을 수행하는 경우 고사양의 인공지능이 적용되어야 한다. 또한, 협동 로봇의 경우 다양한 센서로 함께하는 근로자를 관찰하고 외부 접촉 여부를 인식하고 충돌을 예방할 수 있는 AI 기술이 탑재된다.

3-4

센서 기술

로봇이 주변 환경 및 작업 대상을 인식하고 파악해 동작하기 위해서는 센서 기술이 뒷받침되어야 한다. 로봇용 센서의 대표적인 종류로는 시각 센서, 거리 센서, 역학, 관성 센서 등이 있는데, 고성능의 센서가 다양하게 탑재될수록 로봇이 내부와 외부의 자극과 정보를 충분히 획득해 세밀하게 제어될 수 있다.

시각 센서의 경우 광학계를 통해 영상을 수용해 로봇 시각시스템에 적용하기 위한 센서를 말하며, 단순한 영상 저장 뿐만 아니라 공간·사람·사물과 행동·표정까지 인식하며 맥락을 이해하기 위한 정보를 제공한다. 미국 PointGrey사의 스테레오 카메라, 옴니 카메라는 지능형 로봇에 많이 사용되며, 2D, 3D 시각 센서에 얼굴 인식 등의 알고리즘을 결합한 형태의 센서 모듈이 개발되기도 했다.

거리 센서의 종류로는 카메라, 레이저, 초음파, 적외선, 레이다 센서가 있다. 카메라 센서는 2D 및 3D 비전 스테레오 카메라가 널리 사용되며, 레이저 센서에는 앞서 논의된 LiDAR가 해당된다. 초음파 센서는 로봇에서 초음파를 송출하고 물체에 반사되어 돌아오는 시간을 계산해 물체와의 거리를 산출하는데, 주차할 때 주변 사물과의 거리를 소리로 알려주는 센서가 대부분 초음파 센서다. 측정 거리 및 방위각이 제한적이지만 가격이 저렴하고 크기가 작아 정밀한 측정이 필요하지 않은 이동형 로봇에 많이 탑재된다. 적외선 센서는 초음파 센서와 작동 원리가 같은 적외선을 이용한 센서고, 레이다 센서는 전파를 이용해 빛에 영향을 받지 않고 어떤 기상 환경 속에서도 작동이 가능하다는 장점이 있다.

표 32. 거리 센서(Range Sensor)의 종류와 특징

센서명	특징	장점	단점
카메라 센서 (Camera)	카메라를 사용해 주변 환경을 인식	<ul style="list-style-type: none"> 거리 정보 이외의 정보들(색상 등) 획득 가능 목표물 인식에 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 빛이 없으면 작동이 불가해 기상 환경에 영향을 받음 신호처리 프로세싱이 복잡
라이다 센서 (Light Detection and Ranging Sensor)	레이저를 사용해 거리를 측정	<ul style="list-style-type: none"> 높은 정밀도 단일 센서로 360도 거리 측정 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 눈, 비, 안개 등으로 빛 굴절 시 오작동 가능 상대적으로 높은 가격
초음파 센서 (Ultrasonic Sensor)	음파를 송신 및 수신하는 과정을 반복해 이동 시간을 측정해 거리 측정	<ul style="list-style-type: none"> 기상환경에 상관없이 물 속에서도 사용 가능 저렴한 가격 	<ul style="list-style-type: none"> 감지 거리가 짧음 고속에서는 측정 어려움 최대 방위각이 30도 정도로 제한됨
적외선 센서 (Infrared Ray Sensor)	적외선을 이용해 거리 측정	<ul style="list-style-type: none"> 고속에서 사용 가능 실내 정확도 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 감지 거리가 길지 않음 야외에서 빛에 적외선이 섞여있어 오작동 발생 가능
레이다 센서 (Radio Detecting And Ranging)	전파를 이용해 거리를 측정	<ul style="list-style-type: none"> 빛에 영향받지 않고, 기상환경에 상관없이 작동 물체 투과 가능해 가려진 물체 인지 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 정밀한 이미지 제공 불가 프로세싱이 복잡

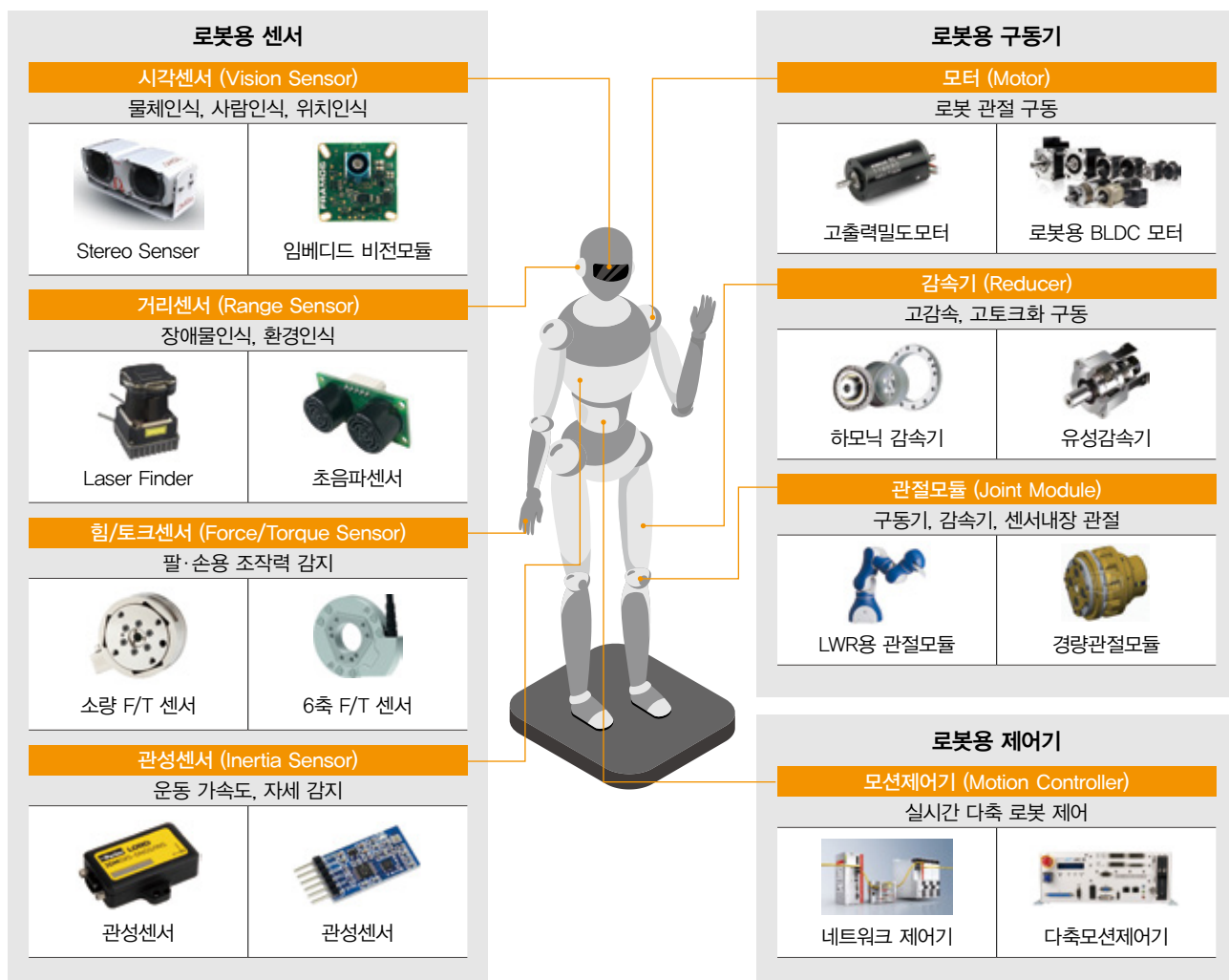
자료: 삼일PwC경영연구원

로봇용 역학 센서로는 힘/토크센서(Force/Torque Sensor)가 있는데, 토크 센서란 토크(물체를 회전시키는 원인이 되는 물리량)를 측정하는 센서를 의미한다. 스트레인 게이지(Strain Gauge, 가해지는 힘에 따라 저항이 변하는 센서로, 힘, 압력, 무게 등을 전기 저항의 변화로 전환한 이후 저항을 측정), 광학센서 등 계측 소자를 장착, 검사하는 공정들이 복잡해 가격이 높다. 주로 독일의 헝크사, 캐나다 ATI사가 로봇용 힘토크센서를 생산한다.

관성 센서는 로봇의 운동 시 발생하는 가속도 및 각속도를 측정해 로봇의 위치 및 자세를 파악한다. 관성을 측정하는 IMU(Inertial Measurement Unit)은 속도 변화, 진동, 충격 등을 측정하는 가속도계, 정해진 기준 방향을 감지하는 각속도계(자이로스코프, Gyroscope) 등으로 구성된다. 물체의 운동 상태를 인식해 로봇 제어가 가능하도록 해주고, 로봇의 진행 방향 추정도 가능하게 한다.

이외에도 액티브 비컨 센서(실내에 고정된 송수신부와 로봇에 탑재된 송수신부의 거리를 측정해 로봇의 위치를 인식하는 센서), 자기 각도 위치 센서(로봇이 관절을 움직일 때 모터의 위치를 인식), 촉각 센서(물체 접촉 여부 및 압력 측정) 등의 센서 기술이 로봇에 사용된다.

그림 64. 로봇 융합 부품의 범위 및 로봇용 센서의 종류



자료: 전자부품연구원, 삼일PwC경영연구원

3-5

로봇 구동기 및 제어기 기술

로봇용 제어기(Controller)와 구동기(Actuator)에 사용되는 모터, 감속기, 관절모듈 관련 기술 또한 푸드테크 로봇 기술의 근간이 된다. 로봇용 제어기는 로봇의 두뇌 역할을 하는 장치로, 구동기를 제어하고 다양한 센서와 연결할 수 있는 모듈을 뜻하며, 구동기는 로봇을 움직이게 하는 부품이다.

로봇 구동기는 전기 모터(Motor)와 감속기(Reducer)로 구성된다. 모터의 경우, 고효율밀도화 및 고정밀화 기술이 요구되며, 종류로는 PMDC(Permanent Magnet Direct Current), BLDC(Brushless Direct Current), 스테핑, 초음파 모터가 있다. 미국 Kollmorgen사의 모터는 하모닉 감속기와 결합이 용이해 로봇 관절용으로 사용되고 있으며, 독일 Robodrive사의 다극 박형 모터도 로봇에 활용된다.

로봇용 구동기에 사용되는 감속기는 동력원인 모터에 결합해 출력 회전수를 감소시키는 부속 부품이다. 감속기의 종류로는 1) 유성 기어 감속기와 2) 하모닉 감속기가 있다. 유성 기어 감속기는 Sun Gear, Planetary Gear, Internal Gear로 구성된 단위 체적당 동력 전달 비율이 큰 제품이다. 산업로봇용은 독일 FATEC, 대만 APEX사가 주로 생산하며, 서비스 로봇용은 독일 Faulhaber, 스위스 Maxon사 등이 생산한다. 하모닉 감속기는 일본 Harmonic Drive에서 개발한 감속기로, 탄성체 변형이 일어나며 감속이 되는 구조다. 단일 감속으로 높은 감속비를 얻을 수 있는 제품으로 고차원의 기술력이 요구된다. 일본 Harmonic Drive, 독일 Harmonic Drive AG가 높은 시장 점유율을 차지하고 있다.

표 33. 거리 센서(Range Sensor)의 종류와 특징

구분	모터 종류	소형 모터		대형 모터	
		DC모터	스테핑모터	동기모터	
				BLDC Motor (Brushless Direct Current)	BLAC Motor (Brushless Altering Current)
특징	<ul style="list-style-type: none"> 자동차 모터 중 가장 오랫동안 사용됨 모터에 DC전원 인가하여 운전하여 인버터가 단순하고 저가격 	<ul style="list-style-type: none"> 펄스형 전압을 모터에 인가하여 위치를 직접 제어함 저용량 응용에 유리 	<ul style="list-style-type: none"> DC모터에서 Brush와 Commutator가 없어 효율 향상, 신뢰성 증가함 인버터가 DC모터에 비해 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 영구자석의 가격이 낮아지면서 고효율, 고밀도의 모터제작 트랙션모터, 에어컨 압축기 모터로 가장 널리 사용되어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 회전자에 영구자석을 배제하여 회전자위 신뢰성 확보 효율과 인버터의 가격에서 단점이 있음
모터가격	낮음	낮음	낮음	높음	높음
모터 드라이브 지칭명	제어기	제어기	제어기	제어기 or 인버터	인버터
모터 드라이브 가격	낮음	다소 높음	높음	높음	높음
장점	저가격	정밀한 위치 제어	고효율, 고밀도, 저소음	고효율, 고밀도	BLAC에 비해 낮은 가격
단점	낮은 효율, 낮은 제어성, 제한된 수명	저토크	DC모터 대비 높은 가격	고가격	BLAC에 비해 낮은 가격
용량	1W~10W	<3W	20~1kW	1kW~200kW	70~200kW
대표적 응용	연료펌프, 전동시트, 와이퍼	AGS(Active Grill Shutter)	쿨링팬, 전동식 워터펌프, 연료펌프	트랙션모터, 전동식 에어컨 컴프레서	트랙션모터(테슬라)

자료: Motion System Design, 삼일PwC경영연구원

3-6

CES에 소개된 푸드테크 로봇 및 주목받은 기술

글로벌 첨단 기술이 집약되는 세계 최대 규모의 전자/IT 전시회 CES(Consumer Electronics Show)에서도 '푸드테크'가 주목받고 있다. 매년 1월 미국 라스베이거스에서 열리는 CES에는 전세계 기술적 트렌드를 선도하는 기업들의 혁신 제품들이 출품되는데, 2022년에도 푸드테크 관련 기업들의 제품 및 서비스가 시연되며 큰 관심을 받은 것이다. AI 셰프 솔루션에서부터 대체육, 음식물 쓰레기 저감 기술, 푸드테크 로봇 등 푸드테크의 여러 분야들이 다채롭게 다뤄졌다.

무엇보다 CES의 주최사 CTA(Consumer Technology Association)는 2022년의 5대 기술 트렌드 중 하나로 '푸드테크'를 선정한 바 있다. 상기 5대 트렌드는 1) 핀테크(Fintech), 2) 사이버 보안(Cybersecurity), 3) 수송기술의 미래(The Future of Transportation), 4) 푸드테크(Food Tech), 5) 디지털 치료법(Digital Therapeutics)이다.

또한, CES 2022에서는 푸드테크 관련 발표 세션이 신설되기도 했다. 글로벌 푸드테크 관련 기업 및 기관에서 1) 인공지능, 로봇릭스 등의 발달로 인한 미래 음식 및 요리의 변화, 2) 식물 및 균류로 만들어진 대체육의 미래, 3) 음식물 쓰레기 저감 기술, 4) 푸드테크 로봇의 미래 등에 대해 발표를 진행했다.

그림 65. CES 2022의 Food Tech 관련 기업 부스 현장



자료: 오토캐스트

그림 66. CTA(CES 주최사) 선정 2022년 5대 기술 트렌드



자료: CTA

그림 67. CES 2022에 신설된 '푸드테크' 세션

CES FOOD TECH CONFERENCE		
PRESENTED BY THE SPOON JANUARY 6, 2022		
Venetian Expo Level 4 Lando 4304		
	1:00 PM - 1:40 PM	WELCOME & THE KITCHEN 2030
	2:00 PM - 2:40 PM	THE FUTURE OF MEAT
	3:00 PM - 3:40 PM	TACKLING FOOD WASTE WITH TECHNOLOGY
	4:00 PM - 4:40 PM	WELCOME TO OUR FOOD ROBOT FUTURE
Note: There is a 20 minute break between each session		

자료: CTA

국내 푸드테크 스타트업 '비욘드허니컴'의 AI 셰프는 CES 2022 부스에서 영화 기생충의 '짜파구리' 등 다양한 음식을 즉석에서 요리해주며 인기를 끌었다. 동사의 AI 셰프 솔루션의 경우, 푸드 센서가 조리 중 식재료의 변화를 분자 단위로 수치화해 '학습'하면 그에 맞게 로봇이 자동으로 조리해 셰프의 맛을 재현한다. 실제 유명 셰프의 메뉴를 동일하게 만드는 것이 가능해 소비자들은 저렴한 가격에 특정 레스토랑에서만 가능했던 다이닝 경험을 제공받을 수 있다. 행사장에서 AI 셰프는 관람객의 요리과정을 보고 그 자리에서 해당 음식을 완성하기도 했다.

국내 스타트업 누비랩은 오토 AI 푸드 다이어리를 선보였는데, 인공지능을 토대로 개인별 맞춤 식생활을 가능하게 한 기술이다. 푸드 스캐너를 통해 음식이 담긴 접시를 스치기만 해도 AI가 음식을 데이터화해 이용자들의 섭취량, 칼로리, 영양 성분, 식사 시간 등을 분석해준다. 개인의 식단 및 건강 관리에도 유용하고, 투입되는 식재료의 양을 최적화하여 음식물 쓰레기를 줄일 수 있다는 점에서 환경 보호 솔루션으로도 평가받았다.

그림 68. CES 2022: 비욘드허니컴의 AI셰프 솔루션



자료: KoreaTechDesk

그림 69. CES 2022: 누비랩의 오토 AI 푸드 다이어리











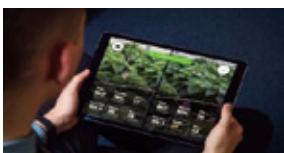
자료: GearDiary

푸드테크의 주력 분야인 대체식품 관련 기업의 제품도 여전히 관심을 받았다. 미국 MycoTechnology의 버섯균을 활용한 소고기 대체육과 한국 SK가 투자한 스타트업 Nature's Fynd 등의 대체 단백질 버거 패티와 크림치즈, Yangyoo가 개발한 식물성 단백질 우유로 만든 치즈, EndlessWest가 개발한 분자제조 위스키, 풀무원의 식물성 대체 식품 등이 소개되었다.

이외에도 Apex와 Minnow의 비접촉식 음식 배달 및 픽업 솔루션, Edamam의 식품 영양 데이터 구독 서비스, Northfork의 식품 소매와 연결 가능한 온라인 레시피 판매 서비스, Uvera의 UV 라이트 기기를 이용한 신선식품 유통 기한 연장 및 음식물 쓰레기 저감 기술 등의 다양한 분야의 푸드테크 기업들의 기술 및 서비스가 시연되었다.

무엇보다 로봇 기술이 결합된 푸드테크 기업들의 제품과 서비스가 가장 큰 주목을 받았다. 앞서 언급된 비욘드허니컴의 AI 셰프 솔루션도 조리용 로봇을 기반으로 했으며, 베어로보틱스의 자율주행 서빙 로봇, 세실리아의 로봇 바텐더, 요카이 익스프레스의 로봇 라멘 자판기, 카본 오리진스의 VR 헤드셋으로 제어하는 음식 배송 로봇, 피크닉의 로봇 피자 시스템, 여미 퓨처스의 로봇 커피 키오스크, 오토노미의 음식 자율 배송 로봇, iUNU의 온실 및 수직농장 로봇 등 다양한 푸드테크 로봇들이 소개되었다. 로봇공학의 발달로 현대인이 식재료를 수확하고, 조리하고, 배달하는 전 과정에서 로봇의 관여도가 높아지고 있다.

표 34. CES 2022에 참가한 푸드테크 기업들의 제품 및 서비스

로봇		Beyond Honeycomb • 푸드 센서와 조리 로봇을 기반으로 한 AI 셰프 솔루션
	자료: Pangyo Techno Valley	
		Bear Robotics • 음식 서빙 로봇 'Servi' 등
	자료: Axios Tampa Bay	
		Cecilia.ai • 애니메이션 로봇 바텐더 – 시리와 같은 AI 음성으로 제어가능
	자료: NoCamels	
		Yo-Kai Express • 공공 및 소매점용 자율 라멘 로봇 'Octo-chef'
	자료: APEX	
로봇		Carbon Origins • 음식 배송 로봇 'Skippy' • VR 헤드셋으로 로봇을 제어하고 로봇 신경망을 실시간으로 훈련시키는 것이 가능
	자료: Twin Cities Business	
		Picnic • 가입형 로봇 서비스(RaaS, Robotics as a Service) 모델로 제공되는 피자 로봇
	자료: Puget Sound Business Journals	
		Yummy Future • 30초만에 음료를 제조하는 로봇 커피 키오스크
	자료: Yelp	
		Ottonomy • 음식 자율배송 로봇
	자료: TheSpoon	
로봇		iUNU • 온실 및 수직 농장을 위한 AI 기반 플랫폼, 로봇 자동화 기술
	자료: Greenhouse Canada	

대체식품	 <p>자료: El País</p>	MycoTechnology <ul style="list-style-type: none"> • 표고버섯 균사체, 완두콩, 쌀 단백질 등을 사용한 대체육
	 <p>자료: Daily Processing</p>	Yangyoo <ul style="list-style-type: none"> • 식물성 단백질 우유로 제조한 비건 치즈
	 <p>자료: 서울경제</p>	SK(주) <ul style="list-style-type: none"> • 대체육을 사용한 핫도그와 너겟, 대체 우유를 쓴 아이스크림
	 <p>자료: The Whiskey Wash</p>	Endless West <ul style="list-style-type: none"> • 숙성이나 배럴링 없이 만든 최초의 분자 제조 위스키 Glyph
음식 배달 솔루션	 <p>자료: BoxOffice Pro</p>	Apex <ul style="list-style-type: none"> • 음식 픽업 및 배달 서비스를 위한 비접촉식 솔루션 OrderHQ • 온·냉 보관 및 주문처리 자동화를 포함하는 스마트 식품 보관함
	 <p>자료: Minnow</p>	Minnow <ul style="list-style-type: none"> • 비대면 음식 배달 솔루션 Minnow Pickup Pod
데이터	 <p>자료: ProgrammableWeb</p>	Edamam <ul style="list-style-type: none"> • 식품 및 영양 데이터를 건강식품 및 웰빙 부문 기업에 구독 서비스로 제공 • 레시피를 분석해 해당 요리에 필요한 식자재 및 함유 영양소 등을 안내
	 <p>자료: Northfork</p>	Northfork <ul style="list-style-type: none"> • 온라인에서 레시피 판매, 식품 소매와 디지털 레시피 연결 • 클라우드 베이스의 구독서비스 제공
음식물 쓰레기 저감	 <p>자료: The Spoon</p>	Uvera <ul style="list-style-type: none"> • UV 라이트 기기를 사용한 신선식품 유통기한 연장 기술 • 음식물 쓰레기 저감 효과

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

The background of the page features a photograph of a person's hand holding a tablet, set against a warm, golden sunset. The person is wearing a plaid shirt. The image is overlaid with several decorative squares in orange, yellow, and white. A large, solid pink rectangle covers the bottom left portion of the page, containing the section header.

IV.

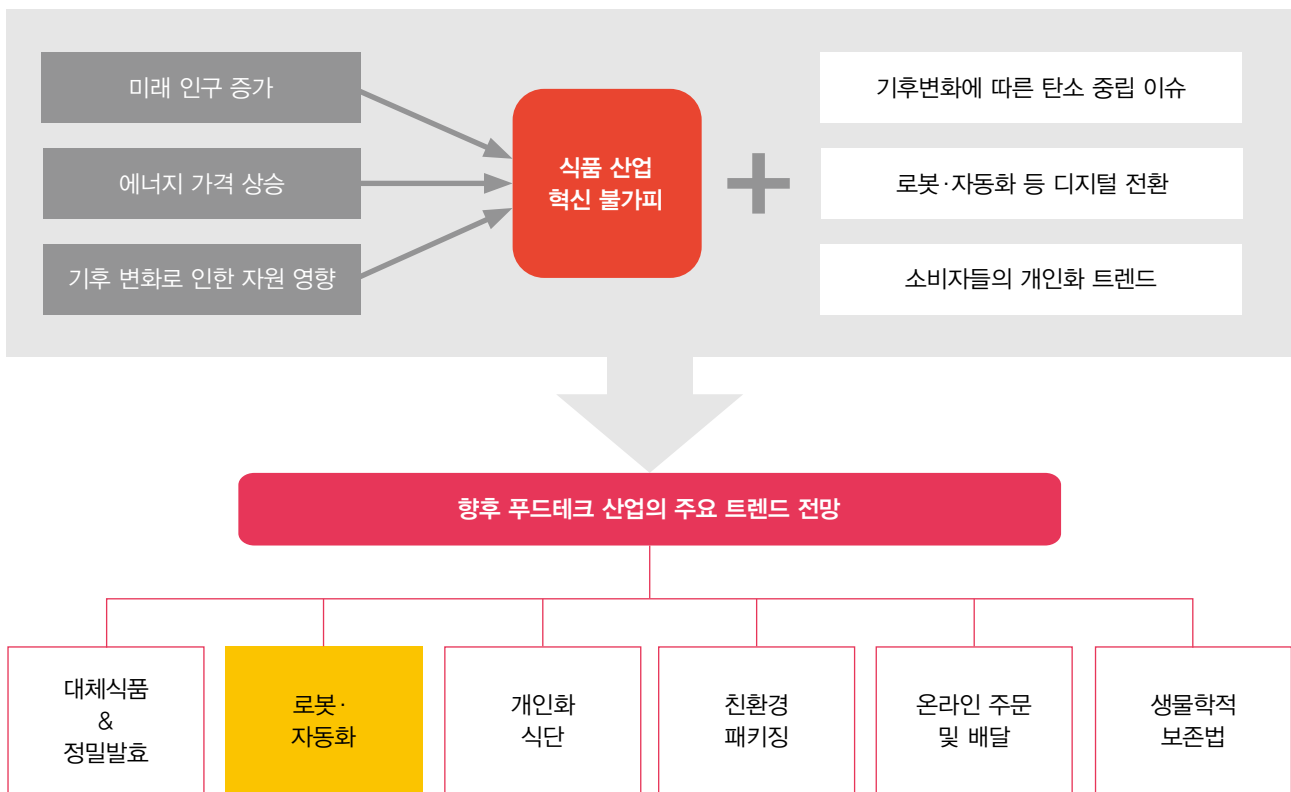
결론 및 제언

4-1

향후 글로벌 푸드테크 산업 트렌드 전망

미래 인구 증가, 에너지 가격 상승, 기후변화로 인한 자원 영향 등을 고려 시 식품 산업 내 혁신은 피할 수 없는 글로벌 과제다. 유엔식량농업기구(FAO)에 따르면 2050년까지 60퍼센트 더 많은 양의 식량을 생산해야 인구가 굶주리지 않는다고 한다. 상기 보고서에서 다룬 푸드테크 산업 및 관련 기업 현황과 더불어 1) 기후변화에 따른 탄소중립 이슈, 2) 자동화·로봇화 등의 디지털 전환, 3) 소비자들의 개인화 트렌드 등 세계적 변화를 고려했을 때 푸드테크 산업의 향후 주요 트렌드는 1) 대체식품과 정밀발효, 2) 로봇·자동화, 3) 식단 개인화, 4) 친환경 패키징, 5) 온라인 주문 및 배달, 6) 생물학적 보존법 등으로 나타날 것으로 보인다.

그림 70. 글로벌 푸드테크 산업 전망 도식화



자료: 삼일PwC경영연구원

표 35. 향후 푸드테크 산업의 주요 트렌드 전망

주요 트렌드	내용
대체식품 & 정밀발효	<ul style="list-style-type: none"> • 콩, 해조류, 균류 등 식물성 재료를 기반으로 대체육 생산 → 탄소 감축, 인구 증가에 따른 식량 문제도 해결 가능 • 정밀발효(대체 단백질 분야의 핵심 기술, 미생물 정밀 발효 기법) → 독자적 단백질 식품 생산, 식물성 식품 또는 배양육의 원료 생산 가능 • 최근 유럽 내 발효공학 사용 식품 개발 활발 (영국 Quorn, 프랑스 Ennolys, 덴마크 Chromoligics 등)
로봇·자동화	<ul style="list-style-type: none"> • 식료품 밸류체인 전반으로 적용해 업무 효율성, 안전, 위생, 식품 질 향상 등에 기여 가능 • 음식 조리, 제조, 패키징, 물류 등에 다양한 로봇을 사용해 업무 효율화를 도모하는 기업이 증가 추세
개인화 식단	<ul style="list-style-type: none"> • 개인 건강 및 웰빙에 관심 고조 추세, AI 기반 개인 건강 데이터 분석을 통한 맞춤형 식단 추천 기술에 대한 관심도 증대 • 유전자, 생활 습관 등을 분석하는 기술을 적용해 라이프스타일에 접목시킬 수 있는 솔루션과 더불어 전문 의료기관에도 활용될 수 있어 관련 기술 개발 지속될 전망
친환경 패키징	<ul style="list-style-type: none"> • 100% 분해 가능한 친환경 패키징 수요 증가 예상
온라인 주문 및 배달	<ul style="list-style-type: none"> • COVID-19로 촉발된 비대면 문화, 온라인 주문 및 배달, 식품 거래 트렌드 지속될 전망 → 식당들의 직접적 역할 증대, 도소매업자들의 주문 관리 시스템 및 클라우드키친에 대한 기술 발전 지속 예상
생물학적 보존법	<ul style="list-style-type: none"> • 향균 물질을 이용한 생물학적 보존법 → 식품 보존 기간 연장시켜 음식물 쓰레기 절감, 온실가스 감축 • 음식 신선도 보존을 위해 동식물에서 추출한 박테리아, 균류 및 미생물류에 대한 연구 진행중, 미국뿐만 아니라 인도, 중국 등 인구가 많은 국가를 중심으로 연구가 활발히 이루어지고 있음

자료: 삼일PwC경영연구원

국가별 푸드테크 산업 경쟁력 비교를 통해 본 한국의 위치 및 기회

향후 푸드테크 산업의 주요 트렌드별 주요 선도국들의 1) 기술력 수준, 2) 투자 규모, 3) 관련 성장유망 기업 수 등을 기준으로 각각의 경쟁력을 비교해봤을 때, 독보적인 우위를 보이는 국가는 미국이다.

[미국] 전 세계에서 가장 많은 푸드테크 스타트업들(총 4,044개사)이 위치해 있는 미국에서는 푸드테크 산업의 성장 잠재력이 높게 평가되어 2019년 한 해에만 약 25억 달러 이상의 투자가 이루어졌다. 또한 푸드테크 창업을 지원해주는 육성기관인 '키친 인큐베이터(kitchen incubator)'가 150여개에 이르는 만큼, 미국에서는 푸드테크에 대한 관심과 투자가 상당하며 안정적으로 발전 중이라고 볼 수 있다. 미국은 푸드테크 산업 전반에 걸쳐 경쟁우위를 갖추고 있는데, 그 중 대체식품, 온라인 주문·배달, 그리고 자동화·로봇 분야에서 가장 높은 수준의 경쟁력을 보유한 것으로 분석된다.

[중국] 미국 대비 푸드테크 스타트업의 수는 적으나, 푸드테크 산업에 대한 투자 규모는 미국 다음으로 큰 2위 국가로서 경쟁력을 빠르게 키우고 있다. 중국에서는 모바일 기반의 O2O 서비스 부문, 신선식품 및 이커머스 스타트업에 대한 투자가 활발히 진행되고 있으며, 온라인 주문·배달과 자동화·로봇 분야에 높은 수준의 경쟁력을 가지고 있다. 푸드테크 로봇 부문의 경우, 조리용 로봇 시장이 활성화된 편인 미국과 달리 중국에서는 서빙용 로봇을 중심으로 경쟁력을 강화하고 시장을 확대하고 있다.






























[인도, 영국] 미국에 이어 가장 많은 푸드테크 스타트업들이 성장 중인 인도(1,604개사)와 영국(1,082개사)도 각국의 산업적 특성에 맞는 분야를 중심으로 투자가 이루어지고 경쟁력을 갖추는 중이다. IT·과학 산업 중심으로 경쟁우위를 갖춘 인도의 푸드테크 생태계는 크게 Ag-Tech, 식품과학, 온라인 주문·배달 등으로 구성되어 있으며 이 중 특히 코로나19 영향으로 온라인 주문·배달 분야가 급격히 성장 중이다. 생명과학 및 바이오 산업에 강점을 지닌 영국의 경우 혁신적인 식품 R&D 분야를 중심으로 투자가 활발히 이루어지고 있어 대체식품 개발에 경쟁력을 지니고 있다.

[이스라엘] 현재 푸드테크 분야 스타트업 생태계가 빠르게 발전 중인 국가다. 이스라엘의 푸드테크 스타트업들은 특히 배양육, 설탕 대체재, 맞춤형 영양소 및 식료품 분야에서 두각을 나타내며 많은 글로벌 기업들의 투자를 받고 있다. 또한 정부의 적극적인 지원도 이루어지고 있어 이스라엘의 푸드테크 산업은 향후 급속히 발전할 것으로 예상된다.

[한국] 앞서 다룬 미국, 중국, 인도, 영국, 이스라엘에 비해 한국의 푸드테크 스타트업 생태계 규모는 상대적으로 작은 편이다. 현재 국내 푸드테크 스타트업의 수는 총 93개로 집계돼, 일본(130개)과 중국(268개) 등 이웃 아시아 국가들보다 현저히 적다. 다만, 한국의 경우 IT 및 제조업 분야를 중심으로 성장한 국가인만큼, 고도화된 IT 기술을 바탕으로 한 푸드테크 산업 발전 가능성이 높다고 판단된다. 현재 한국은 온라인 주문·배달 분야에 가장 높은 경쟁력을 보유하고 있으며, 빅데이터 기술력을 기반으로 아직 초기 단계인 식품 개인화 분야에서도 빠른 성장세를 보일 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 푸드테크 로봇 부문에서도 아직 미국과 중국에 비해서는 개발 및 상용화 수준이 낮은 편이지만, 높은 수준의 R&D 및 제조 기술력, 자본을 보유한 대기업과 스타트업들의 협력을 통해 자동화·로봇 분야를 향후 선도해나갈 가능성이 충분하다고 판단된다.

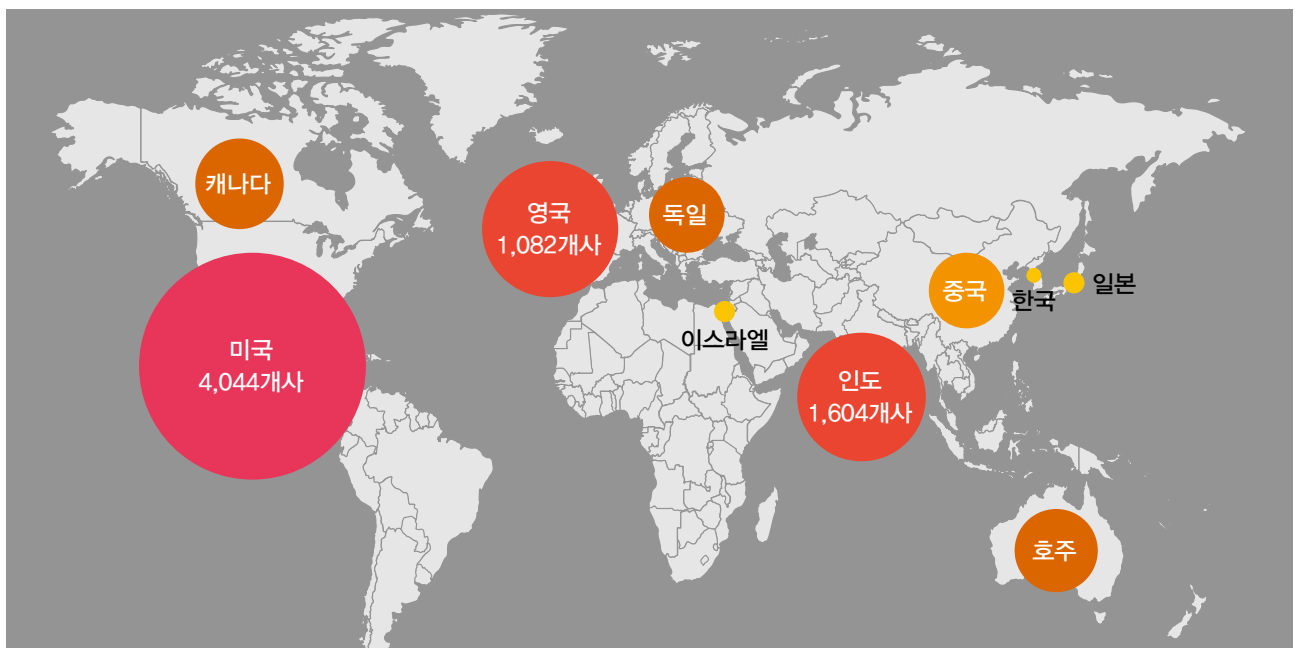
우선, 한국의 푸드테크 시장의 경우 모바일 배달 어플리케이션 부문에 집중되어 있는 상황으로, 대체식품, 식품보존기술 등 다양한 분야로의 투자 및 지원, 사업 개발이 이루어질 필요가 있다. 글로벌 인구 증가로 인한 식량부족 사태 및 환경 이슈에 대비해 선진국들은 대체육, 식품보존기술 등 식품 분야 R&D에 경쟁적으로 투자하고 있으나, 한국 식품기업의 매출액 대비 R&D 투자 비율은 평균 0.36%로 미비하다. 향후 자본과 기술을 보유한 대기업들을 중심으로 푸드테크 스타트업과 중소기업에 대한 투자 및 협력 체계를 강화하고, 정부 또한 신산업 발전을 위해 필요한 정책적 기반 마련, 투자 확대, 규제 완화 등에 속도를 낼 필요가 있다.

표 36. 푸드테크 산업의 주요 트렌드별 주요국 경쟁력 비교

<div>낮음    높음 </div> <div><div> 기술력 수준</div><div> 투자 규모</div><div> 관련 성장유망기업 多</div></div>						
						
	미국	중국	영국	인도	이스라엘	한국
대체식품						
식단 개인화						
친환경 패키징						
온라인 주문·배달						
생물학적 보존법						
자동화·로봇	 조리·보조 로봇 중심	 서빙 로봇 중심				 성장 영역 보유

자료: 삼일PwC경영연구원

그림 71. 국가별 푸드테크 스타트업 규모 비교



자료: Tracxn, 삼일PwC경영연구원

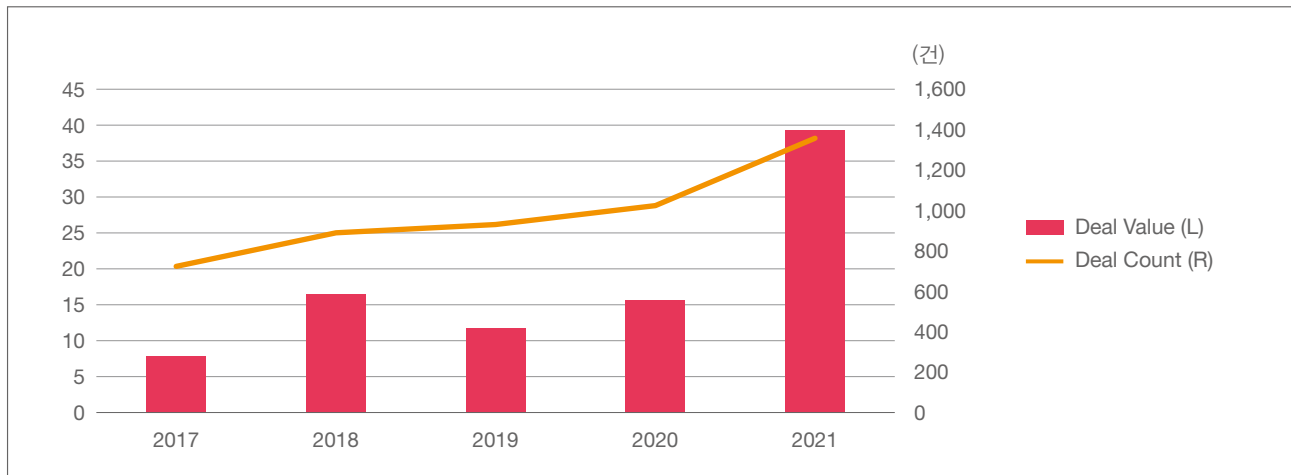
4-3

글로벌 투자 및 M&A History에서 찾은 푸드테크 산업의 기회 요인: 로봇과 대체식품

글로벌 푸드테크 산업 투자 금액은 '13년 약 2.1조 원 수준에서 '18년 22.1조 원으로 급증했고, 전세계 푸드테크 관련 VC 딜 건수는 또한 '17년 723건에서 '21년 1,358건으로 증가했고, 딜 규모는 '17년 78억 달러에서 '21년 393억 달러로 증가한 바 있다. 전세계적으로 관련 투자와 M&A(부록 1 참고)가 활발한 상황인만큼 국내에도 푸드테크 관련 다양한 스타트업들이 설립되어 운영되고 있으며(부록 2 참고), 주로 식재료 및 식품 유통, 배달, 식품 관련 DB, 밀키트 업체들이 많다. 다만, 국내의 경우 해외 대비 푸드테크 산업 내 대체식품 및 로봇 분야 딜이 상대적으로 적은 상황으로 보다 적극적인 시장 참여가 고려될 필요가 있다. CES 2018부터 2022까지의 푸드테크 관련 참여 기업 및 제품 라인업을 살펴보아도 푸드테크 로봇과 대체식품 분야에 대한 시장의 주목도, 성장성과 투자 기회를 확인할 수 있다.

그림 72. 글로벌 푸드테크 관련 VC 딜 건수 및 금액 추이

(단위: 십억 달러)



자료: PitchBook, 삼일PwC경영연구원

4-4

한국 푸드테크 로봇 산업 현황 및 제언

푸드테크 로봇 산업의 경우, 중단기적으로는 COVID-19, 인플레이션, 원재료 가격 및 인건비 상승에 대응하기 위한 방안으로, 장기적으로는 고령화 및 3D 업종 회피 현상을 극복하기 위한 방안으로 육성될 필요가 있다. 푸드테크 로봇 산업의 후방 산업에 해당하는 산업용 로봇 플랫폼, 자율주행(주로 SLAM, LiDAR 기반), 인공지능, 센서, 구동기, 제어기 등 기술적 기반은 상대적으로 고도화되어 있는 상황이나, 현재 시장 진흥책 및 제도 마련은 충분하지 못한 상황으로 보인다.

또한 현재 LG전자, 삼성전자, 현대로보틱스, 두산로보틱스, KT, SKT 등의 국내 대기업들이 로봇 사업에 투자를 시작 혹은 확대하려는 국면이긴 하지만, 로봇·솔루션 스타트업 등과의 협업 및 파트너십 구축뿐만 아니라 적극적인 M&A 등을 통한 보다 공격적인 행보도 필요한 상황으로 판단된다. 서빙 로봇의 경우 중국 제품의 가격 경쟁력이라는 큰 허들이 있으나 중국업체 대비 해외 시장 진출 정도

도 미비한 상황으로, 남아있는 신규 시장 진출에 속도를 낼 필요가 있다. 로봇의 일시불 구매가 아닌 구독 렌탈 서비스와 같은 형태로 보급하는 루트를 강화하는 것도 시장 확대에 긍정적이다.

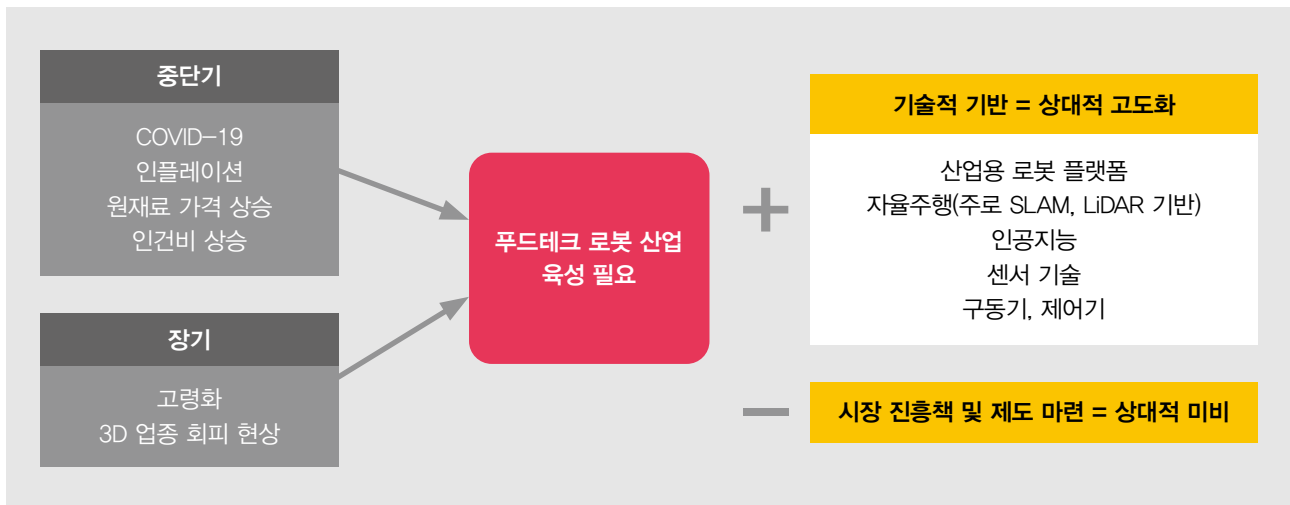
실제로 중국 푸드테크는 국내 로봇 대비 약 15% 이상 저렴한 가격 경쟁력을 바탕으로 국내 시장도 과점하고 있는데, 최근 전반적인 수익성 저조로 대규모 구조조정을 단행한 바 있어 국내 업체들에 일종의 기회가 될 수 있다고 보인다. 물론, 서빙로봇 자체에 요구되는 기술 수준이 상대적으로 낮고 서빙로봇을 사용하는 주요 유인이 인건비 절감인 만큼 가격 경쟁력이 중요한 것은 맞다. 다만, 푸드테크사가 중국 서빙로봇 시장의 고성장성을 담보로 받은 대규모 투자 유치액을 과도한 인력 총원 등 무리한 확장에 사용해 수익성이 훼손된 현재 상황에서 보다 공격적인 신규 시장 진출은 어려울 것이고, 이는 국내 업체들에게 기회가 될 수 있다.

표 37. 푸드테크 로봇 산업의 구조

후방	푸드테크 로봇 산업	전방
<ul style="list-style-type: none"> • 산업용 로봇 플랫폼 • 자율주행(SLAM, LiDAR) • 인공지능, 머신러닝 • 센서 • 구동기(모터, 감속기) • 제어기 	<ul style="list-style-type: none"> • 조리용 로봇 • 서빙 로봇 • 접객, 정리, 설거지 로봇 • 음식 배달 로봇 • 농업용 로봇 • 식품 공장 가공·제조 로봇 • 식료품 창고 물류 로봇 	<ul style="list-style-type: none"> • 식당 등 외식업 • 대형 기관, 시설 • 가정 • 농축수산업 • 식료품 가공 및 제조업 • 식료품 물류 및 유통업

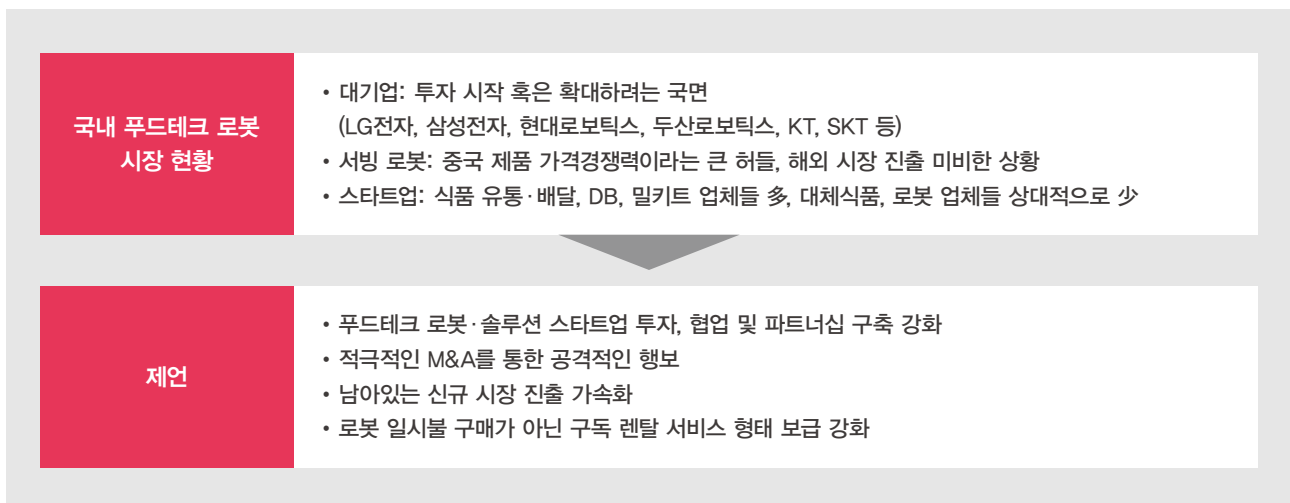
자료: 삼일PwC경영연구원

그림 73. 푸드테크 로봇 산업 육성 필요성 및 국내 기술·제도적 기반 현황



자료: 삼일PwC경영연구원

그림 74. 국내 푸드테크 로봇 시장 현황(부록 1,2 참고) 및 관련 제언

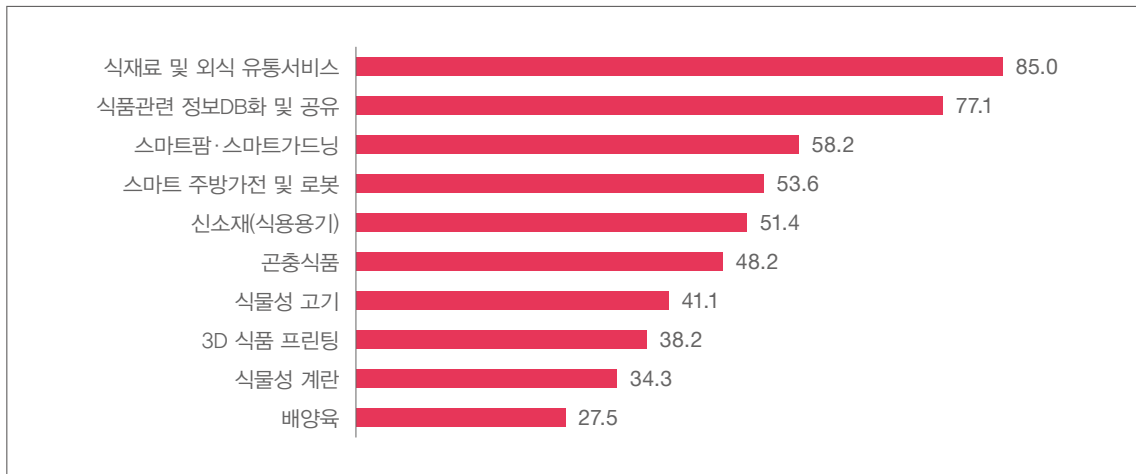


자료: 삼일PwC경영연구원

이외 상대적으로 높은 기술력을 요하는 푸드테크 분야에서는 국내 기업들이 충분히 승기를 잡을 수 있다고 판단된다. 실제로 푸드테크 분야별 국내 기술 수준 평가에 따르면, 국내업체들의 경우 배양육 등의 대체식품 분야 및 3D 푸드 프린팅 분야에서는 기술 수준이 상대적으로 부족하지만, 로봇 및 스마트 가전, 스마트팜, 식품 관련 정보 DB, 식재료 및 식품 유통 서비스의 기술 수준은 양호하다고 조사된 바 있다. 국가별 로봇 기술 수준 비교에서도 한국의 경우 미국보다는 낮지만 중국보다는 높은 수준의 기술력을 보유했다고 평가되었다.

그림 75. 푸드테크 분야별 국내 기술 수준 평가

(단위: 점)

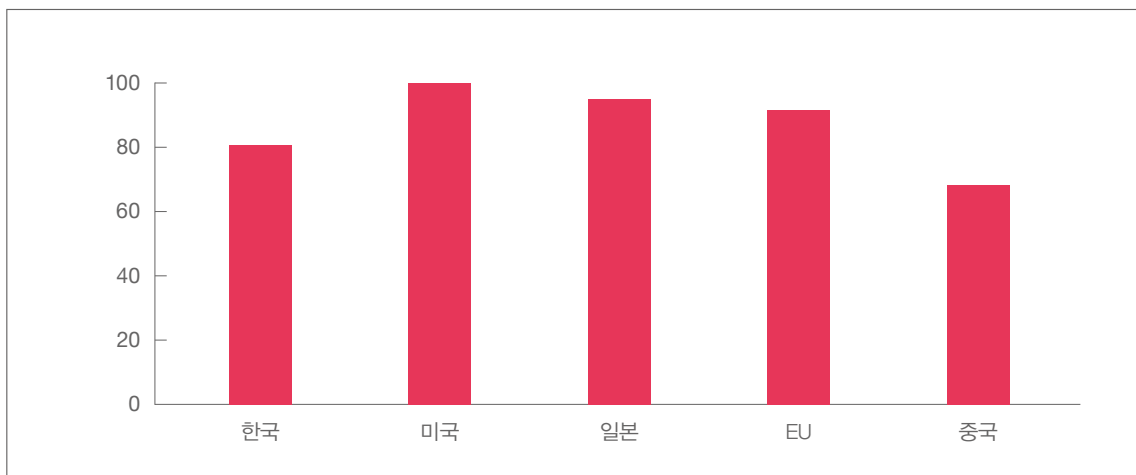


주: 식품 제조 기업 및 전문가, 3D 식품 프린팅 관련 업체 등 대상 설문조사

자료: 농촌경제연구원, 삼일PwC경영연구원

그림 76. 국가별 로봇기술 수준 비교

(로봇기술 수준, 미국=100)



자료: 산업부, 한국산업기술평가관리원, 삼일PwC경영연구원

부록 1 푸드테크 관련 글로벌 M&A History

시기	인수 기업	기업 설명	피인수 기업	기업 설명	M&A 목적
2022.05	Bettcher Industries	정육업 처리 기기 제조업체	Frontmatec	첨단 로봇 솔루션 기반 정육업 처리 자동화 업체	식품 처리 자동화 역량 제고
2022.03	Zomato	식품 배달업체	Mukunda Foods	음식 prep 자동화를 위한 로봇 제조업체	생산성 개선
2022.02	Bowery Farming	AgTech 업체	Traptic	3D 광학기술 및 로봇화 수확 스타트업	식품 재배 생산성 향상
2021.08	Sweetgreen	샐러드 전문 체인	Spyce	음식 제조 로봇 업체	
2021.08	John Deere	AgTech 업체	Bear Flag Robotics	자율주행 트랙터 기업	식품 재배 생산성 향상
2021.07	Motivo engineering	제품 디자인 및 엔지니어링사	Robodondo	음식 제조 자동화 로봇 개발 스타트업	식음료 산업내 자동화, 로봇화 사업 진출
2021.07	Uber	미국 1위 차량 공유업체	Cornershop	식품 배달 스타트업	배송서비스 다각화
2021.04	AppHarvest	AgTech 업체	Root AI	실내농업을 위한 AI 로봇 제조 스타트업	지속가능한 식품 생산
2021.02	Doordash	식품 배달업체	Chowbotics	샐러드 제조 로봇(Sally)	신선음식 제조 역량 강화, 메뉴 다양화
2020.12	HelloFresh	밀키트·배달업체	Factor75	밀키트·배달업체	북미 시장 진출
2020.11	Nestlé	식품 기업	Freshly	건강식 밀키트 배송 스타트업	성장 동력 확보
2020.06	Just Eat Takeaway	식품 배달업체	Grubhub	미국 2위 식품 배달업체	식품배달업체 입지 강화
2019.09	McDonald's	패스트푸드업체	Apprento	AI기반 대화형 음성 기술 개발 스타트업	기계가 음성으로 주문 받아 인건비, 훈련비 감축
2019.05	Ocado	식품 배달업체	Karakuri	AI 기반 식사 준비 자동화, 재료 측정 로봇 스타트업	배달 서비스에 로봇 기술 활용, 음식 제조 자동화
2018.12	Unilever	생활용품 업체	The Vegetarian Butcher	육류 대체 식품 제조업체	채식 식품 포트폴리오 확장 전략
2018.10	Döhler Group	식품 기업	Nutrafood	스프레드, 식물성 음료 및 저자극성 제품 제조	식물성 식품 및 음료 시장에서의 입지 강화
2018.09	Wessanen	식품 기업	Abbot Kinney's BV	식물 기반 유기농 식품 제조업체	우유 대체품 카테고리 보완
2018.09	Nestlé	식품 기업	Terrafertil SA	자연, 유기농 및 식물성 식품 제조	주요 지역에서 빠르게 성장하는 범주에서 Nestle의 존재 확대

시기	인수 기업	기업 설명	피인수 기업	기업 설명	M&A 목적
2018.03	Kerry Group	식품 기업	Ojah B.V.	단백질 많은 육류 대체품 제조	Kerry's ProDiem 식물기반 단백질 제품 포트폴리오 보완
2018.01	Greenspace Brands	유기농 식물성 식품업체	Galaxy Nutritional Foods	생산자 식물기반 치즈 대체 제품	Greenspace가 미국 시장으로 확장 가능
2018.01	Beijing Sanyuan Foods	유제품 업체	St Hubert	스프레드, 식물성 요거트, 음료 및 디저트 제조	프랑스 St Huberts사의 식물성 식품 생산 기술력 확보
2017.09	Otsuka Pharmaceutical	의약품 업체	Daiya Foods	식물기반 유제품 제조	북미지역 진출, 사업 제품 다각화
2017.04	Danone SA	유제품 업체	The Whitewave Foods Company	식물성 식품 및 음료 제조업체	성장동력 확보, 북미 지역 내 플랫폼 개발
2017.01	Glanbia Performance Nutrition	영양 제품 생산업체	Grass Advantage	식물 기반 영양 제품 생산	포트폴리오 보완, 식물기반 영양 시장내 입지 강화

자료: 삼일PwC경영연구원

부록 2 국내 푸드테크 스타트업 기업 리스트

(단위: 억 원)

회사	서비스·제품	기술	연차	총 투자자 (기업) 수	총 투자 유치 금액	최근 투자날짜	최근 투자단계
굿잇츠	F&B 공간 기획	간편조리식 온라인 마켓	6.7년	2	10	2017-02-13	Pre-A
글로우서울	F&B 프랜차이스사업	F&B 공간 기획 컨설팅	4.4년	5	190	2022-07-19	Series B
글루업	엣트래커, 웨어렛	F&B 외식 브랜딩 프랜차이스 사업	4.0년	3	30	2020-03-10	Series A
누벤트	누비스캔	배달 매장 데이터 분석 서비스, 할인·바로결제 서비스	7.9년	7	4	2022-05-16	Pre-A
누비랩	다이닝코드	남겨지는 음식물 분석을 통해 식자재를 최적화할 수 있는 급식소 인공지능 스캐너	3.8년	5	-	2021-10-01	Seed
다이닝코드	닥터키친	빅데이터 분석 맛집검색 서비스	8.2년	8	32	2018-07-30	Series A
닥터키친	고스트키친	환자들을 위한 맞춤형 건강식단 추천 및 판매 서비스	7.2년	10	94	2021-11-23	M&A
단추로퐁인스프	대동강 페일에일	배달음식 전문 공유주방	5.3년	13	113	2020-10-20	Series B
더부쓰	더반찬	페일에일 스타일 수제맥주	9.5년	3	40	2016-09-01	Series B
더블유푸드마켓	실시간 박테리아 검출, IoT 센서, 워터톡(가정용 수질 측정기)	가정용 간편식·반찬 배송 서비스	11.8년		300	2016-07-29	M&A
더웨이브톡	인어교주해적단	식재료에 투영된 빛의 특성을 통해 식재료의 박테리아 오염여부를 판단하는 레이저 센서	6.1년	8	51	2021-04-29	Series B
더파이러츠	잇츠베라마요	수산물 시장 정보 플랫폼	4.7년	12	201	2020-07-16	Series B
더플랜잇	두잇	계란을 넣지 않은 순식물성 마요네즈	5.5년	7	58	2021-03-30	Series B
두잇	푸드렌즈 API, 상식	배달비 없는 묶음 배달 주문 서비스	0.4년	2	26	2022-05-24	Seed
두잉랩	대체육	인공지능 음식인식 솔루션, 사진 한장으로 영양 전문가와의 1:1 비대면 영양 상담 서비스	5.9년	3	40	2021-01-29	Series A
디보션푸드	레드테이블	식물성 원재료기반 대체육	3.9년	2	30	2020-09-21	Series A
레드테이블	콰버트키친	외식전문 빅데이터 분석 서비스	11.6년	4	31	2022-02-21	Series B
로보아르테	미래식당	로봇으로 치킨을 조리하는 브랜드	4.0년	10	85	2022-05-12	Series A
록큰롤 비즈니스그룹	링티	맛집 배달 서비스	8.2년	2	7	2015-12-22	Pre-A
링티	굿잇츠	마시는 링거액, 수분보충음료	5.3년	2	12	2019-09-18	Series A

회사	서비스·제품	기술	연차	총 투자자 (기업) 수	총 투자 유치 금액	최근 투자날짜	최근 투자단계
마이셰프	마이셰프	간편하게 요리할 수 있는 밀키트 쿠킹박스	6.2년	13	930	2022-04-11	M&A
마이프랜차이즈	마이프랜차이즈	프랜차이즈 브랜드별 비교분석 정보 제공 서비스	2.9년	10	128	2022-06-02	Series-B
마켓보로	식분	B2B 식자재 유통 오픈마켓	6.5년	6	593	2022-06-24	Series C
망고플레이트	망고플레이트	빅데이터 맛집 정보 검색 서비스	9.5년	7	78	2020-08-20	M&A
메쉬코리아	부릉, 부탁해	프리미엄 배달대행 서비스, 맛집 배달 서비스	9.7년차	17	1,762	2021-07-28	Series E
미로	라스트오더	오늘의 마감세일	4.5년	6	25	2019-09-24	Series A
미트박스글로벌	미트박스	B2B 축산물 직거래 유통 서비스	8.3년	10	260	2018-12-12	Series C
밀랑	테이블링	레스토랑 예약 및 고객 관리 솔루션	6.4년	1	40	2021-12-14	M&A
바로고	바로고	배달 대행 서비스	8.4년	18	1,720	2022-01-12	Series D
배달통	배달통	배달 주문 서비스	13.7	1	-	2014-12-08	M&A
베지스타	가정간편식	간편조리음식	2.5년	7	95	2022-03-14	Series A
벤디스	식권대장	B2B 모바일 식권 서비스	8.7년	10	107	2018-07-17	Series B
부루구루	부루구루 콤부차	녹차와 홍차에 당을 첨가해 유익균으로 발효시켜 만든 음료수	4.8년	7	12	2019-06-27	Pre-A
비온드허니컴	비온드허니컴	AI 셰프 플랫폼, 셰프 요리를 동일한 맛으로 재현하는 솔루션	2.2년	6	24	2022-03-16	Series A
비트코퍼레이션	비트	프랜차이즈 로봇 카페	1.9년	4	100	2021-01-29	Series A
뽕득	뽕득	소프트웨어 솔루션을 활용 식당용 식기 렌탈	5.1년	16	348	2022-06-17	Series B
스마트키오스크	프레시스토어	무인 신선식품 전문매장	3.2년	3	-	2021-11-01	Pre-A
스테이정글	스테이정글	IT&BT기반의 식이영양 솔루션 제공 플랫폼	1.8년	1	8+	2021-03-12	Seed
스트롱홀드 테크놀로지	S7	스마트 커피로스터	12.3년	4	60	2016-12-01	Series B
스파이더크래프트	스파이더	배송 대행 서비스	3.6년	8	-	2020-07-13	Series A
스페이스에프	세포배양육	동물세포를 배양해 별도의 도축과정없이 생산하는 세포배양육 식품	2.4년	6	70	2021-08-25	Series A
식신	식신	맛집배달서비스	12.3년	5	146	2017-11-17	Series B
식탁이있는삶	식탁이있는삶	프리미엄 큐레이션 순수 식품 전문몰	8.0년	6	70	2021-04-05	Series B
씨워드	씨밋, 요오드	해조류 공학 기반 배양육, 저요오드 해조류 및 가공식품	3.5년	8	70	2022-01-20	Series A

회사	서비스·제품	기술	연차	총 투자자 (기업) 수	총 투자 유치 금액	최근 투자날짜	최근 투자단계
아스테라	잇플	주변 식당의 메뉴를 단돈 6천원에 간편하게 테이크아웃하는 서비스	3.6년	2	폐업		
아놀자 에프앤비솔루션	나우웨이팅	오프라인 공간의 대기 고객관리, 포인트 적립, 주문결제 등을 간편하게 관리할 수 있는 통합 매장관리 서비스	7.9년	7	70	2020-11-11	M&A
암테이블	암테이블	수산 신선식품 쇼핑몰	8.1년	10	175	2020-09-10	Series A
에이치엔노바텍	해초류 대체육	해초류 기반 대체육	2.3년	6	30+	2021-07-16	Pre-A
엑스вай지	라운지엑스	음식 배달 로봇 팜셔틀과 핸드드립 로봇 바리스 등 다양한 로봇 기술이 접목된 미래형 콘텐츠 공간	3.3년	3	65	2022-02-01	Series A
오늘식탁	오늘회	신선한 회 당일 배송 서비스	5.5년	11	218	2022-07-13	Series B
오픈더테이블	키친서울	배달음식 전문 브랜드 개발, 공유키친, 주문 관리 서비스	8.4년	3	13+	2021-12-30	Series B
와드	캐치테이블	레스토랑 예약 및 고객 관리 솔루션	5.8년	11	424+	2022-04-13	Series C
와인그래프	와인그래프	와인 검색, 추천 앱	5.9년	2	9+	2021-08-01	Pre-A
우아한신선들	배민찬	모바일 반찬 주문 배송 서비스	10.9년	1	115	2015-05-15	M&A
우아한형제들	배달의민족	배달 주문 서비스	11.5년	11	46,389	2019-12-13	M&A
웨이브라이프 스타일테크	아웃나우키친	주방용 재료 전처리, 보관, 투입, 음식 조리 자동화 시스템	4.1년	8	50	2022-05-06	Pre-A
위대한상사	나누다키친	외식업 공유점포 플랫폼 서비스	5.8년	4	28	2019-09-10	Series A
위대한상상	요기요	배달 주문 서비스	10.8년	4	8,634	2021-08-13	M&A
위밋플레이스	위밋플레이스	사용자 데이터 및 교통데이터 분석을 통한 최적의 모임장소 추천 서비스	5.3년	12	38+	2022-06-09	Series A
위편	스낵24	B2B 사무실 간식 정기배송 및 관리 서비스	3.7년	8	130	2021-07-13	Series B
육그램	육그램	수도권 미트퀵배송을 통한 당일주문, 당일도착 배송 서비스	4.8년	1	30+	2022-07-18	M&A
이그니스	랩노쉬	식사대용 간편 음료	8.0년	3	76	2018-06-28	Series B
인테이크	밀스	식사대용 간편 음료	9.6년	3	83	2021-01-01	Series A
잇그린	리턴잇	배달 용기 대여 서비스	1.9년	3	6+	2021-11-30	Seed
정육각	정육각	돼지고기 유통 웹사이트	6.6년	12	697	2021-08-01	Series C
컬리	마켓컬리	유기농 신선제품 배송판매 서비스	7.7년	19	8,928+	2021-12-01	Pre-IPO
컬처히어로	우리의 식탁	요리 레시피 서비스	7.6년	10	184+	2021-12-03	Series B
쿠팡	쿠팡마켓	간편식(HMR) 마켓	8.2년	16	1,231+	2022-01-13	M&A

회사	서비스·제품	기술	연차	총 투자자 (기업) 수	총 투자 유치 금액	최근 투자날짜	최근 투자단계
클리버	설로인	프리미엄 육류 전문 생산·유통	7.2년	10	620+	2022-02-25	Series-C
킵더허들	피토틱스	약사가 만든 유산균 건강기능식품	4.6년	7	142+	2022-03-15	Series B
테이블매니저	테이블매니저	레스토랑 예약관리솔루션	5.4년	13	60	2022-09-09	Series B
테이스티나인	테이스티나인	가정간편식(HMR) 반찬 제조 브랜드	4.6년	5	1,146	2022-01-26	M&A
트러스트어스	포잉	프리미엄 레스토랑 추천 예약 서비스	9.7년	10	182	2019-02-15	Series C
트릿지	트릿지	식품 산업 전문 글로벌 소싱 플랫폼	6.7년	4	1,418	2022-08-25	Series D
티센바이오팜	세포배양육	3D프린팅 기술 기반 동물세포를 배양해 별도의 도축과정 없이 생산하는 세포배양육 식품	0.8년	5	22	2022-09-14	Pre-A
페이타랩	패스오더	스마트 오더 앱	4.6년	9	137	2022-02-15	Series B
푸드테크	배달POS	주문 조회, 배달 대행 요청 POS 서비스	21.0년	2	163	2019-04-29	M&A
프레시코드	프레시코드	공유픽업장소를 활용한 식사대용 샐러드 배송 서비스	6.5년	9	63	2021-03-25	Series A
플라이앤컴퍼니	푸드플라이	맛집 배달서비스	11.5년	5	65+	2017-09-20	M&A
플랜즈커피	프로젝트 베타	고품질의 음료를 자동 무인 카페서비스	4.4년	2	1	2019-10-24	Seed
플레이팅	플레이팅	쉐프요리 배달 서비스	7.2년	1	-	2022-07-18	M&A
하이앤디	타임오더	카페, 레스토랑을 위한 선주문 선결제 플랫폼	3.6년	2	14+	2020-12-01	Pre-A
허니비즈	땡땡	맛집 배달서비스	9.9년	8	174+	2016-06-01	Series B
헬로네이처	헬로네이처	온라인 농산물 직거래 서비스	10.7	9	244	2021-05-21	Series C
헬로월드	철가방	배달 주문 서비스	11.1년	5	36+	2015-08-28	Series A
헬로팩토리	헬로벨	레스토랑 스마트 오더 벨	7.2년	6	21+	2019-08-05	Series A
훈밥인의만찬	훈밥인의만찬, 트루쿠폰	1인가구를 위한 음식점 E쿠폰 통합 플랫폼, 프랜차이즈 외식 브랜드에 최적화된 모바일 쿠폰 솔루션	4.9년	2	1	2018-11-15	Seed

자료: THE VC, 삼일PwC경영연구원

부록 3 국내 대기업의 푸드테크 로봇 관련 투자 및 개발 현황

기업	로봇 사업 현황	출시 (예정) 제품	푸드테크 로봇 사업 현황 및 향후 계획
LG전자	<ul style="list-style-type: none"> · '17년 SG로보틱스 인수 · '18년 로보스타 인수 → 로봇사업센터 설립 · '20년 로봇사업센터를 비즈니스솔루션(BS)본부로 이관, 부서명 '로봇산업담당'으로 변경 · 로봇 브랜드 '클로이'를 앞세워 위생, 배송, 생산 로봇 등 다양한 분야의 로봇 개발 중 · 엔젤 로보틱스, 로보티즈, 아크릴, 보사노바로보틱스 등 로봇 관련 스타트업에 자본 투자 	LG 클로이 셰프봇 (국수 등 조리 로봇)	<ul style="list-style-type: none"> · '19년 CJ푸드빌과 푸드 로봇 개발 및 사업화를 위한 양해각서(MOU) 체결 → CJ 푸드빌의 패밀리레스토랑 뽕스(VIPS) 등촌점에 셰프봇 도입('19.11), 뽕스 광주 광천점, 안양 비산점, 인천 예술회관역점에 셰프봇 확대도입 계획 발표('20.04)
		LG 클로이 서브봇 (실내 서빙 로봇)	<ul style="list-style-type: none"> · 20년 2월 '우아한형제들'과 배달·서빙 로봇 관련 사업에 관한 업무제휴 양해각서(MOU) 체결 → 자율주행형 접객, 서빙 로봇 개발 및 시범 운영, 우아한형제들 전용 로봇 공동 개발
		클로이 바리스타봇 (커피 로봇)	<ul style="list-style-type: none"> · '22년 1월 LG전자 미국법인에서 'LG 클로이 서브봇' 선반형 제품 판매 시작 → 세계 최대 시장인 북미 공략을 가속화 계획 · 상업용 서비스 로봇 중 최초로 UL 3300 인증 획득, 안전성 입증
삼성전자	<ul style="list-style-type: none"> · '19년 노약자 돌봄 삼성봇 케어 공개 · '20년 보행보조 로봇 젬스 인증, 지능형 로봇 볼리 공개 · '21년 가정용 로봇 삼성봇 핸디 공개 · '21년 말 '로봇사업화 태스크포스(TF)'를 상설 조직인 '로봇사업팀'으로 격상 · '22년 3월 신산업 동력으로 로봇 지정 	삼성봇 서빙 (접객, 서빙 로봇) - 연구 및 투자중	<ul style="list-style-type: none"> · '19년 CES에서 첫선을 보인 삼성봇(Samsung Bot) 플랫폼을 확대 중 · 미래 먹거리로 로봇 사업을 육성, 삼성봇 양산을 본격적으로 추진
		삼성봇 셰프 (요리 보조 로봇)	<ul style="list-style-type: none"> · '24년까지 매해 서빙 로봇, 안내 로봇을 상용화한다는 계획을 내부 수립한 것으로 알려짐 · 현재 삼성봇 서빙과 고객 응대 로봇 삼성봇 가이드, 착용형 보행 보조 로봇 젬스 등을 개발 중으로, 이르면 '22년부터 삼성봇 시리즈를 본격적으로 판매할 것으로 예상
현대 로보틱스	<ul style="list-style-type: none"> · '19년부터 호텔 로봇, F&B 서빙로봇, 방역로봇 등 다양한 서비스 로봇 개발 중 · '20년 KT와 500억 원 규모의 Pre-IPO에 관한 투자 계약서 체결 → 서비스로봇·스마트팩토리 등 다양한 분야 협력 강화 	-	<ul style="list-style-type: none"> · KFC와 치킨 제조 자동화 공동 개발 분야 연구 협력에 대한 양해각서(MOU)를 체결('20.10)하여 현재 진행 중 → 협동로봇을 활용한 치킨 제조 자동화에 관한 연구개발, 조리 작업 효율 향상을 위한 공정 배치 및 조리 장치 개발 등을 공동으로 수행 (현대로보틱스는 조리 작업 효율화 공정설계, 운영 절차 표준화 등을 전담, KFC는 제조 노하우, 매장 설비 제공, 조리 장치 개발 전담) · 비전 센싱 기술로 치킨 제품 분류 단계 자동화, 장소가 협소한 곳은 협동 로봇 대신 공간 이동이 자유로운 모바일 로봇을 투입할 계획

기업	로봇 사업 현황	출시 (예정) 제품	푸드테크 로봇 사업 현황 및 향후 계획
두산 로보틱스	<ul style="list-style-type: none"> • '21년 국내 최초 협동로봇 기준 연간 판매량 1000대 돌파 • 북미, 서유럽 등 해외 판매 비중이 70%로 늘어나면서 국내 협동로봇 기업 최초로 '글로벌 Top 5'에 진입한 상태 • 국내에선 '18년부터 줄곧 국내 협동로봇 시장 점유율 1위를 유지 중 	<div> <div> <p>쿡봇셰프 시리즈 (튀김,면 등 조리로봇)</p> </div> <div> <p>모듈러 로봇 카페 (커피, 음료 로봇)</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> • '21년 8월 교촌치킨과 '닭 튀기는 협동로봇' 도입 • '21년 11월 리테일테크 스타트업 라운지랩과 전략적 파트너십 체결하여 아이스크림 로봇 '아리스'에 두산로보틱스의 협동로봇을 활용하기로 함 • '21년 2월 무인 음료제조시스템 전문기업 플레토로보틱스와 전략적 파트너십 체결, 무인로봇 카페 시스템인 '모듈러 로봇카페' 출시 → 플레토로보틱스에 24억 원 규모 투자 계약 진행 예정, 커피 및 F&B 분야에서 협력 체계 구축, 제품 성능 강화, 신제품 출시 등 공동 진행 예정 • '22년 3월 쿠키로봇 사업 확대를 위해 쿠키로봇 제조사 로보테크와 업무협약(MOU) 체결
KT	<ul style="list-style-type: none"> • 현대로보틱스에 500억 원 전략 투자, 이후 현대중공업그룹과 로봇 및 스마트팩토리 관련 협력중 • 자회사인 KT인베스트먼트를 통해 스마트팩토리 관련 펀드를 조성하여 스타트업에 투자 • 미국 서빙 로봇 스타트업 '베어로보틱스'의 1,000억 원 규모 시리즈 B 투자 참여 	서빙 로봇	<ul style="list-style-type: none"> • '21년 KT 홈페이지를 통해 서빙로봇 판매 개시 → 광화문 디타워 모던하우스 등 일부 식당에서 시범 사업하던 것을 상용화로 전환한 것 • '21년 멕시코 레스토랑 온더보더와 외식업계 디지털 전환(DX)을 위한 전략적 업무협약 체결 → AI 서빙로봇 도입, AI컨택센터(AICC)를 통한 예약 관리 등 다양한 솔루션을 통해 자동화 매장 구현할 계획 • '22년 무인 주문플랫폼 기업 스마트캐스트와 AI 서비스 로봇기반 언택트 푸드테크 서비스 제공 및 개발을 위한 업무협약 체결 • 통신 인프라, 전국 관제 역량 활용 → 서빙로봇 연간 1만대 확대 계획, • 딜리버리, 케어 및 푸드테크, 물류를 중심으로 다양한 서비스 로봇을 단계적으로 선보일 계획 → 방역, 소독, 바리스타 등으로 확대 예정
SKT	<ul style="list-style-type: none"> • '22년 3월 씨메스(CMES)와 100억 원 신규투자를 포함한 AI로봇 물류분야 사업협력을 위한 업무협약 체결 • '22년 5월 AI기반 로보틱스 플랫폼 전문기업 인티그리트와 '개방형 로보틱스 데이터 플랫폼' 개발을 위한 업무협약 체결 	서빙고	<ul style="list-style-type: none"> • '21년 6월 우리로봇, 코가플렉스, 영우디에스피, 바르미 인터불고호텔대구와 AI, 실내자율 주행 기술 기반의 서빙로봇 상용화를 위한 업무제휴 체결 → 인터불고호텔대구에서 로봇을 실제 활용할 수 있도록 추진 중 • SKT는 AI로봇 상용화에 필요한 실내 원격관제를 위해 자사의 메타트론 그랜드뷰 기술을 탑재, 메타트론으로 쌓인 빅데이터로 서빙 로봇의 상태를 모니터링하고 사용현황을 분석해 고객 맞춤형 서비스를 지원 • '22년 자율주행 로봇 배달 플랫폼업체 뉴빌리티와 로봇 배달 서비스 사업 → 뉴빌리티가 보유한 배달 로봇 '뉴비'의 자율주행 기술과 SK텔레콤의 AI 기술을 결합해 자율주행 로봇 배달 시장을 본격적으로 공략할 계획

자료: 각 사, 삼일PwC경영연구원

참고자료

- 과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원, 소셜 로봇의 미래, 2020.4
- 로봇융합부품지원센터, 로봇융합부품 산업 및 기술 동향, 2016.9
- 산업연구원, 제조용 로봇산업의 가치사슬 단계별 경쟁력 진단과 정책제언, 2021.7
- 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 등 관계부처 합동, 2022년 지능형 로봇 실행계획, 2022.2
- 산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원, 한국로봇산업협회, 로봇산업 실태조사 결과보고서, 2021.12
- 산업통상자원부, 한국산업기술진흥원, 코로나 팬데믹과 이스라엘 푸드테크 산업의 전성기, 2021.8
- 연구개발특구진흥재단, 농업용 로봇 시장, 2018.2
- 연구개발특구진흥재단, 배송 로봇 및 물류 로봇 시장, 2020.4
- 한국과학기술기획평가원, 대체육(代替肉), 2021.1
- 한국교통연구원, 2020 글로벌 물류기술 동향, 2020.12
- 한국농촌경제연구원, 식품산업의 푸드테크 적용 실태와 과제, 2019.10
- 한국농촌경제연구원, 애그테크산업 활성화 방안, 2022.3
- 한국로봇산업진흥원, 로봇산업 규제 애로 및 규제 샌드박스 지원 방안, 2019.12
- 한국로봇산업진흥원, 로봇산업정책동향, 2021.9
- 한국로봇산업진흥원, 물류로봇 시장동향과 수요환경, 2018.8
- 한국로봇산업진흥원, 음식산업의 대세 푸드테크 로봇 동향, 2020.6
- 한국로봇산업진흥원, 협동로봇 시장과 규제 동향 분석, 2018.12
- 한국식품연구원 가공공정연구단, 축산식품의 스마트 로봇 활용 전략기술, 2021.10
- DB금융투자, 저성장 시대에도 성장하는 신산업 푸드테크, 2020.3
- NH투자증권, 푸드도 테크 시대, 대체식품, 2022.2
- International Federation of Robotics, World Robotics 2021, 2021.10
- Mckinsey&Company, Automation Opportunities in North American Grocery, 2021.7
- Mckinsey&Company, Ordering in: The Rapid Evolution of Food Delivery, 2021.9
- Boston Consulting Group, The Future of Food Is Automated, 2020.12
- Boston Consulting Group, Demystifying the Online Food Consumer: An \$8 Billion Opportunity, 2020.1



Author Contacts

삼일PwC 경영연구원

이은영 Director

02-709-0824
eunyoung.lee@pwc.com

오선주 Senior Manager

02-3781-9344
sunjoo.oh@pwc.com

강서은 Manager

02-3781-9137
seo Eun.kang@pwc.com

최형원 Associate

02-3781-9638
hyungwon.choi@pwc.com

Business Contacts

삼일PwC

Consumer Product	유통(Omni Channel)	Technology Sector	Platform (Software) Sector
Assurance 이승환 Partner 02-3781-9863 seung-whan.lee@pwc.com 박영규 Partner 02-709-0357 young-gyu.park@pwc.com Tax 허윤제 Partner 02-709-0686 yun-je.heo@pwc.com Deals 장병국 Partner 02-3781-9994 byeong-guk.chang@pwc.com	Assurance 임영빈 Partner 02-3781-9863 young-bin.yim@pwc.com 김동환 Partner 02-3781-3068 dong-hwan.kim@pwc.com Tax 허윤제 Partner 02-709-0686 yun-je.heo@pwc.com	Assurance 정재국 Partner 02-709-0980 jae-kook.jung@pwc.com 남상우 Partner 02-3781-9400 sang-woo.nam@pwc.com Tax 소주현 Partner 02-709-8248 so.juhyun@pwc.com Deals 최창대 Partner 02-709-3329 chang-dae.choi@pwc.com	Assurance 한종엽 Partner 02-3781-9598 jongyup.han@pwc.com Tax 김광수 Partner 02-709-4055 kwang.soo.kim@pwc.com Deals 이도신 Partner 02-709-3321 do-shin.lee@pwc.com

PwC컨설팅

Consumer Product	유통(Omni Channel)	Technology Sector	Platform (Software) Sector
허신욱 Partner 02-3781-1468 sin-wook.hur@pwc.com	이성균 Partner 02-3781-1450 sung-kyun.lee@pwc.com	정우영 Partner 02-709-0949 wooyoung.chung@pwc.com 서효환 Partner 02-3781-3408 hyo-hwan.sir@pwc.com	범용균 Partner 02-709-4797 glenn.burm@pwc.com

