

2019년 해외 이슈조사 보고서

미국 스마트농업 및 IT시스템을 활용한 농작물 재배현황 및 관리



목 차

1. 요약문	1
2. 미국 농업 현황	8
가. 농업 개요	8
나. 농산물 생산	9
다. 미국 주별 농업 동향	12
3. 미국 스마트농업 현황	17
가. 스마트농업 개요	17
나. 스마트농업 역사	20
다. 스마트농업 시장규모 및 전망	23
4. 미국 실내농업 현황	25
가. 실내농업 동향	25
나. 실내농장 시설 형태별 대표 업체	29
5. 스마트농업 기술 관련 사례	47
가. 농업용 드론(Agriculture Drones)	47
나. 농업용 로봇(Agriculture Robot)	54
다. 병해충 관리(Pest Management)	61
라. 스마트 관개 관리(Smart Irrigation Management)	66
마. 온실 조명(Greenhouse Lighting)	71
바. 농장관리 소프트웨어(Farm Management Software)	76
6. 미국 유통업계, 리테일 테크 활용 현황	81
가. 유통업계 동향	81
나. 정보통신기술(ICT)을 활용한 유통 시스템	82
다. 식품 매장의 ICT 활용 동향	89
7. 애그테크를 활용한 농업의 미래 (전문가 의견)	97

1. 요약 문

가. 미국 농업 현황

1) 농업 개요

- 미국 전체 산업에서 농업이 차지하는 비중은 1%대이며 전체 농산물 판매액은 2018년 3,729억 달러로 추정됨. 전체 농지면적은 2018년 8억 9,950만 에이커이며 전체 농장수는 202만 9,200개임
- 농업 종사자 수는 340만 명으로 5년 전보다 6.9% 증가함. 남성과 여성 농업인의 비율은 각각 64%와 36%를 차지함. 농장 경영주의 평균 연령이 57.5세로 나타나 농업인의 고령화가 심화되고 있음

2) 농산물 생산

- 미국의 주요 곡물은 옥수수, 대두, 밀, 쌀, 귀리, 보리, 수수 등이며 이들 7대 곡물의 재배면적은 2018/19년 2억 2,320만 에이커로 전망됨. 옥수수 생산량은 2018/19 3억 6,629만 톤으로 전년 대비 1.3% 감소가 예상됨. 대두도 2018/19년 4,459만 톤의 생산량으로 전년 대비 소폭 감소할 것으로 보임. 미국 밀의 경쟁력이 회복되어 2018/19년 밀 생산량은 5,129만 톤에 달할 것으로 예상됨. 쌀 생산량은 2018/19년 712만 톤으로 전년 대비 26% 증가가 전망됨
- 미국에서 가장 많이 생산되는 과일은 사과와 오렌지로 2018/19년 각각 505만 톤과 502만 톤이 생산될 것으로 추정됨. 그 뒤를 이어 포도 102만 톤, 레몬/라임 78만 톤, 복숭아 73만 톤 순으로 나타남

3) 미국 주별 농업 동향

- 미국 최대 농업 주는 캘리포니아이며 그 뒤를 이어 아이오와, 텍사스, 네브래스카, 미네소타로 순임. 이들 상위 5개 주의 농산물 판매액은 미국 전체 농산물 판매액의 36%를 차지함. 캘리포니아의 대표 농산물은 과일류와 채소류, 견과류임. 아이오와는 미국 최대 옥수수 생산지임. 텍사스와 네브래스카는 농목업의 비중이 매우 높은 곳임. 미네소타 주는 낙농업이 활발하며 옥수수와 대두, 사탕무를 재배함

나. 스마트농업 현황

1) 스마트농업 개요

- 스마트농업(Smart Agriculture)은 기존 농업에 정보통신기술(Information and Communications Technologies, 이하 ICT)이 융합된 최첨단 농업 생산방식임
- 농업의 생산 시스템이 과거 '경험 기반'에서 점차 '빅데이터 기반 예측 관리'로 전환되고 있음. 이에 따라 농부의 직간접적인 경험과 노하우에서 벗어나 데이터의 분석, 예측, 맞춤 처방으로 시장상황에 따라 능동적인 대처가 가능해짐. 따라서 빅데이터의 활용 여부가 미래 농업의 경쟁력을 좌우할 전망이다
- 스마트농업은 정밀농업과 스마트팜(Smart Farm)으로 대표되는 실내농업(Indoor Farming), 스마트축사, 스마트양식 분야에 폭넓게 적용되고 있음

2) 스마트농업 역사

- 미국 스마트농업은 정밀농업이 디지털화 형태로 진화됨. 1980년대 후반부터 지구통계학과 GIS 기술이 결합되어 항공사진과 매핑에 적용되며 실시간 자료 수집과 정확한 위치 정보 활용이 가능해졌음

3) 스마트농업 시장규모 및 전망

- 스마트농업의 시장규모는 2018년은 34억 6,000만 달러로 추산됨. 스마트농업은 앞으로 지능형 농기계와 로봇, 드론 등이 농작업을 담당하고 농장관리와 의사결정은 AI 기반 빅데이터 분석에 의존할 것으로 전망됨. 이로 인해 광범위한 데이터 수집이 성장의 핵심으로 부각되며 데이터 농업시대가 본격화 될 것임. 스마트농업은 향후 5년(2018년~2023년)간 연평균 12.4%로 성장하며 2023년에는 62억 1,000만 달러의 시장규모를 보일 것으로 전망됨

다. 실내농업 현황

1) 실내농업 동향

- 실내농업은 스마트 온실과 수직농장으로 구분됨. 스마트 온실은 유리 온실과 비닐 온실 등이 대표적인 형태이며 수직농장은 건물 기반과 컨테이너 등의 구조임. 재배 시스템은 수경재배(Hydroponics), 분무식 수경재배(Aeroponics), 아쿠아포닉스(Aquaponics) 등이 사용되고 있음
- 미국 실내농장은 시골(47%)보다 도시와 도시근교(53%)에 더 많이 위치함. 지역별로 북동부는 전체 실내농장의 39%가 위치해 있으며 서부는 16%, 중부, 남부, 남서부는 나란히 15%씩 실내농장이 분포되어 있음

2) 실내농장 시설 형태별 대표 업체

(1) 스마트 온실(Smart Greenhouse)

- 스마트 온실은 ICT를 접목시켜 모든 시스템을 원격으로 제어하는 최첨단 온실임. 따라서 시기나 장소에 상관없이 단기간에 대량 생산과 연속 생산, 계획 생산이 가능함. 또 최적화된 재배환경으로 생산량과 품질을 조절할 수 있음. 다만 초기 시설 투자와 온실 운영에 많은 자금이 투입됨

(2) 실내 수직농장(Indoor Vertical Farm)

- 실내 수직농장은 도시나 도시근교에서 수직농법을 이용해 회전율이 높은 잎채소와 허브류 등을 생산함. 수직농법은 실내에서 다층 선반을 수직으로 쌓아 올려 수경재배하기 때문에 기후와 상관없이 어느 공간이든 농지로 활용이 가능함

(3) 컨테이너 농장(Container Farm)

- 컨테이너 농장은 작물을 수경재배할 수 있도록 화물용 컨테이너를 개조해 만든 농장으로 모든 시스템은 원격으로 조정함. 이 농장은 컨테이너를 계속 위로 쌓을 수 있어 재배공간 확보가 용이하며 외부 환경과 상관없이 365일 24시간 가동됨

라. 스마트농업 기술 관련 사례

1) 농업용 드론(Agriculture Drones)

- 농업용 드론은 카메라와 센서, 통신시스템을 탑재해 매핑과 파종, 살포, 작물의 생육상태, 재배관리 및 병해충 검출 등에 활용됨. 이를 통해 생산성 향상 이상으로 노동력 부족 현상을 완화시키고 노동 환경 개선에도 도움을 주고 있음. 농업용 드론의 활용 사례는 농지와 작물의 생육상태를 진단하여 재배 계획 및 수확량을 예측하고 운영비용을 절감하는 내용임

2) 농업용 로봇(Agriculture Robot)

- 농업용 로봇은 농업에 사용되는 로봇으로 작물의 생육환경에 대한 모니터링부터 제초, 방제, 살포, 수확, 이식, 착유 등 다양한 분야에서 활용되고 있음. 농업용 로봇의 활용 사례는 AI와 센서 기술이 접목된 수확용 로봇의 최근 시험운행 내용들로 구성됨

3) 병해충 관리(Pest Management)

- 병해충 관리는 다양한 방제기술을 사용하여 병이나 해충, 잡초에 의한 작물의 피해를 최소화하고 정확한 병해충 진단을 통해 불필요한 농약 사용을 줄여 환경에 대한 부작용을 최소화하는 방제를 의미함. 병해충 관리의 활용 사례는 과수원에서 Bird Control Group의 레이저 조류 퇴치기를 사용하여 야생 조류로 인한 피해를 방지하는 내용임

4) 스마트 관개 관리(Smart Irrigation Management)

- 스마트 관개 관리는 ICT를 기반으로 농업용수의 공급을 효율적으로 관리하는 시스템으로 실시간 모니터링부터 분석, 예측을 통해 관개 시스템을 자동화하여 물관리 운영을 최적화하는 것임. 스마트 관개 관리의 활용 사례는 PowWow의 소프트웨어를 사용하여 작물 수확량이 증가하고 물과 에너지 비용이 절약된 내용임

5) 온실 조명(Greenhouse Lighting)

- IoT 기술이 접목된 LED 조명은 작물의 특성과 장소, 시간에 따라 광량, 광질 등을 고려한 최적화된 생육환경을 제공함. 주로 외부 환경에 영향을 받지 않는 실내 수직농장, 컨테이너 농장 등 다층재배시설에서 많이 사용됨. LED 조명의 가장 큰 장점은 색상 스펙트럼의 구현으로 빛의 파장에 따라 작물의 생산주기를 제어한다는 점임. 온실 조명의 활용 사례는 Lumigrow LED 조명을 사용하여 수확량을 늘리고 에너지 효율이 높아진 내용임

6) 농장관리 소프트웨어(Farm Management Software)

- 농장관리 소프트웨어(이하 FMS)는 데이터 분석을 통한 농장관리 기술로 AI, IoT, 빅데이터 등을 활용해 농장의 의사결정을 지원하는 시스템임. 수확량 예측, 지역별 시장가격, 유통 등 농장 운영에 필요한 정보뿐 아니라 분석 및 컨설팅, 기상 정보 등의 서비스를 제공함. 이로 인해 생산성과 수익 증대, 농장

상황을 한눈에 파악할 수 있음. FMS의 활용 사례는 Granular의 FMS를 도입한 농장들의 사용 후기임

마. 미국 유통업계, 리테일 테크 활용 현황

1) 유통업계 동향

- 미국 유통업계는 리테일 테크(Retail Tech)의 발전을 통해 빠르게 변화되고 있음. 기존 소매에 AI, IoT, 로봇, 빅데이터, 가상현실(VR), 증강현실(AR) 등 첨단기술들을 접목시켜 유통채널, 물류관리, 매장관리, 고객관리, 마케팅, 배송 등 다방면에서 활용되고 있음
- 온라인과 오프라인 유통채널에 첨단기술이 도입되면서 유통경로가 다각화되고 AI를 활용한 음성 쇼핑, 가상 쇼핑물 구현 등 다양한 서비스가 등장함

2) 정보통신기술(ICT)을 활용한 유통 시스템

- 유통업계는 최근 자동화 창고관리 시스템인 마이크로 풀필먼트 센터(이하 MFC) 구축에 본격 나서고 있음. 이 시설은 온라인 주문 전용 물류센터로 도심지역에 소규모 창고를 신설하거나 자체 매장을 활용해 회전율이 높은 제품을 위주로 배송 속도를 높이는 효과를 보이고 있음. MFC는 좁은 공간을 최대한 활용할 수 있도록 효율적인 레이아웃과 AI, 로봇 등 첨단 자동화 기술을 접목함
- 유통업계는 물류 로봇을 활용한 지능형 물류 시스템을 구축하고 있음. 물류 로봇은 노동력 감소와 비용 절감, 작업의 효율성을 올리고 주문 정확도와 회전율을 증진시킴. 최근에는 온라인 주문 전용 물류 로봇과 시스템이 등장하며 피킹부터 포장, 배송까지 일사천리로 진행되고 있음. 또 식품 안전에 블록체인 기술 도입이 본격화되고 있음

3) 식품 매장의 ICT 활용 동향

- Walmart는 2017년 Store No. 8이라는 조식을 신설해 기술 인큐베이터를 구축함. 최근 네이버후드 마켓에 첨단기술을 접목한 Intelligent Retail Lab을 오픈함
- Kroger는 디지털 선반 EDGE(Enhanced Display for Grocery Environments) 시스템을 구축하고 있음. IoT 센서가 연결된 EDGE는 디지털 화면을 통해 실시간으로 광고, 영양정보, 가격, 쿠폰 등의 정보를 제공하며 고객이 제품을 빠르게 찾을 수 있도록 지원함
- 대형 약국 체인 Walgreens는 올해 초부터 IoT, AI 기술이 접목된 스마트 쿨러를 테스트 중임. 스마트 쿨러의 문은 디지털 디스플레이 형태로 제품 진열과 가격, 홍보영상을 자유롭게 송출할 수 있음. 또 실시간으로 판매 및 트래픽 수를 체크할 수 있으며 재고가 부족하면 직원에게 알림

바. 애그테크를 활용한 농업의 미래(전문가 의견)

- 농업의 미래에 대해 업계 및 학계 전문가들의 의견들은 대부분 ICT 기반 첨단기술이 농업을 견인하는 시대가 될 것으로 전망함

2. 미국 농업 현황

가. 농업 개요

- 미국 전체 산업에서 농업이 차지하는 비중은 1%대이며 전체 농산물 판매액은 2018년 3,729억 달러로 추정됨. 전체 농지면적과 농장수는 꾸준히 줄어들고 있지만 농장당 평균 재배면적은 증가함
 - 전체 농지면적은 2018년 8억 9,950만 에이커로 전년 대비 87만 에이커 감소함. 미국 전체 국토면적에서 농지면적이 차지하는 비중은 37%이며 1960년(48.9%) 이후부터 꾸준히 감소하고 있음

【 표 1 미국 연도별 농지면적 및 농장수 】

	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
농지면적(1,000 acres)	908,920	905,790	902,680	900,370	899,500
- 국토면적대비 농지비중	37.4%	37.3%	37.2%	37.1%	37.0%
농장수(개)	2,082,440	2,063,890	2,055,340	2,042,000	2,029,200
평균 농장 크기(acres)	436	439	439	441	443

※ 출처: USDA

- 전체 농장수는 202만 9,200개로 2017년보다 1만 2,800개가 감소함. 농장의 88%는 가족이나 개인이 운영함. 농장크기는 평균 443에이커로 전년 대비 2에이커 증가함
- 매출을 기준으로 50만 달러~99만 9,999달러 규모의 농장이 유일하게 농장수가 늘었고 나머지 농장들은 모두 줄었음. 전체 농장의 81.5%는 10만 달러 미만의 매출을 올렸고 이 중 51%는 1만 달러 미만으로 나타남. 50만 달러 이상의 매출을 올린 농장은 7.4%임

| 표 2 미국 규모별 농장수 현황 |

농장매출	농장수(개)			농지면적(1,000 acres)			평균 농장크기 (acres)
	농장수	전년대비 증감	전체대비 비중	농지면적	전년대비 증감	전체대비 비중	
\$1,000~\$9,999	1,035,690	-0.8%	51.0%	84,370	-0.8%	9.4%	81
\$10,000~\$99,999	619,030	-0.3%	30.5%	186,770	0.1%	20.8%	302
\$100,000~\$249,999	135,110	-0.9%	6.7%	133,310	0.7%	14.8%	987
\$250,000~\$499,999	88,610	-1.0%	4.4%	128,500	-0.8%	14.3%	1,450
\$500,000~\$999,999	72,180	0.2%	3.6%	138,920	0.0%	15.4%	1,925
\$1,000,000 이상	78,580	-1.1%	3.9%	227,630	0.0%	25.3%	2,897

※ 출처: USDA(2018년 기준)

- 농업 종사자 수는 340만 명으로 5년 전보다 6.9% 증가함. 남성과 여성 농업인의 비율은 각각 64%와 36%를 차지함. 여성 농업인의 수는 2012년과 비교해 26.6% 증가한 반면 남성은 오히려 1.7% 감소함
- 농장 경영주의 평균 연령이 57.5세로 나타나 농업인의 고령화가 심화되고 있음. 전체 농업인 중 35세~64세 연령층이 58%로 가장 많았지만 64세 이상의 연령층도 34%로 높은 비중을 차지함. 나머지 8%는 35세 이하 연령층임

나. 농산물 생산

1) 곡물

- 미국의 주요 곡물은 옥수수, 대두, 밀, 쌀, 귀리, 보리, 수수 등이며 이들 7대 곡물의 재배면적은 2017/18년 2억 2,050만 에이커로 전년 대비 3% 감소함. USDA에 따르면 2018/19년 재배면적은 2억 2,320만 에이커로 증가가 예상되며 옥수수 재배면적은 줄고 대두와 수수의 재배면적은 늘어날 것으로 전망됨

- 옥수수 생산량은 2017/18년 3억 7,110만 톤으로 전년 대비 3.6% 감소함.

최대 옥수수 생산지역 ‘콘 벨트(Corn Belt)’에 속해 있는 아이오와, 일리노이, 네브래스카, 미네소타 주에서만 2억 톤 넘게 생산됨. 2018/19년 생산량은 재배면적 감소에 따라 3억 6,629만 톤으로 줄어들 전망임

- 대두는 2017/18년 9,000만 에이커로 곡물 중 가장 재배면적이 넓음. 생산량은 4,465만 톤으로 전년 대비 9.9% 증가함. 미국 최대 대두 생산지역은 일리노이, 아이오와, 인디애나, 오하이오, 미주리 주이며 이들 주를 포함해 총 31개 주에서 재배됨. 2018/19년 재배면적은 늘었지만 생산량은 4,459만 톤으로 감소가 전망됨

【 표 3 미국, 주요 곡물 연도별 재배면적 및 생산량 】

(면적: 백만 에이커, 생산량: 1,000톤)

곡물	2015/2016		2016/2017		2017/2018		2018/2019	
	재배면적	생산량	재배면적	생산량	재배면적	생산량	재배면적	생산량
옥수수	80.8	345,506.0	86.7	384,778.0	82.7	371,096.0	81.7	366,287.0
밀	47.3	56,117.0	43.8	62,832.0	37.6	47,380.0	39.6	51,287.0
수수	7.9	15,158.0	6.2	12,199.0	5.0	9,192.0	5.1	9,271.0
보리	3.2	4,750.0	2.6	4,353.0	2.0	3,119.0	2.0	3,333.0
귀리	1.3	1,298.0	1.0	938.0	0.8	720.0	0.9	815.0
쌀	2.6	6,131.0	3.1	7,117.0	2.4	5,659.0	2.9	7,119.0
대두(식용)	82.7	40,525.0	83.7	40,630.0	90.0	44,648.0	91.0	44,586.0

※ 출처: USDA

- 밀 생산량은 2017/18년 4,738만 톤이며 재배면적은 계속 감소하고 있음. 그러나 러시아의 밀 공급이 줄어들면서 미국 밀의 경쟁력이 회복되어 2018/19년 생산량은 5,129만 톤에 달할 것으로 예상됨
- 2017/18년 쌀 재배면적은 전년 대비 70만 에이커가 줄고 생산량도 20% 감소한 566만 톤에 그침. 2018/19년에는 다시 재배면적과 생산량이 모두 증가할 전망임

2) 과일류 및 견과류

- 미국에서 가장 많이 생산되는 과일은 사과와 오렌지로 2017/18년 각각 501만 8,000톤과 355만 5,000톤이 생산됨. 그 뒤를 이어 포도 93만 5,000톤, 레몬/라임 80만 6,000톤, 복숭아 76만 8,000톤 순으로 나타남
 - 오렌지는 최대 생산지인 플로리다에 상륙한 허리케인의 영향으로 2017/18년 생산량이 급감했지만 점차 피해가 복구되며 2018/19년에는 전년 대비 41% 증가가 전망됨. 자몽 생산량은 2017/18년 46만 9,000톤으로 전년 대비 26% 줄었지만 2018/19년에는 다시 증가가 예상됨. 반면 레몬/라임, 복숭아, 체리는 2018/19년 생산량이 감소할 전망이다
- 아몬드 생산량은 2017/18년 103만 톤으로 해마다 늘고 있음. 호두는 2017/18년 57만 톤이 넘는 생산량을 보였지만 전년 대비 8% 감소함. 아몬드, 호두, 피스타치오의 최대 생산지는 캘리포니아 주임

【 표 4 미국 주요 과일 및 견과류 연도별 생산량 】

(단위: 1,000톤)

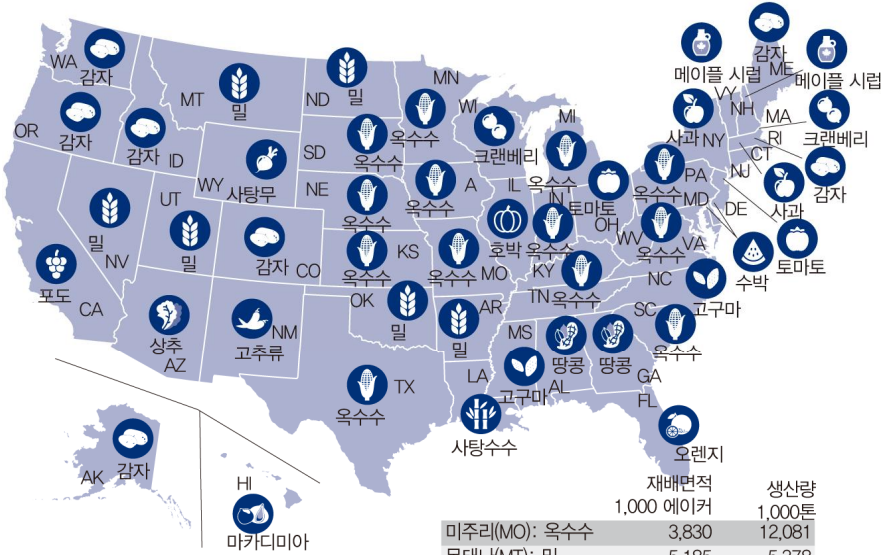
품목	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019
사과	4,521	4,957	5,018	5,048
오렌지	5,523	4,616	3,555	5,022
포도	947	943	935	1,015
레몬/라임	820	800	806	777
복숭아	906	859	768	734
배	729	668	663	667
자몽	728	633	469	606
체리	417	456	508	444
아몬드	862	971	1,030	1,111
호두	550	622	572	626
피스타치오	122	407	272	451

※ 출처: USDA

다. 미국 주별 농업 동향

- 미국 최대 농업 주는 캘리포니아이며 그 뒤를 이어 아이오와, 텍사스, 네브래스카, 미네소타로 순임. 이들 상위 5개 주의 농산물 판매액은 미국 전체 농산물 판매액의 36%를 차지함
 - 캘리포니아는 502억 6,440만 달러의 농산물 판매액을 기록함. 대표 농산물은 포도, 상추, 딸기, 토마토, 아몬드, 호두 등 과일류와 채소류, 견과류임. 캘리포니아는 총 2,430만 에이커의 농지에 6만 9,400개의 농장이 위치함. 현재 심각한 노동력 부족과 최저 임금 인상으로 농업용 로봇 도입을 적극 추진하고 있음
 - 미국 최대 옥수수 생산지 아이오와는 약 266억 달러의 농산물을 판매했으며 총 3,000만 에이커의 농지에 8만 6,000개의 농장이 있음. 대표 농산물인 옥수수 판매는 81억 달러로 가장 높은 판매 비중을 차지함. 그 뒤를 이어 돼지(75억 달러), 소와 송아지(44억 달러), 대두(43억 달러) 순임
 - 텍사스는 총 24만 7,000개의 농장이 있으며 미국에서 가장 많은 농장수를 보유함. 대부분 가족 농장이며 농산물 판매액은 227억 6,920만 달러를 기록함. 소와 송아지, 우유, 면화, 옥수수가 대표 농축산물임. 소와 송아지 사육두수는 1,300만 마리이며 젖소는 51만 5,000마리임
 - 네브래스카는 농목업이 주의 최대 산업으로 전체 토지 면적의 92%를 농업에 사용하고 있음. 농장수는 4만 5,900개이며 농산물 판매액은 213억 1,510만 달러임. 옥수수와 소고기가 대표 농축산물이며 육류 생산량은 미국 내 4위로 72억 달러의 매출을 올림
 - 미네소타는 전체 토지 면적의 63%를 농업에 사용하며 주의 남서부 지역은 옥수수 지대, 남동부 지역은 과수와 낙농지대임. 예전부터 낙농업이 유명하고 2,550만 에이커에서 옥수수와 대두, 사탕무, 감자, 밀 등을 재배함. 농산물 판매액은 171억 1,950만 달러이며 농장수는 6만 8,500개임

(미국 주별 대표 농산물 재배면적 및 생산량)



앨라배마(AL): 땅콩	162	250
알래스카(AK): 감자	0.5	8
애리조나(AZ): 상추	75	1,052
아칸소(AR): 쌀	1,427	4,868
캘리포니아(CA): 포도	829	6,750
콜로라도(CO): 감자	55	985
코네티컷(CT): 사과	437	7
델라웨어(DE): 수박	4	47
플로리다(FL): 오렌지	302	2,023
조지아(GA): 땅콩	650	1,312
하와이(HI): 마카다미아	15	22
아이다호(ID): 감자	315	8,358
일리노이(IL): 호박	11	235
인디애나(IN): 옥수수	5,200	20,732
아이오와(IA): 옥수수	12,800	68,278
캔자스(KS): 옥수수	5,000	17,554
켄터키(KY): 옥수수	1,230	5,855
루이지애나(LA): 사탕수수	425	15,003
메인(ME): 감자	50	668
메릴랜드(MD): 수박	4	47
매사추세츠(MA): 크랜베리	14	334
미시건(MI): 옥수수	1,940	8,074
미네소타(MN): 옥수수	7,490	37,079
미시시피(MS): 고구마	26	206

	재배면적 1,000 에이커	생산량 1,000톤
미주리(MO): 옥수수	3,830	12,081
몬태나(MT): 밀	5,185	5,378
네브라스카(NE): 옥수수	9,310	48,648
네바다(NV): 밀	8	25
뉴햄프셔(NH): 메이플 시럽	-	0.6
뉴저지(NJ): 토마토	4	43
뉴멕시코(NM): 고추	8	65
뉴욕(NY): 사과	550	590
노스캐롤라이나(NC): 고구마	79	499
노스다코타(ND): 밀	7,635	9,887
오하이오(OH): 토마토	5	127
오클라호마(OK): 밀	2,500	1,904
오리건(OR): 감자	46	1,273
펜실베이니아(PA): 옥수수	950	3,618
로드아일랜드(RI): 감자	0.6	8
사우스캐롤라이나(SC): 옥수수	310	1,071
사우스다코타(SD): 옥수수	4,868	21,151
테네시(TN): 옥수수	690	3,153
텍사스(TX): 옥수수	1,750	5,141
유타(UT): 밀	103	146
버몬트(VT): 메이플 시럽	-	7
버지니아(VA): 옥수수	325	1,298
워싱턴(WA): 감자	165	4,790
웨스트버지니아(WV): 옥수수	33	136
위스콘신(WI): 크랜베리	21	833
와이오밍(WY): 사탕무	31	946

【 표 5 미국 주별 농업 현황 및 주요 농축산물 】

주 이름	농장수 (개)	농업인 (명)	판매액 (US\$ 백만)	주요 농축산물
앨라배마(AL)	39,700	19,114	5,490.9	땅콩, 피칸, 오이, 옥수수, 복숭아, 밀, 가금류, 달걀
알래스카(AK)	1,000	412	37.7	감자, 보리, 귀리, 소와 송아지, 연어, 킹크랩
애리조나(AZ)	19,200	13,219	4,747.7	상추류, 캔터루프, 양배추, 소와 송아지, 레몬
아칸소(AR)	42,500	21,315	8,922.8	쌀, 계란, 목화, 가금류, 대두, 달걀, 옥수수
캘리포니아(CA)	69,400	42,469	50,264.4	포도, 아몬드, 호두, 토마토, 상추, 유제품
콜로라도(CO)	38,900	17,962	6,723.4	감자, 옥수수, 사탕무, 소와 송아지, 유제품, 밀
코네티컷(CT)	5,500	2,766	532.8	사과, 메이플시럽, 가금류, 스위트콘
델라웨어(DE)	2,300	1,565	1,348.3	수박, 옥수수, 대두, 가금류, 마르 유제품, 보리
플로리다(FL)	47,500	22,902	7,642.3	오렌지, 토마토, 멜론, 오이, 사탕무, 땅콩, 감자
조지아(GA)	41,600	19,858	8,865.6	땅콩, 수박, 복숭아, 가금류
하와이(HI)	7,300	3,642	667.1	마카다미아넛, 파인애플, 사탕수수, 커피, 바나나, 파파야
아이다호(ID)	24,800	12,349	7,207.0	감자, 페퍼민트, 사탕무, 유제품, 밀, 보리, 옥수수
일리노이(IL)	72,000	37,835	15,931.8	호박, 옥수수, 대두, 밀, 감자, 소와 송아지, 유제품
인디애나(IN)	56,100	25,630	10,579.8	옥수수, 토마토, 수박, 호박, 블루베리, 돼지, 가금류
아이오와(IA)	86,000	47,949	26,605.2	옥수수, 대두, 귀리, 돼지, 소와 송아지, 유제품, 가금류
캔자스(KS)	58,900	29,857	15,655.9	옥수수, 사탕수수, 대두, 밀, 소와 송아지, 유제품
켄터키(KY)	75,100	32,137	5,572.9	옥수수, 대두, 밀, 가금류, 소와 송아지, 유제품, 밀
루이지애나(LA)	27,400	12,136	3,069.2	사탕수수, 쌀, 고구마, 대두, 가금류, 옥수수, 달걀
메인(ME)	7,600	3,964	702.4	감자, 옥수수, 메이플시럽, 유제품, 블루베리, 사과
메릴랜드(MD)	12,400	5,996	2,194.8	수박, 스위트콘, 감자, 가금류, 옥수수, 대두, 유제품
매사추세츠(MA)	7,200	3,878	380.6	크랜베리, 메이플시럽, 사과, 유제품, 감자, 옥수수, 굴
미시간(MI)	47,000	25,285	7,339.4	옥수수, 대두, 감자, 블루베리, 체리(타트), 유제품
미네소타(MN)	68,500	39,423	17,119.5	옥수수, 대두, 밀, 사탕무, 귀리, 완두콩, 감자, 밀
미시시피(MS)	34,700	16,355	5,652.1	고구마, 대두, 옥수수, 땅콩, 쌀, 가금류
미주리(MO)	95,000	43,788	9,882.2	옥수수, 대두, 쌀, 밀, 가금류, 소와 송아지, 유제품
몬태나(MT)	26,900	15,434	3,535.2	밀, 보리, 병아리콩, 렌틸콩, 완두콩, 소와 송아지

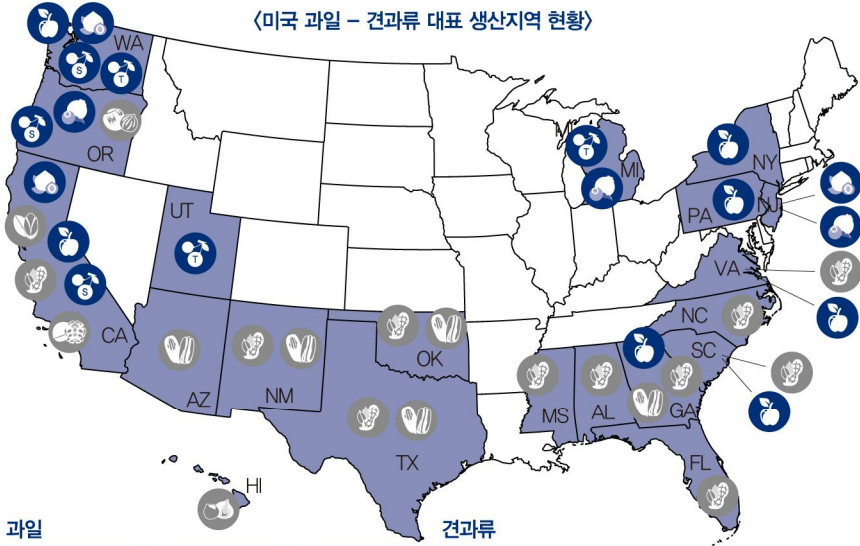
주 이름	농장수 (개)	농업인 (명)	판매액 (US\$ 백만)	주요 농축산물
네브래스카(NE)	45,900	29,819	21,315.1	옥수수, 사탕무, 감자, 대두, 밀, 수수, 소와 송아지
네바다(NV)	3,400	2,194	658.4	밀, 감자, 귀리, 양파, 마늘, 소와 송아지, 유제품
뉴햄프셔(NH)	4,100	2,107	209.0	메이플 시럽, 사과, 유제품, 가금류, 달걀, 소와 송아지
뉴저지(NJ)	9,900	4,493	1,077.8	토마토, 복숭아, 사과, 크랜베리, 파망, 시금치, 호박
뉴멕시코(NM)	24,700	12,392	2,954.7	고추, 피칸, 사탕수수, 옥수수, 양파, 밀, 유제품
뉴욕(NY)	33,400	20,400	5,212.4	사과, 옥수수, 대두, 양배추, 체리(타르트), 유제품
노스캐롤라이나(NC)	46,400	24,574	11,480.6	고구마, 땅콩, 수박, 오이, 밀, 사과, 대두, 가금류
노스다코타(ND)	26,100	17,509	7,846.7	밀, 사탕무, 대두, 완두콩, 렌틸콩, 카놀라, 감자
오하이오(OH)	77,800	33,140	8,481.0	토마토, 옥수수, 대두, 밀, 유제품, 돼지, 가금류
오클라호마(OK)	77,300	33,790	6,677.3	밀, 옥수수, 대두, 땅콩, 소와 송아지, 가금류
오리건(OR)	37,200	17,684	4,791.6	감자, 밀, 배, 포도, 체리, 사탕무, 연어, 새우, 굴
팬실베이니아(PA)	53,000	30,638	6,721.8	옥수수, 사과, 대두, 버섯, 유제품, 가금류, 소와 송아지
로드아일랜드(RI)	1,100	619	71.6	감자, 옥수수, 사과, 달걀, 가금류, 유제품, 꿀, 굴
사우스캐롤라이나(SC)	24,600	10,361	2,302.8	옥수수, 땅콩, 대두, 밀, 토마토, 가금류, 소와 송아지
사우스다코타(SD)	29,600	18,844	8,954.7	옥수수, 대두, 밀, 수수, 해바라기, 귀리, 유제품
테네시(TN)	70,000	28,454	3,480.9	옥수수, 대두, 토마토, 밀, 소와 송아지, 가금류
텍사스(TX)	247,000	104,769	22,769.2	옥수수, 사탕무, 쌀, 수수, 밀, 수박, 땅콩, 소와 송아지
유타(UT)	18,100	6,939	1,742.9	밀, 옥수수, 체리, 소와 송아지, 유제품, 가금류
버몬트(VT)	6,800	3,779	812.6	메이플시럽, 사과, 옥수수, 꿀, 유제품, 소와 송아지, 가금류
버지니아(VA)	42,500	20,740	3,473.7	옥수수, 대두, 사과, 밀, 당콩, 가금류, 소와 송아지
워싱턴(WA)	35,700	17,650	10,246.1	감자, 사과, 밀, 체리, 포도, 홉, 유제품
웨스트버지니아(WV)	23,400	9,164	707.9	옥수수, 사과, 대두, 복숭아, 소와 송아지, 가금류
위스콘신(WI)	64,800	34,760	11,330.9	크랜베리, 옥수수, 대두, 감자, 스위트콘, 완두콩, 유제품
와이오밍(WY)	11,900	5,845	1,440.9	사탕무, 옥수수, 보리, 밀, 소와 송아지, 돼지, 유제품

* 각 주의 대표 농산물은 생산량 기준임. 옥수수 생산량은 사료용 제외.

** 농장수, 농업인 2019년 6월 기준 / 농산물 판매액은 2017년 기준.

※ 출처: USDA, Farm Flavor

<미국 과일 - 견과류 대표 생산지역 현황>



과일

견과류

<p>사과</p> <p>워싱턴(WA) 뉴욕(NY) 펜실베이니아(PA) 캘리포니아(CA) 버지니아(VA)</p> <p>총 생산량 570만 톤 총 생산가치 36억 145만 달러</p>	<p>복숭아</p> <p>캘리포니아(CA) 사우스 캐롤라이나(SC) 조지아(GA) 뉴저지(NJ)</p> <p>총 생산량 69만 6,700톤 총 생산가치 5억 9,986만 달러</p>	<p>블루베리</p> <p>미시간(MI) 워싱턴(WA) 오리건(OR) 뉴저지(NJ)</p> <p>총 생산량 28만 톤 총 생산가치 8억 3,347만 달러</p>	<p>아몬드</p> <p>캘리포니아(CA)</p> <p>총 생산량 189만 톤 총 생산가치 56억 395만 달러</p>	<p>호두</p> <p>캘리포니아(CA)</p> <p>총 생산량 63만 톤 총 생산가치 15억 6,870만 달러</p>	<p>피스타치오</p> <p>캘리포니아(CA)</p> <p>총 생산량 30만 톤 총 생산가치 10억 1,451만 달러</p>
<p>체리(타르트)</p> <p>미시간(MI) 유타(UT) 워싱턴(WA)</p> <p>총 생산량 13만 톤 총 생산가치 5,687만 달러</p>	<p>체리(스위트)</p> <p>워싱턴(WA) 캘리포니아(CA) 오리건(OR)</p> <p>총 생산량 43만 7,600톤 총 생산가치 8억 9,165만 달러</p>	<p>피칸</p> <p>조지아(GA) 뉴멕시코(NM) 텍사스(TX) 오кла호마(OK) 애리조나(AZ)</p> <p>총 생산량 14만 6,900톤 총 생산가치 7억 922만 달러</p>	<p>헤이즐넛</p> <p>오리건(OR)</p> <p>총 생산량 3만 2,000톤 총 생산가치 7,360만 달러</p>	<p>마카다미아</p> <p>하와이(HI)</p> <p>총 생산량 2만 4,500톤 총 생산가치 5,390만 달러</p>	<p>땅콩</p> <p>조지아(GA) 앨라배마(AL) 플로리다(FL) 텍사스(TX)</p> <p>노스/사우스 캐롤라이나(NC/SC) 미시시피(MS) 오кла호마(OK) 버지니아(VA)</p> <p>총 생산량 247만 7,340톤 총 생산가치 16억 3,402만 달러</p>

출처: USDA(2017년 기준)

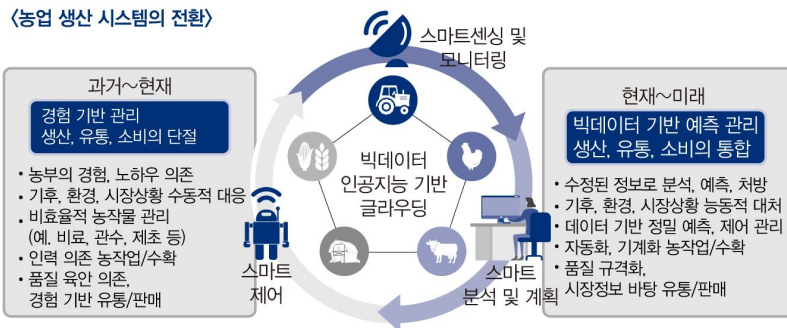
3. 미국 스마트농업 현황

가. 스마트농업 개요

1) 정의

- 스마트농업(Smart Agriculture)은 기존 농업에 정보통신기술(Information and Communications Technologies, 이하 ICT)이 융합된 최첨단 농업생산방식임
 - 스마트농업은 농업 가치사슬(Value-chain, 생산·유통·소비)과 농업의 전후방 산업(예, 농기계, 종자, 비료, 식품, 외식산업 등) 영역까지 ICT가 모두 적용되는 광의의 개념임. 흔히 정밀농업(Precision Agriculture), 스마트팜(Smart Farm), 디지털농업(Digital Agriculture) 등 다양한 용어로 불리지만 이들은 스마트농업의 하위 개념임
 - 스마트농업은 한국에서 시설농업 중심의 스마트팜으로 인식되어 있고 미국에서는 정밀농업의 디지털화 형태로 이해되고 있음

그림 1 농업 생산 시스템의 전환



2) 특징

■ 농업의 생산 시스템이 과거 '경험 기반'에서 점차 '빅데이터 기반 예측 관리'로 전환되고 있음. 이에 따라 농부의 직간접적인 경험과 노하우에서 벗어나 데이터의 분석, 예측, 맞춤형 처방으로 시장상황에 따라 능동적인 대처가 가능해짐. 따라서 빅데이터의 활용 여부가 미래 농업의 경쟁력을 좌우할 전망이다

- 첨단기술이 접목된 스마트농업의 생산 과정은 4단계로 전개됨. 첫 번째는 관찰 단계로 사물인터넷(Internet of Things, 이하 IoT) 기술을 통해 기후, 토질, 생육환경을 모니터링하고 데이터를 수집함. 두 번째는 수집된 데이터는 인공지능(이하 AI) 기반 빅데이터 분석을 통해 생산에 필요한 의사결정을 내리는 처방 단계임. 세 번째는 지능화된 농기계 및 농업용 로봇을 활용해 농작업을 수행함. 마지막 단계는 기존 및 새롭게 산출된 정보를 분석하여 향후 계획을 수립함
- 스마트농업은 생산 단계에서부터 가공, 유통, 관리, 경영까지 ICT 활용이 빠르게 확대되면서 새로운 비즈니스 모델을 창출하는 것이 특징임. 대표적인 사례로 빅데이터 기반 농장 관리서비스를 제공하는 데이터 파밍(Data Farming) 기업들이 등장하며 데이터 기반 서비스 산업이라는 신규 사업이 등장했음. FarmLogs, Farmers Business Network, Granular 등이 대표적인 데이터 파밍 업체임

3) 주요 기술

■ 미국 농업은 현재 첨단기술과 접목되어 지능화, 자동화, 간편화가 진행되고 있으며 데이터가 풍부한 산업으로 변화되고 있음

- 스마트농업 기술은 체계적인 데이터 관리를 통해 불확실성이 감소되고 생산성과 수익성을 향상시킬 뿐 아니라 물과 비료 및 에너지와 같은 자원의 소비를 최소화할 수 있음. 또한 정밀 데이터를 통해 기술적 난제들도 해결할 수 있을 것으로 기대됨

| 표 6 스마트농업의 주요 기술 |

기술	정의	용도
사물인터넷 Internet of Things	사물에 다양한 센서 디바이스를 활용, 실시간으로 데이터 수집, 공유하며 인터넷으로 주고 받는 기술	로봇, 드론, 센서 등 활용 토양, 작물, 환경 등 정보 수집
빅데이터 Big Data	디지털 환경에서 생성된 방대한 데이터, 데이터를 구성하고 있는 물리적 하드웨어와 이를 기반으로 하는 앱과 소프트웨어를 포괄하는 플랫폼	IoT기반 수집된 데이터 분석, 예측으로 최적 재배환경 컨설팅
클라우드 Cloud	데이터를 중앙컴퓨터에 저장하여 인터넷 접속으로 언제 어디서든 데이터를 이용할 수 있는 것	데이터 보관과 농장 관리에 필요한 정보처리 및 커뮤니케이션 제공
인공지능 Artificial Intelligence	인간의 지능적 행동(사고, 학습, 자기개발 등)을 모방할 수 있는 컴퓨터공학 및 정보기술	축적된 빅데이터 분석 후 필요한 정보 제공
농업용 로봇 Agricultural Robot	스스로 외부 환경을 인식하고 상황을 판단하여 자율적인 동작을 통해 자동화된 또는 서비스를 제공하는 기계	노지농업용, 시설농업용, 축산용 구분 - 자율주행 트랙터, 콤바인, 방제용 드론 - 파종, 제초, 수확용 로봇 - 로봇 착유기, 생육관리 로봇
농업용 드론 Agricultural Drones	무선전파로 조정하는 무인항공기 (Unmanned Aerial Vehicle)	항공 촬영으로 매핑, 파종, 살포, 작물의 생육상태, 병해충 검출 등 사용
5G	5세대 이동통신 기술 - 4G 대비 전송속도 20배 빠름 - 처리 용량은 100배 많음	가상현실, 자율주행, 사물인터넷 기술 구현 5G 바탕 새로운 서비스 시장 출현 전망

※ 출처: USDA, TechRepublic

- IBM은 최근 AI 플랫폼 Watson의 농업솔루션 서비스 'Watson Decision Platform'을 출시함. 이 솔루션은 IoT, 기상 데이터 등을 이용해 토양 상태(영양, 수분 등), 작물의 생육환경, 외부 기온, 병해충 감염 여부를 파악함. 이렇게 수집된 데이터를 머신러닝(Machine Learning)으로 분석해 농장들에게 최적의 농법을 제시하고 다양한 정보를 제공할 계획임
- 최근 초고속, 초연결, 초저지연 통신이 가능한 5G 시대가 열리면서 강력한 5G 통신 인프라와 첨단기술의 융합으로 농업뿐 아니라 산업 전반에 걸쳐 다양한 미래형 서비스들이 제공될 전망임

4) 활용 시장 범위

- 스마트농업은 정밀농업과 스마트팜(Smart Farm)으로 대표되는 실내농업(Indoor Farming), 스마트축사, 스마트양식 분야에 폭넓게 적용되고 있음
 - 정밀농업은 토양과 작물의 생육환경에 대한 데이터를 수집하고 그 데이터를 기반으로 맞춤형 작물 관리를 통해 기존 농업보다 더욱 정밀하게 농업을 수행하는 것을 의미함. 이로 인해 더 적은 자원 투입으로 더 많은 생산량을 기대할 수 있음. 정밀농업에는 토양 매핑(Mapping, 지도화), 작물 생산량, 병해충 모니터링, 관개기술, 농장관리 등이 포함되며 지리정보시스템(Geographic Information System, 이하 GIS), IoT, 빅데이터, 클라우드, AI, 로봇, 드론 등의 기술이 적용됨
 - 실내농업은 ICT를 활용하여 작물의 생육환경을 최적화시켜 생산성과 품질을 높여주는 시설농장으로 스마트 온실과 수직농장으로 구분됨. 수직농장은 다른 말로 식물공장(Plant Factory)이라고도 불림. 수직농장은 인위적 환경제어가 가능한 인공광원 시설만 해당되므로 실내농업의 하위 개념으로 분류됨
 - 스마트축사는 가축의 사육환경에 ICT를 접목해 축사의 온도와 습도, 가축의 체온과 운동량 등을 실시간 모니터링하여 먹이 공급 시기와 양을 원격으로 자동 제어할 수 있음. 착유 및 번식 관리용, 질병 및 유전 관리용, 행동 모니터링 등의 용도로 사용되고 있음
 - 스마트양식은 양식 환경을 실시간으로 모니터링하고 수집된 데이터를 분석하여 어류의 성장 측정, 번식 관리, 먹이 공급을 원격으로 자동 제어하는 첨단 시스템임. 장소와 시기, 기후 제약 없어 생산의 효율성, 품질의 최적화, 안정성이 보장되고 환경오염을 최소화할 수 있음

나. 스마트농업 역사

- 미국 스마트농업은 정밀농업이 디지털화 형태로 진화했으며 다양한 첨단기술의 도입으로 농업 생산성은 지난 30년간 50%, 2001년 이후에는 약 14% 증가했음. 1929년 정밀농업의 개념이 처음 등장했지만 당시 열악한 기술

수준으로 실제 구현에는 한계가 있었음. 정밀농업이란 용어는 1996년에 통용되기 시작했고 정식명칭은 1997년 국제농업회의에서 확정됨

- 미국은 1980년대 초 농지로부터 흘러나온 비료의 유독물질이 바다에 유입되면서 심각한 사회 문제로 대두됨. 1985년 'Low Input Sustainable Agriculture'라는 지속가능한 농업에 관한 법안이 제정됨. 1990년대부터 농무부(USDA) 산하 농업연구청(Agricultural Research Service)을 중심으로 지속가능한 농업에 대한 다양한 정책과 연구가 진행되었고 기술 개발에 대한 투자를 늘려왔음
- 정밀농업의 최초의 도구는 1970년대 등장한 GIS로 당시에는 연구기관에서만 사용되었을 뿐 상용화되지 못했음. 1982년 미국 ESRI(Environmental Systems Research Institute)에서 개발한 GIS 소프트웨어 ArcInfo가 등장함. 1980년대 후반부터 지구통계학과 GIS 기술이 결합되어 항공사진과 매핑에 적용되며 실시간 자료 수집과 정확한 위치 정보 활용이 가능해졌음

그림 2 스마트 농업 Time Line



- 그러나 1980년대 후반부터 1990년 초까지 정밀농업에 대한 이해와 지원 부족, 개발 중인 농기계의 비효율성으로 많은 어려움을 겪었음. 1985년 변량시비(Variable-Rate Fertilizer) 장비가 처음 등장함

- 1990년대에 들어 Ag Leader Technology의 수확량 모니터(1992년)가 최초로 등장했고 위치정보시스템(Global Positioning System, 이하 GPS, 1994년)이 상용화가 되면서 정밀농업이 가속화됨
- GPS와 수확량 모니터가 장착된 콤바인 수확기가 등장함. 종자와 비료, 농약을 토양의 특성에 따라 다양한 비율로 필요량을 처방하는 변량률적용(Variable-Rate Application)이 가능해짐. 글로벌위성항법시스템(Global Navigation Satellite System, 1999년)이 농기계에 적용됨
- USDA 통계에 따르면 1999년 정밀농업은 1,000만 헥타르(미국 주요 곡물 재배면적 11% 해당)에서 수행됐으며 전체 농가의 37.5%가 하나 이상의 정밀농업 기술을 사용한 것으로 나타남. 전체 농가의 13%는 수확량 모니터와 GPS가 장착된 콤바인을 사용했으며 특히 중서부 콘 벨트 지역에 가장 많이 보급됨
- 2000년대에 들어 GPS를 이용한 무인/자율주행 농기계와 변량률기술(Variable Rate Technology, 이하 VRT)이 적용된 농기계가 개발됨. 트랙터에 VRT가 장착되어 주행 중에 종자, 비료, 농약 등의 살포가 자동으로 조절됨
- ‘데이터+분석’ 기반의 ‘농업 4.0 시대’가 2010년 초에 시작됨. 센서, 클라우드 기반 ICT 시스템, 빅데이터 등의 기술 발전으로 농업의 디지털화가 가능해짐. 실시간으로 작물의 생육상태를 측정하는 센싱 기술이 발전되어 농산물 생산 이력에 이용됨. 드론, 로봇, 무인/자율주행 트랙터 등 농업용 로봇이 상용화됨. 또 AI 기반 빅데이터 분석을 통해 최적의 생육환경 및 생산량 제고도 가능해짐
- 미국 수직농장은 1960년대부터 연구를 시작했고 1970년대에 생산시스템이 개발되었으나 낮은 경제성으로 크게 환영받지 못했음. 당시 수직농장의 막대한 시설 투자비용과 재배 작물이 편중된다는 문제점이 있었음. 2000년대에 들어서 다시 수직농장에 대한 개발과 투자가 잇따르며 도시와 도시근교에 수직농장이 등장하기 시작함
- 미국은 지난 20년 동안 자동화 농기계, 위성 및 항공 이미지, VRT 등 다양한 기술을 접목시켜 농업 생산성을 향상시킴. 현재 정밀농업은 옥수수와

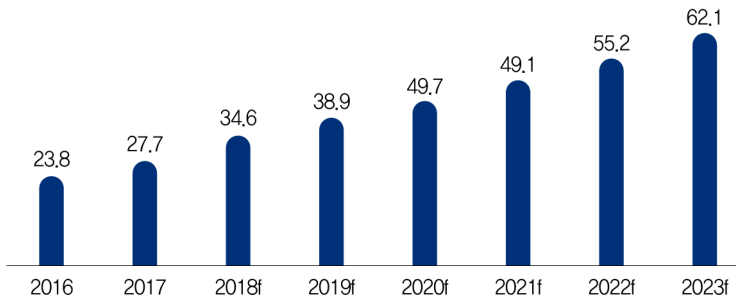
대두, 밀 등의 작물을 중심으로 현장 적용이 보편화됨. 미국 전체 농업인의 60%는 1가지 이상의 데이터 서비스를 이용하고 있으며 사용하는 농업용 트랙터의 80%는 데이터 송수신 장치가 장착되어 있음

다. 스마트농업 시장규모 및 전망

- 미국 스마트농업의 시장규모는 2017년 27억 7,000만 달러로 전년 대비 16.4% 증가함. 2018년은 34억 6,000만 달러의 규모가 추산됨

그림 3 미국 스마트농업 연도별 시장규모 및 전망

(단위: US\$ 억, f: 전망)



※ 출처: MarketsandMarkets

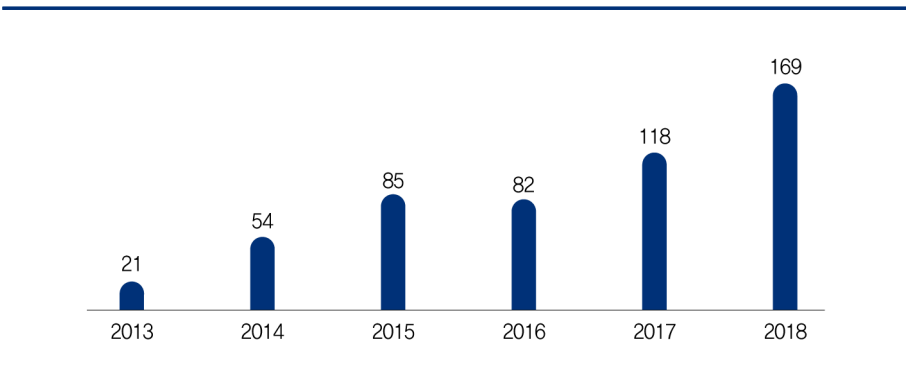
- 현재 스마트농업은 도입기에 접어들고 있지만 향후 기술 채택이 늘어남에 따라 높은 성장 잠재력을 보유하고 있음. 또한 최근 3년간 애그푸드테크(AgFood Tech) 투자 규모가 369억 달러를 기록하며 스마트농업에 대한 기대가 한층 더 커지고 있음
- 스마트농업은 앞으로 지능형 농기계와 로봇, 드론 등이 농작업을 담당하고 농장관리와 의사결정은 AI 기반 빅데이터 분석에 의존할 것으로 전망됨. 이로 인해 광범위한 데이터 수집이 성장의 핵심으로 부각되며 데이터 농업시대가 본격화될 것임. 또 올해부터 5G 기술의 시행으로 원격지에서도 초고속 인터넷 보급이 확대될 것으로 전망됨

- 시장조사업체 MarketsandMarkets에 따르면 스마트농업은 향후 5년 (2018년~2023년)간 연평균 12.4%로 성장하며 2023년에는 62억 1,000만 달러의 시장규모를 보일 것으로 전망됨

- 글로벌 농업 투자 컨설팅업체 AgFunder에 따르면 애그푸드테크의 투자 규모가 2018년 169억 달러로 역대 최고치를 기록함. 전년 대비 43% 증가했고 2013년과 비교하면 무려 7배 이상 늘어남. 농업기술 거래는 2018년 1,450건으로 전년 대비 10.3% 증가함

그림 4 애그푸드테크 연도별 투자 규모

(단위: US\$ 억)



※ 출처: AgFunder

- 국가별로는 미국이 전체 투자 금액의 46.7%를 차지해 가장 많았으며, 그 뒤를 이어 중국(35억 달러), 인도(24억 달러), 브라질(7억 달러) 순임. 미국은 2018년 79억 달러를 투자받아 전년 대비 67% 증가했고 투자 건수도 2017년 대비 23% 늘어난 567건을 기록함

4. 미국 실내농업 현황

가. 실내농업 동향

- 스마트팜으로 대표되는 실내농업은 ICT를 활용하여 자연환경에 영향을 받지 않고 생산성을 향상시켜 미래 식량 문제와 노동력 문제를 해결해 줄 대안으로 각광받고 있음
- 실내농업은 스마트 온실과 수직농장으로 구분됨. 스마트 온실은 유리 온실과 비닐 온실 등이 대표적인 형태이며 수직농장은 건물 기반과 컨테이너 등의 구조임. 재배 시스템은 수경재배(Hydroponics), 분무식 수경재배(Aeroponics), 아쿠아포닉스(Aquaponics) 등이 사용되고 있음

〈실내농업 시설 유형 및 재배 시스템〉



수경재배(Hydroponics)
흙 없이 물과 배양액을 이용해 식물을 재배하는 방식



컨테이너 농업(Container farm)
컨테이너에서 수경재배 또는 수직농법으로 식물을 재배하는 방식



분무식 수경재배(Aeroponics)
작물을 매달아놓고 뿌리에 물과 배양액을 분무하여 재배하는 방식



하이브리드(Hybrid)
한 시설에서 아쿠아포닉스, 수경재배, 분무식 수경재배 등 다양한 시스템을 활용해 식물을 재배하는 방식



아쿠아포닉스(Aquaponics)
물고기 양식(Aquaculture)과 수경재배(Hydroponics)의 합성어로 물고기와 식물을 함께 길러 수확하는 방식



유리 또는 비닐 하우스(Glass or poly Greenhouse)
유리나 폴리카보네이트로 만들어진 투명하고 밀폐된 시설에서 식물을 재배하는 방식



실내수직농장(Indoor vertical farm)
실내에서 수직농법으로 재배하는 방식
(수직농법: 수경재배 방식으로 다중선반을 이용해 재배하는 농업)



토양 기반(Soil-based)
물에서 식물을 재배하는 방식

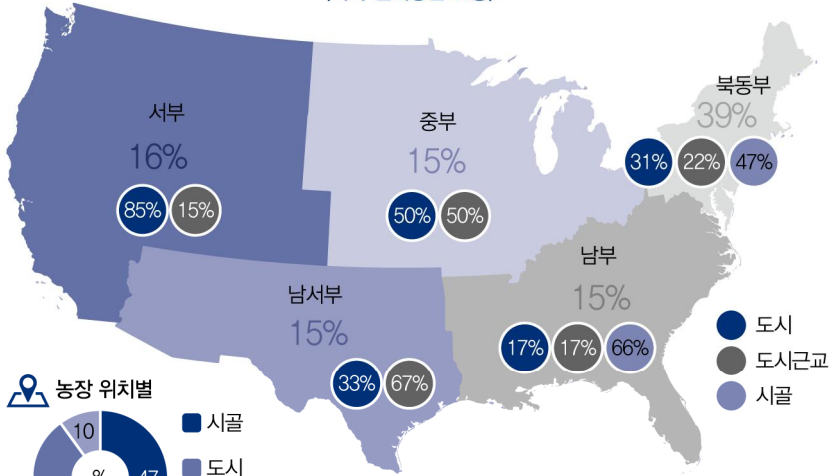
출처: Agrilyst

- 미국 스마트 온실의 시장규모는 2018년 5억 6,700만 달러로 전년 대비 12.5%로 증가함. 로컬 농산물의 수요 증가와 무농약 작물에 대한 선호도 증가가 성장 동력으로 작용함. 스마트 온실은 계절과 기후에 상관없이 1년

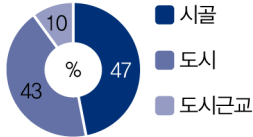
내내 대규모 수확이 가능하며 병해충을 차단하여 무농약 재배가 가능함. 다만 재배할 수 있는 작물이 한정되어 있고 초기 시설 투자비용이 높아 시장 성장을 억제할 수 있음. 스마트 온실은 향후 5년간 연평균 12.6%의 성장률을 보이며 2023년 10억 달러를 넘어설 것으로 전망됨

- 미국 실내 수직농장은 2018년 7억 4,000만 달러의 시장규모를 기록함. 시장 성장을 이끄는 주요 요인은 유기농 농산물의 수요 증가와 대마초와 같은 약물 작물의 합법화, LED 조명 기술의 발전 등을 꼽을 수 있음. 스마트 온실과 마찬가지로 계절과 시간에 상관없이 연중 생산이 가능하고 생산량을 조절할 수 있어 농산물을 안정적으로 공급할 수 있음. 수직농장은 향후 5년간 연평균 10.5% 증가할 것으로 전망됨
- 최근 담배, 대마초 등의 재배가 가능해짐에 따라 제약시설용 실내 수직농장의 수요는 증가할 것으로 전망됨. 생물 약제 회사인 Caliber Biotherapeutics는 텍사스 주 브라이언(Bryan)에 위치한 15만 ft²(약 4,216평) 규모의 시설에서 신약 및 백신 제조를 위한 작물을 재배하고 있음. 수경재배 선반의 높이는 50ft에 달하며 LED 220만 개를 사용함
- USDA에 따르면 온실에서 수경재배를 통해 생산된 토마토의 평균 수확량은 ft²당 10.59파운드이고 전통 농법으로 재배된 토마토의 수확량은 ft²당 1.85파운드로 수경재배가 전통 농법 대비 생산성이 훨씬 높은 것으로 나타남. 또 수경재배는 작물의 품질을 균일하게 유지하고 상품의 규격화도 가능함
- Agrilyst는 실내농업용 소프트웨어 플랫폼 개발업체로 매년 미국 실내농업 동향에 관한 보고서를 발표함. 최근 자료는 2017년 통계이며 총 150곳의 실내농장을 대상으로 조사함. 참고로 2018년 통계는 올해 말에 발표될 예정임
 - 미국 실내농장은 시골(47%)보다 도시와 도시근교(53%)에 더 많이 위치함. 지역별로 북동부는 전체 실내농장의 39%가 위치해 있으며 도시와 도시근교에 절반 이상이 분포됨. 서부에는 16%의 실내농장이 있으며, 이 중 85%가 도시에 집중됨. 중부, 남부, 남서부는 나란히 15%씩 실내농장이 분포되어 있음. 실내농장이 시골에 많이 위치한 지역은 남부와 남서부임
 - 시설 형태는 유리 또는 비닐 온실 형태가 47%로 가장 많았으며 그 뒤를 이어 실내 수직농장 30%, 컨테이너 농장 7%, 기타 16%로 나타남

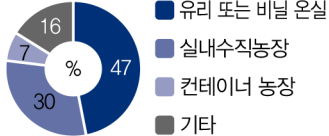
<미국 실내농업 현황>



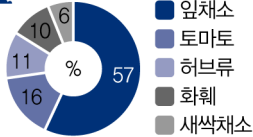
농장 위치별



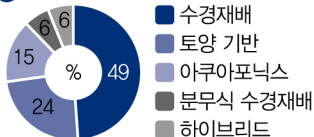
시설 유형별



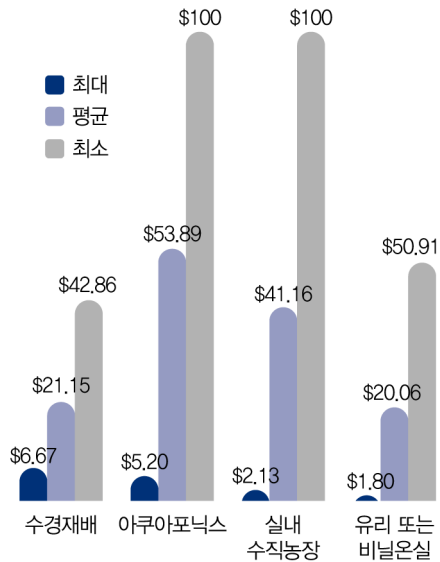
재배 작물별



재배 시스템별



시설 및 재배 시스템별 매출(\$²당)



출처: Agrilyst(2017년 기준)

- 실내농장에서 일반적으로 재배되는 5가지 작물은 잎채소, 토마토, 허브류, 화훼, 새싹채소임. 절반이 넘는 농장에서 잎채소(57%)를 재배했으며 그 뒤를 이어 토마토 16%, 허브류 11%, 화훼 10%, 새싹채소 6% 순임
- 재배 시스템은 수경재배를 가장 많이 사용함. 농장의 40%는 수경재배, 6%는 분무식 수경재배를 이용하는 것으로 나타남. 토양 기반과 아쿠아포닉스를 사용하는 농장은 각각 24%와 15%로 조사됨
- 재배 시스템별 ft2당 매출을 살펴보면 아쿠아포닉스가 수경재배와 비교해 2배 이상 높은 것으로 나타남. 아쿠아포닉스는 평균 53.89달러(최소 5.20달러~최대 100달러)의 매출을 기록한 반면 수경재배는 평균 21.15달러(최소 6.67달러~최대 42.86달러)로 조사됨
- 시설 형태별 ft2당 매출은 실내수직농장이 평균 41.16달러(최소 2.13달러~최대 100달러)이며 유리 또는 비닐 온실은 평균 20.06달러(최소 1.00달러~최대 50.91달러)로 나타남
- 실내농장의 가장 큰 단점은 초기 시설 투자와 관리에 많은 자금이 투입된다는 점임. 전체 농장 중 51%의 농장만 수익성이 있다고 답변함. 이들 농장은 평균 7년을 운영했으며, 반면 수익성이 없는 농장 49%는 평균 5년 정도 운영함. 실내농장에서 수익을 올리기 위해서는 최소 5년 이상 걸리는 것으로 분석됨
- 일반적으로 재배되는 5가지 작물 중 화훼(100%)가 가장 높은 수익성을 보였음. 그 뒤를 이어 토마토(67%), 새싹채소(60%) 순으로 나타남. 잎채소(45%)와 허브류(17%)는 수익성이 낮은 것으로 나타남. 화훼와 토마토는 운영비용이 낮아 수익성이 높은 것으로 분석됨

나. 실내농장 시설 형태별 대표 업체

1) 스마트 온실(Smart Greenhouse)

- 스마트 온실은 ICT를 접목시켜 모든 시스템을 원격으로 제어하는 최첨단 온실임. 따라서 시기나 장소에 상관없이 단기간에 대량 생산과 연속 생산, 계획 생산이 가능함. 또 최적화된 재배환경으로 생산량과 품질을 조절할 수 있음. 다만 초기 시설 투자와 온실 운영에 많은 자금이 투입됨



■ Bright Farms 소개

- Bright Farms는 소비자에게 지역 내 신선한 농산물을 공급하자는 취지로 2010년에 설립된 스마트 온실임. 포브스가 선정한 2018년 가장 혁신적인 애그테크 기업 중 하나임

■ 농장 소개

- 농장은 일리노이, 버지니아, 펜실베이니아, 오하이오 주 4곳에 있으며 대부분 도시근교에 위치함. 일리노이 로첼(Rochelle) 농장은 16만 ft2(약 4,497평)으로 가장 넓고 버지니아 컬페퍼 카운티(Culpeper County) 농장은 15만 ft2(약 4,215평) 규모임
- 오하이오 윌밍턴(Wilmington) 농장은 지난해 8월부터 재배를 시작해 매일 2,000파운드의 채소를 생산함. 농장은 12만 ft2(약 3,372평) 규모임.

펜실베이니아 벅스 카운티(Bucks county) 농장은 5만 6,000ft2(약 1,574평) 규모로 매년 50만 파운드의 채소들이 생산됨

- 뉴욕과 매사추세츠, 노스캐롤라이나 주에 각각 약 28만 ft2(약 7,869평) 규모의 새 농장을 올해 말에 완공할 예정임. 이 농장들은 2020년 봄부터 연간 200만 파운드 잎채소를 생산할 예정임

■ 재배 방법

- 모든 농장은 햇빛과 LED 조명을 조합한 유리온실에서 수경재배를 통해 샐러드용 믹스 채소와 허브류, 토마토를 생산함. 전통 농법보다 물은 80%, 토지는 90% 적게 사용함. 또 로컬 배달을 하므로 연료비는 서부에서 동부까지 장거리 운송 대비 95% 절약됨. 농장은 스마트폰으로 온도, 습도 및 CO2 수준을 원격 제어함



■ 유통 현황

- 유통은 농장과 가까운 로컬 지역을 중심으로 이뤄지며 수확된 작물은 24시간 이내에 소매점에 배달됨. 제품은 Bright Farms 브랜드로 샐러드용 믹스 채소와 허브류 등 17종류와 토마토가 판매되고 있음
- 2012년부터 유통이 시작되어 현재 Walmart, Kroger, Albertsons, Food Lion, Giant 등 대형 소매업체 13곳의 650개 매장에서 취급함. 시카고 Mariano's 마켓에서는 매장 내 샐러드 바에서 판매함. 온라인 소매업체는

Jet.com, Market Wagon에 진출해 있으며 신선 농산물 도매업체인 Castellini도 납품함. Bright Farms의 마케팅 부사장 Abby Prior는 “로컬 농산물의 수요 증가로 지난 3년간 샐러드 부문 판매가 250% 성장했다”고 언급함



■ Gotham Greens 소개

- Gotham Greens는 뉴욕 시민들에게 가격경쟁력을 갖춘 고품질 신선 농산물을 제공한다는 목표로 2009년 뉴욕 브루클린(Brooklyn)에서 설립됨. 2011년 건물 옥상에 온실을 설치해 미국 최초로 상업용 도시농업을 선보임
- 소비자들에게 친환경 재배를 통한 건강한 식습관과 지속가능성에 대한 중요성을 알리기 위해 '무료 농장투어' 프로그램을 운영하고 있음. 또 뉴욕과 시카고 지역에 웰빙 교육과 환경 관련 프로젝트에 3만 개 이상의 모종을 제공하고 푸드뱅크(소외계층 대상 식품 지원 단체)에도 채소를 지원하고 있음

■ 농장 소개

- Gotham Greens는 뉴욕(3)과 일리노이(1) 주에 총 4개의 농장을 운영하고 있으며 태양광 발전시스템과 재순환 관개 시스템(Recirculating Irrigation Systems), 통합 해충 관리 솔루션을 사용함
- 2013년 8월 Whole Foods Market 옥상에 온실을 설치해 해당 슈퍼마켓에서 판매할 채소를 직접 재배하기 시작함. 이로 인해 소비자들은 저렴한 가격으로 채소를 구입할 수 있고 마켓에게는 공급과정에서 발생하는 운송비용과 시간을 절약할 수 있게 됨

【 표 7 Gotham Greens 농장 현황 】

지역	설립년도	온실크기	재배작물	연간생산량
브루클린 그린포인트 (Greenpoint)	2011년	1만 5,000ft ² (약 422평)	잎채소	10만 파운드
브루클린 고와너스 (Gowanus)-홀푸드마켓	2013년	2만 ft ² (약 562평)	잎채소, 허브류, 토마토	20만 파운드
퀸즈 홀리스 (Hollis)	2015년	6만 ft ² (약 1,405평)	잎채소, 허브류	500만 포기
시카고 풀먼 (Pullman)	2015년	7만 5,000ft ² (약 2,108평)	잎채소, 허브류	1,000만 포기

※ 출처: 업체 웹사이트

- 로드아일랜드 주에 11만 ft²(약 3,091평) 규모의 신규 농장을 짓고 있으며 메릴랜드 주 볼티모어와 기존 시카고 농장 인근에도 농장을 추가할 예정임

■ 재배 방법

- 아루굴라, 청경채, 케일, 상추류 등 잎채소와 허브류, 토마토를 수경재배하며 100% 재생에너지 사용함. 농장은 복합환경 제어시스템을 활용해 온실 관리와 환경을 통제함. 작물의 성장에 필요한 빛, 습도, 온도, 공기 등을 통제하여 작물별 최적의 재배환경을 제공함. 첨단 관개시설은 전통 농법에 비해 10배나 적은 물을 사용함



■ 유통 현황

- 유통은 뉴욕과 시카고 지역 슈퍼마켓, 레스토랑 등 약 600곳에 납품됨. 대표적으로 시카고의 터줏대감 마켓인 Jewel Osco(104곳), Whole Foods Market(74곳), ShopRite(33곳) 매장에서 판매되고 있음. 레스토랑 90여 곳과 미국 최대 도매업체 Sysco에 납품함. 온라인은 Peapod, Fresh Direct, Jet.com, OurHarvest.com 등 7개 업체에서 판매되고 있음
- ‘Gotham Greens 제품은 아침식사 전에 수확해 점심에 먹을 수 있다’는 모토로 수확 후 몇 시간 내에 소매점에 배달됨. 제품은 채소류 15종류, 드레싱 4종류, 페스트 소스, 토마토 2종류 등 총 22개임. 채소와 허브류는 2.99~3.99달러에 판매되고 있으며, 드레싱 10온즈 1병에 6.99달러, 페스트 소스는 6.5온즈 1개에 8.99달러임



■ Little Leaf Farms 소개

- Little Leaf Farms는 ‘처음부터 깨끗하게(Clean from the Start)’를 슬로건으로 파종부터 수확, 포장까지 전 과정이 완전 자동화된 농장으로 2015년 설립됨. 농장은 생물학적 시스템(Biological system)을 사용해 병해충을 관리하고 있어 무농약으로 재배하며 SQF(식품안전 및 품질경영시스템) 인증을 획득함

■ 농장 소개

- 농장은 매사추세츠 주 디븐스(Devens)에 위치함. 처음에는 2.5에이커

규모에서 시작해 5에이커로 늘렸고 올해는 10에이커의 규모로 확장 공사가 진행 중임

- 농장은 설계 단계부터 물과 에너지를 최대한 절약할 수 있도록 재생 에너지와 빗물 집수 및 재순환 시스템을 사용함. 겨울철에 일조량이 부족할 경우 LED 조명을 추가로 사용함

■ 재배 방법

- 수경재배 기술 중 NFT(Nutrient Film Technique) 방식으로 현재 5에이커의 온실 기준 하루 2,000파운드의 잎채소를 생산함. 올해 농장이 두 배로 확장되면 시금치, 케일 등을 추가 생산할 예정임
- NFT 수경재배는 식물재배용 거터(Gutter)에 완만한 경사를 만들어 영양액을 흘러보내고 탱크에서 다시 물을 회수하여 재순환하는 방식임. 현장에서는 모바일 트레이 시스템(Mobile Tray System)이라고도 불림. 집수된 빗물은 자외선 소독 과정을 거쳐 탱크에 보관되고 공급 후 다시 회수하여 물이 끊이지 않게 공급함



- 파종 후 평균 25일 이내에 수확이 가능하며 재배 과정은 다음과 같음
 - 이동식 거터 안에 있는 재배용 압면배지에 씨앗이 자동으로 뿌려지고 성장을 위해 온실로 이동
 - 온실에서는 발아를 거쳐 작물의 성장기간 동안 물을 얇게 순환시켜 뿌리에 충분한 산소를 공급함
 - 작물의 성장 속도에 따라 거터의 위치는 점차 컨베이어 벨트와 가까운 쪽으로 자동으로 이동됨
 - 수확 가능한 작물은 컨베이어 벨트를 통해 수확 라인으로 옮겨져 절단되고 포장 라인으로 자동 이동됨
 - 절단된 작물들은 플라스틱 용기와 비닐봉지에 자동으로 담겨지고 레이블도 자동으로 부착됨
 - 생산의 전 과정에서 유일하게 사람 손이 필요한 곳은 포장 라인임. 작업자는 용량 조절과 플라스틱 용기 뚜껑 닫는 일, 출하될 제품을 대형 박스에 담는 작업을 함. 참고로 농장은 50명의 직원들이 일하고 있음



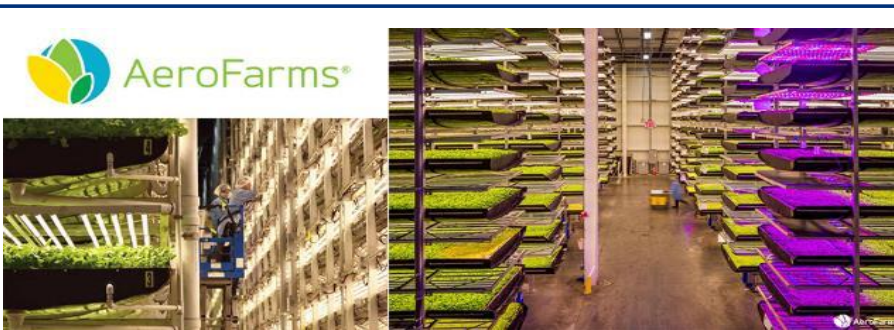
■ 유통 현황

- 판매되는 제품은 샐러드용 믹스 채소 3종류이며 수확 후 24시간 내에 배달됨. 뉴잉글랜드 지역에 있는 대형 소매업체 Stop & Shop, Hannaford, Shaws, Whole Foods Market, King Kullen, Roche Bros, Stew Leonard, Big Y, Market Basket 등 500개 이상의 매장에서 판매되고 있음

- 레스토랑과 매사추세츠 대학 학생식당에도 유통되고 있으며 미국 최대 도매업체 Sysco에 납품하고 있음

2) 실내 수직농장(Indoor Vertical Farm)

- 실내 수직농장은 도시나 도시근교에서 수직농법을 이용해 회전율이 높은 잎채소와 허브류 등을 생산함. 수직농법은 실내에서 다층 선반을 수직으로 쌓아 올려 수경재배하기 때문에 기후와 상관없이 어느 공간이든 농지로 활용이 가능함



■ AeroFarms 소개

- 2004년에 설립된 AeroFarms는 친환경 재배로 안전하고 투명한 식품을 제공한다는 목표를 갖고 있는 공인된 사회적기업(Certified B Corporation)임. 현재 4곳의 농장에서 연간 200만 파운드 잎채소를 생산함

■ 농장 소개

- 농장 4곳은 모두 뉴저지 주 뉴어크(Newark) 지역에 위치해 있으며 School Farm을 제외하고 오래된 건물을 매입하여 실내농장으로 변화시킴
- School Farm은 50ft2(약 1.4평) 소규모로 2011년 9월에 첫 파종을 시작함. 필립스 아카데미(Phillips Academy) 학교 식당 내에 AeroFarm 전용 공간을 마련해 학생들에게 직접 재배할 수 있는 기회를 제공하고 신선한 채소를 직접 맛볼 수 있음

- 2013년 11월 첫 파종을 시작한 Research and Development Farm은 나이트클럽을 개조한 곳으로 5,500ft²(약 155평) 규모이며 수직농법에 관한 다양한 연구를 진행함. 그동안 연구를 통해 13만 개 이상의 데이터를 보유함
- Newark Farm은 3만 ft²(약 843평) 규모로 페인트볼과 레이저태그 게임장을 개조하여 2015년 8월부터 파종을 시작함. 현재 뉴어크 시내 및 근교에 신선한 농산물을 제공하고 있음
- Global Headquarters는 전 세계 최대 규모의 실내 수직농장으로 크기가 7만 ft²(약 1,967평) 규모임. 2016년 9월 파종이 시작됐으며 본사도 이곳으로 이전함

■ 재배 방법

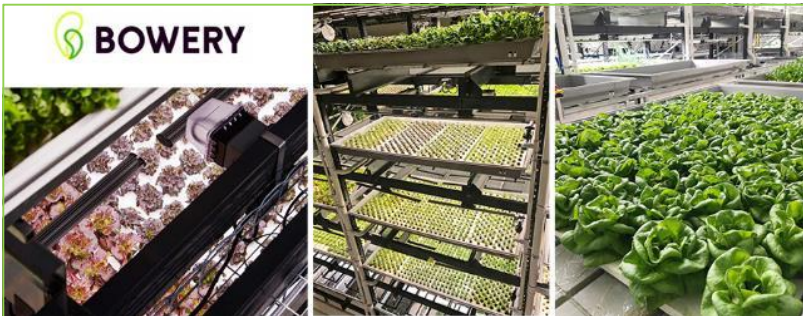
- ICT와 고효율 에너지 기술 등을 결합한 특허받은 분무식 수경재배 시스템을 통해 일반 농장 대비 95%, 수경재배 대비 40% 적게 물을 사용함. 또 작물이 잘 자랄 수 있도록 영양소를 적시에 공급하여 생산성을 높이고 있음. 새싹채소의 경우, 일반농장에서는 수확까지 평균 약 30~45일이 걸린 반면 AeroFarms는 약 12~14일이 소요됨



- LED 조명의 색상 스펙트럼을 사용해 작물의 특성과 시간에 따라 광량, 광질을 고려한 맞춤형 인공광원을 제공하여 생산성과 품질을 향상시킴
- 통제된 실내 환경은 병해충 관리에 최적화되어 농약과 제초제가 필요 없음. 흙 대신 재배에 사용되는 특허받은 파종용 천은 비스페놀 A 성분이 없고 수확 후 완전하게 살균되어 재사용함

■ 유통 현황

- 2018년 런칭한 'Dream Green' 브랜드로 온라인 및 오프라인에서 샐러드용 믹스 채소 3종류와 아루굴라, 청경채, 케일, 루비스트릭(Ruby Streaks), 물냉이(Watercress) 등 총 8종류가 판매되고 있음
- 오프라인 매장은 뉴저지 주에 위치한 ShopRite, Whole Foods Market, Seabra Foods 등 56개 매장에서 판매됨. 온라인은 Fresh Direct에서 취급함
- 한국인 셰프 David Chang이 운영하는 Momofuku와 해산물 전문 Red Rooster 레스토랑에 납품되고 있음. 싱가포르 항공사와 파트너십을 통해 올해 9월부터 샐러드용 믹스 채소가 기내식으로 제공될 예정임



■ Bowery 소개

- Bowery는 2014년에 설립된 실내 수직농장으로 잎채소와 허브류를 수경 재배하고 있음. 올해 초부터 태양광으로 작동하는 마이크로그리드(Microgrid) 시스템을 테스트 중임. 또 100종류가 넘는 작물을 실험재배하고 있어 가까운 시일 내에 제품라인을 확장할 계획임

■ 농장 소개

- 뉴저지 주 커니(Kearny) 지역에 농장 2곳을 운영 중이며 정확한 농장 규모는 비공개임. 본사는 뉴욕에 위치해 있음. 첫 농장은 조선소를 개조해

공간 구분 없이 여러 종류의 작물을 일괄 재배했지만 2018년 오픈한 새 농장부터는 작물의 종류별로 구역을 나눠 재배하고 있음

- 농장의 추가 오픈을 위해 지난해 총 9,000만 달러를 투자받았으며 현재 신규 농장의 위치는 공개되지 않고 2019년 말 오픈 예정임



■ 재배 방법

- 자체 개발한 Bowery OS 소프트웨어는 작물별로 맞춤형 생육환경(물, 빛, 영양분, 온도 등)을 제공함. 이 소프트웨어는 작물의 성장 환경을 감독할 목적으로 개발됐으며 작물의 재배과정을 모니터링하고 기계학습을 통해 작물의 생육환경을 자동으로 조절함. 또 정밀한 데이터 분석을 통해 작물의 맛이 가장 좋을 때에 맞춰 예상 수확시기를 알려줌
- 일반 농지와 비교해 ft2당 100배 이상의 생산성을 보이며 사용된 물의 95%는 재사용됨. 철저한 환경 관리로 병충해 피해가 없고 NON-GMO, 무농약 재배가 가능함

■ 유통 현황

- 뉴저지와 뉴욕 메트로 지역을 중심으로 온라인과 오프라인, 레스토랑에 납품되고 있음. 판매 제품은 케일, 상추 3종류, 샐러드용 믹스 채소 2종류, 아루굴라, 청경채, 바질, 파슬리, 실란트로 등 총 11종류임

- 오프라인은 Whole Foods Market 11곳, Foragers Market 2곳, Maywood's Marketplace 1곳, Westside Market NYC 7곳에서 판매되고 있음. 유명 셰프 Tom Colicchio의 뉴욕 소재 레스토랑 Craft와 Temple Court 2곳에도 납품됨
- 온라인은 PeaPod, Amazon Fresh, Jet.com 등 굵직한 온라인 소매업체에 진출해 있음. Peapod는 1989년부터 온라인으로 식품을 판매한 세계 최초의 소매업체로 현재까지 주문이 4,000만 건이 넘었음. 12개 주와 워싱턴 D.C.를 중심으로 식품 판매와 식사 솔루션 서비스를 제공함. 또 계열 슈퍼마켓인 Stop & Shop 매장에 소규모 보관실과 지역별로 자체 픽업 장소 200개를 운영함



■ Plenty 소개

- Plenty는 2013년부터 농장 내부 벽면을 활용해 상추, 케일, 겨자잎, 바질, 아루굴라 등 잎채소와 허브류를 재배하는 실내 수직농장임. 아마존과 알파벳(구글 지주회사), 소프트뱅크로부터 2억 달러가 넘는 투자를 받아 사상 최대의 애그테크 투자액을 기록함

■ 농장 소개

- 샌프란시스코 남부에 20만 ft²(약 5에이커) 규모의 농장을 운영함. 와이오밍 주 래리미(Laramie)에 연구소와 농장이 함께 위치해 있음. 본사는 워싱턴 주 시애틀(Seattle)에 있어 향후 추가 농장은 시애틀 근교에 오픈할 예정임. 지난해 4월 중국에 유기농 실내농장 300개를 오픈한다는 계획을 발표함

■ 재배 방법

- 내부 벽면에 6m 높이의 수직 파이프 기둥을 설치하고 첨단기술을 접목시켜 연간 200만 파운드의 채소를 생산함. 현재는 잎채소에 주력하고 있지만 앞으로는 딸기와 오이도 재배할 계획임
- 센서 3만 5,000개를 설치해 온도와 습도, 이산화탄소 레벨을 체크하고 카메라 7,500대를 사용해 작물을 성장 단계별로 촬영함. 수집된 모든 정보는 빅데이터 기술을 활용해 생산성과 품질 향상을 위한 연구에 사용됨
- 그동안의 연구결과를 바탕으로 작물별 맞춤형 생육환경을 제공해 전통 농법 대비 물 사용은 1% 수준으로 줄이고 에이커당 생산량도 350배를 더 늘릴 수 있음

■ 유통 현황

- 농장과 가까운 샌프란시스코 남부 지역에 케일과 샐러드용 믹스 채소 등 총 4종류를 납품하고 있음. 온라인 식품 소매업체 Good Eggs에서 지난해 12월부터 판매하고 있음. 또 농장에서 약 20분 떨어진 Roberts Market의 우드사이드(Woodside) 지점에 올해 1월부터 납품함. 샌프란시스코 South of Market 내에 위치한 수제버거 전문점 Creator는 Plenty의 채소를 이용한 4달러대의 샐러드 메뉴를 판매함



3) 컨테이너 농장(Container Farm)

- 컨테이너 농장은 작물을 수경재배할 수 있도록 화물용 컨테이너를 개조해 만든 농장으로 모든 시스템은 원격으로 조정함. 이 농장은 컨테이너를 계속 위로 쌓을 수 있어 재배공간 확보가 용이하며 외부 환경과 상관없이 365일 24시간 가동됨



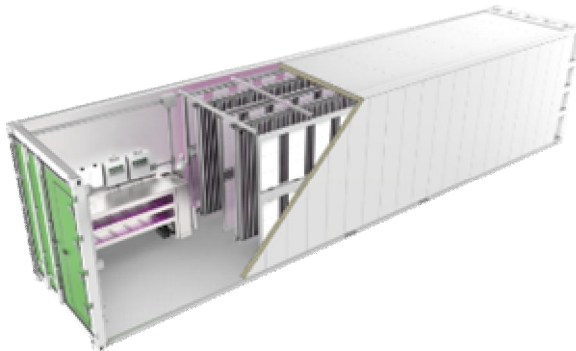
■ Freight Farms 소개

- Freight Farms는 2010년 설립된 컨테이너 농장 제조업체로 본사는 매사추세츠 주 보스턴(Boston)에 위치함. 이 업체에서 개발한 'Greenery'는 화물용 컨테이너를 개조해 작물 재배에 필요한 시스템을 구축하고 자동화 시스템을 통해 외부에서 원격 제어할 수 있는 컨테이너 농장임. 현재 미국 38개 주 200여 곳에서 Greenery를 사용 중이며 캐나다, 호주, 유럽, 아랍에미리트, 필리핀, 베트남 등 15개국에도 진출해 있음

■ 재배 방법 및 제품 소개

- 재배 방법은 Greenery에서 수경재배를 하고 Farmhand 소프트웨어를 이용해 모든 시스템을 원격으로 제어할 수 있음
- Greenery는 잎채소, 허브류, 뿌리채소류, 화훼 등 300종류 이상 재배가 가능함. 이 중 뿌리채소는 당근, 무, 비트, 순무, 콜라비 등 포함 12종류이며 화훼는 15종류가 재배됨

- 생산량은 작물의 종류에 따라 차이가 있지만 320ft² 컨테이너당 연간 2톤~4톤임. 1주일 기준으로 평균 작물의 수확량은 상추류 700포기, 아루굴라 110파운드, 근대 210파운드, 바질 140파운드, 쪽파 110파운드, 파슬리 140파운드, 타임(Thyme) 110파운드임
- Greenery의 내부 면적은 320ft²(약 9평)이며 슬라이딩 랙 시스템으로 여러 개의 통로로 구성됨. 통로마다 특별히 고안된 작물 재배 판넬은 5개가 한 세트로 구성되어 기존 같은 크기의 재배 판넬 대비 생산성이 높고 공간 활용이 더 효율적임. LED 조명은 단색 112개, 적색 5개, 청색 1개로 구성되어 작물의 성장단계에 맞춰 색상 스펙트럼 구현이 가능함. 내부에 탑재된 2개의 파종 테이블은 파종, 이식, 수확 및 포장 등에 사용됨. Greenery 구매 비용은 대당 10만 4,000달러이며 운송료는 별도임



- 자체 개발한 Farmhand는 클라우드 기반 농장 운영 및 자동화 소프트웨어임. 센서에서 pH레벨, 온도, 영양상태 등을 모니터링하면 Farmhand는 이를 분석하여 작물 성장에 맞게 조절하거나 모든 변수를 자동으로 최적화 시킴. 따라서 농장에 가지 않고도 스마트폰이나 컴퓨터로 LED, 영양분, pH레벨 관리를 할 수 있음. 만일 작업 내용이 목표 범위에 벗어날 경우 경고 알람이 스마트폰으로 전송됨
- Farmhand는 기후 센서를 사용해 온도와 습도를 작물의 생육환경에 맞게 자동으로 조절해 작물의 품질 유지와 에너지 소비를 줄일 수 있음. 또

Farmhand에 연결된 웹 캠은 3분마다 사진을 촬영해 현장 상황을 살펴볼 수 있음

- Farmhand의 사용료는 연간 1,200달러이며 iOS용과 모바일 앱이 포함됨. 농장 1곳과 1명만 사용이 가능하며 농장 추가 시 월 25달러(농장당), 사용자 추가 시 월 10달러(인당)를 부과함



■ 유통 현황

- Freight Farms는 제조업체이지만 다양한 프로그램을 통해 Greenery 구매자에게 판매를 지원하고 있음
 - WhatsGood은 구매자와 로컬 농장을 연결하는 온라인 마켓플레이스로 각 농장의 상황에 맞게 앱과 맞춤형 마케팅, 비즈니스 상담, 바이어 소개 등의 서비스를 제공함. Greenery 농장주는 WhatsGood 시스템에 계정을 생성하면 제품을 소개할 수 있는 플랫폼이 생기고 WhatsGood에 등록된 모든 벤더와 연결이 가능함. 벤더와의 접촉은 일단 벤더에게 연결을 요청한 후 승인이 되면 구매를 진행할 수 있음. 이 프로그램을 사용하는 Greenery 농장주는 계정 생성부터 판매까지 모두 무료이며 바이어에게는 주문 금액의 5%+0.30센트의 시스템 수수료가 부과됨
 - 공동체지원농업(Community Supported Agriculture, CSA) 프로그램은 소비자에게 직접 작물을 판매하는 것으로 구독기반으로 운영됨. 이용자는 개인부터 단체, 병원, 레스토랑, 기관, 마켓 등 다양하며 한 농장당 평균 100명의 구독자를 보유할 수 있음. 구독자는 매주 또는 2주에 한번 정기적으로 채소 박스를 배달받음

- 대표적인 농장 사례로 Vet Veggies는 아칸소 주에서 Greenery로 잎채소와 허브류를 재배하고 있음. 전통 농법에서 사용하는 물의 약 10%로 농지 1에이커의 생산량과 대등한 상추를 생산함. 일주일에 평균 20시간 작업으로 농지 2에이커 분량의 수확량을 보이고 있음. 현재 주당 500포기 이상의 잎채소를 수확하여 90% 이상이 로컬 마켓을 통해 판매됨



■ Growtainer 소개

- Growtainer는 컨테이너 농장 제조업체로 모회사는 Green Tech Agro임. 2010년 설립되었고 본사는 텍사스 주 댈러스(Dallas)에 위치해 있음
- Growtainer는 작물 선택부터 생산, 조명, 영양, 환경 제어 시스템, 관개, 수질분야에 대한 풍부한 연구와 경험으로 구매자의 요구에 따라 컨테이너 크기, 선반 사이즈, 재배 환경까지 맞춤형 제작이 가능함. 또 빌딩이나 레스토랑 등 협소한 공간에도 맞춤형 선반 시스템을 적용해 작물을 재배할 수 있음

■ 재배 방법 및 제품 소개

- 농장은 작물 재배에 필요한 각종 센서와 수경재배 시스템이 구축돼 잎채소와 허브류, 화훼 등을 생산함. 컨테이너 농장 크기는 20ft, 40ft, 45ft, 53ft 등 다양함
- 자체 개발한 Growrack은 알루미늄으로 제작된 수직형 플랫폼 선반 시스템으로 작물의 종류와 생육상태에 따라 맞춤형 LED 및 관개 시스템이

장착됨. 표준 사이즈는 넓이 24인치, 길이 64인치, 높이 8인치이며 선반과 선반 사이의 높이는 재배하는 작물에 따라 조절이 가능함

- 최근에는 새싹채소를 전문 생산하는 20ft 크기의 컨테이너 농장을 개발해 곧 상용화할 예정임. 컨테이너 가격은 6만 5,000달러이며 이를 통해 농장은 연간 5만 달러의 이익을 남길 수 있을 것으로 업체는 예상하고 있음



■ 유통 현황

- 유기농 및 글로벌 식품 전문 Central Market은 마켓 주차장에 53ft 크기의 컨테이너 농장을 설치해 잎채소 위주로 재배함. 수확된 채소는 'Store Grown'으로 표시되어 매장에서 판매되고 있음. 이 마켓은 HEB 슈퍼마켓의 계열사이며 댈러스에 위치함
- 댈러스의 유명 레스토랑 Bullion은 미슐랭 스타 셰프 Bruno Davaillon이 운영하는 곳으로 주방에 Growrack 2개를 설치해 허브류와 잎채소를 직접 재배하여 손님에게 제공함
- 텍사스 A&M대학, 독일 Weihenstephan-Triesdorf 대학, 스페인 생명공학 기업 Bioiberica에서 농업 연구를 목적으로 컨테이너 농장을 사용하고 있음

5. 스마트농업 기술 관련 사례

가. 농업용 드론(Agriculture Drones)

1) 개요

- 드론은 무선전파로 조정하는 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)로 처음에는 군사용으로 개발되었으나 IoT, 빅데이터, AI 등 첨단기술과 융합되면서 다양한 분야에서 활용되고 있음
 - 농업용 드론은 카메라와 센서, 통신시스템을 탑재해 매핑과 파종, 살포, 작물의 생육상태, 재배관리 및 병해충 검출 등에 활용됨. 이를 통해 생산성 향상 이상으로 노동력 부족 현상을 완화시키고 노동 환경 개선에도 도움을 주고 있음

표 8 농업용 드론 종류 비교






고정날개	회전날개	하이브리드날개
		
글라이더 형태 유사	다양한 장비 및 센서 탑재 유리	고정날개+회전날개 형태
긴 체공시간 넓은 면적 촬영 적합	짧은 체공시간, 50에이커 이상 촬영 한계	장거리 비행 가능
정지비행 불가능 작물 상태 파악 한계	정지 비행 가능 작물 상태 파악 용이	좁은 공간 이착륙 용이
센서 장착 제한, 이착륙 전용 활주로 필요	자유로운 이착륙	

- 농업기술조사업체 알파브라운(Alpha Brown)에 따르면 미국에서 2017년 기준 14만 7,000개의 농업용 드론이 사용되는 것으로 추정되며 대부분 채소, 과일, 정밀농업 분야에서 활용되고 있음
- 농업용 드론은 고정날개, 회전날개, 하이브리드날개 등 세 종류로 구분됨

2) 주요 업체

- 농업용 드론 시장은 DJI, AgEagle, PrecisionHawk, Sentera 등이 주요 업체임. DJI는 다양한 회전날개 드론을 생산하며 드론 하드웨어 시장에서 70%의 점유율을 차지함. DroneDeploy는 드론 분석 소프트웨어 개발 업체로 항공촬영 앱 개발을 전문으로 자동 비행, 매핑, 클라우드 서비스를 제공함

【 표 9 농업용 드론 주요 업체 현황 】

업체	소개
	<ul style="list-style-type: none"> • 2015년 설립 드론 제조 업체로 농업용 드론 최초 출시 • 플라이트 컨트롤러와 짐벌 분야에서 최고 기술 보유 • 전세계 드론 하드웨어 시장에서 70% 점유율 차지 • 농업용 드론 제품-Inspire, Matrice 시리즈, AGRAS MG-1S
	<ul style="list-style-type: none"> • 2010년 설립, 드론 제조 및 데이터 분석 업체 • 하드웨어와 소프트웨어 통합 솔루션 제공 • 2018년 Agribotix 인수로 데이터 분석 플랫폼 분야 강화 • FarmsLens 플랫폼-50여개 국가 사용, 53가지 작물 유형 데이터 분석 경험
	<ul style="list-style-type: none"> • 2010년 설립, 무인 항공 시스템 및 원격 탐사 업체 • 고해상도 카메라와 적외선 센서 장착한 농업용 드론 개발 • 2015년 2월 미국 연방항공청에서 무인기 허가 취득 • 드론 운영, GIS 시스템 개발, 드론 안전 시스템 등 서비스 제공 • 분석 소프트웨어 'PrecisionMapper' 는 다양한 지형측정 기능 제공
	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 설립, 드론 제조, 데이터 수집 및 분석 소프트웨어 등 통합 솔루션 제공 • 'FieldAgent' 플랫폼은 실시간 데이터 측정 및 분석 서비스 제공
	<ul style="list-style-type: none"> • 2013년 설립 드론 소프트웨어 개발 업체 • Field Scanner 앱은 180개국에서 사용되며 3,200만 에이커의 매핑 경험 보유

출처: 업체 웹사이트

3) 활용 사례

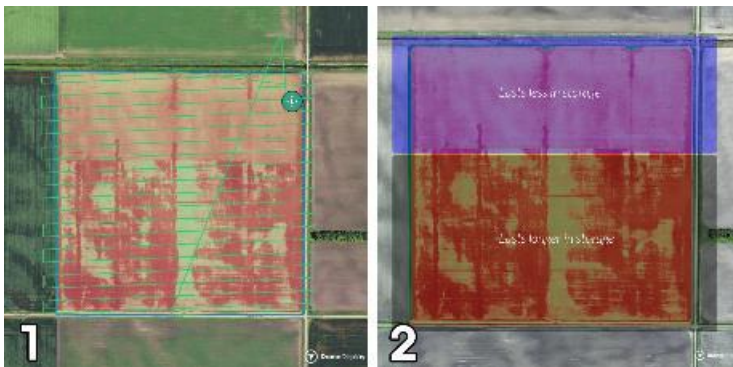
- 농업용 드론의 활용 사례는 농지와 작물의 생육상태를 진단하여 재배 계획 및 수확량을 예측하고 운영비용을 절감하는 내용임

사례 1	재배 계획 수립에 관한 데이터 요청
	<ul style="list-style-type: none"> • 농장: 감자농장(노스다코타 주)
	<ul style="list-style-type: none"> • 농장 크기: 152에이커
	<ul style="list-style-type: none"> • 드론: AgEagle(고정날개)
	<ul style="list-style-type: none"> • 분석: DroneDepoly
	<ul style="list-style-type: none"> • 비행시간: 20분
<ul style="list-style-type: none"> • 이미지 처리시간: 30분 	

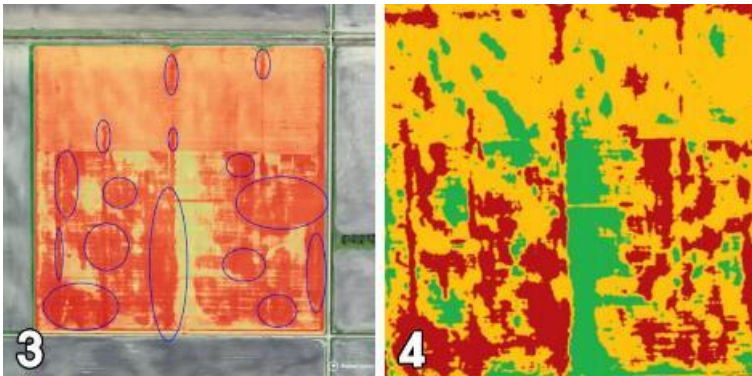
- 감자 농장주는 농지 상태를 파악하여 향후 재배 계획을 세울 수 있는 데이터가 필요함

■ 진행

- 매핑 작업에는 AgEagle 드론과 DroneDeploy 분석 소프트웨어를 사용했고 총 비행시간은 20분임. 농장 일대는 며칠 전 폭우가 내렸고 그 이후에 조사가 진행됨




- 1번 사진: 드론 조종사가 DroneDeploy 모바일 앱으로 비행 영역을 설정하면 1초 만에 비행 계획이 자동으로 생성됨. 드론으로 촬영한 이미지는 클라우드에 자동으로 전송되고 실시간으로 이미지가 연결되며 지도가 완성됨. 이 지도는 모바일에서 바로 확인이 가능함
- 2번 사진: NDVI(정규식생지수, Normalized Difference Vegetation Index) 지도에서 명확하게 2개로 구분된 영역은 농장주가 다음 해 어떤 종류의 감자를 재배할지 결정하기 위해 두 종류의 감자를 심어 구분해 놓은 것임. 이 농지에서 북쪽 섹션의 감자(전체 표본 크기의 40%)는 저장성이 떨어지고 남쪽 섹션의 감자(전체 표본 크기의 60%)는 저장성이 높은 품종임



- 3번 사진: NDVI 지도에 표시된 적색 영역(원 표시)은 며칠 전 내린 폭우로 인해 남쪽 섹션이 북쪽 섹션보다 물 피해가 더 심한 것으로 나타남. 북쪽 섹션의 감자가 남쪽 섹션의 감자보다 물에 대한 저항성이 강한 것으로 분석됨
- 4번 사진: 드론 조종사는 데이터 분석으로 수확량 예상값을 계산함. 북쪽 섹션은 남쪽 섹션과 비교해 적색 면적이 상대적으로 적음. 전체 재배면적 중 감자 재배가 가능한 노란색과 녹색 영역은 각각 58%와 15%로 나타남. 적색 영역 27%(41에이커)는 폭우로 인해 손실됨

■ 결과

- USDA 자료에 따르면 감자 생산 비용은 평균 에이커당 2,000~3,000달러이며 수확량은 평균 에이커당 6만 1,000파운드, 판매 가격은 평균 에이커당 4,000달러임. 위의 분석 결과를 토대로 본다면 농장주는 41에이커의 농지 손실로 16만 달러 이상의 잠재적 손해를 보게 됨. 따라서 농장주는 북쪽 섹션의 감자가 남쪽 섹션의 감자보다 저장성은 떨어지지만 물에 대한 저항성은 더 강해 다음 재배 시즌에는 북쪽 섹션의 감자를 심을 계획임
- 농장주는 드론의 1회 비행만으로 시간과 돈을 절약함. 위의 사례에서 드론 작업과 분석에 소요된 시간은 총 50분이며 293장의 이미지를 얻었음. 만약 동일한 작업을 위성으로 할 경우 1회 이미지 구입비용은 2,300달러부터 시작되고 유인 비행기는 사진당 300달러를 부과해 드론보다 비싼 편임. 또 위성과 유인 비행기는 데이터 공유 기능이 없어 현장에서 바로 결과를 확인할 수 없음
- DroneDeploy는 항공 NDVI 이미지를 활용해 작물의 상태를 빠르게 분석하여 합리적인 의사결정에 필요한 데이터를 제공함. 이로 인해 농장주가 수확량을 예측할 수 있어 효율적인 농장 운영이 가능함

사례 2	농장 운영 비용 절감 방법에 관한 데이터 요청
	• 농장: 옥수수 농장(미네소타 주)
	• 농장 크기: 320에이커
	• 드론: DJI Matrice 100(회전날개)
	• 분석: PrecisionAnalytics
	• 비행시간: 45분

- 미네소타 옥수수 농장들은 전통적으로 추비 시기에는 농지 전체에 질소비료를 균일하게 살포함. 이 방법은 토양 내 질소 함량과 상관없이 일괄적으로 진행하기 때문에 운영비용이 많이 들고 비료를 과다하게 사용함. 참고로 옥수수 결실기에 질소가 부족하면 잎이 노랗게 변하고 끝부분에 종자가 차지 않아 질소는 옥수수 성장에 아주 중요함


- 해마다 수급 상황에 따라 옥수수 가격은 유동적이며 질소비료 비용은 목표 수확량에 비해 에이커당 40~60달러가 책정됨. 이에 따라 비용 절감을 위해서는 정확한 수확량 산출이 매우 중요함. 농장주는 토양 내 질소의 함량을 파악해 정확한 시비량과 운영비용을 절감할 수 있는 데이터가 필요함

■ 진행

- 매핑 작업에는 DJI의 Zenmuse X3 멀티 스펙트럼 센서가 장착된 Matrice 100 드론이 사용되었고 분석은 PrecisionAnalytics 소프트웨어를 이용함. 토양의 질소 결핍 비율과 지역을 파악하는 데 걸린 비행시간은 45분임

■ 결과

- NDVI 값과 영상에서 측정된 수확량 지도와 데이터 분석을 통해 질소 결핍 지역을 파악하여 시비 위치와 적정 시비량을 계산함. 지도에 표시된 적색 영역은 질소 함량이 결핍된 곳임
- 종합적인 분석에 따르면 전체 농지의 30%에 해당하는 결핍 지역에만 질소비료를 살포해도 당초 목표 수확량인 에이커당 140부셀 달성이 가능함. 이에 따라 운영비용도 에이커당 9.80달러가 절약됨

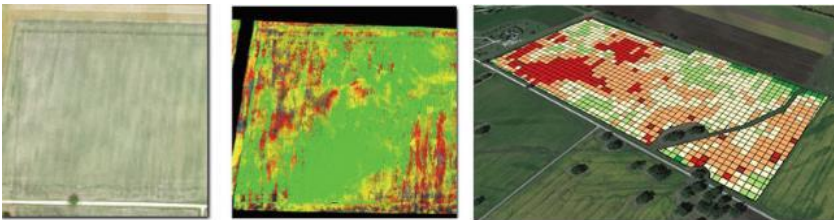
사례 3	수확량 예측에 관한 데이터 요청
	• 농장: Golden Prairie(콜로라도 주)
	• 농장 크기: 3,460에이커
	• 드론: Agribotix Hornet(고정날개)
	• 분석: Agibotix

- Golden Prairie는 유기농 기장(Millet) 농장으로 1989년 미국 최초로 유기농 인증을 받았음. 또 네브래스카, 몬태나, 사우스다코타 주에 위치한 12곳의 유기농 농장과 협력하여 미국 전역에 유기농 기장을 판매하는 대형 유통업체임

- Golden Prairie는 곡물의 생육상태를 모니터링하여 수확량을 예측하고 잡초 밀도에 대한 데이터가 필요함. 유기농 농장의 가장 큰 고민은 매년 생기는 잡초로 인한 생산성 악화임. 만일 제초제를 사용하면 4년 동안 유기농법을 중단해야 함. Golden Prairie는 매년 수백 에이커의 농지에 다년생 잡초가 무성해 유기농법 중단을 고민할 정도로 큰 문제임

■ 진행

- 매핑과 분석작업은 Agribotix의 Hornet 드론과 소프트웨어를 사용했음. Agribotix는 드론 판매와 클라우드 분석 서비스를 제공하는 업체이며 2018년 AgEagle에 인수됨
- 작물의 생육상태 진단은 RGB와 NIR(근적외선)을 결합한 분광카메라를 드론에 장착한 후 농지의 영상을 얻고, 이를 이용하여 NDVI를 계산함



드론으로 촬영한 RGB(맨 왼쪽) 이미지는 미묘한 차이만 보여줌, 나머지 두 장의 NDVI 이미지(가운데, 맨 오른쪽)는 농경지의 건강상태를 다양한 컬러로 표시함

- 카메라에 수집된 위치별 작물의 형상과 색, 분광 정보를 통해 작물의 건강도와 질소 결핍 등을 파악함. 카메라가 강한 NIR 신호를 포착하면 잎이 많거나 잎이 크다는 의미로 작물의 생육상태가 양호한 것임. 반면 약한 신호는 작물의 성장이 더딘 것을 의미함. 만일 질소가 부족하면 작물에서 엽록소 부족이 나타나 성장에 문제가 발생함

■ 결과

- NDVI 값과 영상에서 측정한 수확량 지도와 데이터 분석을 통해 질소와 수분 결핍, 잡초 밀도 등은 나쁘지 않았으며 전반적으로 곡물의 생육상태도 양호하게 나타남. 예상 수확량은 전년 대비 3배 이상 증가할 것으로 분석됨

- 농장주 Jean Hediger는 “우리 농장을 넓게 볼 수 있다는 점이 아주 중요했다. 드론은 어느 구역에 수분이 부족한지, 성장이 더딘 곳은 어디인지를 파악해 아주 유용한 데이터를 제공한다. 그동안 유인 비행기로 촬영했지만 높은 비용 부담과 분석이 오래 걸려 만족스럽지 못했다. 요즘은 드론을 이용하여 매일 원하는 정보를 빠르게 얻을 수 있어 매우 만족한다”고 언급함
- 현재 이 농장은 GoPro 카메라가 장착된 DJI의 Phantom 2를 구입해 매일 곡물을 모니터링하고 있음. 비가 내린 후 12시간 뒤의 농지 상태 확인에도 드론을 이용하는 데 10분의 비행시간으로 피해 정도를 바로 파악할 수 있었음

나. 농업용 로봇(Agriculture Robot)

1) 개요

- 농업용 로봇은 농업에 사용되는 로봇으로 작물의 생육환경에 대한 모니터링부터 제초, 방제, 살포, 수확, 이식, 착유 등 다양한 분야에서 활용되고 있음. 농업용 로봇 기술은 농작업의 기계화에서 반자율형 로봇을 거쳐 완전 자율형 로봇으로 이어지는 단계임
- 농업용 로봇은 노지농업용, 시설농업용, 축산용으로 구분됨. 노지농업용 로봇은 트랙터, 콤파인 등 전통 농기계와 첨단 로봇기술이 융합된 지능형 농기계로 진화되고 있음. 시설농업용 로봇은 파종에서 수확까지 대부분의 생산 공정에 로봇 기술들이 적용되고 있음. 축산용 로봇은 1990년대 초부터 착유 로봇이 사용되었으며 우유 생산에서 관리까지의 전 과정을 자동화하여 시간과 노동력 절감 효과를 보여주고 있음

2) 주요 업체

- 농업용 로봇 시장은 Deere & Company, AGCO Corporation, Harvest Croo, Abundant Robotics, Agrobot, Iron Ox 등이 주요 업체임. 현장에서는 자율주행 트랙터, 딸기 수확 로봇, 모종 이식 로봇, 제초 로봇 등이

도입되고 있음. 농업용 원격조종 군집 파종 로봇도 개발 중임. 제초용 로봇과 조류 퇴치용 로봇은 해충 관리 부분에서 소개됨

- Deere & Company는 세계 최대 농기계 제조업체로 회사명보다 브랜드 명인 John Deere로 많이 불림. 자사 농기계에 센서와 무선 전송이 가능한 첨단 장비를 탑재함. 최근에는 자율주행 트랙터와 빅데이터 분석 모델에 주력하고 있음. 자율주행 트랙터에 장착되는 SeedStar mobile 소프트웨어는 날씨와 토양에 대한 데이터를 수집하여 작물 종류와 토양의 상태에 따라 씨앗을 심는 간격과 깊이, 용량을 조절함
- AGCO Corporation은 농기계 제조 및 농업 자동화 솔루션을 제공하는 업체이며 계열사로 Massey Ferguson, Fendt, Valtra, Challenger 등을 보유함



〈농업용 로봇 업체 및 제품〉



Harvest Croo Robotics

제품명-Berry 5,1

수확용 딸기 로봇

- 딸기 수확부터 포장까지 자동 처리
- 8초당 딸기 1개 수확, 나무와 나무 사이 이동시간 1.5초
- 하루 8에이커 작업가능 → 노동자 30명 대체



Abundant Robotics

제품명-Apple picking Robot

세계 최초로 개발한 상업용 사과 수확 로봇

- 시각 센서 장착 사과 위치 파악 후, 진공 기술 적용 로봇팔이 사과 수확
- 2019년 3월 뉴질랜드에서 처음으로 상용화 계약 체결



Agrobot Robotic Harvesters

제품명-E Series

자동 딸기 수확 로봇

- LiDAR 센서 기반 개발, 원격 조종 가능
- 내장된 터치스크린으로 수확 과정 모니터링
- 수확용 로봇팔 최대 24개 장착 가능
- 오렌지, 포도, 사과 수확 로봇도 개발 중



Iron OX

제품명-Angus module mover/Robotic arm

로봇 2대와 시 소프트웨어 운영.

- 완전 자동화 상추 농장
- 일반 농장보다 물 90% 적게 사용, 단위면적당 생산량 30배 더 높음
- 작물 이동, 모종 이식, 작물 관리 등의 작업 담당
- 데이터 수집, 분석 시 소프트웨어 The Brain 작업지시



Fendt

제품명-Fendt 1000 Vario

VarioGuide 시스템 장착 자율주행 트랙터

- 경작 지역 설정 후 자동으로 경로 계산, 작업
- 자동으로 가장 짧은 경로 선택 유인 조종 대비 효율성 극대화
- 자동 경로 설정으로 밤에도 작업 가능
- RTK 기술 장착시 정밀 조정 가능



John Deere

제품명-B Series Tractor

자율주행 트랙터와 빅 데이터 분석 모델 개발에 주력

- 자율주행 트랙터는 GPS 기반 이동경로 스스로 선택, 작물 상태 측정 후 수행 작업 자동 선택 가능
- SeedStar mobile 소프트웨어 장착 자율주행 트랙터 미국에서만 20만대 이상 판매, 이 소프트웨어는 센서, 날씨, 토양 등으로 데이터 수집, 작물 종류와 토양 상태에 따라 파종 간격, 깊이, 용량 조절 가능

- Root AI는 실내농업용 로봇 개발 업체로 AI 기술이 결합된 수확 로봇을 2018년 하반기에 선보임. 이 로봇은 현재 토마토 농장에 투입되어 비전 프로세싱 기술을 이용해 위치 파악과 완숙 여부를 고려해 수확함. 온실 안을 이동하면서 센서로 38초 만에 잘 익은 토마토를 파악하고 과일 표면이 흠집 나지 않도록 부드러운 터치로 7초 만에 수확함. 이 로봇은 2020년부터 판매될 예정임
- Iron Ox는 로봇 2대와 AI 소프트웨어가 운영하는 완전 자동화 농장임. 실내농장은 8,000ft²(약 225평) 규모이며 재배용 팔레트를 이용한 수직농법으로 전통 농법보다 물 사용량이 90% 절감됨
 - 농장 운영은 AI 소프트웨어 The Brain이 시설과 로봇에 설치된 다양한 센서들을 통해 데이터를 수집하고 로봇들에게 작업을 지시함. 로봇 Angus는 작물의 상태를 감지하고 성장 단계에 맞춰 팔레트를 이동시키는 역할을 담당함. 처리 구역에서는 Robotic arm이 생육상태가 좋지 않은 작물을 별도로 분리하고 성장한 작물은 더 넓은 공간으로 옮겨 심는 섬세한 작업을 맡고 있음. Robotic arm에는 4개의 라이다 센서가 설치되어 있으며 2개의 카메라 덕분에 사물을 3D로 볼 수 있음
 - 6주 안에 수확이 가능한 잎채소를 생산하며 1년에 평균 2만 6,000포기의 상추를 생산함. 일반 농지 1에이커와 비교할 때 30배 이상 수확량이 많음. 최근 캘리포니아 주 샌 카를로스(San Carlos)에 있는 Bianchini's Market 매장 3곳에서 첫 판매가 시작됨. 매주 금요일마다 1회 배달되며 샐러드용 채소 3종류가 판매됨. 가격은 2.49달러에서 4.99달러 사이로 책정됨




- Fendt의 파종 로봇 Xaver가 주목받고 있음. 농업용 원격조종 군집 로봇 개발 프로젝트인 MARS(Mobile Agricultural Robot Swarms)의 일환으로 개발 중인 Xaver는 옥수수 재배와 같은 정밀작업을 수행하는 데 적합함. 제품은 개별 센서 부착 소형 파종 로봇, 클라우드 시스템, 위성장치, 태블릿, 대형 운반 차량이 한 세트로 구성되며 작동 방법은 다음과 같음
 - 파종할 농지 구역과 작물의 종류, 파종 패턴, 파종 밀집도, 파종 로봇의 수를 태블릿으로 입력하면, 전용 소프트웨어가 파종에 걸리는 시간과 경로 등을 자동으로 계산함
 - 계산이 끝나면 대형 운반 차량을 해당 농지 근처에 배치해 태블릿으로 작동 명령을 내림



- 명령을 받은 소형 파종 로봇들이 임무를 실행하면 클라우드 시스템을 통해 파종 일시와 위치 등이 자동 기록되고 공유됨. 이 모든 과정은 태블릿을 통해 실시간으로 모니터링 할 수 있음
- 파종 도중 배터리나 씨앗이 부족하면, 로봇 스스로 대형 운반 차량으로 돌아가 재충전한 뒤 다시 파종 임무로 돌아감. 만일 파종 로봇 하나가 고장이 나도 다른 로봇이 이를 대체해 임무를 완벽하게 완수함
- 파종 단계에서 수집된 모든 정보는 재배 과정이나 생산성 향상에 활용됨. 정확한 파종 위치와 일시 등의 정보로 재배 과정에서 소비되는 물과 비료, 농약 등이 절약됨

3) 활용 사례

- 농업용 로봇의 활용 사례는 AI와 센서 기술이 접목된 수확용 로봇의 최근 시험운행 내용들로 구성됨

사례 1	딸기 수확 로봇 Berry 5.1 시험운행
	<ul style="list-style-type: none"> • 농장: Wish Farm(1922년 오픈)
	<ul style="list-style-type: none"> • 위치: 플로리다 주 600에이커 규모 100 Stearn St, Plant City, FL 33563
	<ul style="list-style-type: none"> • 재배작물: 딸기, 블루베리, 블랙베리, 라즈베리

- Wish Farm은 해마다 수확철에 평균 650명(계절 노동자 75%)의 노동자들이 약 2,000만 개의 딸기를 수확함. 트럼프 정부의 이민정책의 영향으로 인력 공급이 어려워지고 인건비도 올라 시간당 평균 15달러, 숙련 노동자들에게는 25달러 지불함. Wish Farm은 2018년에 제때 수확하지 못한 딸기로 피해액만 100만 달러에 달했음

■ 진행 및 결과

- 딸기 수확 로봇 Berry 5.1은 올해 2월 Wish Farm에서 성능 테스트를 실시함. Berry 5.1은 길이 30피트, 무게 11톤 크기로 위에는 컴퓨터, 아래는 딸기를 찾는 고성능 카메라와 수확 담당 로봇 16대가 장착됨
- 작동 방법은 3단계(앞 올리기→검사→수확) 과정으로 진행됨. 로봇마다 2개의 입체 카메라가 장착되어 초당 200개 이상의 이미지를 촬영함. 센서와 소프트웨어를 통해 딸기를 스캔하고 완숙된 열매를 찾으면 로봇 집게발이 손상되지 않도록 수확함
- Berry 5.1은 8초마다 하나의 딸기를 수확하고 하루 8에이커를 작업할 수 있음. 이는 노동자 30명의 작업량이며, 이를 비용으로 계산하면 인건비만 하루 평균 3,600달러(하루 8시간 작업), 숙련 노동자일 경우 6,000달러가

절약됨. 수확 로봇은 인력 문제 해결과 비용 절감뿐 아니라 수확에 대한 불확실성이 감소됨

사례 2	딸기 수확 로봇 E-Series 시험운영
	<ul style="list-style-type: none"> • 농장: Driscoll's (1904년 오픈)
	<ul style="list-style-type: none"> • 위치: 캘리포니아 주 345 Westridge Dr Watsonville, CA 95076
	<ul style="list-style-type: none"> • 재배작물: 딸기, 블루베리, 블랙베리, 라즈베리

■ 세계적인 베리류 회사 Driscoll's는 베리 종류의 묘목을 개발해 자체 농장 외에도 전 세계 농장 20곳에 임대하여 생산된 베리류를 받아 48개국에 판매함. 연간 매출 35억 달러 규모임

■ 진행 및 결과

- Driscoll's는 노동력 부족의 해결책으로 몇 년 전부터 로봇 도입을 적극 추진하고 있음. 2018년 Agrobot의 E-Series 시험운영이 Driscoll's의 옥스나드 농장에서 진행됨. E-Series는 LiDAR 센서 기반의 딸기 수확 로봇으로 내장된 터치스크린을 통해 수확 과정을 모니터링할 수 있고 원격 조종이 가능함. 작동 방법은 3D 카메라와 딥러닝(Deep Learning) 알고리즘으로 딸기 숙성 정도를 선별한 후 딸기는 건드리지 않고 줄기만을 자르는 방식임. 수확된 딸기는 로봇 팔이 컨베이어 벨트에 올려 용기에 담아 이동시킴. 로봇 팔은 농장 규모에 따라 최대 24개 장착이 가능함
- E-Series는 24시간 작동으로 수확량과 작업 시기가 조절되고 인력난 해소에도 긍정적인 평가를 받음. Driscoll's는 현장에 파견된 Agrobot 핵심 연구원과 로봇의 추가 생산을 검토하고 있으며 멀지 않아 현장에 도입될 예정임. 참고로 Agrobot은 로봇 판매뿐 아니라 농업 컨설팅 및 데이터 기반 빅데이터 활용 기술 분야까지 사업을 확대함

다. 병해충 관리(Pest Management)

1) 개요

- 병해충 관리는 다양한 방제기술을 사용하여 병이나 해충, 잡초에 의한 작물의 피해를 최소화하고 정확한 병해충 진단을 통해 불필요한 농약 사용을 줄여 환경에 대한 부작용을 최소화하는 방제를 의미함
 - 전 세계적으로 1년에 30억 파운드(약 250억 달러)의 제초제가 사용되고 있으며, 제초제 저항이 심해지면서 내성 잡초가 증가하고 있음. 또 과수원에서는 야생 조류에 의한 피해가 심각함. 이에 따라 최근 AI와 센서가 장착된 제초 로봇과 조류 퇴치용 로봇의 사용이 늘고 있음
 - 농약 살포 기술에는 ‘스마트 스프레이(Smart Spraying)’가 활용되고 있음. 이 기술은 카메라와 센서를 통해 작물의 상태를 모니터링하고 수집된 데이터를 분석하여 농약 살포량과 살포시기를 포착할 수 있음. 병해충을 막기 위해서는 사전에 발생 징후를 포착하면 바로 농약을 살포하는 것이 가장 좋지만 최적의 살포시기를 파악하는 것이 쉽지 않았음. 스마트 스프레이 기술의 등장으로 환경을 보호하면서 효율적인 방제 작업이 가능해짐

2) 주요 업체

- Blue River Technology(이하 BRT)와 Franklin Robotics가 제초 로봇 분야에서 두각을 나타내고 있으며 조류퇴치용 로봇은 SMP Robotics, Bird Control Group, 병해충 관리 소프트웨어는 Fieldin이 주목을 받고 있음
 - 2011년 설립된 BRT는 AI 딥러닝과 컴퓨터시각 기술이 적용된 제초 로봇 See & Spray를 개발함. 이 로봇은 트럭터에 부착해 사용하며 작물과 잡초를 정확하게 구분해 잡초를 포착하면 1인치 미만으로 제초제가 살포됨. 기존 방식 대비 약 90%까지 제초제를 절약할 수 있음

〈제조/조류 퇴치용 로봇 업체 및 제품〉



Blue River Technology

제품명-See & Spray

잡초 제거 로봇

- 딥러닝과 컴퓨터 시각 기술 결합 인공지능 로봇
- 잡초 위치 파악 1인치 미만으로 제초제 살포
- 기존 방식 대비 약 90%까지 제초제 절약



Franklin Robotics

제품명-Tertill

잡초 제거 로봇

- 센서로 2cm 미만 잡초 식별 제품에 장착된 와이어로 잡초 제거
- 태양광 사용 장시간 이용 가능, 방수 가능



SMP Robotics

제품명-Bird Control(Laser), Bird Scaring (Gas Guns)

Bird Control(bio-Acoustic & Ultrasonic)

조류 퇴치용 로봇

- 레이저와 가스총, 음향, 초음파 등 활용 새들 접근 차단
- 이동식 로봇에 장착 넓은 지역 관리 가능
- 태양광전지 장착 모델은 장시간 사용 가능
- 배터리식 모델은 자동으로 충전소 찾아 재충전 후 재가동



Bird Control Group

제품명-Agrilaser Autonomic

조류 퇴치용 로봇

- 조류 퇴치 최대 70% 가능
- 최대 16개 패턴과 시간대별 조절 가능
- 전 세계 90개국에서 사용

- Franklin Robotics의 잡초 제거 로봇 Tertill은 정전용량 센서(Capacitive Sensors)를 통해 2cm 미만의 잡초를 식별한 뒤 제품 하단에 장착된 와이어로 제거함. 아직 성장단계에 있는 작물의 경우, 동봉된 금속 지지대를 설치하면 작물로 인식하고 피해감. 태양광으로 작동하기 때문에 장시간 사용이 가능하며 방수기능 있음
- SMP Robotics는 2009년 설립된 무인 로봇 제조업체로 조류 퇴치용 로봇 외에도 순찰 로봇, 전기결합 및 가스유출 감지 로봇 등을 생산함. 조류 퇴치용 로봇에는 Laser Solutions for Bird Control, Bird-Scaring Gas Guns, Bio-Acoustic and Ultrasonic Bird Control 등 3종류가 있음
- Bird Control Group은 조류 활동을 크게 방해하지 않고 녹색 레이저 빔을

발사해 조류를 몰아내는 레이저 기반 조류 퇴치기 Agrilaser Autonomic을 개발함

- Fieldin에서 개발한 스마트 병해충 관리는 지리, 날씨, 화학 및 생물학적 정보 등 다양한 변수를 고려하여 AI 분석으로 방제 계획을 세워주는 시스템임. 이 시스템은 살포 기계에 Fieldin이 개발한 스마트 센서를 부착해 자동으로 데이터를 수집, 분석하여 생산 단계별 살포 계획부터 적용까지 생산성 확대를 위한 데이터를 제공함. 재배자는 스마트폰이나 PC 등 다양한 디바이스로 클라우드에 접속해 언제 어디서든 실시간으로 작물 상태를 확인할 수 있음

3) 활용 사례

- 병해충 관리의 활용 사례는 과수원에서 Bird Control Group의 레이저 조류 퇴치기를 사용하여 야생 조류로 인한 피해를 방지하는 내용임
- 미국 블루베리 조류 피해 현황
 - 블루베리 생산 상위 5개 주(미시간, 오리건, 워싱턴, 캘리포니아, 뉴욕)에서 발생하는 조류 피해액은 연간 총 3,300만 달러임. 이 중 미시간 주가 1,405만 달러로 가장 피해액이 컸고 오리건 주는 수확량 손실이 가장 컸음

【 표 10 블루베리, 주별 조류 피해 현황 】

	수확량 손실	피해액(US\$ 천)
미시간	10.5%	14,052
오리건	18.2%	11,238
워싱턴	9.7%	4,653
캘리포니아	3.8%	2,650
뉴욕	11.7%	585

※ 출처: Bird Control Group

- 블루베리 농장의 유해조류로는 아메리카 지빠귀(American Robin), 유럽 찌르레기(European Starling), 붉은어깨검정새(Red-winged Blackbird) 등임

사례 1 | 블루베리 농장, 조류 피해로 인한 작물 손실

- 농장: Meduri Farms(1980년 오픈)
- 위치: 오리건 주(12375 Smithfield Rd, Dallas, OR 97338)
- 재배작물: 블루베리
- 솔루션: Agrilaser Autonomic 9대(Bird Control Group)



■ 진행 및 결과

- 피해 시기: 6월~10월 사이 저녁~새벽까지
- 유해조류: 찌르레기, 블랙버드, 지빠귀, 제비
- 기존 조류 퇴치 비용: 하루 1,000달러(3개월간 약 9만 달러)
- 레이저 투영 영역: 170에이커
- 사용 결과: 블루베리의 연간 수확량은 33% 늘고 연간 수입도 약 10만 달러 가까이 증가함

【 표 11 블루베리 농장, 레이저 조류 퇴치기 사용 전후 비교 】

	사용전	사용후
연간 수확량(kg)	787,500	1,050,000
에이커당 평균 연간 수확량	4,632	6,176
kg당 가격	0.38달러	0.38달러
조류로 인한 작물 손실	25%	0.07%
조류로 인한 연간 피해액	10만 달러	267달러
실제 연간 수입	30만 달러	39만 9,733달러

※ 출처: Bird Control Group

■ 미국 포도밭 조류 피해 현황

- 미국 최대 포도 생산지는 캘리포니아 주이며 그 뒤를 워싱턴, 뉴욕, 미시간, 오리건 주 순임. 상위 5개 주에서 매년 야생 조류에 의한 피해액은 연간 7,000만 달러에 달함. 특히 캘리포니아 주가 연간 4,900만 달러로 피해가 가장 심각함
- 포도밭의 유해조류로는 유럽 찌르레기(European Starling), 아메리카 지빠귀(American Robin), 야생 칠면조(Wild Turkey), 핀치새(Finches) 등임

【 표 12 포도밭, 주별 조류 피해 현황 】

	수확량 손실	피해액(US\$ 천)
캘리포니아	2.9%	49,099
워싱턴	7.6%	12,892
뉴욕	5.6%	3,452
오리건	4.9%	2,676
미시간	9.2%	2,472

※ 출처: Bird Control Group

사례 2	포도밭, 조류 피해로 인한 작물 손실
	<ul style="list-style-type: none"> • 농장: Griffin's Lair Vineyard(2003년 오픈) • 위치: 캘리포니아 주 7300 Lakeville Road Petaluma, CA 94954 • 재배작물: 피노 누아(Pinot Noir), 시라(Syrah) • 솔루션: Agrilaser Autonomic 4대 (Bird Control Group)

■ 진행 및 결과

- 피해 시기: 6월~9월 사이 새벽부터 저녁까지
- 유해조류: 핀치새

- 기존 조류 퇴치 비용: 방조망 설치로 연간 2만 5,000달러(에이커당 1,190달러)
- 레이저 투영 면적: 21에이커
- 사용 결과: 조류 피해가 99.8%가 감소되고 연간 2만 달러가 절약됨

라. 스마트 관개 관리(Smart Irrigation Management)

1) 개요




- 스마트 관개 관리는 ICT를 기반으로 농업용수의 공급을 효율적으로 관리하는 시스템으로 실시간 모니터링부터 분석, 예측을 통해 관개 시스템을 자동화하여 물관리 운영을 최적화하는 것임
 - 스마트 관개 관리는 원격으로 자동 제어가 가능하며 변량관개로 농업 생산성을 높이고 정밀관개를 통해 과도한 물 낭비와 부족을 해결할 수 있음. 자동관개는 노동시간을 절약할 수 있음
 - 미국 농업연구청은 가뭄지역을 대상으로 물 사용의 효율성을 높이기 위해 자동관개 일정시스템(Automated Irrigation Scheduling System)을 개발함. 이 시스템은 토양과 작물의 상태를 모니터링하고 지역별 강수량 데이터를 분석하여 적기에 관개할 수 있도록 지원함

2) 주요 업체

- Groguru, Hortau, PowWow 등이 스마트 관개 관리의 주요 업체임. Groguru와 Hortau는 하드웨어와 소프트웨어 통합하여 정밀관개 시스템을 제공함
- PowWow는 농업용 소프트웨어 개발 회사로 펌프모니터(PumpMonitor), 랜치모니터(RanchMonitor), 크랍모니터(CropMonitor) 등의 제품을 통해 농장주가 최적의 의사결정을 내릴 수 있도록 지원함. 이들 소프트웨어들은 모니터링과 데이터 분석 기능을 통해 체계적인 물 관리와 에너지 비용 절감, 수익 개선에 효과가 있고 자료 간의 상호 연동이 가능함. 기존 스마트

미터기를 사용하기 때문에 별도로 하드웨어를 설치할 필요가 없음. 펌프모니터와 랜치모니터의 연간 사용료는 미터기당 각각 500달러와 1,000달러, 크랍모니터는 에이커당 12~24달러임

【 표 13 스마트 관개 관리 주요 업체 】

업체	소개	특징
	<ul style="list-style-type: none"> • 하드웨어-소프트웨어 통합 정밀 관개 시스템 제공 업체 • 토양 센서-토양 수분, 토양 염분, 토양 온도 측정 • 장거리 무선 기술로 데이터 수집 및 분석 • 스마트폰 또는 노트북으로 실시간 데이터 접속 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 투자비용 2% 절약 • 수확량 10% 증가 • 5,000에이커+35개 이상 작물관리
	<ul style="list-style-type: none"> • 2002년 설립 농업용 스마트 관개 관리 시스템 업체 • 토양 장력 센서 기반 솔루션 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 물과 에너지, 비료 사용 감소 • 정밀 관개 솔루션으로 27% 물 절약
	<ul style="list-style-type: none"> • 농업용 소프트웨어 플랫폼 개발 회사 • 소프트웨어 제품군 통해 농장 운영의 최적화된 의사결정 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 물, 에너지 비용절감, 수익 개선 • 에이커당 평균 200달러 수익 증가 • 미터당 최대 2만 5,000달러 에너지

※ 출처: 업체 웹사이트

- 펌프모니터는 물관리 비용을 50~80%까지 절감할 수 있음. 특허받은 알고리즘을 사용하며 농장의 전기식 스마트 미터기를 유량계로 전환하여 사용함으로써 기존의 원격측정소와도 연동하여 100%의 용수 측정 범위를 제공함. 또 펌프 내에 기포가 생기는 캐비테이션(Cavitation)과 같은 펌프 문제를 탐지하는 데 효과적임
- 랜치모니터는 태양광 발전기, 건물, 펌프 등 농장 운영과 관련된 물과 에너지 비용 관리에 대한 의사결정을 도와주는 역할임. 미터기당 최대 2만 5,000달러까지 에너지 비용이 절약되어 태양광 ROI(투자자본수익률)를 최적화할 수 있음. 랜치모니터에는 펌프모니터 기능이 포함되고 연간 요금 분석, 주요 지표 등에 대한 주간 보고서를 제공하여 에너지 비용을 줄여줌

- 크랍모니터는 매달 항공 이미지를 제공하고 농장의 기존 센서를 통합하여 매주 관개 일정을 최적화함. 물 사용을 효율적으로 개선할 수 있으며 생산성과 수익을 향상시키는 솔루션을 제공함

3) 활용 사례

- 스마트 관개 관리의 활용 사례는 PowWow의 소프트웨어를 사용하여 작물 수확량이 증가하고 물과 에너지 비용이 절약된 내용임

사례 1	농장 운영의 효율성을 높일 수 있는 솔루션 필요
	<ul style="list-style-type: none"> • 농장: P-R Farms(1914년 오픈) • 위치: 캘리포니아 주 2917 East Shepherd Clovis, CA 93619 • 재배작물: 아몬드, 올리브, 감귤류, 포도, 복숭아 • 솔루션: PumpMonitor, CropMonitor 사용



- P-R Farms는 100년 넘은 가족 농장으로 4세대째 운영 중임. PowWow 소프트웨어 사용 전에는 의사결정 지원 시스템을 사용하지 않아 그동안 농장에 문제가 생기면 늦은 발견과 대처로 애로사항이 많았음. 관개 시스템과 펌프를 실시간 모니터링하고 농장 운영의 효율성을 높일 수 있는 솔루션이 필요함

■ 진행 및 결과

- 농장은 4년 전부터 PowWow의 펌프모니터를 사용했으며, 현재는 아몬드와 올리브를 재배하는 5,000에이커에 펌프모니터와 크랍모니터를 사용함
- 매달 제공받는 항공 이미지와 최적화된 관개 일정으로 농장 상황을 빠르게 파악할 수 있었음. 사용 첫해부터 작물의 수확량이 증가하고 아몬드 품질이 향상됨
- 전체적으로 물 사용 효율이 9% 상승했고 에너지 사용량은 평균 13%로 감소함. 이에 따라 운영비용도 줄어 에이커당 평균 200달러의 수익이

증가함. 개선된 관개 시스템으로 병해충의 위험도 줄일 수 있었음

- 현재 P-R Farms는 해마다 PowWow 소프트웨어 사용으로 아래와 같이 다양한 효과를 얻고 있음
 - 작물의 수확량 증가와 품질 향상
 - 펌프 및 현장 문제 조기 발견으로 심각한 피해 예방
 - 자동화 알람 시스템으로 빠른 대처와 신속한 결정 가능
 - 모든 관개 관련 데이터를 한 곳에서 통합, 운영하여 효율성 증대
 - 항공 이미지를 통해 토양 특성 파악 용이 및 정밀관개 가능

사례 2	물과 에너지 비용의 투명성 확보 방안 찾기
 	<ul style="list-style-type: none"> • 농장: Bowles Farming(1858년 오픈)
	<ul style="list-style-type: none"> • 위치: 캘리포니아 주(11,500에이커) 11609 Hereford Rd, Los Banos, CA 93635
	<ul style="list-style-type: none"> • 재배작물: 아몬드, 토마토, 목화 등 14종 작물
	<ul style="list-style-type: none"> • 솔루션: RanchMonitor 사용

■ Bowles Farming은 6세대째 운영 중인 150년이 넘는 가족 농장으로 지속가능한 농업을 지향하고 있음. 모든 물과 에너지 비용의 투명성을 확보하기 위한 방안을 찾고 있었음

■ 진행 및 결과

- Bowles Farming은 펌프 사용과 태양광 설비 모니터링을 위해 시범적으로 미터기 1개에 랜치모니터를 연결함. 이를 뒤에 펌프 프로펠러에 우유병이 걸려 보조 펌프에 문제가 발생했다는 문자 경보를 받음. 문자 경보 덕으로 최소 3,500달러의 수리비용을 절감할 수 있었음
- 이후 태양광 설비 포함 미터기 12개에 랜치모니터를 추가로 도입함. 태양광 전지판에 먼지가 쌓이고 청소를 자주 못해 1만 7,000달러 정도의 에너지 손실이 발생한다고 보고됨. 그 후 Bowles Farming은 태양광 전지판의 효율성을 최적화하기 위해 자체 청소 프로그램을 개발함
- PowWow는 전력회사와 공공요금 조정을 논의하고 다른 요금제와의 비교를

통해 고객에게 비용절감 서비스를 제공함. 이 서비스로 Bowles Farming은 공공요금을 연간 2만 2,000달러를 절감할 수 있었음. 현재 Bowles Farming의 전체 미터기(50개) 모두 PowWow 제품을 운영하고 있음. 이로 인해 실제 비용 절감액은 소프트웨어 플랫폼 이용료의 두 배 이상으로 나타남

- Bowles Farming은 랜치모니터 사용으로 아래와 같이 다양한 효과를 얻고 있음
 - 모든 에너지와 물 사용 한눈에 파악
 - 자동 알림 설정으로 이상 징후 조기 탐지
 - 물 사용량 추적과 예상 물 수요 대비에 관한 주간 보고서
 - 알림 및 요금 분석으로 태양광 ROI 최적화
 - 회계 파일이 포함된 간소화된 대시 보드

사례 3 | 물 사용량 정밀 측정하는 플랫폼 필요

- 농장: Terranova Ranch(1980년 오픈)
- 위치: 캘리포니아 주(6,500 에이커) 16729 W. Floral Ave PO Box 130 Helm, CA 93627
- 재배작물: 과일, 채소, 견과류 등 30여종 작물
- 솔루션: PumpMonitor 사용



- Terranova Ranch는 모니터링 장비에 적은 투자비용으로 물 사용량을 정확하게 측정할 수 있는 플랫폼이 필요함
- 진행 및 결과
 - Terranova Ranch는 2015년 미터기 3개에 펌프모니터를 도입함. 펌프에 문제가 생기자 대시 보드에 바로 표시되어 대처를 빨리 할 수 있었음.

펌프모니터를 단계적으로 추가해 2017년 중반부터는 농장 전체 미터기 50개에 사용하고 있으며, 아래와 같은 다양한 효과를 얻고 있음

- 정확한 물의 정량화 및 효율성 향상
- 적시에 문제 예측 및 해결
- 다른 기술과 통합 용이
- 간소화된 농업 운영 및 회계

마. 온실 조명(Greenhouse Lighting)

1) 개요

- 온실 조명에는 오랫동안 인공광원인 고압 나트륨(이하 HPS) 조명이 사용됐지만 HPS는 전력 소모가 많고 높은 열을 발생해 점차 열 저감과 에너지 효율이 뛰어난 LED(Light-Emitting Diode, 발광 다이오드) 조명으로 대체되고 있음

- IoT 기술이 접목된 LED 조명은 작물의 특성과 장소, 시간에 따라 광량, 광질 등을 고려한 최적화된 생육환경을 제공함. 주로 외부 환경에 영향을 받지 않는 실내 수직농장, 컨테이너 농장 등 다층재배시설에서 많이 사용됨
- LED 조명의 가장 큰 장점은 색상 스펙트럼의 구현으로 빛의 파장에 따라 작물의 생산주기를 제어한다는 점임. 청색은 작물 성장을 유도하며 적색은 광합성과 꽃눈 형성에 관여함. 또 실시간 원격 제어를 통해 작물의 생산주기를 조절하고 생산성과 상품성을 높일 수 있음

2) 주요 업체



- Lumigrow는 2007년 설립된 스마트 원예 조명의 선두주자로 자체 개발한 가변 스펙트럼 LED 조명과 스마트 조명 무선제어시스템을 통해 작물 생산에 대한 최적화된 솔루션을 제공함

- LED 조명제품 ‘TopLight’는 작물 성장에 필요한 빛의 파장을 조절하여 일년 내내 정밀화된 온실 조명 솔루션을 제공함. 무선제어시스템 ‘SmartPAR’는 조명 영역을 설정하고 스펙트럼과 강도 등을 스마트폰, 태블릿, 컴퓨터에서 원격으로 제어함

3) 활용 사례

- 온실 조명의 활용 사례는 Lumigrow LED 조명을 사용하여 수확량을 늘리고 에너지 효율이 높아진 내용임

사례 1	토마토 수확량 증대 방법
<ul style="list-style-type: none"> • 농장: Patterson Greenhouses(1998년 오픈) 	
<ul style="list-style-type: none"> • 위치: 노스캐롤라이나 주(10712 US 421 N, Broadway, NC 27505) 	
<ul style="list-style-type: none"> • 재배작물: 토마토, 오이 	
<ul style="list-style-type: none"> • 솔루션: LumiGrow Pro 325 LED 조명 설치 	
	

- Patterson Greenhouses는 1998년부터 덩굴식물을 재배하는 농장으로 무농약 토마토로 유명함. 농장주는 온실 공간을 추가하지 않고 수확량을 늘릴 수 있는 방법으로 LED 조명을 설치함

■ 진행

- 햇빛만 받는 경우와 LED 조명을 추가로 받는 경우, 토마토의 생산 차이를 비교함. 7,400ft²(약 208평) 규모의 온실을 3개 구역으로 구분해 1개 구역만 LED 조명을 설치함. 하루 15시간 동안 42개의 조명을 가동시킴. LED 조명당 59ft²를 커버함

- 토마토 생산에 LED 조명이 적합한 이유는 토마토가 상대적으로 큰 키를 가진 작물로 LED 조명은 발열이 적기 때문에 작물이 최대 높이까지 자라더라도 태울 가능성이 적음. 토마토는 다른 작물보다 빛에 대한 반응이 예민하고 강한 빛을 좋아하는 특성이 있음

■ 결과

- 초기 성장단계에서 LED 조명을 추가로 받은 토마토는 햇빛만 받은 토마토보다 크기가 평균 0.63인치 더 커졌음. 수확량은 햇빛만 받은 토마토는 8.5파운드, LED 조명을 추가로 받은 토마토는 10.6파운드가 수확됐음. 따라서 LED 조명을 추가하면 평균 20% 이상 수확량이 증가함
- 파종부터 수확까지 걸리는 생산주기가 짧아짐. 햇빛만 받는 구역에 건강한 묘목을 먼저 심고 4일 후에 LED 조명이 있는 곳에 조금 덜 건강한 묘목을 심어 생산주기를 비교함. LED 조명을 받은 토마토가 햇빛만 의존한 토마토보다 10일 먼저 수확됐음. 조명의 활용 여부에 따라 생산주기는 2주 정도 단축이 가능함
- LED 조명의 사용 비용은 대략적으로 파운드당 2달러 정도이며 다른 조명 시스템과 비교하면 월평균 60% 절약됨. 테스트 이후 Patterson Greenhouses는 온실의 나머지 두 개의 구역에도 LED 조명을 추가로 설치했음

사례 2 | 겨울철 상추 수확량 증대 및 근로자의 노동시간 확대 방법

- 농장: Lettuce Work Foundation(2007년 오픈)
- 위치: 오하이오 주(14985 Fancher RD, New Albany, OH 43054)
- 재배작물: 스프링 샐러드 믹스(Spring Salad mix), 관상용 꽃
- 솔루션: LumiGrow Pro 325e LED 조명 설치



■ Lettuce Work Foundation은 케어 팜(Care Farm) 형태로 운영하는 사회적 기업으로 자폐증을 앓고 있는 청년들을 대상으로 상업용 온실을 통해 직업 훈련 및 취업 기회를 제공함. 현재 이곳에서 생산되는 스프링 샐러드 믹스는 뉴알바니(New Albany) 지역에 있는 Giant Eagle과 Kroger에서 판매되고 있음. 케어 팜은 치매노인, 중증장애인, 자폐증 등 도움이 필요한 사람들에게 영농활동을 통해 치유와 재활을 병행할 수 있는 시설이며 치유농장으로도 불림

■ 진행

- 오하이오 주의 겨울은 흐리고 눈이 내리며 일조량이 부족하여 어느 작물이든 일 년 내내 재배가 어려운 상황임. 특히 상추처럼 민감한 작물은 겨울철만 되면 수확량이 줄어 근로자들에게 충분한 노동시간을 제공하지 못함. 상추는 보통 5주면 수확이 가능하지만 겨울철에는 10주로 늘어나고 곰팡이가 쉽게 발생함. 또한 상춧잎이 훨씬 얇고 색이 옅으며 크기도 작음
- 겨울철 수확량 증대 솔루션으로 온실 75%의 구역만 LED 조명 195개를 설치하여 하루 13시간씩 인공광원을 제공함

■ 결과

- 매출은 1월에만 전년동기 대비 80% 이상 늘었고 상추 색도 크게 개선되어 전체적으로 품질이 향상됐음. 대체로 겨울철에는 소매업체의 납품 물량을 축소하거나 제때 납품하지 못해 고객 관리에 어려움을 겪었지만 LED 조명 사용 후에는 여름철과 동일한 물량을 납품할 수 있어 안정적인 고객 확보가 가능해짐
- 전기요금은 월 1,500달러를 예상했지만 실제로 월 450달러가 부과돼 전기요금에 대한 부담은 덜었음. 근로자들에게도 충분한 노동시간을 제공할 수 있었음

사례 3 | 에너지 효율이 높은 조명 솔루션 필요

- 농장: South Mountain MicroFARM
- 위치: 메릴랜드 주(6138 Clevelandtown Road Boonsboro, MD 21713)
- 재배작물: 상추류(양상추, 로메인상추, 적상추, 청상추), 새싹채소, 케일, 아루굴라
- 솔루션: LumiGrow pro650e 조명 설치



■ South Mountain MicroFARM은 아쿠아포닉스 농장으로 LED 조명을 100% 사용함. 온실은 7,500ft2(약 211평) 규모이며 이 중 3분의 2는 Media beds(자갈 및 돌을 채워 넣은 형식), 수경재배기, 수직 선반을 활용해 잎채소를 재배하고 나머지 3분 1은 틸라피아(Tilapia) 탱크임. 아쿠아포닉스 농법은 물고기 양식(Aquaculture)과 수경재배(Hydroponics)의 합성어로 물고기와 작물을 함께 길러 수확하는 방식임

■ 진행

- 메릴랜드 주의 여름은 더위와 높은 습도로 1년 중 가장 농사가 힘든 계절임. 발열량이 적은 LED 조명이 메릴랜드 기후에 적합함. 이 농장의 온실은 환기가 되는 벽을 서향으로 지어 서쪽에서 동쪽으로 바람이 통해 실내 온도를 낮추고 열과 햇빛 차단을 위한 그늘막과 수직형 팬을 설치해 습도를 조절하고 있음

■ 결과

- 양상추는 40~50일 만에 수확이 가능해져 작물의 생산주기는 최대 33%까지 짧아짐. 보통 온실에서 양상추를 생산하면 짧게는 두 달, 길게는 세 달이 걸림. 짧아진 생산주기로 회전율이 빨라져 수확량을 늘릴 수 있었음

- 양상추의 생산주기를 55~60일로 늘린 후 포기당 중량을 재보니 40~60% 정도 더 늘었음. 레스토랑은 보통 중량을 기준으로 구매하기 때문에 더 적은 수량으로도 납품이 가능해 수익이 증가했음
- 새싹채소도 평소보다 2~3일 정도 빨리 수확이 가능해졌으며 수확량도 약 10% 증가했음
- 구름이 많고 흐린 날은 LED 조명을 계속 작동해도 발열량이 적어 작물에 피해가 없었음. 또 에너지는 다른 비슷한 규모의 온실과 비교해 75% 적게 사용하고 있어 에너지 효율이 우수한 것으로 나타남

바. 농장관리 소프트웨어(Farm Management Software)

1) 개념

- 농장관리 소프트웨어(이하 FMS)는 데이터 분석을 통한 농장관리 기술로 AI, IoT, 빅데이터 등을 활용해 농장의 의사결정을 지원하는 시스템임. 수확량 예측, 지역별 시장가격, 유통 등 농장 운영에 필요한 정보뿐 아니라 분석 및 컨설팅, 기상 정보 등의 서비스를 제공함. 이로 인해 생산성과 수익 증대, 농장 상황을 한눈에 파악할 수 있음

- FMS는 미국 농민들이 가장 구매하고 싶은 농업기술로 선정됨. 알파브라온이 2018년 농장주 1,490명을 대상으로 실시한 설문조사에 따르면 응답자의 34%는 1년 안에 FMS를 구매하겠다고 답변함. 컴퓨터가 아닌 도구(펜, 종이 등)를 사용하는 농장이 69%에 달해 아직까지 FMS의 보급률은 낮은 편으로 조사됨. 보급률이 낮은 이유는 고비용과 FMS에 대한 인식 부족 등으로 응답자의 10명 중 7명은 FMS 시스템을 모르거나 익숙하지 않다고 답변함. 또 채소 농장주 509명을 대상으로 한 조사에서도 FMS를 구입하겠다는 응답자는 49.1%로 나타남

2) 주요 업체



- 2014년 설립된 Granular는 클라우드 기반의 FMS 개발 및 운영 업체임. FMS를 통해 기후와 작물의 생육상태, 농산물의 유통 상황 등의 정보를 제공하여 농장주가 최적의 의사결정을 내릴 수 있도록 지원함. 이에 따라 농사에 큰 경험이 없는 농민들도 효율적으로 농장을 운영할 수 있음
 - Granular의 FMS는 Granular Business, Granular Agronomy, Granular Insight, AcreValue 등 4종류임. Granular Business는 수확량과 작물의 판매 소득을 예측하여 생산성과 수익을 증가시키는 솔루션을 제공함. Granular Agronomy는 토질과 과거 수확량 데이터, 현장의 기상조건 등을 파악하여 보다 정밀한 토양 정보를 제공함. 이 정보를 바탕으로 토양에 적합한 작물을 선택하고 파종 시기와 질소, 기상조건, 기타 변수를 분석하여 생산성 확대에 중점을 둔 맞춤형 솔루션을 제공함. Granular Insight는 위성을 통해 전체 작업을 모니터링하고 수확량 손실과 같은 문제를 예측하여 생산량을 극대화시킬 수 있음. AcreValue는 농장주 또는 토지 소유주들이 효율적으로 토지를 임대 또는 구매할 수 있도록 농지 부동산 정보를 제공하는 프로그램임
 - Granular의 모바일 앱은 농장 구성원 간의 데이터 공유와 의사결정 과정도 효율적으로 진행할 수 있게 지원함. 또 다른 지역의 농장주와 농사 관련 정보를 공유하거나 벤치마킹도 가능함. 모든 정보와 기록들은 프로그램에 자동 저장돼 언제든지 확인 가능함

3) 활용 사례

- FMS의 활용 사례는 Granular의 FMS를 도입한 농장들의 사용 후기임

사례 1	잠재 리스크 대비
	<ul style="list-style-type: none"> • 농장: Walnut Grove Farm
	<ul style="list-style-type: none"> • 위치: 켄터키 주 343 Sulphur Springs Rd Adairville, KY 42202
	<ul style="list-style-type: none"> • 재배작물: 대두, 밀, 보리, 호밀, 옥수수
	<ul style="list-style-type: none"> • 솔루션: Granular FMS

■ Walnut Grove Farm은 6세대째 운영 중인 켄터키에 있는 가족 농장으로 다양한 곡물류를 재배함. 대두는 식물성 기름과 바이오 디젤용이며 옥수수는 사료와 에탄올에 사용됨. 밀은 대부분 제과부문, 보리는 증류 및 양조산업, 사료에 이용됨

■ 사용 후기

- 이 농장은 농장 관리와 계약, 실시간 수확, 마케팅 전략에 Granular의 FMS를 사용하고 있음
- FMS의 수익 예측 기능을 활용하여 선물 가격, 계약한 수량 등을 추적하고 예상 매출액을 미리 파악하여 잠재 리스크에 대비할 수 있었음. 또한 Granular 모바일 앱을 통해 생산부터 수확, 판매까지 모니터링 할 수 있어 농장관리가 수월해짐
- 과거에는 농장주의 경험과 관행으로 판매시기를 결정했다면 현재는 FMS에서 제공하는 최소 손익분기점, 가격 동향, 트렌드 등 정보를 활용하여 최적의 판매시기를 선택함. 또 FMS는 실시간으로 수확 상황을 데이터로 제공해 바쁜 수확기에도 수확량을 빠르게 파악할 수 있음

사례 2	체계적인 인벤토리 관리
<ul style="list-style-type: none"> • 농장: Clete Inc 	
<ul style="list-style-type: none"> • 위치: 네브라스카 주(160527 Highway 71 Gering, NE 69341) 	
<ul style="list-style-type: none"> • 재배작물: 옥수수, 사탕무, 밀, 알팔파(Alfalfa), 가축 사육장 	
<ul style="list-style-type: none"> • 솔루션: Granular FMS 	

■ Clete는 다각농업(Diversified Farming)으로 운영되는 농장으로 옥수수, 사탕무, 밀, 알파파 등을 생산하며 가축 사육장을 운영함. 다각농업은 토지를 배분하여 여러 종류의 작물을 심거나 축산업을 병행하여 수익을 올리는 농업으로 재해나 단일 작물의 가격 저하로 인한 피해를 최소화하기 위한 농업 형태임

■ 사용 후기

- Clete는 그동안 농장주와 운영 관리자, 농업 전문가와 상의하여 재배면적을 결정했음. Granular의 FMS 사용 후 토양지도를 기반으로 토양에 적합한 작물 정보와 생산성 등을 파악하여 경작 계획을 세우고 있음
- Granular의 모바일 앱으로 실시간 인벤토리를 관리하고 있음. 현장 작업이 완료되고 납품 입력을 마치면 Granular의 인벤토리에 접속하여 현재 보관 중이거나 보유할 물품을 파악할 수 있음. 또 농장 작업자들이 모바일 앱을 이용해 물품을 입력하면 관리자는 컴퓨터에서 바로 확인이 가능해 업무 처리시간이 단축됨
- 과거에는 엑셀로 인벤토리를 관리하여 전적으로 직원들을 믿어야 하는 투명성 문제나 문자 메시지, 전화에만 의존했었음. 또 작업자들이 제때 입력하지 않거나 실수가 발생해도 오류를 잡는 데 시간이 걸렸음. 현재는 모바일 앱을 통해 책임 소재가 명확히 나타나고 오류도 즉시 포착되어 투명성과 업무 효율성이 향상됐음
- FMS는 현장에서 변수가 발생해도 유연하게 대응할 수 있었음. 과거에는 변수가 발생하면 전화나 문자메시지로 작업 변경을 확인하거나 지시를 내렸지만 이제는 모바일 앱을 이용해 변경 절차가 한결 수월해짐. 다만 작업자가 현장에 있는지 여부에 따라 대응이 다를 수 있음. 작업자가 현장 도착 전에 변수가 발생하면 FMS를 통해 작업을 변경하여 올바른 작업 순서를 모바일 앱에 표시함. 그러나 작업자가 이미 현장에 와있고 변수에 따라 다른 화학물질을 사용해야 한다면, 모바일 앱으로 먼저 변경한 다음 작업에 적용함. 이런 일련의 과정들은 관리자가 FMS를 통해 실시간으로 확인이 가능함

- 관리자는 모바일 앱으로 작업 계획을 공지하고 업무 완료 여부를 확인함. 또 작업자들의 하루 또는 월별 성과를 서로 비교할 수 있고 업무에 관한 의사결정도 효율적으로 진행함

사례 3	수익 증대를 위한 데이터 활용
• 농장: Running Lake Farms	
• 위치: 아칸소 주(27321 HWY 67 N Pocahontas, AR 72455)	
• 재배작물: 옥수수, 대두, 땅콩	
• 솔루션: Granular FMS	

■ Running Lake Farms는 아칸소 주에 위치한 가족 농장으로 1,200에이커 농지에서 옥수수와 대두, 땅콩을 재배함. 해마다 작물의 판매 시기가 일정하지 않아 때로는 빨리 판매하거나 때로는 늦은 판매로 시행착오를 겪으며 매년 불확실한 수익성으로 어려움이 있음

■ 사용 후기

- 이 농장은 Granular의 FMS 도입 후 어떤 토양에서 수확량이 증가하는지 파악되면서부터 경작 계획을 변경할 수 있었음. 경작 계획 변경은 FMS 사용 전에는 실행하기 어려웠지만 FMS의 정확한 분석으로 더 나은 마케팅 기회를 잡을 수 있었음
- 농장주는 FMS에 재정적인 부분을 추가해 필드당 생산원가와 작물당 수익성을 파악할 수 있었음. 또 FMS의 분석을 통해 농장의 개선점을 파악하여 비용이 절감되고 수익 창출의 기회도 얻을 수 있었음. 아울러 모바일 앱으로 매일 의사결정에 필요한 데이터를 실시간으로 확인하여 빠른 판단과 업무 효율성이 향상됐음

6. 미국 유통업계, 리테일 테크 활용 현황

가. 유통업계 동향

- 미국 유통업계는 리테일 테크(Retail Tech)의 발전을 통해 빠르게 변화되고 있음. 리테일 테크는 소매(Retail)와 기술(Technology)의 결합을 의미하는 신조어임. 기존 소매에 AI, IoT, 로봇, 빅데이터, 가상현실(VR), 증강현실(AR) 등 첨단기술들을 접목시켜 유통채널, 물류관리, 매장관리, 고객관리, 마케팅, 배송 등 다방면에서 활용되고 있음
- 온라인과 오프라인 유통채널에 첨단기술이 도입되면서 유통경로가 다각화되고 AI를 활용한 음성 쇼핑, 가상 쇼핑물 구현 등 다양한 서비스가 등장함. 온라인과 모바일 기기를 활용한 농산물 직거래는 보편화되었고 오픈마켓, O2O, B2B, B2C는 활성화되었음. 또 온라인 기반 음식 배달, 식재료 배달 등 중개 플랫폼 업체들도 급성장하고 있음. 최근에는 생산자가 최종 소비자에게 직접 판매하는 D2C(Direct to Consumer) 사업모델이 성장하고 있음. D2C는 제조업체가 유통 단계를 없애고 가격경쟁력을 위해 온라인에서 제품을 직접 판매하는 방식임
- 소비자들의 제품 구매가 오프라인에서 온라인으로 빠르게 전환되면서 무엇을 판매하느냐보다는 어떻게 판매하는지가 중요해져 브랜드보다는 경험이 우선시 되고 있음. 이에 따라 유통업계는 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, AI 기술을 활용하여 데이터를 수집하고 분석하여 고객에게 맞춤형 쇼핑 경험을 제공하고 있음
- 물류와 배송에도 AI, IoT, 로봇, 빅데이터 등 첨단기술이 활발히 적용되고 있음. 배달 트럭에 센서를 부착해 데이터를 수집 및 분석하여 최적화된 배달 경로를 구축할 수 있음
- 유통업계는 식품 안전에 대한 인식과 중요성이 부각되면서 블록체인 기술이

도입되고 있음. 블록체인 기술은 생산부터 유통, 소비에 이르기까지 모든 정보의 추적과 확인이 실시간으로 공유되고 즉시 대응이 가능해 식품의 안전성을 확보할 수 있음

- 대형 소매업체 Walmart, Kroger, Target 등은 로봇을 활용해 매장 관리의 효율성을 높이고 있음. Kroger, Albertsons, Sedano's, Stop & Shop은 자동화 물류시스템으로 도입함. 또 자율주행차량을 이용한 배송 서비스가 상용화됐으며 배달 로봇이 개발되어 테스트가 한창임

나. 정보통신기술(ICT)을 활용한 유통 시스템

1) 최첨단 자동화 기술 접목 '마이크로 풀필먼트(Micro-Fulfillment)' 센터

- 유통업계는 최근 자동화 창고관리 시스템인 마이크로 풀필먼트 센터(이하 MFC) 구축에 본격 나서고 있음. 이 시설은 온라인 주문 전용 물류센터로 도심지역에 소규모 창고를 신설하거나 자체 매장을 활용해 회전율이 높은 제품을 위주로 배송 속도를 높이는 효과를 보이고 있음. MFC는 좁은 공간을 최대한 활용할 수 있도록 효율적인 레이아웃과 AI, 로봇 등 첨단 자동화 기술을 접목함

- Target은 온라인 주문이 많은 도심지역을 중심으로 기존 매장의 재고 공간을 활용한 플로우 센터(Flow Center)를 운영하고 있음. 이 센터는 온라인 전용 소규모 물류센터이며 고회전 제품을 위주로 외곽에 있는 재고를 도심으로 이동시켜 빠른 배송 서비스를 제공하고 있음



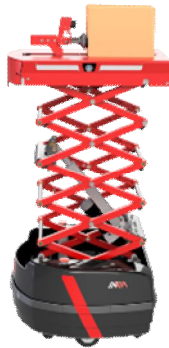
■ e그로서리 솔루션 업체 Takeoff Technologies(이하 Takeoff)는 창고 자동화 업체 Knapp와 손잡고 AI와 로봇을 활용한 하이퍼로컬 마이크로 풀필먼트 센터(Hyperlocal Micro-Fulfillment Center, 이하 HMFC)를 선보임

- 이 센터는 슈퍼마켓의 8분 1 크기이며 온라인 주문은 기존 온라인 플랫폼이나 Takeoff의 맞춤형 사용자 인터페이스 솔루션을 사용함. HMFC는 온라인 주문과 동시에 피킹기술이 적용된 로봇이 주문된 품목들을 토트(Tote)에 담아 직원에게 전달하는 시스템으로 운영됨. 직원은 취합된 제품이 맞는지 확인하고 봉투에 담아 픽업 장소에 있는 고객에게 전달하거나 매장으로 배송함. 온라인 주문 후 픽업까지 평균 30분이 소요되며 고객이 픽업 시간과 픽업 장소를 정할 수 있음
- 플로리다 기반 히스패닉계 슈퍼마켓 Sedano's는 지난해 11월 HMFC를 오픈해 현재 마이애미 지역에 위치한 14개 매장을 지원하고 있으며 센터 내 픽업 서비스를 제공함
- Albertsons는 기존 매장 내 5,000ft²~1만 ft²(약 140~281평) 크기의 HMFC를 운영하기로 Takeoff와 제휴함. 아직 센터의 위치는 발표되지 않았지만 대략 20~30개의 매장당 1개의 센터를 구축할 계획임
- 미국 유통업계 5위인 Ahold Delhaize는 HMFC 구축을 적극 추진하고 있음. 계열사 Stop & Shop와 Peapod의 온라인 업무를 자동화한다는 목적도 있지만 Amazon과 Walmart에 밀려 잠시 주춤하고 있는 Peapod의 서비스를 향상시켜 점유율 확대에 나선다는 전략임. 또 계열사 Food Lion과 Giant에도 점차 HMFC를 추가할 예정임

2) 물류 로봇 솔루션으로 지능형 물류 시스템 구축

■ 유통업계는 물류 로봇을 활용한 지능형 물류 시스템을 구축하고 있음. 물류 로봇은 노동력 감소와 비용 절감, 작업의 효율성을 올리고 주문 정확도와 회전율을 증진시킴. 최근에는 온라인 주문 전용 물류 로봇과 시스템이 등장하며 피킹부터 포장, 배송까지 일사천리로 진행되고 있음

- 비전과 센서 기술을 적용한 물류 로봇은 자율주행뿐 아니라 다양한 모양과 무게, 높은 선반에서도 제품을 집어 적재할 수 있으며 관리자가 실시간으로 작업 상황을 모니터링할 수 있음
- InVia Robotics(이하 InVia)는 로봇 피킹 시스템을 기반으로 한 물류 자동화 솔루션을 제공함. 이 솔루션은 주문 관리 소프트웨어와 가위형 리프트 로봇 GrabIt으로 구성됨. InVia의 장점은 구독 기반의 가격 책정으로 작업량에 따라 월간 또는 연간비용을 부과함. 이에 따라 소규모 업체들은 로봇을 구매하지 않고 필요한 만큼 사용할 수 있어 대형 유통업체를 상대로도 경쟁력을 갖출 수 있음. 또 기존의 물류창고 시설을 그대로 사용하여 추가 비용이 들지 않고 기존 시스템과도 연동이 잘됨
 - InVia팀은 고객의 기존 창고와 운영 데이터를 포함해 작업 환경에 대해 평가를 마친 후 작업에 적합한 자동화 설계를 작성하여 기존 시스템과 통합이 잘되는 로봇 피킹 시스템을 구축함
 - GrabIt은 창고에서 피킹, 보급, 반품, 재고파악 등 다양한 작업을 수행함. 크기는 25.5×26.1인치이며 박스를 위아래로 움직일 수 있는 리프트 기능을 갖춰 최대 8ft 높이까지 커버됨. 흡착방식으로 최대 40파운드의 토트를 옮길 수 있으며 핫-스왑(Hot-swappable)이 가능한 배터리를 사용해 논스톱으로 작업할 수 있음



- 온라인 달러 스토어 Hollar는 약 60대의 GrabIt을 배치하여 즉각적인 투자수익을 볼 수 있었음. 우선 효율적인 공간 사용으로 예전보다 생산성이 2배 이상 늘어났고 새 직원에 대한 교육은 보통 일주일이 걸렸지만 GrabIt은 2시간 만에 작업에 투입됨. 아울러 직원들의 피로도가 줄어 근무 환경이 개선됨. Hollar는 1년 이내로 생산성이 3~4배 이상 높아질 것으로 예상하며 성수기에는 로봇의 숫자를 120~160대로 늘릴 계획임
 - Rakuten Super Logistics는 평소 배송이 많은 휴가 시즌에는 인력을 두 배로 고용해 인건비 지출이 많았지만 로봇 도입으로 비용이 절감되고 배송 시간을 단축시킬 수 있었음
 - 온라인 의류업체 Tobi는 창고 운영의 효율성과 정확성을 갖춘 자동화 시스템이 필요해 InVia 솔루션을 도입함. 이후 주문 효율성과 정확성이 높아지고 자동화된 창고 업무로 고객 관리에 집중할 수 있어 고객 만족도도 향상됨
- Fetch Robotics(이하 Fetch)는 로봇과 소프트웨어로 구성된 주문형 창고 자동화 솔루션 제공업체임. 클라우드 로보틱스 플랫폼(Cloud Robotics Platform, 이하 CRP) 솔루션은 창고의 자동화 시스템부터 데이터 수집, 전체 통합 관리 서비스를 제공함
- Fetch는 다양한 자율이동로봇(VirtualConveyor AMR)을 보유하고 있음. 이 로봇들은 소형 박스부터 팔레트까지 운송이 가능하며 신속한 주문 처리로 작업의 효율성을 높이고 비용을 절감할 수 있음
 - 로봇들은 간단한 설정으로 바로 작업에 투입할 수 있음. 로봇에 와이파이를 연결하면 시설 매핑부터 시작함. 관리자는 속도, 작업 영역, 기본 경로, 대상을 설정하여 작업 지시를 내림. 작업 중 배터리가 부족하면 자동으로 충전소로 이동함

표 14 Fetch Robotics의 자율이동로봇 종류

Cartconnect+fetchcart	RollerTop	HMIShelf
		
<ul style="list-style-type: none"> - 창고 카트에 제품 적재 후 이동 - fetchcart는 최대 150lb 탑재 가능 - 초당 1.5m 이동 - 비전 시스템 및 센서 장착 - 모바일 플랫폼 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 컨베이어와 컨페이어 운송 담당 - 고정된 운반 장치에서 제품 전달 또는 수령 	<ul style="list-style-type: none"> - 고정 용량 카트 부착 - 소형 박스 최대 10개 운반 - 터치 스크린 방식 사용 용이
Freight500 & Freight1500		TagSurveyor
		
<ul style="list-style-type: none"> - 선반형 로봇으로 팔레트 운송 전문 500kg~1,500kg 이동 가능 - 1시간 충전 최대 9시간 연속 자동 가능, 고속 충전 가능 장착 - 8개 3D 카메라, 2개 LiDAR 센서 장착 - 360도 전 방향에 대한 측정 가능 장애물 감지 및 회피 기능 수행 		<ul style="list-style-type: none"> - 클라우드 로보틱스 플랫폼 기반 - 창고 및 공장 내 RFID 태그 이용 정보수집, 위치 지정, 재고 주기 계산 등 자동화 기능 - 재고 파악 및 손실 예방

※ 출처: Fetch Robotics

- 물류서비스 업체 RK Logistics는 창고를 30만 ft2(약 8,431평)으로 확장시켜 증가된 처리량을 향상시킬 수 있는 방법으로 Fetch의 CRP 솔루션을 도입함. 이 솔루션에는 로봇 2대(HMIShelf, Freight1500)와 충전 스테이션, Fetchcore 차량 관리 소프트웨어가 포함됨. Freight1500은 부품 이동 작업에 투입되어 6개월간 4,500건의 자율운송을 완료함. 결과적으로

전체 작업 시간은 줄고 처리량이 증가됨. 또 개별 항목당 비용이 절감되어 고객에게도 비용 부담을 줄일 수 있었음

- 고객 맞춤형 프레임 제작업체인 Framebridge는 10만 ft²(약 2,810평) 크기의 시설에 주문형 자동화 시스템 구축을 위해 로봇(CartConnect, TagSurveyor)을 도입함. 그동안 생산 라인 간의 자재 배달은 사람이 수동으로 하루 40번을 왕복함. 한 곳에서 이동이 늦어지면 다른 라인 작업이 중지돼 전체적으로 작업이 지연됐음. 현재 로봇은 프레임이 완성되면 품질 관리 단계를 거쳐 포장 및 출하 지역까지 자동으로 운송해 생산성이 70% 향상됨. 또 TagSurveyor는 하루에도 몇 차례 재고를 조사하여 고객이 보낸 개인용품(사진, 학위, 그림 등)에 문제가 없는지 실시간으로 모니터링 함. 로봇 투입 후 3개월 만에 투자금을 회수할 수 있었음

- Kroger는 Ocado의 Customer Fulfillment Center(이하 CFC)를 도입하여 물류 자동화 시스템을 구축하고 있음. Kroger는 CFC를 ‘Shed’라고 부르며 오하이오 주 먼로(Monroe)에 첫 센터를 건설 중임. 최근 추가 센터 설립 지역으로 플로리다 중부와 동부 연안으로 확정하고 향후 3년 동안 20개 지역으로 Shed를 확대할 예정임

- 영국 온라인 소매업체 Ocado는 물류 자동화 솔루션 Ocado Smart Platform(이하 OSP)을 개발하며 ICT 기업으로 사세를 확장함. OSP는 온라인 소매업체 전용 물류 솔루션으로 AI, 군집로봇, 빅데이터, 클라우드, IoT 등 첨단기술을 적용해 기존의 복잡한 유통구조를 ‘주문 접수→CFC→배송’으로 단순화시킴. 현재 Ocado는 신선 농산물 전용 로봇 개발과 자율주행 배송 트럭을 테스트 중임

3) 식품 안전에 블록체인 기술 적용 본격화

- IBM은 2018년 10월 블록체인 기술을 적용한 ‘Food Trust’를 출시하여 현재까지 50만 건 이상의 식품정보 조회 서비스를 제공함. Food Trust는 생산에서부터 매장, 식탁까지 식품의 전체 이력과 현재 위치를 단 몇 초 만에 파악할 수 있어 식품 공급망 전체에 투명성과 안정성이 강화됨. 소비자도 제품에 부착된 QR 코드로 생산과 유통 정보를 바로 확인할 수 있음.

소매업체는 제품 추적에 소요되는 시간 및 비용이 획기적으로 단축됨. 현재 Nestle, Tyson Foods, Dole, McCormick, Unilever 등 대형 식품업체와 Walmart, Albertsons, Kroger 등 대형 소매업체, McLane, Golden State Foods(이하 GSF) 등 대형 도매업체, Driscoll's 등이 Food Trust를 사용하고 있음

- GSF는 1947년 설립된 대형 도매업체로 미국을 포함한 5개국에 있는 12만 개의 레스토랑에 육류, 농산물, 유제품 등을 유통하고 있음. 캘리포니아 주 어바인(Irvine)에 본사가 있으며 미국에는 6개 제조시설과 20개의 유통센터를 보유함. GSF는 Food Trust를 활용해 납품되는 소고기 패티 박스에 RFID 태그를 부착하고 센서를 통해 유통 단계별로 제품의 이동상황, 경로, 온도, 유통기한 등을 동시에 확인하고 있음
- Driscoll's는 베리류의 짧은 유통구조 개선을 위해 AI, IoT, 블록체인 등 첨단기술을 적극 활용하고 있음. Driscoll's는 수년간 진행한 묘목 테스트와 수집된 방대한 데이터를 AI로 분석하여 생산 단계를 줄이고 제품의 출하시기를 앞당길 수 있었음. 또 수백 대의 배달 트럭에 GPS를 탑재해 위치와 온도, 습도 데이터를 수집함. 만일 트럭 내 냉각시스템에 문제가 생겨 온도가 상승하면 경보가 울리고 운전사는 과일이 상하기 전에 조치할 수 있음
- Microsoft와 Amazon Web Service도 지난해 말 블록체인 서비스를 선보임. Microsoft는 최근 Starbucks와 손잡고 '원두에서 컵까지(Bean to Cup)' 프로그램을 발표함. 이 프로그램은 Microsoft의 Azure 블록체인 기술이 활용되며 커피 재배자가 원두를 발송하는 순간부터 Starbucks 매장에 도착하는 기간까지 원두의 유통과정을 추적할 수 있음

다. 식품 매장의 ICT 활용 동향

1) 주요 소매업체가 사용하는 첨단기술



- Walmart는 2017년 Store No. 8이라는 조식을 신설해 기술 인큐베이터를 구축함. Store No.8은 오프라인 매장에 적용할 혁신 기술을 개발하고 스타트업을 양성하는 역할을 담당함

- 최근 뉴욕 주 롱아일랜드(Long Island)에 있는 네이버후드 마켓에 첨단기술을 접목한 Intelligent Retail Lab을 오픈함. 매장에는 스마트 선반 기술과 연동된 수천 개의 카메라와 센서가 설치되어 실시간으로 제품의 재고와 가용성에 대한 데이터를 수집함. 대형 분석 센터는 수집된 데이터를 통해 직원에게 제품을 보충할 시간을 정확하게 알려줌. 매장에는 고객용 키오스크가 곳곳에 설치되어 있고 Endless Aisle 서비스를 제공함. Store No. 8이 진행하는 이번 프로젝트는 직원의 업무 편의에 초점을 맞춰 고객 서비스에 집중하자는 취지임



- 새롭게 재단장한 매장에는 Endless Aisle 서비스를 도입함. 이 서비스는 진열대와 진열대 사이에 인터랙티브 디스플레이를 설치해 매장 진열대의 공간적 한계를 해결하고 제품에 대한 정보를 제공함. Endless Aisle에 있는 제품을 보고 고객이 구매를 원하면 직원이 창고에서 제품을 가져옴. 만일 매장에 제품이 없다면 인터랙티브 디스플레이를 통해 주문할 수 있으며, 2일

후 픽업이나 집으로 배송 받을 수 있음

- 올해 4월부터 구글 어시스턴트를 통해 음성 주문(Walmart Voice Order) 서비스를 시작함. 음성 주문 후 픽업은 2,100개 매장에서 가능하며 배송 서비스는 800개 매장에서는 가능함
- 지능형 식품 관리 시스템인 Eden을 운영 중임. AI 기술이 적용된 Eden은 신선 농산물을 농장에서 매장까지 관리하여 식품 유통기한을 예상하고 음식물 쓰레기 발생을 줄이는 시스템임. Eden의 데이터베이스에는 식품의 품질 규격과 100만 장 이상의 이미지가 입력돼 실시간으로 신선 농산물의 상태를 모니터링하고 유통기한이 촉박한 제품은 빠르게 소비되도록 직원이 선반 진열을 변경함. 월마트는 배달 트럭에 센서를 부착해 운송 중 온도 변화를 체크하여 신선도에 문제가 생기면 더 손상되기 전에 가까운 매장으로 유통 경로를 변경함



■ Kroger는 디지털 선반 EDGE(Enhanced Display for Grocery Environments) 시스템을 구축하고 있음. IoT 센서가 연결된 EDGE는 디지털 화면을 통해 실시간으로 광고, 영양정보, 가격, 쿠폰 등의 정보를 제공하며 고객이 제품을 빠르게 찾을 수 있도록 지원함. 예를 들면 고객이 모바일 앱에서 '시리얼 중 설탕이 가장 적은 제품을 보여달라'고 하면 진열된 디지털 선반에 기호가 표시되어 제품을 바로 확인할 수 있음. 아울러 할인 품목은 가격표의 색상을 달리해 주변 제품과 확연하게 구분됨. Kroger는 EDGE 사용으로 매장 운영의 효율성을 높일 뿐 아니라 디지털 화면에 광고를 게재할 수 있어 수익도 창출됨. 또 LED 광원을 사용하고 있어 전기 절감 효과까지 얻고 있음. 현재 시애틀과 신시내티 등 17개 매장에서 시험운영 중이며 올해 130개 매장으로 확대할 예정임

- 지난해 3월부터 시작된 빠른 결제 시스템 Scan, Bag, Go 서비스를 400개 매장으로 확대함. 이 시스템은 매장에 비치된 스캐너나 모바일 앱을 사용해 제품을 스캔하고 쇼핑이 끝난 후 매장 밖으로 나가면 앱에 등록된 고객

계정에서 자동으로 결제됨. 만일 스캔한 제품을 다시 선반에 되돌려 놓으면 해당 제품은 자동으로 제외됨. 매장 내 셀프 계산대에서도 스마트폰으로 결제가 가능함

Walgreens

- 대형 약국 체인 Walgreens는 올해 초부터 IoT, AI 기술이 접목된 스마트 쿨러를 테스트 중임. 스마트 쿨러의 문은 디지털 디스플레이 형태로 제품 진열과 가격, 홍보영상을 자유롭게 송출할 수 있음. 할인 품목은 노란색 바탕에 검정색으로 가격을 표시해 가시성이 뛰어남. 또 실시간으로 판매 및 트래픽 수를 체크할 수 있으며 재고가 부족하면 직원에게 알림. 스마트 쿨러의 손잡이에 부착된 카메라가 고객의 얼굴과 구매 제품을 촬영하면 AI 시스템은 고객의 연령과 성별을 감지하고 계절, 시간, 날씨 등을 고려해 분석함. Walgreens는 분석된 정보를 통해 소비자 인사이트 전략 구축에 사용함. 뉴욕, 시카고, 샌프란시스코에 위치한 7곳 매장에서 시험운영 중임



2) 소매업체 '로봇 직원' 투입 증가

- 대형 소매업체들이 로봇을 투입해 매장 관리의 효율성을 향상시키고 있음. 매장에 투입된 로봇은 Tally, Marty, Bossa Nova Robot, Auto-C 등이며 직원들의 단순한 반복업무를 대체하고 고객에 대한 데이터를 수집하고 있음

- Walmart는 AI 기술이 적용된 로봇과 자동화 시스템을 배치하여 재고관리, 물품 하역, 청소, 픽업 스테이션으로 활용하고 있음



사진 왼쪽부터 Auto-S, Auto-C, Fast Unloader, Pickup Tower

- Bossa Nova Robot에서 개발한 Auto-S는 선반을 스캔하여 재고 파악, 선반 진열 상태, 가격표 등을 체크하고 데이터를 수집함. 현재 50개의 매장에서 사용 중이며 350개 매장으로 확대할 계획임
 - Auto-C는 바닥 청소용 로봇으로 약 1,500개 매장에 배치될 예정임. 이 로봇은 26인치 바닥 청소용 솔이 부착되어 매장을 이동하며 오염 물질을 제거하고 바닥을 윤기 나게 닦아주도록 프로그래밍되어 있음
 - Fast Unloader는 하역 작업을 담당하는 자동화 컨베이어 시스템으로 1,200대가 설치될 예정임. 제품들이 컨베이어 벨트를 따라 트럭 밖으로 이동되면 바코드 스캐너가 레이블을 읽어 보관할 위치에 따라 자동으로 분류함. 2,000~3,000개 품목의 하역 시간은 기존 평균 3.5시간이 소요됐지만 Fast Unloader 사용 후 2시간 안에 작업이 완료됨
 - Pickup Tower는 온라인 주문 전용 픽업 스테이션으로 약 900개가 설치됨. 직원은 온라인으로 주문된 제품을 포장하여 Pickup Tower에 비치하면 주문한 고객에게 알림 서비스가 제공됨. 고객은 매장에 있는 Pickup Tower에 가서 구매한 물건을 찾으시면 됨
- Marty는 Badger Technologies사가 개발한 로봇으로 매장을 순찰하며 잠재적인 위험 요소를 예방하고 선반 스캐닝 기능을 갖고 있음

- Marty는 이미지 캡처 기술을 활용하여 매장 바닥에 액체나 분말이 떨어져 있거나 통행에 방해되는 위험물, 재고가 없는 제품을 파악하여 관리자에게 알림. 또 Badger Technologies팀은 Marty가 수집한 데이터를 보고서로 작성하여 담당자에게 전달함
- Ahold Delhaize는 계열사 슈퍼마켓 Giant Food, Martin's, Stop & Shop 등 172개 매장에서 Marty를 사용 중이며 올해 상반기에 500개 매장으로 확대할 계획임. Giant Food 관계자에 따르면 Marty는 실시간 위험 요소를 예방하고 문제가 발생하면 신속히 해결하여 매장 운영에 많은 도움이 되고 있음

■ Simbe Robotics가 개발한 Tally는 선반관리 및 재고분석 로봇으로 Target, Giant Eagle, Schnuck Markets, Market District 등에서 사용 중임

- Tally는 10대 이상의 카메라가 설치되어 바닥부터 선반까지 이미지를 촬영하고 AI 기술이 모든 각도에서 선반을 분석함. 하루 3차례 매장을 돌며 재고 부족, 품질, 프로모션 이행 여부, 제품 위치, 가격표 등을 확인함. 만일 제품 보충이 필요하거나 잘못된 가격표가 발견되면 직원에게 알림. Tally에는 머신러닝 기술이 적용돼 어느 선반에 있는 제품의 판매율이 높은지 추적하여 실시간 재고관리를 최적화할 수 있음
- Tally는 매장마다 약간 차이는 있지만 시간당 1만 5,000~3만 개 제품을 체크할 수 있으며 매장 크기, 제품 수, RFID 사용 여부에 따라 월별로 요금이 책정됨

3) 자율주행차량 배송 서비스 상용화 및 자율주행 배송 로봇

- Kroger는 최근 텍사스 주 휴스턴(Houston) 지역에 있는 Kroger 매장 2곳에서 자율주행차량 배송 서비스를 상용화함. 이 서비스는 지난해 8월부터 애리조나 스코츠데일(Scottsdale)에서 연구와 시험운행을 진행해 수천 건의 배송을 성공적으로 완료했음. 자율주행차량은 센서와 카메라를 장착한 Nuro의 Custom Vehicle R1과 배달에 맞게 개조된 Toyota의 Prius가 사용되며 시간당 25마일 속도로 운행함. 배송 차가 도착하면 고객은 비밀번호 또는 생체인식 시스템을 통해 신원 확인 후 제품을 꺼낼 수 있음

- Amazon은 올해 초 자율주행 배송 로봇인 Scout을 공개하며 주행 테스트에 들어감. 이 로봇은 6개 바퀴가 달린 박스 형태로 사람 보행과 비슷한 속도로 이동함. 워싱턴 주 스노호미시 카운티(Snohomish County)에서 6대 로봇이 시험운행 중임
- FedEx는 올 2월에 자율배송 로봇인 SameDay Bot을 공개함. 소매업체의 당일 배송 서비스를 목적으로 개발되었으며 Walmart, Target, Walgreens 등과 협력해 올 8월에 시험운행을 할 예정임. SameDay Bot의 가장 큰 특징은 계단을 넘어갈 수 있음. 최대 100파운드까지 운반이 가능하며 최대 속도는 시간당 10마일임
- 스타트업 Kiwi가 제작한 Kiwibot은 2017년부터 대학 내 학생, 교직원을 대상으로 음식 배달 서비스를 제공함. 현재까지 150대가 넘는 로봇들이 3만 개가 넘는 배송 실적을 기록함. 사용 방법은 모바일 앱에 주문할 음식을 선택하고 GPS 좌표를 사용하여 정확한 배송 위치를 선택함. 기다리는 동안 앱을 통해 배달 과정을 라이브로 볼 수 있음. Kiwi는 최근 하버드와 MIT를 포함한 15개 대학으로 서비스 확대 계획을 발표함
- Starship은 Starship Technologies의 배송 로봇으로 올해 초부터 조지 메이슨 대학(George Mason University) 학생과 교직원 등을 대상으로 음식 배달 서비스를 시작함. 로봇은 반경 4마일 이내 물건을 운반할 수 있고 보행자 속도로 최대 20파운드까지 적재할 수 있음. 현재 거래처는 Starbucks, Blaze Pizza, Dunkin' 등이며 배송료는 건당 1.99달러임
- Walmart는 2018년 7월 자율주행차량 업체 웨이모(Waymo)와 계약을 맺고 애리조나 피닉스 지역을 대상으로 픽업 서비스를 시험운영하고 있음. 고객은 온라인 주문한 뒤 자율주행차량을 타고 해당 매장을 방문해 주문한 제품을 픽업할 수 있음



사진 위 Nuro의 Custom vehicle R1(왼쪽)과 Amazon의 Scout
 사진 아래 FedEx의 SameDay Bot(왼쪽), kiwi의 kiwibot, Starship Technologies의 Starship

4) 가상현실(VR) 기술 도입

- Walmart는 최근 VR 소프트웨어 업체인 Spatialand를 인수해 가상현실에서 주문하면 온라인 주문과 마찬가지로 집으로 배송되는 시스템을 테스트 중임. 또 직원 교육 프로그램에도 VR 기술을 도입함. 지난해 10월부터 미국에 있는 모든 매장에 총 1만 7,000대의 VR 헤드셋을 배포하여 전 직원에게 동일한 수준의 교육을 제공하고 있음. 직원은 헤드셋을 착용한 후 컨트롤러의 버튼을 누르면 VR 화면에 월마트 매장이 나타나고 계산, 제품 분류, 픽업 서비스, 규정준수 등 분야별로 실제 상황처럼 느끼게 교육을 받을 수 있음
- Walgreen과 Safeway는 InContext Solutions와 손잡고 VR 기술을 활용해 고객의 행동 분석과 매장 레이아웃을 최적화시키는 테스트를 진행 중임. InContext Solutions가 개발한 소프트웨어 ShopperMX는 제품 카테고리 구성뿐 아니라 선반 배치, 매장 레이아웃, 제품 포장 디자인 등을 VR로

가시화하여 매장관리의 효율성을 높이는 플랫폼을 제공함. 또 히트맵(Heat Map)을 통해 고객의 반응을 미리 분석할 수 있음. InContext Solutions에 따르면 소매업체와의 테스트 결과, 매장 레이아웃과 선반의 배치 변화로 카테고리별 매출이 7%, 자체 브랜드 제품 매출은 14% 증가하는 것으로 나타남

5) 스마트 매장의 확산

- 최초의 스마트 매장 Amazon Go는 AI, IoT 등 첨단기술이 접목된 무인 매장임. 제품을 들고나오면 모바일 앱을 통해 자동으로 계산되고 구매 후 10분 이내로 결제 내용과 매장에 머무른 시간을 이메일로 알려줌. 매장은 시카고(4)와 뉴욕(1), 샌프란시스코(4), 시애틀(4) 등 총 12곳이며 올해 말 LA에 1호점을 오픈할 예정임
- Walmart는 계열사 Sam's Club의 첫 무인 매장 Sam's Now를 운영 중임. 지난해 11월 댈러스(Dallas)에 오픈했으며 Scan-and-Go 시스템을 도입해 고객 스스로 제품을 스캔하고 매장을 나갈 때는 QR코드를 스캔하여 결제를 완료함
- Kroger는 올해 초 Microsoft와 손잡고 Connected Store를 오픈함. 이 매장은 현재 오하이오 주 먼로와 워싱턴 주 레드몬드(Redmond) 등 2곳에서 테스트 중임. 고객은 미리 모바일 앱에서 작성한 쇼핑목록을 갖고 매장에 도착하면 앱에서 해당 제품의 위치를 알려줘 쇼핑 동선을 최적화할 수 있음. 스마트 선반과 Scan, Bag, Go 시스템을 사용함

7. 애그테크를 활용한 농업의 미래(전문가 의견)

■ Brett Scotto(Aimpoint Research CEO)

“첨단기술은 농업의 변화를 이끌고 있다. 농업은 앞으로 하나의 산업에서 두 방향으로 구분되는 시장을 보일 것이다. 하나는 대형 수직농장과 다른 하나는 소비자화 직거래하는 틈새시장을 공략하는 소규모 농장이다. 또 많은 식품회사와 유통업체들이 소비자에게 맞춤형 서비스 제공에 초점을 맞추고 있다. 생산을 담당하는 농장에서부터(예를 들면 유기농, NON-GMO 등) 맞춤형 서비스가 시작된다. 앞으로 소매업체가 농장 운영 방식에 더 많은 압력을 행사할 것으로 보인다. 아울러 농업의 첨단기술 도입으로 이전 세대와 달리 고학력의 젊은이들이 농장으로 돌아올 것이다.”

■ Itay Miyara(Grofit CEO-IoT 솔루션 개발업체)

“소규모 농장일수록 IoT 접목이 주요 성장 엔진이다. IoT 기술 도입은 작물의 수확량을 최대화하고 새로운 품종을 개발해 재배자의 이익을 증가시킬 수 있다. 우리는 이미 지난 5년 동안 5개국에서 테스트한 결과로 수확량은 20%, 비용 절감(비료와 물) 20%, 수익도 20% 증가했다. 소규모 농장일수록 우선적으로 온도, 토양, 관개 등에 센서의 수를 늘려 체계적인 데이터 관리부터 시작해야 이익을 극대화할 수 있다”

■ Josh Lessing(Root AI CEO-실내농업용 로봇 자동화 솔루션 개발업체)

“미래에는 로봇이 대형 수직농장에서 365일 일하는 모습이 흔해질 것이다. 농장에서부터 발생할 수 있는 질병을 관리하는 것이 중요하다. 사람이나 로봇으로 수확해도 바이러스, 병충해 등의 원인이 될 수 있어 앞으로는 세척이 가능한 로봇으로 작물을 안전하게 재배할 수 있어야 한다.”

■ Neil Mattson(Cornell University Plant Science 교수 및 실내농업 권위자)

“LED 기술에 정체가 올 것이다. 현재의 LED는 2014년 대비 40% 더 에너지

효율성이 높다. LED는 지속적으로 개선되고 있으나 점차 개선 속도는 늦춰지게 될 것으로 보인다. 이는 주어진 빛 파장에서 생성할 수 있는 빛의 양이 한정되어 있기 때문이다. 2022년에는 지금보다 에너지 효율이 40%나 더 높은 인공광원이 있을 거라고 생각하지 않는다.”

■ Lance Donny(OnFarm CEO-농업 IoT 플랫폼 업체)

“나는 IoT가 단순히 농업에만 사용되는 것이 아니고 더 광범위한 것이라고 생각한다. 예를 들어 캘리포니아가 가뭄에 시달리고 있다고 가정해보면, 어떻게 하면 농부들이 물을 가장 효율적으로 사용할 수 있도록 도울 수 있을까? 이렇게 물 부족 상황에서, 사용 가능한 물을 적절한 시기에 잘 사용하면 작물을 살릴 수 있을 것이다. 분석 과정은 이런 점에서 도움이 될 수 있다. 농부가 실제로 장치를 켜고 장비를 관리하여 작물이 정확히 필요한 시기에 필요한 만큼의 물을 얻을 수 있도록 도와준다. 단순한 데이터 수집이 아니라 훨씬 광범위한 것이다. 앞으로 농업에 최첨단기술이 계속 도입되어 해충에 대한 저항력을 극대화하고 부패를 최소화할 뿐만 아니라 지역 주민의 기호에 맞게 과일과 채소를 재배하는 세상이 올 것이다. 또 방부제 및 기타 인공 향료가 필요 없도록 식품 공급 체인과 성분 목록이 간소화될 것이고 세계적인 영양실조율이 감소할 것으로 예상된다. 아울러 정부의 적극적인 지원이 필요하다. 실내 수직농장은 비용 효율을 높이기 위해 저렴한 전기 요금에 의존하고 있어 전력비용 보조금이나 다른 개발에 세제 혜택을 제공하면 농장의 발전을 도울 수 있다. 또 정부는 가난 지역에서 신선 농산물의 유통을 지원할 수 있고, 시민들에게 건강한 식생활의 이점에 대해 교육할 수 있다.”

■ esse Vollmar(FarmLogs CEO-농업 데이터 분석 업체)

“농장은 데이터 분석으로 40파운드의 질소 비료를 투입해 에이커당 30부셀을 더 늘릴 수 있는 기회가 있다면 더 나은 의사결정과 위험관리를 효과적으로 할 수 있다. 앞으로 10년 동안의 기술 개발은 예측 기반 분석으로 농업 전 과정의 자동화가 실현돼 효율적인 농업 시스템을 갖출 것이다.”

[2019년 해외 이슈조사 보고서]

미국 스마트농업 및 IT시스템을 활용한 농작물 재배현황 및 관리

보고서 기획 : 한국농수산물유통공사 뉴욕지사

발행 일 : 2019년 9월

발행 처 : 한국농수산물유통공사 수출정보부

주 소 : 전라남도 나주시 문화로 227

* 본 자료는 한국농수산물유통공사 KATI 농식품수출정보 홈페이지(www.kati.net)에서 보실 수 있습니다.

* 본 자료에 실린 내용은 한국농수산물유통공사의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

* 본 자료집의 내용은 출처를 명시하면 인용할 수 있으나, 무단전제 및 복사는 법에 저촉됩니다.

