

자율주행 농기계 기술 동향 Technology Trend on Autonomous Agricultural Machinery

김연태 · 김용현 · 백승민 · 김용주

Yeon Tae Kim, Yong Hyeon Kim, Seung Min Baek, and Yong Joo Kim

1. 서 론

자율주행이라는 단어를 접하게 되면 대부분의 사람들이 도로에 다니는 ‘자동차’에 대한 자율주행을 많이 생각하게 된다. 이는 자동차를 실생활에서 가장 쉽게 접할 수 있으며, 글로벌 자동차 기업들이 자율주행 기술에 집중하고 있기 때문이다.

하지만 근래에 들어서 운송수단 목적의 자율주행 시스템 외에도 농업 분야에서의 자율주행에 대한 관심도도 상당히 증가하고 있다. 이는 전 세계 인구 증가에 따른 농작물 생산성 향상과 농업분야 고용 인구 감소가 지속되고 있기 때문이며, 이에 따른 농업 자율주행 시스템의 필요성이 지속적으로 증가할 것으로 예상되고 있다.

UN 인구 기금이 공표한 세계 인구 전망에 따르면 전 세계 인구는 2021년 12월 기준 79억 1243만 명이지만 2057년 정도가 되면 100억 명에 달할 것으로 예측하고 있다.¹⁾

Table 1 전세계 인구 전망

연도	전세계 인구
2020	7,794,798,739
2025	8,184,437,460
2030	8,548,487,400
2035	8,887,524,213
2040	9,198,847,240
2045	9,481,803,274
2050	9,735,033,990
2057	10,038,871,455

이에 GAP (Global Agriculture Productivity) Report에서는 100억명의 사람들을 위한 식량 수요는 2010년 대비 2022년 20% 증가하여 2050년에는 두배 증가할 것으로 예상이 되고, 이를 위해서 농업 생산량은 매년 1.73% 씩 증가가하는 것이 필요하다고 예상하고 있다.²⁻³⁾

2020 GLOBAL AGRICULTURAL PRODUCTIVITY INDEX

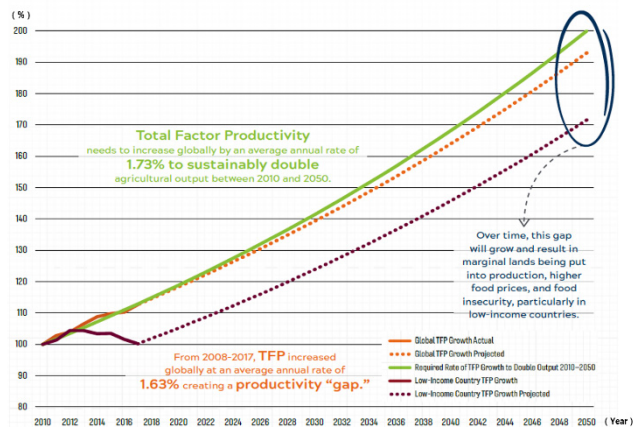


Fig. 1 세계 농업 생산성 지수

이에 따라 세계 각국은 식량부족 우려에 식량증산정책을 추진하고 있으며, 농업분야 고용인구가 감소됨에 따라 식량 생산 효율성을 높여야 하는 실정이다. 이를 해결할 수 있는 가장 핵심적인 방안은 농기계의 자율주행 기술로 글로벌 선진사들은 자율주행 기술 개발에 박차를 가하고 있다. 이에 선진 농기계 제조회사의 현재 자율주행 농기계 기술 동향과 시장성을 살펴보고자 한다.

2. John Deere - Fully Autonomous Tractor

CES 2022 에서 글로벌 No.1 농기계 기업인 존디어(John Deere)는 자율 농업 패키지를 공개하였으며,⁴⁾ 존디어에서 제시한 농기계 자율주행을 이루기 위한 주요 기술 및 시스템 구성은 다음과 같다.

- Six Stereo Cameras
 - ▶ 6쌍의 카메라 트랙터에 장착
- 360 Degree Obstacle Detection
 - ▶ 6쌍의 카메라를 활용하여 트랙터 주변의 사물 감지
- Trained on 50M Images and Growing
 - ▶ 5천만개 이상의 이미지에 대한 학습 수행
- AI & Machine Learning

- ▶ NVIDIA 프로세스 사용한 환경 인지 알고리즘 수행
- Real-Time Data Sharing
 - ▶ 제어기 및 서버와의 실시간 데이터 공유
- Remote Monitoring & Management
 - ▶ 작업자가 휴대기기로 모니터링 및 원격 제어 수행

존디어의 농기계 자율주행 시스템은 6쌍의 스테레오카메라를 장착하여 이미지를 포착하고, 약 100 ms 안에 각 픽셀을 분류하는 심층신경망(Deep Neural Network, DNN)을 통과하여 물체의 거리를 계산하며, 360도 주변으로 약 45 feet ~ 90 feet 사이의 장애물을 감지 할 수 있다고 한다. 또한 이미 5천만개 이상의 이미지에 대한 기계 학습을 수행하여 NVIDIA 프로세서를 통해 실시간 환경인지가 가능하다고 한다.

또한, CES 2022에 선보인 기술은 스테레오 카메라만 적용하였지만, 향후 라이다, 레이더, 초음파 및 기타 기술을 사용하여 작물 재배와 같은 농작업을 수행하는 계획을 갖고 있다. 이에 2021년에는 Bear Flag Robotics 라는 농업 기술 스타트업을 인수하기도 하였다.⁵⁾

나아가 사람이 직접 트랙터 운전석에 탑승하지 않고 스마트폰을 활용하여 직접 제어를 할 수 있는 원격제어 시스템을 구축하였다. iPhone 및 Android 휴대폰에서 John Deere Operations Center Mobile 앱을 통해 현장운영 및 장비의 원격 제어를 수행할 수 있다. 예를 들어 앱을 통해 연료가 얼마나 남았는지, 기계가 작동된 시간과 유희상태 그리고 연료 상태를 확인이 가능하다. 트랙터의 연료가 부족하여 급유가 필요한 경우 앱을 통해 로봇 청소기가 충전시스템으로 돌아가듯이 트랙터도 현장에서 미리 설정한 목적지로 이동하여 연료를 보급할 수 있다고 한다.

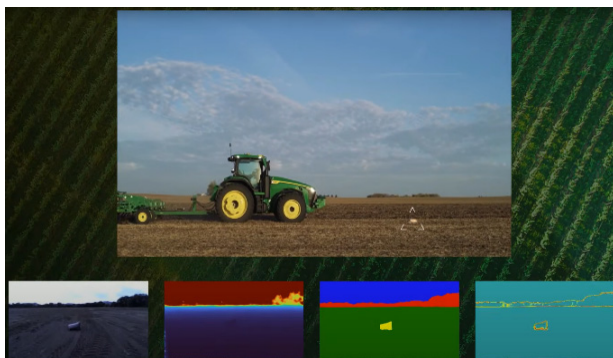


Fig. 2 존디어 이미지 프로세싱

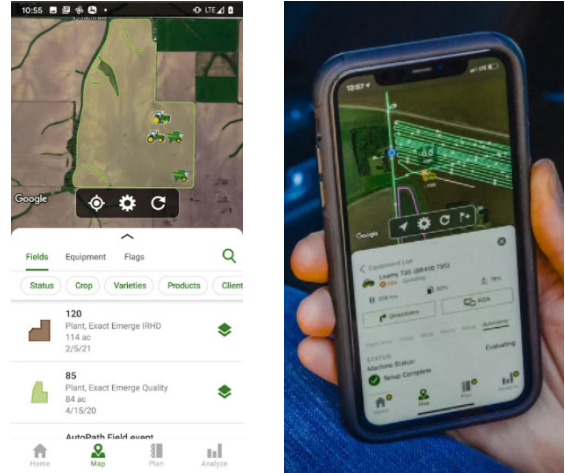


Fig. 3 스마트폰을 활용한 트랙터 제어

John Deere Operations Center 에서는 실시간 비디오, 이미지, 데이터, 지표에 대한 접근을 제공하고 기계 상태의 문제가 발견되면 원격 알림을 보내 작업자가 문제를 확인할 수 있는 서비스를 24시간 연중무휴로 제공할 예정이다. 이 외에도 보안 기능을 구축하여 트랙터와 스마트폰 사이의 데이터를 암호화하였고 트랙터의 수많은 제어 시스템에도 보안 기능을 구축하였다고 한다.

이와 같이 세계 농기계 시장의 가장 두각을 보이는 존디어의 기술 발표를 통해 향후 펼쳐질 미래의 농기계 자율주행 트렌드와 나아가야 할 방향성을 예견할 수 있다. 다음으로는 2045년까지 농기계 자동화 부분의 성장성을 각 시장별로 살펴보고자 한다.

3. Scouting the Autonomous Agricultural Machinery Market

농기계 자동화 부분의 성장성은 Fraunhofer 연구협회와 Kleffmann Group 이 공동으로 연구한 자료를 통하여 확인할 수 있다. Fraunhofer 연구협회는 독일의 정부출연 연구기관으로 국립 연구소이자 유럽 최대의 응용 연구개발 조직이고, Kleffmann Group 은 농업 시장 조사 서비스의 선두 제공업체로 농업 기계, 작물 보호, 비료, 종자 등에 대한 핵심 정보 제공한다.

Fraunhofer 연구협회와 Kleffmann Group은 자율주행 농기계를 4단계로 나누어 시장성을 설명하고 있다.⁶⁾

- Entirely human-driven machines : 작업자가 직접 모든 농기계를 제어하는 수동모드
- Assisted human-driven machines : GPS, 카메라

기술 등을 활용하여 작업자의 작업을 지원

- Supervised autonomous machines : 작업자가 부분적으로 환경 및 제어 조건을 부여한 상태에서 자율주행 및 작업 기능 수행

- Entirely autonomous machines : 작업자 없이 자율주행 경로 생성 및 작업 기능 수행

자율주행 농기계 4단계 기준에 대한 시장점유율은 Table 2와 같이 구분하였다.⁶⁾

Table 2 자율주행 농기계 시장점유율 구분

Legend	●	●	●	●
Market Share	>80%	50~80%	10~50%	<10%

농기계 자동화 기술은 2025년 까지 작업자가 농기계에 탑승한 상태에서 주행을 보조하는 역할이 크다고 할 수 있으며, 작업자가 부분적으로 환경 및 제어 조건을 설정하는 자율주행 기술은 연구개발 단계임을 알 수 있다.

Table 3 자율주행 농기계 시장 점유율 (2025)

Automation Type / Market	Entirely human driven	Assisted human driven	Supervised autonomous machines	Entirely autonomous machines
North America & Australia	●	●	●	---
Western European	●	●	●	---
Small-scale Asian	●	●	●	---
Latin America	●	●	---	---
Eastern European	●	●	---	---
African & Middle Eastern	●	●	---	---

2035년에는 자율주행 농기계의 형태가 작업자의 탑승상태에서 이루어지겠지만, 작업자가 설정한 조건 하에 자율주행 및 작업 기능도 상용화 될 것으로 예상하고 있다.⁶⁾

Table 4 자율주행 농기계 시장점유율 (2035)

Automation Type / Market	Entirely human driven	Assisted human driven	Supervised autonomous machines	Entirely autonomous machines
North America & Australia	●	●	●	●
Western European	●	●	●	●
Small-scale Asian	●	●	●	●
Latin America	●	●	●	---
Eastern European	●	●	●	---
African & Middle Eastern	●	●	●	---

Table 5 자율주행 농기계 시장점유율 (2045)

Automation Type / Market	Entirely human driven	Assisted human driven	Supervised autonomous machines	Entirely autonomous machines
North America & Australia	●	●	●	●
Western European	●	●	●	●
Small-scale Asian	●	●	●	●
Latin America	●	●	●	●
Eastern European	●	●	●	●
African & Middle Eastern	●	●	●	●

작업자 없이 자율주행 경로 생성 및 작업을 수행하는 완전 자율주행은 2045년에 북미와 서유럽을 중심으로 출시되어 시장을 형성할 것으로 전망하고 있으며, 농기계의 자율주행 기술은 2045년에 시장성숙기에 도달할 것으로 전망하고 있다.

4. 국내 자율주행 농기계 개발 및 보급 현황

해외에서 첨단기술이 접목된 무인 및 커넥티드 농기계 상용화에 성공하여 농업 시장의 혁신을 주도하고 있듯이, 국내 농기계 제조사들도 국산화시키고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

한국농기계신문에서 “[2022 신년 특집] 자율주행 농기계 기술 현주소” 라는 기획 기사를 통해 국내 농기계 3사 제조사의 연구 현황을 살펴볼 수 있다.⁷⁾

대동은 2019년 자율주행 이앙기를 양산하였고 2021년에는 직진 자율주행 기능을 탑재한 트랙터를 양산하였다.

TYM은 스마트 정밀농업 전문기업 TYMICT 를 2021년 7월에 설립하였고, 올해 초 레벨1 단계 트랙터 및 레벨2 단계 이앙기 사용화를 목표로 연구를 진행하고 있다.

LS엠트론은 한국형 농업에 적합한 K-Turn 경로 생성 알고리즘을 적용하여 타사 대비 2~3년 앞선 최상위 레벨의 자율작업기술을 개발하였다.



Fig. 4 대동 트랙터 (HX1400)



Fig. 5 (주)긴트 농기계 자율주행키트 ‘플루바오토 - PLUVA AUTO’

국내 벤처기업으로는 4차 산업혁명 우수기업인 (주)긴트에서 보급형 자율주행 키트인 Pluva Auto를 상용화하였다.⁸⁾ Pluva Auto는 누구나 쉽고 편리하게 농기계에 장착하여 자율주행 기능을 실현할 수 있는 after-market용 자율주행 시스템으로 원터치 스위치를 통해 자율주행 기능을 손쉽게 조작할 수 있으며, 앱을 통해 작업 이력을 확인할 수 있다. 또한, 농민의 경제적 부담을 줄이고 합리적인 가격으로 국내 농가의 농기계에 첨단 자율주행 시스템을 보급하는데 박차를 가하고 있다.

국내 농기계 제조사와 벤처기업은 해외 선진사보다는 다소 느리지만, 자율주행 기술 개발을 위하여 지속적으로 노력하고 있다. 국내 기업은 상대적으로 농지 규모가 적은 국내에서 다양한 자율주행 기술을 상용화 할 경우, 농지 규모가 넓은 해외 시장에 수출하여 정밀한 자율주행 농작업을 구현할 수 있는 장점이 있어 해외 시장에서의 경쟁력은 높을 것으로 기대된다.

5. 결론

인구 증가에 따른 식량 안보 문제를 해소하기 위해서는 농업 생산성을 높이는 것이 무엇보다도 중요하며, 이를 위해서는 자율주행 농기계 기술 개발이 필요하다.

이미 해외 선진사에서는 자율주행 기술을 상용화 하였으나, 국내 농기계 관련 기업은 아직까지 기술 개발 및 상용화 도입 수준으로 해외와의 기술 격차는 다소 크다고 할 수 있다.

그러나, 국내의 우수한 IT 기술을 자율주행 농기계에 적용한다면, 해외 선진사와의 기술 격차를 빠르게 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

또한, 국내 농기계 제조사를 중심으로 하는 자율주행 기술 개발과 동시에 농작업기 관련 기업과의 협업을 통하여 다양한 자율작업 기술을 개발하여 글로벌 선진 기업과의 기술 격차를 줄이는 것이 필요할 것으로 판단된다.

끝으로 자율주행 농기계 기술은 텔레메틱스, 군집주행, 작업관제시스템과 연동된 커넥티드팜 연계 기술로 발전될 것으로 예상되며, 이는 디지털 농업생산시스템 기술로 발전하여 당면한 식량 안보 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- 1) <https://www.worldometers.info/world-population/#milestones>
- 2) PRODUCTIVITY IN A TIME OF PANDEMICS 2020 Executive Summary, GAP (Global Agricultural Productivity) Report, pp. 8~9 www.globalagriculturalproductivity.org
- 3) Current and projected TFP growth provided by USDA (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE) Economic Research Service (2020). <https://www.usda.gov/>
- 4) John Deere CES 2022 Press Conference https://youtu.be/bZM_ZzxihTg
- 5) “John Deere Acquires Bear Flag Robotics to Accelerate Autonomous Technology on the Farm” News, AUGUST 05, 2021 <https://www.deere.com/en/news/all-news/2021aug5-bear-flag-robotics/>
- 6) “Scouting the Autonomous Agricultural Machinery Market”, IESE-Report Nr. 041.19/E Version 1.0, November 5, 2019, pp. 34~46
- 7) “[2022 신년 특집] 자율주행 농기계 기술 현주소”, 한국농기계신문, 2022.1.19
- 8) <http://www.gintl.com/our-product/pluva-auto/>

[저자 소개]



김용현
E-mail : yonghyeon.kim@gintlalab.com
2019년 충남대학교 농업기계공학과 석사. 2010년~2012년 현대케피코 연구원. 2012~2015년 현대오트론 선임연구원. 2015년~현재 (주)긴트 대표이사. 차량 제어 SW 및통합 플랫폼 연구에 종사, 한

국정밀농업학회 무인자동차분과 위원장

김연태



E-mail : yeontae.kim@gintlalab.com
2011년 국민대학교 자동차공학 학사. 2011년~2018년 현대케피코 파워트레인 제어 선임연구원. 2018년~2020년 만도 자율주행 프로젝트매니저. 2020년~현재 긴트 선행개발팀 소속. 2021년~현재 서울

대학교 바이오시스템공학 석사과정

[저자 소개]



백승민
E-mail : bsm1104@naver.com
2020년 충남대학교 농업기계공학과 석사. 2020년~현재 충남대학교 스마트농업시스템학과 박사과정

김용주



E-mail : babina@cnu.ac.kr
2008년 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과 박사. 2008년~2014년 LS엠트론 중앙연구소 동력기계기술그룹 그룹장. 2014년~현재 충남대학교 바이오시스템공학과 정교수. 농업동력기계 설계 및 해석 연구에 종사, 한국농업기계학회, 한국정밀농업학회, 유공압건설기계학회 등의 회원, 공학박사