

정밀 농업기계 교육프로그램의 발전

Development of Precision Agricultural Machine Education Program

홍순중

S. J. Hong
국립한국농수산대학¹
교양공통과
hsj43333@korea.kr

김동익*

D. E. Kim
국립한국농수산대학¹
교양공통과
kde1206@korea.kr

강동현

D. H. Kang
국립한국농수산대학¹
교양공통과
kang6906@korea.kr

김진진

J. J. Kim
국립한국농수산대학¹
교양공통과
kjj0khk@korea.kr

강정균

J. G. Kang
국립한국농수산대학¹

rich3214@naver.com

정선옥*

S. O. Chung
충남대학교²
스마트농업시스템학과
sochung@cnu.ac.kr

모창연

C. Y. Mo
강원대학교³
바이오시스템기계공학
cymoh100@kangwon.ac.kr

유동기

D. K. Ryu
농촌인적자원개발센터⁴
교육훈련지원과
ryudk@korea.kr

Abstract

In Korea, the agricultural machinery market has been generally on the rise, and particularly the demand for the diverse agricultural machine is increasing due to the radical changes in agriculture, such as a high supply of the advanced and automated agricultural machine and an increase in aged or female farmer population. Therefore, this study analyzes the technical trends in the precision agricultural machine domestically and globally to guide the direction of development of the ICT-based machine. The investigation of the precision agricultural machine in this study focuses on the production technology through analyzing the trends in sensor-related technology, the decision-making research, variable treatment technology, and academic publication. The result shows that information processing technology including the sensor and the decision-making requires various measurement factors and the established technologies are continually being developed.

Key words : Precision agriculture, Sensor, Decision making system, Variable rate application

* 교신저자

1 Korea National College of Agriculture & Fisheries, 1515, Kongjipatjiwi-ro, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54874, Korea

2 Department of Biosystems Machinery Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea.

3 College of Agriculture and Life Sciences 1-208 KNU Ave. Chuncheon Gangwon, 24341, Korea.

4 Department of Education & Training Service Division, Rural Human Resources Development Center, 420, Nongsaengmyeong-ro, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 54874, Korea.

I. Introduction

우리나라 농업기계 분야 시장규모는 전체적으로 증가하는 추세이다(Koo et al. 2015). 세계 농업기계 시장규모는 2015년 1,630억 달러 규모이며 연평균 8.2%로 급성장하고 있으며, 특히 향후 아시아태평양시장이 성장을 주도할 것으로 전망되고 있다(RDA, 2017). 국내 농업기계 생산규모는 3.3조원 수준이며 지난 5년간 연평균 7% 수준으로 성장하였으며, 향후 연평균 9.5% 수준으로 급성장할 것으로 전망되고 있다(KAMICO, 2019). 특히 수출은 9억 달러 수준으로 향후 연평균 15% 수준으로 성장을 주도할 것으로 전망되고 있다(Lee et al. 2019). 또한, 첨단·자동화된 신개발 농업기계의 보급 증가, 농촌의 고령화 및 여성화, 정비수리 기술인력 부족, 귀농·귀촌 증가 등 농업여건의 급격한 변화로 농업기계에 대한 수요가 다양화 되고 있다(Seo, 2016).

이에 맞추어 ICT기반 정밀농업, 스마트농업을 위한 농업기계 분야 기술개발 활발이 이루어지고 있다(Ju et al. 2016). 농업 분야 선진국은 노동력 절감, 투입 농자재 최소화, 작업자의 편의성 향상 등 농업분야 효율의 극대화, 소득증대를 달성하기 위해 정보기반형 과학영농을 추구하고 있으며, ICT/SW 등 첨단기술을 적극적으로 도입하여 현장에 적용하고 있다(Kim et al. 2014). 최근 우리나라는 노동력 감소 및 고령화, FTA 등 국제경쟁 심화, 고품질 농산물 수요 증가 등의 문제를 해결하고 농업선진국과 경쟁하기 위하여 ICT융복합 농업, 스마트 농업, 정밀농업 등 첨단기술을 융·복합한 신기술 개발과 농가적용을 적극적으로 추진하고 있는 중이다(Kang, 2009; Jeon et al. 2010; Lee, 2016).

따라서 본 연구는 ICT기반 정밀농업기계의 발

전 방향을 제시하고자 국내외 정밀농업 기계기술 동향에 대하여 조사 및 분석을 실시하였다.

II. Materials and Methods

본 연구에서 정밀농업기계의 기술적 범위는 노지 생산 작업을 위한 기술로 제한하였으며 주요 내용은 ICT기반 정밀농업 기계기술 동향 조사 및 분석을 위해 국내외 정밀농업 기계의 연구개발 기술동향에 대하여 조사 분석을 실시하였다. 정밀농업기계의 기술적 범위는 노지 생산 작업을 위한 기술로 제한하였고 조사 방법은 문헌조사 등을 통한 국내외 정밀농업의 센서기술 연구, 의사결정기술 연구, 변량처방기술 연구, 학술지 논문 게재 동향을 분석하였다.

III. Results and Discussion

1. 센서기술 연구동향

센서기술 연구동향은 토양센서, 생육센서, 수확량센서, 원격탐사, 바이오센서에 대하여 조사를 실시하였다.

토양센서는 토양의 특성 및 상태를 측정하는 장치로 비료량을 결정하는데 활용할 수 있다. 토양 EC센서는 토양의 전기전도도(EC)를 이용하여 토양의 상태를 측정하여 질소량을 결정에 활용되고 있다. 농촌진흥청은 휴대용 토양 전기전도도 센서(Fig. 1)를 개발하여 토양의 수분함량, 특성 등을 파악하는데 이용되고 있다(Hong et. al., 2011).



Fig. 1. Portable soil sensor

생육센서는 작물의 생육상태, 병해충 등에 대하여 측정하는 장치로, 성장방해 및 병해충에 대한 해결책을 제시하는데 활용되고 있다. 작물의 엽록소 농도를 측정(Fig. 2)하여 작물의 생육 상태 측

정하여 부족한 영양소를 제공해 줄 수 있다. 또한 인공위성을 이용하여 특정 파장에 대한 영상으로 생육 정보를 취득하는 등 다양한 방법들도 있다 (Fig. 3).



Fig. 2. Chlorophyll measurement sensor

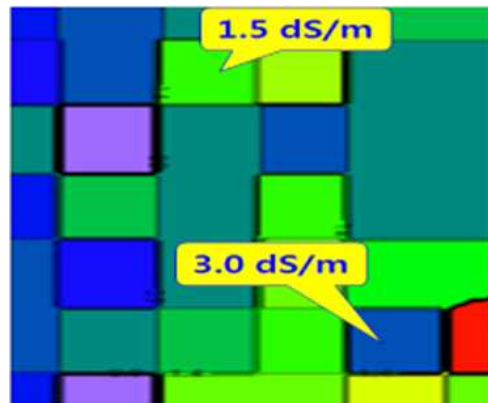


Fig. 3. Diagram of distribution of fertilizer components

수확량 센서는 실시간으로 농경지별 수확량을 측정하고, 기상 및 토양정보 등을 취득하여 추후

작업 진행에 대한 결정을 할 수 있다. 농촌진흥청은 수확 중에 수확량과 비의 수분함량을 측정하

는 시스템을 개발하여 콤바인에 부착(Fig. 4) 후 수확량 예측, 건조작업에 활용할 수 있다고 발표하였다(Lee et. al., 2007). 국외에서는 토양의 비옥도를 측정하는 탁상용 토양시험기를 개발 및 공급하였고 작물의 생육상태를 측정하기 위해 저가형 포켓 센서를 개발하였다(Hong et. al., 2012).

원격탐사(Remote Sensing)는 인공위성, 비행기 등에 센서를 탑재하고 여러 가지 빛의 반사값을 측정하여 식생지수(NDVI)로 해석하면 영양 상태, 수확시기 및 수확량을 예측할 수 있다(Kim

et. al., 2018). 빛의 반사값으로 식생지수 외에도 토양의 상태를 측정하여 황사 발원지 및 가뭄 모니터링 등에도 활용할 수 있는 등 다양한 정보를 수집·이용할 수 있다.

바이오센서는 생물의 반응에서 발생하는 전기적 변화를 감지하는 센서로써 병해충 예찰에 자주 쓰이고 있다. 국외에서는 일본 도쿄 공과대학에서 농경지에 발생하기 쉬운 병원균들은 사전 진단할 수 있는 토양 진단용 바이오센서를 개발하였다(Hashimoto et. al., 2008).

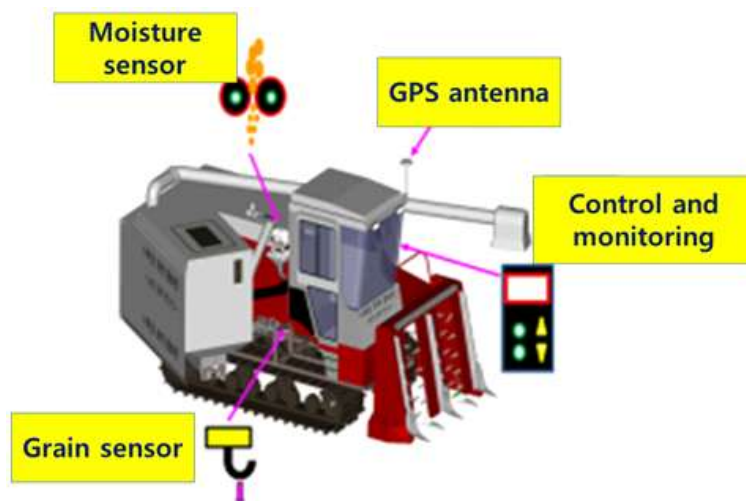


Fig. 4. Rice yield monitoring system in a combine harvester

2. 의사결정기술 연구동향

의사결정기술은 농경지 및 지리정보를 센서로 측정하고 결합하여 분석하면 병해충 예방에 필요한 진단을 처방하는데 결정하는 단계로써 위치 및 정보가 결합된 지리정보시스템(GIS) 기술이 필요하다(Hong et. al., 2010).

이는 전자지도에 위치값 및 정보를 입력하여 주제도를 만들 수 있는데 이를 이용하여 지적도,

토양도, 지질도 다양한 전자지도를 구비하여 다양한 목적에 이용할 수 있다. 전자지도 제작은 위도, 경도, 해발고도 정보와 실제 현장에서 토양이나 식물체를 조사하여 전자지도와 컴퓨터에 입력하는 작업도 필요하다. 이 수집된 정보를 기반으로 비료, 농약 등을 농경지 위치 및 상황에 맞게 처방할 수 있다. 뿐만 아니라 사고, 학습, 판단, 추론 등의 알고리즘에 따라 독자적으로 수행하는 기술인 인공지능에도 활용할 수도 있어 인공 신

경망 등 다양한 연구가 진행되고 있다(Park et al., 2018).

3. 변량처리기술 연구동향

변량처리기술은 토양, 생육 등의 결과를 기반으로 비료, 농약 등을 적재적소에 적정량을 투입하는 기술로써 작업의 특성상 다양한 첨단기기가 탑재된 것이 특징 이나(Chi et al. 2009) 아직까지는 모니터를 통한 작업자의 확인이 필요하다.

대표적으로 농업기계가 포장 내에서 최적의 작업경로로 이동하도록 안내해주는 작업경로 유도

시스템으로 중복작업을 방지하고 작업 능률을 높여 비용절감을 할 수 있다. 작업기계는 공간정보 및 속성정보를 기반으로 비료, 농약 등을 필요한 곳에 적정량을 투입하기 때문에 이를 변량처리(Variable Rate Application)라고 부른다(Ju et al. 2018). 정보가 입력된 처방지도(Fig. 5; Fig. 6)를 기반으로 기계에 최신정보를 실시간으로 측정 및 입력하여 처리를 수행하는 기계까지 개발하였고(Ryu et al. 2006) 입제비료 변량살포기가 개발된 이후 잡초가 있는 곳에만 제초제를 살포하는 스폿살포기(Fig. 7) 등이 세계적으로 보급되고 있는 중이다.

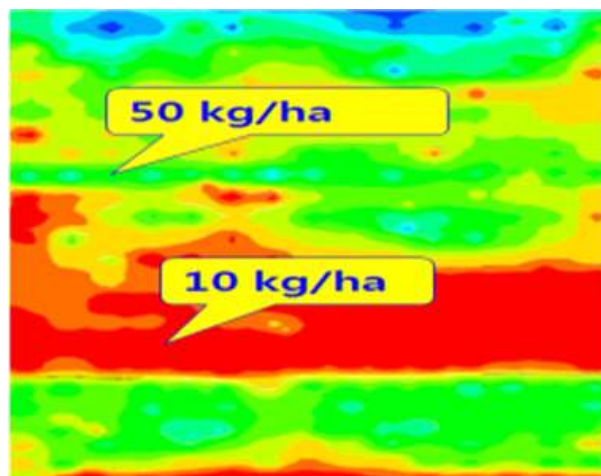


Fig. 5. Prescription map



Fig. 6. Variable fertilizatio

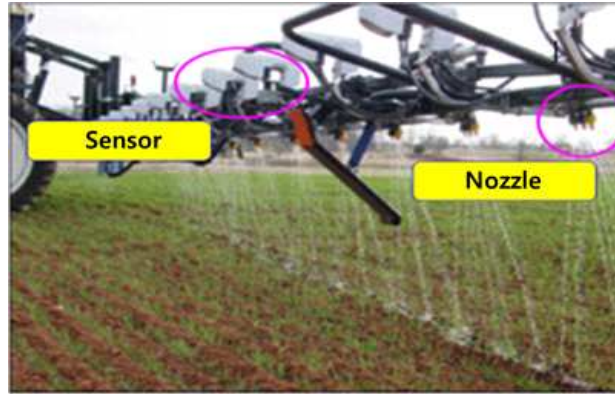


Fig. 7. Sensor-based variable fertilizer

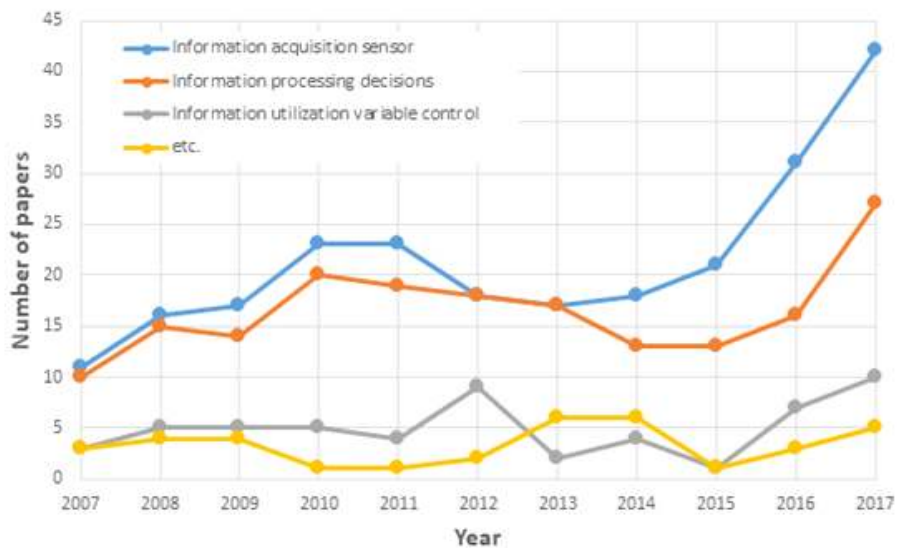


Fig. 8. Number of publication by year

4. 학술지 논문 게재 동향

2007~2017년 기간에 정밀농업 관련 논문이 주로 게재되는 학술지 “Precision Agriculture”와 “Computers and Electronics in Agriculture”의 512편에 대하여 각 기술요소별 동향을 분석하였다. 정보취득용 센서, 정보분석 및 의사결정 관련 논문은 대체적으로 지속적으로 증가하고 있었

으며, 이는 게재되는 논문의 수가 증가하는 영향과 해당 분야의 연구개발이 활발한 두 가지 요인이 있었다. 정보활용 변량제어와 기타(경제성, 농가도입 등) 관련 논문은 연간 5편 정도로 그다지 많이 보고되지 않고 있었다. 정보취득용 센서와, 정보분석 및 의사결정은 측정항목이 다양하고, 한편 개발된 센서나 의사결정 기법이 점차 성능향상을 위해 지속적으로 연구되고 있음을 알 수 있었다(Fig. 8).

IV. Conclusion

우리나라 농업기계 분야 시장규모는 전체적으로 증가하는 추세이나 첨단·자동화된 신개발 농업기계의 보급 증가, 농촌의 고령화 및 여성화 등 급격한 변화로 농업기계에 대한 수요가 다양화되고 있다. 따라서 본 연구는 ICT기반 정밀농업 기계의 발전 방향을 제시하고자 국내외 정밀농업 기계기술 동향에 대하여 조사 및 분석을 실시하였다. 정밀농업기계의 기술적 범위는 노지 생산 작업을 위한 기술로 제한하였으며 국내외 정밀농업의 센서기술 연구, 의사결정기술 연구, 변량처방기술 연구, 학술지 논문 게재 동향을 분석하였다. 분석결과 정보취득용 센서와, 정보분석 및 의사결정은 측정항목이 다양하고, 한번 개발된 센서나 의사결정 기법이 성능향상을 위해 지속적으로 연구되고 있음을 알 수 있었다.

V. References

1. Chi JH, Lee JH, Kim HD, Choi BR, Park JS, Park KY, Jung IG. 2009. Influence of Site-specific Fertilizer Application Using GPS and Digital Fertility Map on Rice Yield and Quality. *Korean Journal of Crop Science* 54(2): 192-197[in Korean]
2. Hashimoto Y, Nakamura H, Asaga K, Karube I. 2008. A new diagnostic method for soil-borne disease using a microbial biosensor. *Microbes and environments* 23(1): 35-39.
3. Hong SY, Kim YH, Choe EY, Zhang YS, Sonn YK, Park CW, Jung KH, Hyun BK, Ha SK, Song KC. 2010. Geographic information system and remote sensing in soil science. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer* 43(5): 684-695. [in Korean]
4. Hong YG, Kim SC, Lee CG, Choi GH. (2012). Precise agriculture preparing for the next 10 years-catch two rabbits of environment and food. RDA(Rural Development Administration), (90).[in Korean]
5. Hong YK, Kim SC, Shin IS, Kim GH, Choi HG, Jung HY. 2011. Development of portable soil electric conductivity and water content sensor. *Proceedings of the KSAM & ARCS, winter conference.* 16(1): 580-583. [in Korean]
6. Jeon NS, Lee CB, Oh YT, Son GN, Kim YD, Kim WY, Park IC, Lee EJ. 2010. Exports of agricultural products in accordance with the corresponding strategy to accelerate FTA talks: a focus on strengthening export fresh produce competitive plan. *Gyeongnam institute:* 1-102. [in Korean]
7. Ju CY, Park SH, Park YJ, Lee DH, Kim JH, Son HI. 2016. Biosystems engineering for future agriculture. *Institute of Control, Robotics and Systems* 22(3): 43-57. [in Korean]
8. Ju CY, Kim JE, Jo SW, Kim SW, Son HI. 2018. Technology development trend and application fields of unmanned aerial vehicles for smart agriculture. *Institute of Control, Robotics and Systems* 24(4): 23-34. [in Korean]
9. KAMICO(Korea agricultural machinery industry cooperative). 2019. *Agricultural Machinery Yearbook Republic of Korea.* Korea Agricultural Machinery. [in Korean]
10. Kang CW. 2009. A study on a plan to increase produce and agricultural foods export. *The Journal of Distribution Science,* 7(4), 27-36. [in Korean]
11. Kim CG, Jeong HK, Moon DH, Shobayasi M, Sasaki H. 2014. *Sustainable Agricultural Policies in Major Countries.* Korea Rural Economic

- Institute: 1-169. [in Korean]
12. Kim SH, Kang JG, Ryu CS, Kang YS, Kang DH, Tapash KS Koo YG, Kim DE. 2018. Estimation of Moisture Content in Cucumber and Watermelon Seedlings Using Hyperspectral Imagery. Protected Horticulture and Plant Factory 27(1): 34-39. [in Korean]
 13. Koo HS, Min JH, Park JY. 2015. Survey of ICT-Agriculture Convergence. Electronics and Telecommunications Trends, 30(2), 49-58. [in Korean]
 14. Lee CK, Choi Y, Jun HJ, Kim HJ, Lee SB, Ryu CS. 2007. Development of a rice weighing system for head-feed combine. Journal of Biosystems Engineering, 32(5), 332-338. [in Korean]
 15. Lee JR, Im YH, Chu SJ, Kim YJ. 2019. Trends and Implications of the Fourth Industrial Revolution Innovation Policy in Agriculture and Rural Areas-Focusing on the field of agricultural machinery (unmanned and autonomous). Korea Rural Economic Institute: 1-93. [in Korean]
 16. Lee JW. 2016. Examples of overseas smart agriculture. Korea Rural Economic Institute: 1-19.[in Korean]
 17. Park DG, No SJ, Lee YO. 2018. Agricultural and rural economic trends. Korea Rural Economic Institute: 1-140. [in Korean]
 18. RDA(Rural Development Administration) 2017. ICT-based precision agricultural machinery education program development. 169 pp. [in Korean]
 19. Ryu KH, Kim YJ, Cho SI, Rhee JY. 2006. Development of variable rate granule applicator for environment-friendly precision agriculture (I)-concept design of variable rate pneumatic granule applicator and manufacture of prototype. Journal of Biosystems Engineering 31(4): 305-314. [in Korean]
 20. Seo YJ. 2016. Current Status and Major Tasks of Smart Agriculture in Korea. World agriculture 185, 51-71. [in Korean]

VI. Acknowledgements

본 연구는 농촌진흥청(Rural Development Administration)의 농촌지원국 역량개발과의 지원으로 수행되었습니다.

논문접수일 : 2020년 10월 31일
논문수정일 : 2020년 12월 9일
게재확정일 : 2020년 12월 11일