

# 자가 충전 및 장거리 무선 네트워크를 지원하는 노지 농작물 관수 자동화 시스템 설계

주종율\* · 오재철\*\*

## Development of Lora Wireless Network Based Water Supply Control System for Bare Ground Agriculture

Jong-Yui Joo\* · Jae-Chul Oh\*\*

### 요약

농업 인구의 감소와 고령화, 곡물자급률 하락과 같은 문제들을 해결하기 위해 IoT기술을 활용한 농업ICT융합기술의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 농업 ICT기술은 시설하우스에만 집중되어 노지재배 분야에는 자동화된 제어 시스템이 미비한 실정이다. 본 논문에서는 Lora 무선통신으로 넓은 면적의 노지에서 전자밸브, 워터펌프를 자동 제어하는 관수 제어 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 소형 태양광 패널을 이용하여 별도의 전원이 필요 없으며, 플러그 앤 플레이 방식으로 무선자동설정을 지원함으로써 설치 및 운영이 매우 편리하다. 따라서 노동력 절감, 노지 농산물 품질 및 생산성 향상에 크게 기여할 것으로 예상된다.

### ABSTRACT

In order to solve the problems such as reduction of agriculture population, aging and declining of grain self sufficiency rate, agriculture ICT convergence technology utilizing IoT technology is actively being developed. Agricultural ICT technology only concentrates on facility houses, and there is no automated control system in the field of cultivation. In this paper, we propose an irrigation control system that automatically controls the solenoid valves and water pumps in a large area with Lora wireless communication. The proposed system does not require a separate power source by using a small solar panel, and it is very convenient to install and operate supporting wireless auto setup by plug-and-play method. Therefore, it is expected that it will contribute to the reduction of labor force, quality of agricultural products, and productivity improvement.

### 키워드

Automation, Irrigation Control, Smart Farm, USN, Bare ground Agricultural, Agricultural ICT Convergence Technology, LoRa 자동화, 관수 제어, 스마트 팜, USN, 노지 재배, 농업 IT 융합기술, LoR

\* (주)지에스씨 연구원(rtis@rtis.co.kr)

\*\* 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터학과

• 접수일 : 2018. 11. 19

• 수정완료일 : 2018. 12. 02

• 게재확정일 : 2018. 12. 15

• Received : Nov. 19, 2018, Revised : Dec. 02, 2018, Accepted : Dec. 15, 2018

• Corresponding Author : Jae-Chul Oh

Dept. of Computer Engineering, Suncheon National University,

Email : ojc@suncheon.ac.kr

## 1. 서론

인류의 역사에서 농업은 식품, 의약, 에너지, 섬유와 같은 필수 자원을 생산하는 책임이 있기 때문에 인류가 살아가는 가장 중요한 산업 중 하나이며, 산업혁명 이후에도 대부분의 국가에서는 농업 산업과 관련 기술의 핵심 역할을 강조해왔다[1].

하지만, 세계적으로 인구 증가에 따른 식량 수요 증가, 농업 인구의 감소, 고령화, 인한 노동력 부족, 농가소득 정체, 지구 온난화와 같은 기후변화로 농업 관련 산업이 쇠퇴되어가고 있으며, 점차 곡물의 재고율 하락이 장기화되고 인구증가 및 생활여건 개선으로 심각한 식량 부족상태가 예측된다[2-3].

이러한 농업 문제와 식량 부족 및 식품안정성 등 다양한 문제들을 해결하기 위해 농업과 ICT의 융합 기술은 미래농업의 주요 요인으로 지목되는 가운데 식량부족 및 식품 안정성 문제의 대안 책으로 주목받고 있다[4-6].

농업 ICT융합기술은 작물의 재배형태에 따라 노지형, 시설형(온실형), 식물 공장형으로 구분 가능하다.

농업 ICT융합기술 개발 동향은 크게 시설 원예, 식물공장, 융합 서비스 표준기술 분야를 중심으로 기술 개발이 이루어 지고 있지만, 대부분의 농업 ICT기술은 시설하우스에만 집중되어 노지재배분야에는 자동화된 제어시스템이 미비한 실정이다.

노지 농산물의 경우 재배 과정에서 가장 많은 일손과 시간을 필요로 하는 것이 관수 제어로서, 넓은 밭에 관수를 위해 시간에 따라 주기적으로 돌아가며 펌프와 밸브를 작동시켜야 한다. 이는 인건비 상승과 균일한 관수가 불가능하여 농작물의 품질에도 영향을 준다.

또한, 넓은 지역에 대해 관수 펌프, 파이프, 밸브 스프링클러 등의 시설물을 고정형으로 설치하는 것은 비용부담이 매우 크기 때문에 현재 대부분의 농가에서는 파이프, 밸브, 스프링클러를 이동 시키며 관수를 수동으로 사용하고 있어 많은 불편함을 가지고 있는 실정이다.

이러한 불편함을 해결하기 위해 본 논문에서는 저렴한 비용으로 넓은 지역의 노지에 균일하고 안정적인 관수제어를 자동화하는 자가 충전 및 장거리 무선 네트워크를 지원하는 노지 농작물 관수 자동화 시스

템을 제안한다.

본 논문에서 제안한 시스템은 저렴하고 편리한 노지 관수 자동화를 위해 플러그 앤 플레이(plug and play) 방식의 무선 통신 네트워크와 자가 충전 시스템을 결합한 이동식 노지 관수 제어 시스템으로 버튼을 이용해 플러그 앤 플레이 방식으로 간편한 기기, 센서들 간의 연결 그룹 설정을 할 수 있도록 하였다.

## II. 관련연구

### 2.1 농업 IT융합서비스 기술

농업 IT 융합서비스 기술으로는 USN을 이용한 농업 융합 서비스는 원격재배관리 서비스, 모니터링 제어, 서비스 플랫폼, 진단 및 예측기술로 구성된다.

모니터링 및 제어 기술은 기후, 관수 들의 센서 기반 모니터링, 관수 장치,재배 시설, CCTV등의 제어 기술들이 있고, 서비스 플랫폼 기술은 생장 데이터 수집 및 분석, 시설 최적 제어 관리, 융합서비스 재배 환경 등의 기술 등이 있다. 또한, 진단 및 예측 기술은 병충해 진단, 생육·생산량·품질 예측 기술들이 있다.

노지, 시설 및 식물공장 등 다양한 유형의 농업 융합 서비스 개발을 위해서는 공통 기능을 제공하는 플랫폼 기술이 요구되는데, 이는, 서비스플랫폼을 통해 센서 네트워크, 시설 및 제어기기 등의 연동에 대한 표준화된 인터페이스를 이용할 수 있다.

생장환경 데이터의 수집/분석, 예측 및 시설 제어, 모니터링 등은 기본적으로 공통적으로 다양한 농업 응용이 활용할 수 있는 기능들로 작물 정보, 재배 정보, 품질 및 병해충 이력 등의 종합적인 지식 베이스를 구축하고 이를 기반으로 서비스 기능을 제공할 수 있으며, 특히 다양한 방식의 응용 개발에 따른 서비스 응용을 지원하는 것도 중요하다[7-8].

### 2.2 노지작물과 IT융합

전 세계적으로 노지에는 기후, 토양 특성에 따라 지역적으로 다양한 작물이 재배되고 있기 때문에 노지작물의 재배를 지원하는 IT기술은 매우 다양하다. 노지작물을 위한 IT융합기술의 목적은 생산량 증대, 피해예방, 상품성 향상 등에 있으며, 이를 위해 노지

재배 작물에 있어서 융합기술의 적용은 작물의 생산, 수확, 저장, 유통 및 가공단계, 소비자가 구매하는 전 단계에 걸쳐 기술이 적용되고 있으며, 주요 기술로는 생장관리 및 피해예방 지원, 생산량 품질예측, 고 기 능성 친환경 재배 지원 등이 있다.

노지작물에 대한 IT융합기술적용은 노지작물에 있어 재배·수확단계에서의 적용과 가공·유통 단계에서의 적용으로 나눌 수 있다. 재배 단계에서는 고품질의 작물을 수확, 피해 예방 등을 중심으로 기술개발 요구가 크며, 유통·가공 단계에서는 노지작물을 가공하고 유통하는 과정에서의 신선도, 안정성 유지, 가공에 따른 부가가치 향상과 관련된 요구가 크다.

노지작물에 지원하는 IT융합 기술을 각각의 단계에서 살펴보면 먼저, 재배·수확단계에서 지원하는 IT융합 기술로 생장관리 및 생산량 및 품질 예측 기술, 작물재배에 있어 피해를 예방하는 기술, 고 기 능성·친환경 재배지원 기술들이 중요하며, 가공·유통 단계에서는 안정성, 친환경, 신선도 인증 및 추적하는 기술, 생산·유통·가공의 통합 관제 등의 기술들이 중요하다.

특히, RFID, USN, 유무선통신 등의 기술은 생산·수확, 저장·유통에 이르는 단계에 있어 생장·품질 관리 및 안정성 보장을 위한 핵심기술로 활용되고 있다.

하지만 기후 변화에 따른 피해예방, 고품질 대량 생산을 위해 시설 재배, 식물공장과 관련한 농업기술 개발이 증대되고 있는 실정이며, 노지 작물에 IT기술 적용하는 사례는 경제성 등의 이유로 시설 및 식물공장에 비해 부족한 실정이다.

### 2.3 관수제어시스템

스마트 팜 차세대 관수 제어 기술은 식물의 생장에 필요한 양분과 수분을 필요한 만큼 공급 해주는 기술로 양분과 수분은 식물의 생체와 온도, 습도, 빛 등 외부 환경에 따라서 필요한 양이 달라진다.

현재 관수 제어 시스템은 작물의 생육 상태를 관찰하여 관수 시기와 양을 타이머를 이용하여 관리하는 경험적인 방법이 있으며, 다른 방법은 수분 상태를 실시간으로 측정하여 물 공급량을 조절하는 자동관수 방식으로 나뉜다[9-10].

### III. LoRa 무선네트워크를 이용한 관수 제어 시스템

본 논문에서 제안하는 자가 충전 시스템을 통한 노지농작물 관수 자동화 시스템은 플러그 앤 플레이방식의 무선 통신 네트워크와 자가 충전 시스템을 결합한 이동식 노지 관수 제어 시스템이다.

버튼을 이용하는 방식으로 간편하게 기기/센서 들간의 연결 그룹 설정하고 대규모 노지에서 활용 가능한 1Km 이상의 노드 간 무선통신 제공하며 스케줄 제어 및 사용자의 원격 제어를 통한 양수 모터, 관수 밸브를 자동 제어 한다.

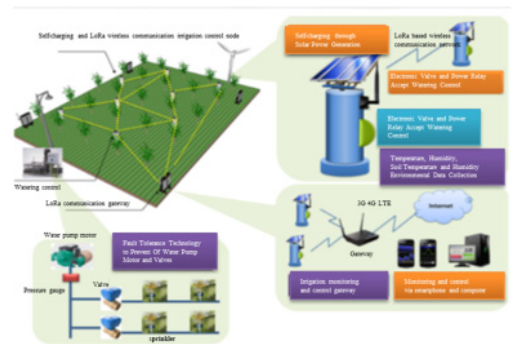


그림 1. 전체시스템 개요  
Fig. 1 Overall system configuration diagram

### 3.1 노지 농작물 관수 자동화를 위한 플러그 앤 플레이(plug&Play)방식의 무선통신 시스템

제안 시스템은 대규모의 노지 농작물 재배지역에 대한 관수 자동화를 위한 것으로 핵심 기능은 방식의 간편한 연결을 지원하는 장거리 무선 통신 시스템이다.

관수 자동화 노드와 게이트웨이 간의 버튼을 눌러 상호 인지 후 자동으로 그룹으로 등록되는 방식의 무선 네트워크 구성되어 있으며 차세대 장거리 무선 통신 방식인 LoRa를 이용하여 1Km 이상의 무선통신 거리를 제공한다.

또한 다른 그룹/노드와의 무선 통신 시 발생할 수 있는 혼선/충돌 회피 문제를 방지하는 프로토콜을 제공한다.

이러한 Lora기반의 장거리 무선 통신 시스템을 통해 양수기/관수 밸브를 수동, 자동, 스케줄 모드로 나누어 제어한다.

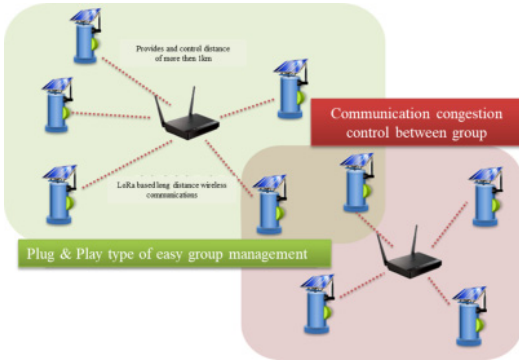


그림 2. 무선 통신 시스템 개요도  
Fig. 2 Wireless communication system overview

3.2 자가 충전시스템을 통한 노지 관수 자동화 노드

플러그 앤 플레이 방식의 무선 통신 네트워크와 자가 충전 시스템을 결합한 노지 관수 자동화 노드로 넓은 노지에 이동식으로 설치되는 노지 관수 자동화 노드의 전원문제를 해결하기 위해 태양광 발전을 이용한 자가 충전 시스템을 개발하였다.

자가 충전을 위한 소형화된 BMS(Battery Management System)로 제작되었으며, 이 BMS는 3일간 연속 흐리거나 비로 인해 태양광 패널을 통한 전원 공급이 중단되더라도 동작이 가능하도록 배터리 용량을 설정하였다.

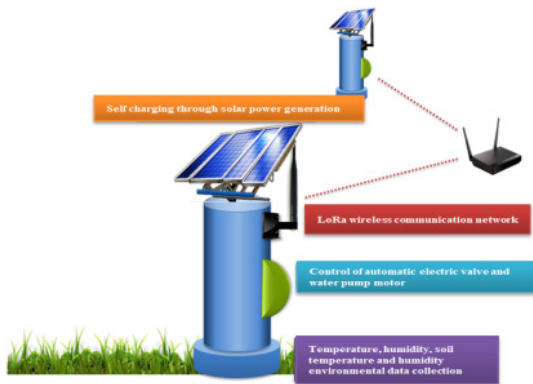


그림 3. 관수 자동화 노드 시스템 개요  
Fig. 3 Irrigation automation node system overview

자가 충전시스템을 통한 노지 관수 자동화 노드 시스템의 흐름도는 그림 4와 같다

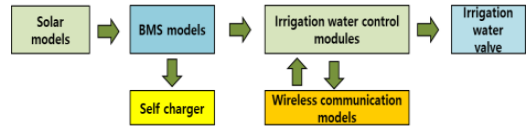


그림 4. 관수 자동화 노드 시스템 흐름도  
Fig. 4 Watering automation node system flowchart

Lora기반의 장거리 무선 통신 모듈 및 관수 자동화 컨트롤러 개발하여, 수동/자동/스케줄 제어에 의한 양수기/관수 밸브 자동 제어할 수 있으며, 온도, 습도, 토양·습윤량 데이터 수집 및 전송 할 수 있다.

개발된 자가 충전 시스템을 통한 노지 관수 자동화 노드 시스템은 그림 5와 같다.

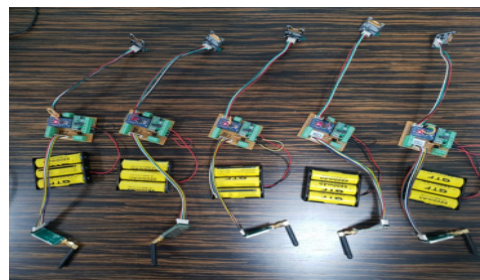


그림 5. 개발된 관수 자동화 노드  
Fig. 5 Developed irrigation automation node

3.3 노지 관수 펌프 및 관수 자동화 노드 관리 게이트웨이

장거리 무선 네트워크를 지원하는 관수 자동화 노드 관리 및 양수 펌프 관리 시스템은 그림 6과 같다.

개발된 노지 관수 펌프 자동화 노드 중앙관리 시스템은 각종 환경 센서 데이터를 수집하여 데이터화 하였으며, 관수 자동화 노드, 양수 모터, 밸브 등 오작동을 확인하고 이상이 발생시 관수 설비 및 농작물을 보호하며 이상을 통보하여준다.

또한, 무선 네트워크를 지원하여 원격지에서 노지 관수 장치 제어 및 모니터링의 기능을 제공하는 역할을 한다.

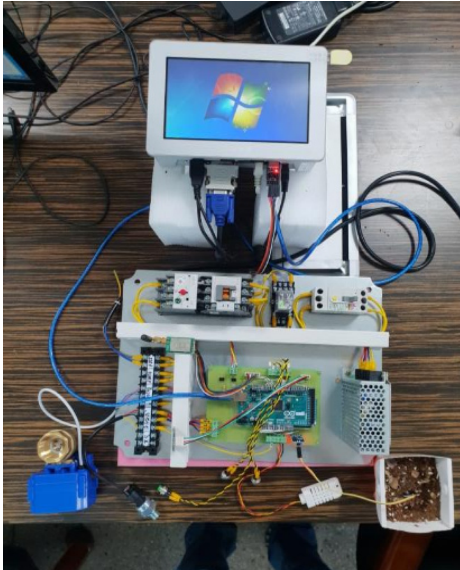


그림 6. 개발된 노지 관수 펌프 자동화 노드 중앙 관리 시스템

Fig. 6 Developed bare ground agricultural water pump automation node central management system

### 3.4 플러그 앤 플레이(Plug&Play)방식의 모니터링 및 제어 소프트웨어

방식의 모니터링 제어 소프트웨어는 무선 네트워크에 추가된 설비 자동 인식하여 모니터링 SW에 자동으로 노지 양수기/관수 밸브 기기, 농업 환경 센서 등록 및 수동/자동 제어 수행한다.

무선 네트워크에서 제거된 기기에 대한 자동 등록 해제 처리하고 각 기기의 특성 별 데이터 수집, 동작 제어를 위한 프레임워크를 설계하도록 하였다.

메인 화면에서는 자가 충전 및 장거리 무선 네트워크를 지원하는 노지 농산물 관수 자동화 시스템의 노지 양수기/관수 밸브 기기상태정보, 농업 환경 정보, 배터리정보, 실시간 오작동 정보를 확인할 수 있는 실시간 이력 정보 등을 제공한다.

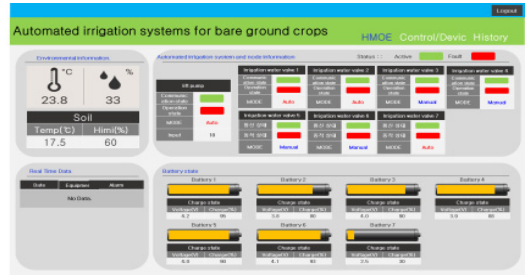


그림 7. 메인 화면  
Fig. 7 main screen

제어·배터리 제어 화면에서는 배터리 상황정보와 양수모터, 관수밸브 등 현황 및 제어, 관수, 센서 기기등록/해제 등 관리를 할 수 있다.

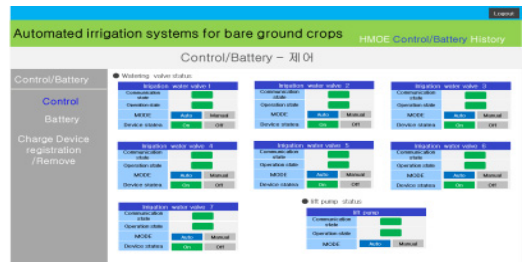


그림 8. 제어·배터리 모니터링 화면  
Fig. 8 Control of battery monitoring screen

## IV. 결론

본 논문에서 제안하는 Lora 무선통신으로 넓은 면적의 노지에서 전자밸브, 워터 펌프를 자동 제어하는 관수 제어 시스템은 소형 태양광 패널을 이용하여 별도의 전원이 필요 없으며, 플러그 앤 플레이 방식의 자동설정을 지원함으로써 설치 및 운영이 매우 용이하다. 또한, 필요 시에 쉽게 들어서 이동이 가능하며, 연속적으로 작물을 재배하지 않는 노지 재배의 특성을 반영할 수 있다.

저전력 장거리 무선통신 LoRa를 이용하여 1Km 이상의 먼 거리에 있는 관수 밸브를 제어하는 노드들과 통신할 수 있으며, 버튼을 이용하여 방식으로 간편하게 관수 자동화 시 제품들을 서로 그룹으로 연결할 수 있다. 이러한 방식은 전문 지식이 없는 일반 사용자가 쉽게 활용될 수 있을 것으로 기대가 된다.

감사의 글

본 논문은 2018 년 과학기술정보통신부의 재원으로 에너지신산업 SW 융합클러스터 조성 사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (S0173-16-1002).

References

[1] M. Ryu, J. Yun, T. Miao, I. Ahn, S. Choi, and J. Kim. "Design and implementation of a connected farm for smart farming system," *SENSORS, IEEE 2015*, 2015, pp. 1-4.

[2] J. Rockstrom, W. Steffen, K. Noone, A. Persson, F. Chapin, E. Lambin, T. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, and H. Schellnhuber, "Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity," *Ecology and Society Article 32*, vol. 14 no. 2, 2009, pp.1-35

[3] D. Tilman, C. Balzer, J. Hill, and L. Befort, "Global food demand and the sustainable intensification of agriculture," *J. of the Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol.108, no.50, 2011, pp. 20260-20264.

[4] S. Hwang, S. Ju, and J. Ju, "A study on ICT-based smart farm factory integration platform," *J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 40, no.4, 2015, pp. 225-226.

[5] F. Awuor, K. Kimeli, K. Rabah, and D. Rambim, "ICT solution architecture for agriculture," *Conference IST-Africa Conference and Exhibition(IST-Africa)*, Nairobi, Kenya 2013, pp. 1-7.

[6] B. Alexander, M. Koukouli, and E. Antonopoulou. "ICT and farmers: lessons learned and future development," *J. of Agricultural Informatics*, vol. 1, no. 2, 2010, pp. 35-41.

[7] J. Lee, J. Hwang, and H. Yeo. "Agriculture ICT convergence technology trends and future direction," *Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 31, no. 5, 2014, pp. 54-60.

[8] V. Ahuja, "Cyber extension: A convergence of ICT and agricultural development," *J. of*

*the Global Media*, vol. 2, no. 2, 2011, pp. 1-8.

[9] H. Rhee, M. Cho, Y. Cheol, J. Park, and J. Lee. "Control of Irrigation Amount for Production of High Quality Fruit in Melon Fertigation Cultivation," *J. of the Bio-Environment Control*, vol. 17, no. 4, 2008, pp. 288-292.

[10] H. Kim, S. Ahn, K. Han, J. Choi, S. Chung, M. Roh, and S. Hur, "Comparison Study of Water Tension and Content Characteristics in Differently Textured Soils under Automatic Drip Irrigation," *Protected Horticulture and Plant Factory*, vol. 22, no. 4, 2013, pp. 341-348.

저자 소개

주종율(Jong-Yul Joo)



1999년 한국방송통신대학교 컴퓨터학과 졸업(이학사)

2001년 순천대학교 정보과학대학원 컴퓨터학과 졸업(이학석사)

2015년 순천대학교 대학원 컴퓨터학과 박사(수료)

2004년 ~현재 ㈜지에스씨 대표이사

※ 관심분야 : 공장자동화시스템, 사물인터넷, 임베디드시스템, 센서네트워크

오재철(Jae-Chul Oh)



1978년 전북대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1982년 전북대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)

1988년 전북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1984년~1986년 기전대학교 전자계산학과 전임강사

1986년~현재 순천대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : 임베디드시스템, USN, 네트워크 설계 및 분석