

# 농지 정보시스템 구현에 관한 연구

이병주\*, 최일준\*\*, 곽윤식\*\*\*

## A Study on the Implementation of a Farmland Information System

Byungju Lee\*, Iljun Choi\*\*, and Yoonsik Kwak\*\*\*

2026년 국립한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음

### 요 약

본 연구는 정밀농업 기술을 기반으로 한 농지 정보(지리정보-위치 및 경계 정보, 생육 환경 정보-온도, 습도)에 대한 디지털 자료의 획득을 위한 장치 구현이 목적이다. 장치는 첫째, 메인보드(메인 CPU, BLE 5.0, WiFi, 플래시 메모리, 전원 관리와 상태 표시, SRAM 블록, EX/EEPROM 블록, 데이터 제어 인터페이스, 온도와 습도 센서, 데이터 플래시 메모리, GPS 모듈, 배터리 충전 모듈) 부분을 설계, 구현하였다. 둘째, 기구 설계(PCB와 PBA 구조 설계, 공기흐름 최적화, 온도와 습도 센서 배치, PCB 및 전원 배치, 외부 GPS와 MicroSD 카드 인터페이스) 부분을 설계, 구현하였다. 구현 장치를 통하여 농지 정보에 관한 디지털 데이터를 획득함으로써 정밀농업을 위한 시설설계 및 관리를 위한 기초데이터로 활용 가능성을 확인하였다. 또한 농업 산업의 경쟁력 강화, 경제적 이익 확보 및 시설설계·관리 효율성 향상을 위한 기반 기술을 구축할 수 있었다.

### Abstract

This study aims to implement a digitalization device for farmland information (geographic information - location and boundary data, growth environment information - temperature and humidity) based on precision agriculture technology. The device was designed and implemented in two main sections. First, the mainboard section was designed and implemented, consisting of a main CPU, BLE 5.0, WiFi, flash memory, power management and status display, SRAM block, EX/EEPROM block, data control interface, temperature and humidity sensors, data flash memory, GPS module, and battery charging module. Second, the mechanical design section was designed and implemented, including PCB and PBA structural design, airflow optimization, temperature and humidity sensor placement, PCB and power supply arrangement, and external GPS and MicroSD card interfaces. Through the implemented device, digital data on farmland information was acquired, confirming its potential as fundamental data for facility design and management in precision agriculture. Additionally, foundational technology was established to enhance the competitiveness of the agricultural industry, secure economic benefits, and improve the efficiency of facility design and management.

### Keywords

agricultural land, acquisition system, boundary, temperature and humidity information, devices design

\* (주)보아에스이 대표

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9667-3351>

\*\* 국립한국교통대학교 컴퓨터공학과 강사

- ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9678-3001>

\*\*\* 국립한국교통대학교 컴퓨터공학과 교수(교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7407-207X>

· Received: Mar. 12, 2026, Revised: Apr. 20, 2026, Accepted: Apr. 23, 2026

· Corresponding Author: Yoonsik Kwak

Korea National University of Transportation

Tel.: +82-43-841-5345, Email: yskwak@ut.ac.kr

## I. 서론

최근 국내·외적으로 나타나고 있는 인구의 감소 및 노동인구의 급격한 감소 그리고 세계적으로 빈번하게 발생하는 자연재해로 인하여 국가적, 사회적으로 여러 가지 문제가 많은 산업 분야에 걸쳐 심각한 영향을 미치고 있다.

특히, 국내의 경우 인구 및 노동인구의 감소 현상은 전 산업 분야에 걸쳐서 심각한 사회적, 경제적 문제를 야기하고 있으며 더불어 우리나라의 고령화 속도가 전 세계에서 가장 빠른 속도로 진행되고 있는 상황에서 농산업 분야에 대한 영향력 및 심각성은 매우 높은 상태이다. 또한 세계적으로 농산업의 중요성은 국가의 전략산업으로 위치가 강조되고 있는 상황에 따라 모든 국가가 재정적인 투자를 크게 확대, 강화하고 있다. 결과적으로 농산업 분야에서 노동 인력의 감소와 인구의 고령화 현상은 극단적으로 표출되고 있는 상황으로 농산업 존재 자체를 위협하고 있다[1][2].

둘째, 농작물의 생육 환경요소는 농산업 분야에 결정적인 영향을 미치는 중요한 요소로 간주되고 있다. 최근 세계적으로 빈번하게 발생하고 있는 기상재해 문제는 농산물의 생육 환경의 변화, 생산성 감소 등 여러 가지 산업적 그리고 경제적 피해를 발생시키고 있다.

정밀 농업기술은 컴퓨터 및 다양한 산업기술을 농산업 분야에 융합하여 농산업 고도화로 기계화, 자동화, 과학화를 달성함으로써 현재 극복해야 할 과제의 해결 전략으로 연구되고 있는 기술 분야이다[3][4]. 여기서 기계화, 자동화, 과학화를 달성하기 위하여 많은 분야에서 다양한 기술의 융합 시도가 진행되고 있으며 그 결과가 활용되고 있다[5]-[8].

본 논문은 농산업 분야에서 인구 감소, 고령화 및 기상재해 문제를 극복하기 위하여 시도되고 있는 정밀 농업기술의 기초 자료로 농지 정보의 디지털화를 위한 장치 개발에 관한 것이다. 농지 정보(지리정보-위치 및 경계, 생육 환경정보-온습도)의 디지털화는 농지의 생산성 및 산업화 그리고 고도화를 위한 기반 데이터로 활용할 수 있는 것이며 컴퓨터 기술과 융합된 시너지 효과를 극대화할 수 있을 것으로 판단된다.

## II. 장치 설계

본 장에서는 농지 정보 획득을 위한 단말기 장치 설계에 관해서 서술하였다. 디지털화 장치의 하드웨어 시스템은 원칩 마이크로프로세서 중심의 메인보드 부문과 외장 기구 설계 부문으로 구성된다.

### 2.1 메인보드 설계

메인보드 설계 구성도를 나타낸 것이 그림 1이다.

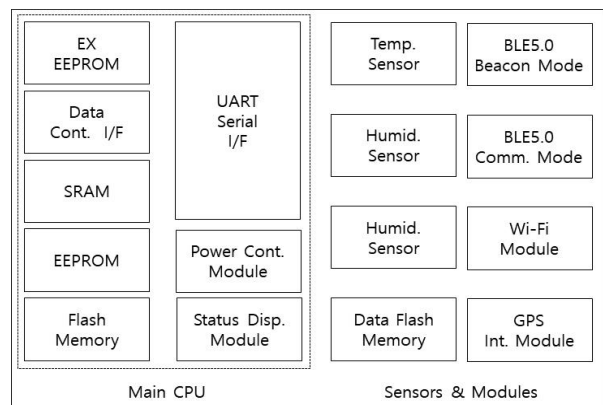


그림 1. 메인보드 구성도

Fig. 1. Mainboard configuration diagram

메인 CPU는 센서 데이터 처리, 전송 및 제어 기능을 수행하며 BLE5.0은 단말장치의 동작모드 설정 기능을 수행하는 것으로 본 시스템에서는 비콘 모드와 통신모드(블루투스 동작 모듈 설정)의 설정이 가능하도록 설계하였다. WiFi 모듈은 데이터 전송용 모듈로 단말장치에서 획득하는 데이터의 서버 전송 기능을 수행하기 위한 것이며 플래시 메모리는 메인 CPU의 프로그램 메모리로 사용하게 된다. 또한 전원 제어와 상태표시부를 통하여 외부 전원 제어 및 상태 표시 출력이 가능하도록 하여 제한 장치의 출력장치로 사용하도록 설계되었다. SRAM은 메인 CPU의 내장 SRAM을 말하는 것이다. EX/EEPROM은 초기값, 설정값 ID 그리고 관리 정보를 저장, 데이터 제어 I/F를 사용하여 메인 CPU와 모듈 간의 데이터 흐름을 제어하도록 설계하였다. 제안 단말기의 센서 부문에서는 온도 및 습도를 내장하여 생육 환경 정보의 획득이 가능하게 하여 정밀농업과 관련한 생육 환경 및 시설설

계 과정에서 기초 자료로 활용할 수 있도록 하였다. 그리고 내장 GPS 모듈(안테나 일체형)과 가속도 센서를 장착하여 농지에 대한 위치정보를 확보할 수 있도록 하였다. 여기서 데이터 플래시 메모리 용량은 15일 동안 획득 데이터를 저장할 수 있도록 설계되었으며 전원으로 배터리 충전 모듈(이차전지)을 채택하였다.

메인프로세서 회로 설계에 있어서는 8-비트 마이크로프로세서(ATMEGA2560-16AU)적용, 설계하였으며 주요 사양으로 프로그램 메모리로 256K 바이트의 In-System Self-Programmable Flash, 부가 메모리로 4K 바이트 EEPROM, 8K 바이트 내장 SRAM 또한 저전력을 위한 액티브 모드(Active mode), 파워 다운모드(Power down mode) 적용하였다. 그림 2는 메인프로세서에 대한 설계도를 나타낸 것이다.

## 2.2 기구 설계

디지털화를 위한 제안 단말장치의 외장 기구 설계에서 있어서 고려돼야 할 사항으로 4가지를 설정하였다. 첫째, PCB, PBA 구조 둘째, 온습도 센서 위치 및 공기흐름 구조 셋째, PCB 실장과 배터리 위치, 전원스위치, 외장 GPS, MicroSD 카드 인터페이스 적용이다. 그림 3은 설계 기구에 대한 모형도를 나타내었다.

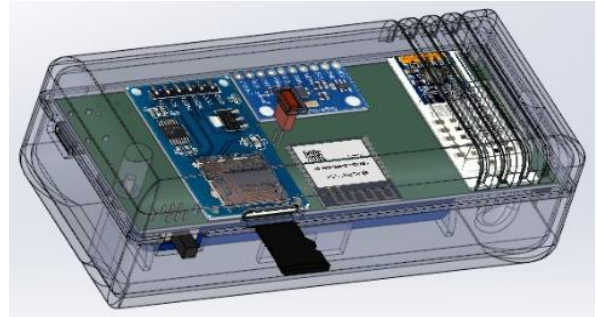


그림 3. 기구 설계 모형도  
Fig. 3. Mechanical design schematic

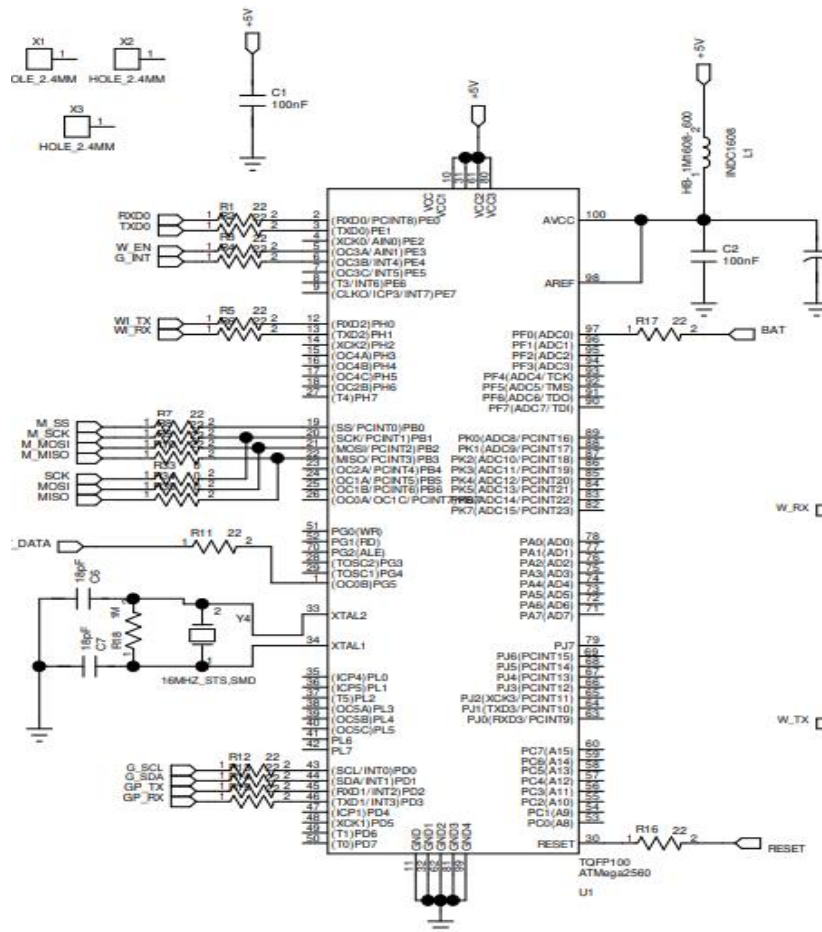


그림 2. 메인프로세서 회로 설계도  
Fig. 2. Main processor circuit design diagram

그림 4는 PCB 구조설계 및 모형도를 나타낸 것이다. 열 발생이 많은 부품은 센서 및 CPU 주변에서 분리하고 환경정보 센서(온습도)는 공기 유입 위치를 확보할 수 있는 공간인 외곽으로 배치하도록 설계하였으며 가속도 센서는 PCB 변형과 진동의 영향을 최소화할 수 있는 중심부에 배치하도록 하였다.

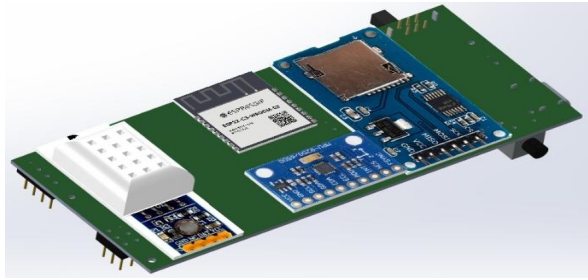


그림 4. PCB 구조설계  
Fig. 4. PCB structure design

그림 5는 온습도 센서 위치 및 공기흐름 구조를 설계한 것이다. 여기서는 2가지 사항을 고려하였다.



그림 5. 온습도 센서 위치 및 공기흐름 구조설계  
Fig. 5. Temperature & humidity sensor location & airflow structure design

첫째, 공기가 실제로 센서에 도달할 수 있는 구조를 확보하도록 설계하였다. 즉 하우스 내부에 밀폐되어 있으면 측정값의 정확도가 떨어지는 문제를 발생하므로 외부 공기와 직접 교환되는 통풍구 구조를 채택하였다. 통풍구는 센서와 수평 선상 또는 통풍구 앞에 배치하고 통풍구 지름, 개수, 위치가 충분한 유량을 보장하도록 설계하였다. 둘째, 센서 장치들이 내부 열원으로부터 충분히 떨어져 있는가? 하는 문제이다. 본 논문에서 채택하고 있는 온습도 센서는 열 간섭에 매우 민감하다는 특성을 가진다. 그러므로 MCU, 무선 모듈, LED 등과 같은 발열부와 거리를 확보하였다. 또한 PCB 열전달을 줄이기 위한 절연 슬릿(Insulation slit) 또는 컷아웃(Cut-out)을 검토하였으며 기구물 내부 공기가 뜨겁

게 갇히지 않도록 통기구를 설계하였다. 셋째, 센서 자체의 방향(Orientation) 피드백 문제로 센서에 관한 데이터 시트의 권장 방향을 준수하여[9][10] 센서는 수직 또는 수평 배치하고 공기흐름이 센서 채널을 바로 통과하도록 설계하였다.

그림 6은 PCB 실장과 배터리 위치 설계를 나타낸 것이다. 그림에서 제시한 것과 같이 기구 구조를 계층 구조로 하여 상부와 하부 부분으로 구분하도록 설계하였다. 이는 상부에 PCB 실장, 하부에 배터리를 위치하도록 하여 전원부와의 분리 구조를 적용하여 전자장치의 열 문제를 최소화할 수 있도록 설계하였다.

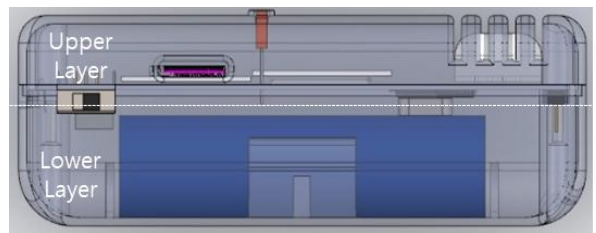


그림 6. PCB 실장과 배터리 위치 설계  
Fig. 6. PCB mounting and battery location design

그림 7은 전원스위치, 외장 GPS, MicroSD카드 인터페이스 설계 부분으로 장치의 외부 구조에 배치함으로써 사용자의 인터페이스 용이성을 확보할 수 있도록 하였다.

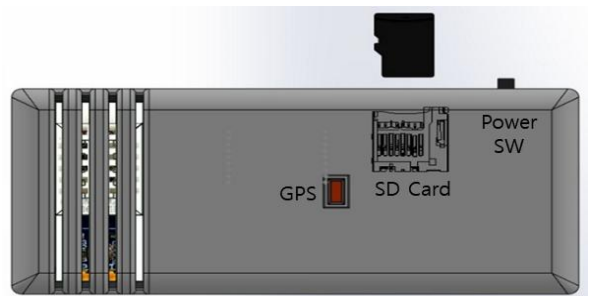


그림 7. 전원 스위치, 외장 GPS 및 MicroSD카드 인터페이스 설계  
Fig. 7. Power switch, external GPS, and MicroSD card interface design

### III. 장치 구현

본 장에서는 앞 장에서 서술한 설계 목적에 부합하는 장치의 프로토타입을 구현하였다. 그림 8은 PCB의 상층 부분과 하층 부분을 나타냈다.

상층부는 센서부가 중심이 되도록 설계하였으며 하층부에는 전원 및 인터페이스부가 구성되도록 설계하였다.

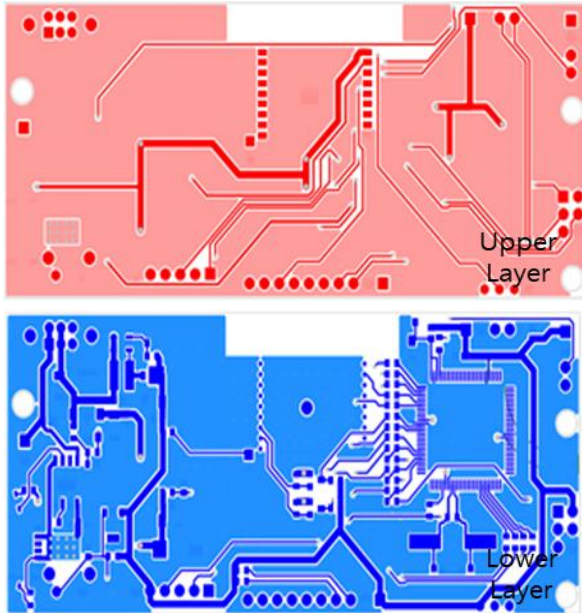


그림 8. PCB 구현(상하층 구조)  
Fig. 8. PCB implementation (upper & lower layer struct.)

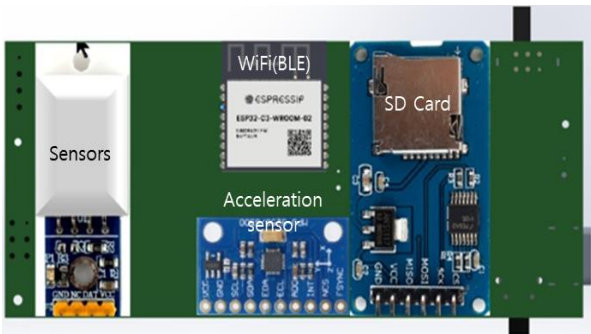


그림 9. PCB 부품 실장  
Fig. 9. PCB component mounting



(a) 인증 표본 (b) 시험용 표본  
(a) Certification sample (b) Test sample

그림 10. 인증 및 시험용 표본  
Fig. 10. Samples for certification and testing

그림 9에서는 그림 8에서 구현된 PCB에 부품을 실장 한 형태를 나타낸 것이며 그림 10에서는 시험용 디지털화 장치의 프로토타입 완성품을 나타냈다.

디지털화 장치의 데이터 신뢰성 시험에 관해서 서술한다. 그림 11에서는 샘플 3대를 12시간 연속해서 다양한 온도 및 습도 환경에서 데이터 획득 및 신뢰성 확인하는 과정을 분리하여 수행하였다.

모의시험은

- 온도 범위, 10°C ~ 55°C 범위에서  
12시간 이상 동작 확인
- 데이터(위치) 수집, 로그 데이터의 확인
- 샘플 3대, 온도, 습도 센서의 데이터 획득 확인
- 온도 설정, -10°C/10°C/20°C/30°C/30°C/50°C/55°C
- 습도 설정, 30%/50%/80%

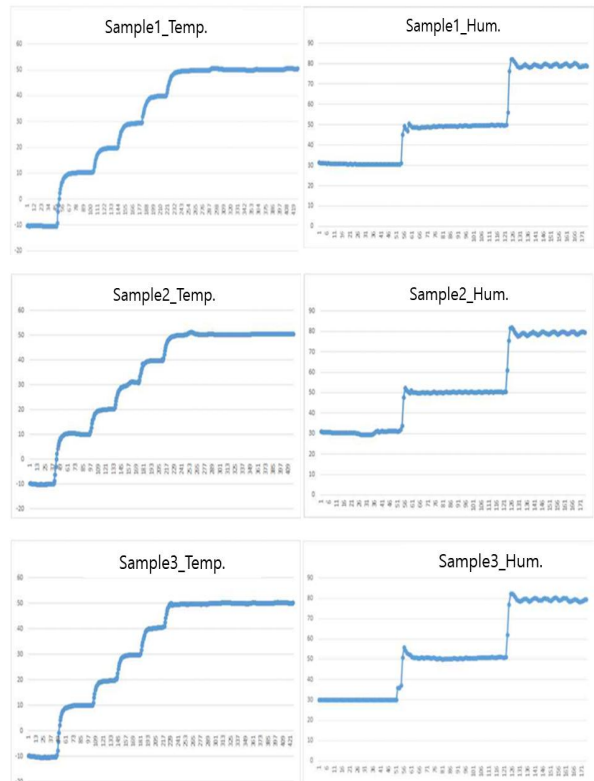


그림 11. 온도와 습도 데이터 획득 결과  
Fig. 11. Temperature & humidity data acquisition results

항목으로 구분하여 실험 과정(위치정보 및 경계 정보의 정확성을 확보하기 위하여 기본적으로 로그 데이터 분석 과정을 포함)을 2회 반복하여 데이터 수집 신뢰성 확인(온도, 습도, 지자기, 가속도, 자이로, 데이터 정상 수신)을 수행하였으며 그 결과를

나타낸 것이 표 1이며 각 행은 특정 시점의 측정값을 나타내며 데이터는 일자(시간), X·Y·Z축 가속도, 습도, 온도, 위도, 경도 순으로 구성되어 있다.

표 1. 데이터 획득 결과  
Table 1. Data acquired results

06-26 05:06:54	-1.83	3.17	-0.49	52.00	23.10	36.630847	127.330337
06-26 05:06:59	-2.14	2.75	-0.98	52.10	23.10	36.630847	127.330337
06-26 05:07:04	-1.71	3.23	0.12	52.10	23.20	36.630847	127.330337
06-26 05:07:09	-2.01	3.11	-0.31	52.10	23.20	36.630847	127.330337
06-26 05:10:31	-1.89	2.93	-0.24	54.90	23.60	36.630439	127.330184
06-26 05:10:36	-2.01	3.11	-1.28	54.80	23.60	36.630420	127.330230
06-26 05:10:41	-1.89	2.99	-0.31	54.70	23.60	36.630401	127.330238
06-26 05:10:46	-1.77	2.87	-0.55	54.60	23.60	36.630420	127.330223
06-26 05:10:51	-1.65	2.99	-0.31	54.70	23.60	36.630378	127.330245
06-26 05:10:56	-1.83	3.05	-0.55	54.60	23.60	36.630405	127.330238
06-26 05:11:01	-1.89	3.11	-0.55	54.60	23.60	36.630355	127.330276

#### IV. 결 론

본 논문에서는 정밀농업을 위한 기초 자료로 활용할 수 있는 농지 정보의 디지털화를 위한 장치를 설계, 구현하였다. 시스템 설계는 메인보드를 중심으로 한 모듈(위치 및 생육환경 정보 획득 모듈)에 대해서 상하층 구조로 구성하였으며 기구 부문에 있어서는 구성 모듈에 최적화된 환경을 실현될 수 있도록 설계 및 구현할 수 있었다. 모의실험 과정을 통한 장치의 신뢰성 확보를 바탕으로 농지(노지)에 대한 지리정보인 위치 및 농지 경계정보 및 생육환경 정보인 온도, 습도 정보를 획득하였다. 더불어 획득 기초 데이터는 농작물의 생육 환경 시설 설계 및 구현과 같은 응용 과정에서 최적의 결과를 획득하는데 활용할 수 있었으며 이를 통하여 농지 관련 경제적 이익 획득과 시설설계 및 관리의 효율성을 확보함으로써 농산업의 경쟁력을 확보하는 기반 기술로 활용할 수 있었다.

본 연구 결과의 상용화를 위한 고도화(정밀도, 용이성)부문에 대한 연구가 필요할 것으로 판단 된다.

#### References

[1] B. Lee and Y. Kwak, "Implementation of the Smart IoT System for Analysis of Environmental Factors for Open-Field Agriculture", *Journal of KIIT*, Vol. 20, No. 2, pp. 63-69, Feb. 2022. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2022.20.2.63>.

[2] B. Lee, J. Kim, and Y. Kwak, "Analysis of Environmental Factors for Precision Agriculture", *Journal of KIIT*, Vol. 21, No. 2, pp. 51-57, Feb. 2023. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2023.21.2.51>.

[3] A. Jaswal, M. Singh, and P. Patra, "Smart sensors enabling navigation and mapping for smart farming", *Smart Sensors Design, Challenges, and Applications*, pp. 133-164, 2025.

[4] S. Tang, Q. Zhu, X. Zhou, S. Liu, and M. Wu, "A conception of digital agriculture", *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Toronto, Ontario, Canada, pp. 3026-3028, Jun. 2002. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2002.1026858>.

[5] O. G. Ajayi, M. Palmer, and A. A. Salubi, "Modelling farmland topography for suitable site selection of dam construction using unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry", *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, Vol. 11, pp. 220-230, Aug. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.07.007>.

[6] D. C. Tsouros, A. Triantafyllou, S. Bibi, and P. G. Sarigannidis, "Data Acquisition and Analysis Methods in UAV- based Applications for Precision Agriculture", *2019 15th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS)*, Santorini, Greece, pp. 377-384, May 2019. <https://doi.org/10.1109/DCOSS.2019.00080>.

[7] S. R. Gopal and V. S. V. Prabhakar, "Intelligent edge based smart farming with LoRa and IoT", *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, Vol. 15, pp. 21-27, Jan. 2022. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01576-z>.

[8] M. Tekcin, D. R. T. Hamzaoglu, and S. Kursun, "Flexible humidity sensor for smart agricultural applications", *Flexible and Printed Electronics*, Vol. 8, No. 3, pp. 1-13, Jul. 2023. <https://doi.org/10.1088/2058-8585/ace8a6>.

[9] Datasheet, Digital-output relative humidity & temperature sensor/module AM2303,

Aosong(Guangzhou) Electronics Co.,Ltd.

[10] Datasheet, MPU-9250 Product Specification  
Revision 1.1, InvenSense Inc.

## 저자소개

이 병 주 (Byungju Lee)



2004년 8월 : 충북대학교  
정보통신학과(공학석사)  
2005년 2월 ~ 2006년 6월 :  
삼성전자 주임연구원  
2006년 7월 ~ 2009년 10월 :  
충북대학교 산학협력단  
선임연구원

2010년 9월 ~ 현재 : (주)보아스에스이 대표이사  
관심분야 : 모니터링시스템

최 일 준(IlJun Choi)



2003년 8월 : 충북대학교  
컴퓨터공학과 (공학석사)  
2008년 8월 : 충북대학교  
컴퓨터공학과 (공학박사)  
2012년 4월 ~ 현재 :  
한국교통대학교 컴퓨터공학과  
강사

관심분야 : 네트워크보안, 정보보안, 컴퓨터통신

곽 윤 식 (Yoonsik Kwak)



1986년 9월 : 경희대학교  
전자공학과(공학석사)  
1994년 3월 : 경희대학교  
전자공학과(공학박사)  
1991년 5월 ~ 현재 :  
국립한국교통대학교  
컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 센서네트워크, 인터넷 통신, 행정시스템