

시설 재배 농가 관리를 위한 데이터 서비스 기반의 비상 알림 스마트팜 서비스 모델 설계

방찬우¹, 이병권^{2*}

¹서원대학교 정보통신공학과 석사과정, ²서원대학교 멀티미디어학과 교수

Design of Emergency Notification Smart Farm Service Model based on Data Service for Facility Cultivation Farms Management

Chan-woo Bang¹, Byong-kwon Lee^{2*}

¹Master's Student, Dept. of Information Communications Engineering, Seowon University

²Professor, Dept. of Multimedia, Seowon University

요약 2015년부터 정부에서는 한국형 스마트팜 보급에 노력하고 있다. 그러나, 기술 및 현행 재배 연구 데이터의 한계로 인해 대규모 시설 채소 농가에만 보급이 국한되고 있는 실정이다. 또한, 작물 생육 및 재배 환경을 고려하지 않은 IT 기술의 단순 적용으로 도입 비용 대비 효율성과 신뢰성이 낮은 상황이다. 따라서, 본 논문에서는 공공 및 외부 데이터를 기반으로 데이터 분석 서비스를 수행하고 이를 시설 재배 농가의 실정에 맞는 데이터 기반의 타깃형 스마트팜 시스템을 설계하였다. 이를 위해, 농장 위험 정보 알림 서비스를 개발하고, 적정 비료 시비를 위한 광환경지도를 제공하며, 시설 농장의 온습도 정보를 활용한 재배 작기별 병해 예측 모델을 설계하였다. 이를 통해, 기존의 스마트팜 센서 데이터와의 연계, 활용으로 스마트팜 데이터 서비스 구현이 가능하며, 데이터 활용에 경제적 효율성 및 데이터 신뢰성을 확보할 수 있다.

주제어 : 스마트팜, 데이터 서비스, 시설 재배 농가, 광환경지도, 병해충 예측

Abstract Since 2015, the government has been making efforts to distribute Korean smart farms. However, the supply is limited to large-scale facility vegetable farms due to the limitations of technology and current cultivation research data. In addition, the efficiency and reliability compared to the introduction cost are low due to the simple application of IT technology that does not consider the crop growth and cultivation environment. Therefore, in this paper, data analysis services was performed based on public and external data. To this end, a data-based target smart farm system was designed that is suitable for the situation of farms growing in facilities. To this end, a farm risk information notification service was developed. In addition, light environment maps were provided for proper fertilization. Finally, a disease prediction model for each cultivation crop was designed using temperature and humidity information of facility farms. Through this, it was possible to implement a smart farm data service by linking and utilizing existing smart farm sensor data. In addition, economic efficiency and data reliability can be secured for data utilization.

Key Words : Smart Farm, Data Service, Facility Cultivation Farm, Light Environment Map, Pest Prediction

*Corresponding Author : Byong-kwon Lee (sonic747@daum.net)

Received September 01, 2022

Revised September 21, 2022

Accepted September 23, 2022

Published September 30, 2022

1. 서론

2015년부터 정부에서는 한국형 스마트팜 보급에 노력하고 있지만, 기술 및 현행 재배 연구 데이터의 한계로 토마토, 파프리카 등 대규모 시설 채소 농가에만 국한되고 있는 실정이다. 또한, 작물 생육과 재배 환경을 제대로 고려하지 않은 IT 기술의 단순 적용으로 도입 비용 대비 낮은 효율성과 실제 사용자인 농민이 사용하기 어려운 환경이 제공되고 있으며, A/S 문제로 현장 신뢰도가 매우 낮은 상황이다[1-3]. 특히, 시설 재배 농가에 대한 스마트팜 도입에는 많은 문제점이 발생하고 있다. 고가의 통합 제어 기반의 기존 스마트팜 시스템은 시설 재배 농가 실정에는 부적합한 상황이다. 또한, 시설 재배 농가의 경우, 데이터 통제가 어려운 1,500평 내외의 소규모 시설하우스가 대부분을 차지하고 있어 도입 비용이 높고, A/S가 원활히 이루어지지 못하는 실정이다[4].

따라서, 시설 재배 농가의 위험 상황, 비상 상황에 대한 대처 방안이 필요하다. 대부분의 농가들이 농장에서 떨어져 거주하며 출퇴근으로 농업에 종사하고 있어 안전과 보안에 취약한 상황이다. 또한, 기상악화, 악천우, 정전, 장치 이상으로 인한 농작물 피해 발생 위험에 항상 노출되어 있다. 기본적인 기상정보는 인터넷과 관련 기관을 통해 제공받거나 확인할 수 있으나, 능동적 대응에는 한계가 있다. 결국, 비상 상황 발생시 농가 피해가 크기 때문에 농민들은 출장, 여행, 치료 등의 일정으로 농장을 장기간 비울 수 없는 문제가 발생한다[5-7]. 또한, 시설 재배 농가에 적용 가능한 재배 환경 데이터가 매우 부족한 상황이다. 재배기간이 시설 재배 농가의 경우, 적용이 가능한 재배 데이터 연구가 미흡한 실정이다. 작물 생육과 재배 환경 데이터 수집을 위한 센서의 선정, 설치에 있어 원칙과 규정이 없어 수집 데이터의 신뢰도가 매우 낮은 상황이며, 이로 인해 고가의 스마트팜 시스템을 도입하여도 단순 제어와 모니터링용으로 사용하는 등 운영 효율성이 매우 떨어지는 상황이다. 'FTA 기금 과수 고품질시설 현대화 사업' 등을 통해 스마트팜이 보급되고 있으나 활용도와 농가 만족도가 모두 낮은 상황이다[8-10].

이러한 상황을 극복하기 위해, 최근에는 그린 뉴딜사업과 연계한 스마트팜 보급의 확산되고 있으며, 정부의 정책 노력으로 스마트팜 보급을 위한 기술 개발과 보조금 지원 등이 활발하여 농가의 스마트팜 도입 여건이

나아지고 있는 상황이다. 기후변화에 의한 시설 재배 농가가 증가하고 있는 추세이며, 스마트팜 보급 현황을 통한 기회 요인이 늘어나고 있다[11-12].

따라서, 본 논문에서는 공공 및 외부 데이터를 기반으로 데이터 분석 서비스를 수행하고 이를 시설 재배 농가의 실정에 맞는 데이터 기반의 타깃형 스마트팜 시스템을 설계하였다. 이를 위해, 시설 농가의 재배 환경 데이터를 수집, 가공하여 재배 시설의 비상 상황을 자동 인지 하고 비상 알림을 통해 농가에 전달하는 한편, 생산 및 상품 경쟁력 높일 수 있는 재배 환경 제어 데이터를 수집, 분석 가공하여 제공하는 서비스를 개발하였다.

2. 비즈니스 모델 설계

시설물 재배 농가의 경우, 농산물 품질하락에 따른 노지 농산물의 경쟁력 약화, 정부의 농장 현대화 정책, FTA(Free Trade Agreement) 대응 보조사업 등을 통해 시설 재배 면적이 빠르게 증가하고 있는 추세이다. 인구통계학적으로, 30-50대 남성, 고졸 이상, 년 평균 소득 5천-1억(3천평 이상 농지소유 시설 농가) 범위내에서 시설물 재배 농가가 확대되고 있다. 또한, 심리적으로, 스마트 디바이스, CCTV 등 스마트 기술 경험 보유, 농업에 있어서 일정 수준의 편리함 추구, 농업과 일상생활과의 균형 유지 희망, 일정 수준의 취미와 레저 활동을 병행하는 범위에서 시설물 재배 농가가 활발해지고 있다. Fig. 1은 스마트팜 구성에 필수적인 기능요소 및 효과를 나타낸 것이다.

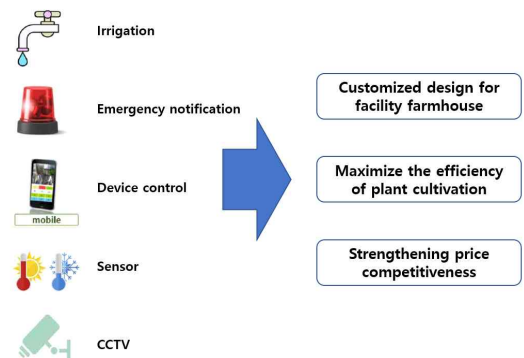


Fig. 1. Smart farm configuration & effects

행위적으로, 3천평 이상의 시설농가, 농지와 주거지가 분리된 경우, 시설이 여러 곳으로 나뉘어 있는 경우

에서 시설물 재배 농가가 확대되고 있다[13-14]. 이러한 시설물 재배 농가의 비즈니스 모델의 경우, 스마트팜 하드웨어를 기반으로 시스템 도입 농가의 생산성 향상과 품질 향상을 위한 시설 농가를 위해 재배 데이터 수집 및 가공, 활용 등의 프로세스가 진행되어야 한다.

스마트팜 시스템의 시설 재배 농가 적용에서 반드시 필요한 부분이 시설 재배 농가 관리를 위한 데이터 서비스 개발 및 적용, 활용이다. 즉, 네트워크 연동형 시설 안전 비상 상황 알림 서비스, 공공 기상환경 데이터를 활용한 광 정보기반 영양 시비 정보제공 서비스 및 시설 하우스 온습도 정보를 활용한 재배 시기별 병해 예측 서비스 등의 개발 및 적용이 필요하다. 결국, 공공정보, 장치설치 농가수집정보를 기반으로 농가피해를 최소화하며, 농산물 생산성을 극대화하기 위한 정보를 선제적으로 시설 재배 농가에 제공하기 위한 데이터 처리가 비즈니스 모델에 반드시 적용되어야 한다[15-16]. Fig. 2는 시설물 재배 농가의 효율적인 관리를 위한 데이터 처리 기반의 비즈니스 모델을 구성한 것이다. 비즈니스 모델에서 공공 정보는 기상청의 기상 정보와 한국전력 공사 및 통신사의 장애 정보를 기반으로 데이터를 구성한다. 또한, 시스템 정보에서는 실시간 통신 상태 데이터 및 CCTV 영상 데이터를 기반으로 구성한다. 농가 수집 정보에서는 시설 내부 및 외부의 온도, 습도, 강풍, 폭우 등의 데이터를 기반으로 구성한다.

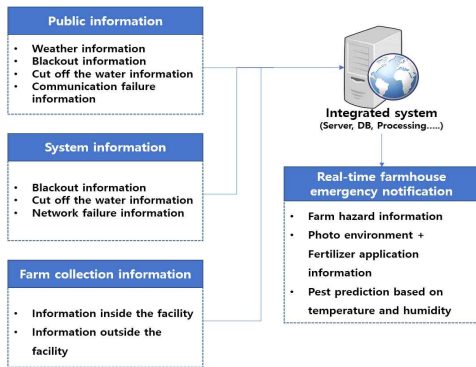


Fig. 2. Smart farm model based on data processing

마지막으로, 지역 농업 환경에 최적화된 스마트팜 시스템 설계 및 구축이 필요하다. 즉, 신규 시설 농가를 대상으로 구축 지역 환경을 고려한 맞춤형 스마트팜 시스템을 설계해야 하며, 기존 시설 농가의 시스템 개선 및 업그레이드를 위한 관수제어, 개폐기 제어 등의 맞춤형

모델 설계가 필요하다. 또한, FTA 기금 고품질 농산물 생산 시설 현대화 사업과 연계한 시스템 설계가 필요하다.

3. 데이터 분석 및 활용

본 논문에서는 공공 및 시설 내부/외부 데이터를 연계한 시설 재배 농가의 효율적인 관리 시스템 설계를 위한 비즈니스 모델을 설계하였다. 이를 위해, 시설 재배 농가에 대한 위험 정보 비상알림 서비스를 기반으로 데이터 분석 및 활용이 가능한 비즈니스 모델을 설계하였다.

3.1 데이터 수집 및 분석

시설 재배 농가의 효율적 관리를 위한 위험 정보 비상알림 서비스 모델 설계에서는 데이터 연계 비상알림 정보 서비스, 광환경에 대한 데이터, 온습도 정보를 활용한 작물 생육단계별 병해 예측으로 구분하여 데이터 수집 및 분석을 수행하였다.

첫째, 데이터 연계 비상알림 정보 서비스에서는 기상청 및 농업용 공공 데이터, 시설 재배 농가 자체 구축 시스템 데이터를 기반으로 데이터를 수집하였다. 또한, 데이터 분석 및 가공에서는 기상 예보에서 제공하는 주요 위험정보 수준(악천후, 강풍, 낙뢰, 고온, 저온, 습도, 일사량 등)을 정의하고, 시스템 설치 농가의 자체 환경 데이터와 공공 기상데이터를 비교하여 분석하였다. 이를 이용한 데이터 활용에서는 농장 악천후 예고 알림 서비스, 농장 악천후 감지 알림 서비스, 농장내 장치 이상 정보(정전, 네트워크 이상 등) 알림 서비스를 제공하는데 활용하였다.

둘째, 광환경에 대한 데이터에서는 기상청 및 공공기관에서 제공하는 대기환경 공공데이터, 태양광 발전소 및 신재생에너지 데이터 센터 등 유관기관에서 제공하는 데이터, 민간업체에서 수집되는 광환경 정보 및 시설 재배 농가에 설치된 CCTV 영상정보를 기반으로 데이터를 수집하였다. 또한, 데이터 분석 및 가공에서는 공공, 민간, 외부데이터와 설치 농가에서 수집한 광환경 데이터를 추출하고, 설치 농가의 CCTV 영상에서 광환경 데이터를 추출하였다. 이를 기반으로, 기간별 농가(주변)지역 적산일사량 분석 및 일사량지도를 작성하였다. 이를 이용한 데이터 활용에서는 적산일사량에 의한 증발산 및 관수량

및 증발산 예측 모델 개발을 위한 기초 데이터로 활용하고, 적산일사량에 의한 작물 생육단계별 광합성 산물 예측 모델 개발을 위한 기초 데이터로 활용하였다. 또한, 광에 의한 광합성 산물, 식물에너지(양분) 생산량을 예측하여 영양, 비료시비 기준을 마련하고 재배 시기별 관수량, 비료, 영양 시비 정보를 제공하는데 활용하였다.

셋째, 온습도 정보를 활용한 작물 생육 단계별 병해 예측에서는 시설 재배에서 중요한 재배관리인 병해의 발병원인을 주요 환경요인인 작물 생육단계별 온습도 정보를 활용하여 예측이 가능하도록 하였다. 데이터 수집은 병해 예측 모델을 구비한 30개 농장의 온습도 정보를 통해 과실의 비대성숙기 발병 병해에 대한 예측을 수행하였다. 또한, 데이터 분석 및 가공에서는 농장간 수집 데이터의 상호 비교 분석, 발병 농장의 온습도 추이 패턴 분석, 병해 발생 온습도 추이 상관 분석을 수행하였다. 데이터 활용에서는 온습도 정보를 활용한 생육단계별 병해 발생 예측 정보 서비스 제공 및 병해 예측정보를 활용한 시비량 정보 제공 등에 활용하였다.

3.2 데이터 적용 및 활용

첫째, 기상청 데이터를 활용한 시설 재배 농가의 약천후 예측 및 감지에 활용하였다. 이를 위해, 24 절기별 데이터를 분석하여 해당 절기의 기상을 예측하여 대비 방안을 구축하고, 방재 기상관측 데이터를 분석하여 위험 수준의 데이터를 라벨링하여 학습시켜 약천후, 강풍, 낙뢰, 온도, 습도, 일사량에 대한 위험 여부를 판단하였다. 또한, 실시간 데이터를 통하여 위와 같은 위험 판단 감지 및 알람 서비스를 제공하는데 활용하였다. Fig. 3은 기상 데이터를 이용한 약천후 인공지능 학습 구조를 나타낸 것이다.

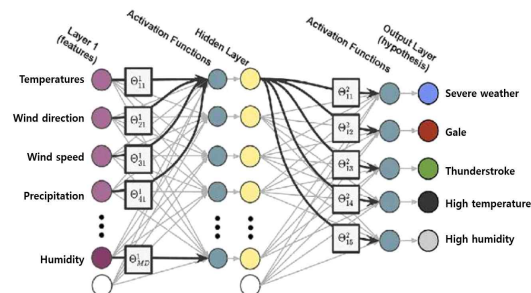


Fig. 3. AI learning structure

둘째, 영상 데이터를 활용한 적산 일사량 분석을 위해 시설 재배 농가 CCTV 영상 데이터와 해당 농가 광환경 데이터를 맵핑하였다. 또한, 인공지능 CNN (Convolutional Neural Networks) 모델을 통하여 CCTV 영상으로 광환경 데이터를 추출하고, 다양한 기후에 따른 CCTV 데이터와 광환경 데이터를 활용하였다. Fig. 4는 CNN 구조를 통하여 광환경 데이터를 추출한 것을 나타낸 것이다.

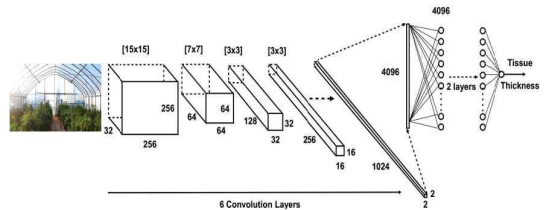
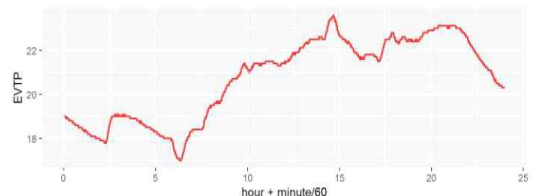
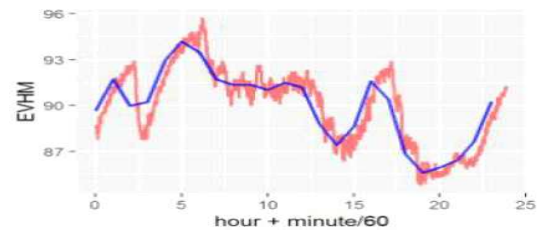


Fig. 4. Light environment data extraction using CNN model

셋째, 온습도 데이터를 가공하여 병해 예측에 활용하였다. 이를 위해, 농장간 수집 데이터의 상호 비교 분석, 발병 농장의 온습도 추이 패턴 분석, 병해 발생 온습도 추이 상관 분석을 적용하였다. 기상청 데이터 분석 기법과 동일하게 인공지능 MLP(Multi-Layer Perceptron) 기법 적용하여 병해 발생을 예측하였다. Fig. 5는 시설 재배 농가 내부의 온도 및 습도 측정 데이터를 기반으로 추이를 예측한 그래프를 나타낸 것이다.



(a) Temperature trend graph



(b) Humidity trend graph

Fig. 5. Trend graph based on temperature and humidity measurement

4. 결론

농업 환경의 거대화, 현대화 및 귀농 확대 등의 사회적 흐름속에서 시설 재배 농가가 증가하면서 이에 대한 위험 상황, 비상 상황에 대한 대처 방안이 필요한 실정이다. 대부분의 농가들이 농장에서 떨어져 거주하며 출퇴근으로 농업에 종사하고 있어 안전과 보안에 취약한 상황이다. 또한, 기상악화, 악천우, 정전, 장치 이상으로 인한 농작물 피해 발생 위험에 항상 노출되어 있다. 기본적인 기상정보는 인터넷과 관련 기관을 통해 제공받거나 확인할 수 있으나, 능동적 대응에는 한계가 있다. 결국, 비상 상황 발생시 농가 피해가 크기 때문에 농민들은 출장, 여행, 치료 등의 일정으로 농장을 장기간 비울 수 없는 문제가 발생한다.

따라서, 본 논문에서는 공공 및 외부 데이터를 기반으로 데이터 분석 서비스를 수행하고 이를 시설 재배 농가의 실정에 맞는 데이터 기반의 시설 재배 농가 맞춤형 스마트팜 시스템을 설계하였다. 이를 위해, 농장 위험 정보 알림 서비스를 개발하고, 적정 비료 시비를 위한 광환경지도를 제공하며, 시설 농장의 온습도 정보를 활용한 재배 작기별 병해 예측 모델을 설계하였다.

하드웨어 기반의 공공 정보와 시설 재배 현장 정보 통합 지능형 데이터 서비스 구현이 가능하다. 즉, 구축 하드웨어를 시설 농가에 보급 설치되어 현장 데이터와 공공 데이터와의 비교 분석 및 검증을 통한 실증이 가능하며, 하드웨어가 시설 농가의 환경, 기상, 재배 데이터를 수집하여 DB 구축 및 정보 처리에 용이하다. 또한, 설치 농가 자체가 데이터를 수집하는 AP 역할을 하기 때문에 공공데이터를 보완하여 실효성 있는 데이터 제공이 가능하며, 실시간 데이터 통신을 통해 시설 농가 간의 정보 교환 및 데이터 활용이 가능하다. 이를 통해, 기존의 스마트팜 센서 데이터와의 연계, 활용으로 스마트팜 데이터 서비스 구현이 가능하며, 데이터 활용에 경제적 효율성 및 데이터 신뢰성을 확보할 수 있다.

REFERENCES

[1] M. S. Choi. (2021). Smart Farm Control System for Improving Energy Efficiency. *Journal of*

Digital Convergence, 19(12), 331-337.
DOI : 10.14400/JDC.2021.19.12.331

[2] N. M. Hashem & A. Gonzalez-Bulnes. (2020). State-of-the-Art and Prospective of Nanotechnologies for Smart Reproductive Management of Farm Animals. *Animals*, 10(5), 840.
DOI : 10.3390/ani10050840

[3] D. P. Kim, J. Y. Choi & S. Y. Choi. (2017). The Impacts of Personal Characteristics and Recognition of External Environments for the Prospective Smart Farm Agricultural Entrepreneurs on the Entrepreneurial Intention of Smart Farm Start-ups: *Foc. Institute for Poverty Alleviation and International Development*, 26(3), 183-218.
DOI : 10.18350/ipaid.2017.26.3.183

[4] H. R. Hur, S. G. Park & M. C. Park. (2019). Design of Smart Farm with Automatic Transportation Function. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 24(8), 37-43.
DOI : 10.9708/jksoci.2019.24.08.037

[5] Y. C. Choi & I. H. Jang. (2019). Smart Farm in the Age of the Fourth Industrial Revolution. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 36(3), 9-16.

[6] I. H. Jang, S. H. Yang, D. Y. Lee & D. W. Choi. (2018). Development of Agricultural Work Management System Based on Real-time Acquisition of Labor using Unmanned Transfer Robots. *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, 24(11), 1014-1019.
DOI : 10.5302/J.ICROS.2018.18.0167

[7] P. Choudhari, A. Borse & H. Chauhan. (2018). Smart Irrigation and Remote Farm Monitoring System. *International Journal of Computer Applications*, 180(38), 24-26.
DOI : 10.5120/ijca2018917011

[8] H. Gan & W. S. Lee. (2018). Development of a Navigation System for a Smart Farm. *IFAC-PapersOnLine*, 51(17), 1-4.
DOI : 10.1016/j.ifacol.2018.08.051

[9] I. Ullah & D. H. Kim. (2018). An Optimization Scheme for Water Pump Control in Smart Fish Farm with Efficient Energy Consumption. *Processes*, 6(6), 65.
DOI : 10.3390/pr6060065

[10] S. Zhong & X. Wang. (2018). Decentralized Model-Free Wind Farm Control via Discrete Adaptive Filtering Methods. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 9(4), 2529-2540.
DOI : 10.1109/tsg.2016.2614434

- [11] S. H. Kim. (2021). A Study on the Smart Farm Policy Process : Focusing on the Rogers' Innovation Process Model This study amended and supplemented some of the doctoral dissertations. *Cooperative Economics and Management Review*, 54, 87-116.
DOI : 10.35443/CMR.2021.54.005
- [12] B. H. Shin & H. K. Jeon. (2020). ICT-based Smart Farm Design. *Journal of Convergence for Information Technology*, 10(2), 15-20.
DOI : 0.22156/CS4SMB.2020.10.02.015
- [13] M. J. O'Grady & G. M. P. O'Hare. (2017). Modelling the smart farm. *Information Processing in Agriculture*, 4(3), 179-187.
DOI : 10.1016/j.inpa.2017.05.001
- [14] Y. J. Lee & Y. H. Pan. (2021). A Study on the Interaction Structure of Smart Farm in Controlled Horticulture: Focusing on Plant Production Stage. *Journal of the Korea Convergence Society*, 12(6), 1-8.
DOI : 10.15207/JKCS.2021.12.6.001
- [15] R. Mythili, M. Kumari, A. Tripathi & N. Pal. (2019). IoT Based Smart Farm Monitoring System. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4), 5490-5494.
DOI : 10.35940/ijrte.D8806.118419
- [16] Y. T. Ju, S. C. Kim & E. K. Kim. (2021). Development of a Low Cost Smart Farm System for Cultivating High Value-added Specialized Crops. *The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences*, 16(4), 743-748.
DOI : 10.13067/JKIECS.2021.16.4.743

방 찬 우(Chan-woo Bang)

[학생회원]



- 2022년 2월 : 서원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 정보통신공학과 석사과정
- 관심분야 : IoT, 빅데이터
- E-Mail : bcw0219@naver.com

이 병 권(Byong-kwon Lee)

[정회원]



- 2003년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2007년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2020년 4월 ~ 현재 : 서원대학교 멀티미디어학과 교수

- 관심분야 : 데이터 처리, 가상현실
- E-Mail : sonic747@daum.net