The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)
Vol. 19, No. 2, pp.169-174, Apr. 30, 2019. pISSN 2289-0238, eISSN 2289-0246

https://doi.org/10.7236/JIIBC.2019.19.2.169
JIIBC 2019-2-23

스마트팜 ICT기기의 이상탐지 시스템

Anomaly Detection System of Smart Farm ICT Device

최휘민*, 김주만**

Hwi-Min Choi*, Joo-Man Kim**

요 약 본 논문은 스마트팜 ICT기기의 고장·오작동으로 인한 이상을 탐지하여 사용자에게 알리는 시스템을 제안한다. 4차 산업혁명이 다가오면서 농업도 경쟁력 향상을 위해 ICT기술과 융합하고 있다. 매년마다 스마트 농업 시장 규모는 빠르게 성장하고 있지만 아직까지 기기의 표준화와 인증제도가 부족한 실정이다. 특히 국내에서 보급되고 있는 스마트팜 기기는 업체마다 제품 규격이 상이하고 소프트웨어와 하드웨어가 별도로 개발되고 있는 등 품질과 호환성이 떨어져 저가의 스마트팜 기기를 사용하는 농가의 피해가 빈번하게 발생하여 기기의 이상을 인지할 수 있는 시스템이 필요한 상황이다. 본 논문에서는 스마트팜 국내외 정책 동향과 국내 스마트 농업 동향을 알아보고 스마트팜 고장·오작동에 의한 이상 상황을 분석하여 사전에 예방하고 문제 상황이 발생할 경우 사용자에게 알리는 시스템을 제안한다.

Abstract This paper propose a system to notify the user that detects failure of malfunction of smart farm ICT devices. As the fourth industrial revolution approaches, agriculture is also fused with ICT technology to improve competitiveness. Smart farming market is rapidly growing every year, but there is still a lack of standardization and certification systems. Especially, smart farm devices that are widely used in Korea are different in product specifications, software and hardware are developed separately, and quality and compatibility are poor. Therefore, a system that can recognize the abnormality of the equipment due to the frequent damage of farmers using low cost smart farm equipment is needed. In this paper, we review smart farm domestic and overseas policy trends and domestic smart agriculture trends, analyze smart farm failure or malfunctions and proactively prevent them, and propose a system to inform users when problems occur.

Key Words : Anomaly detection, ICT, IoT, smart farm, smartphone

Ⅰ. 서 론

최근 4차 산업 혁명 시대가 다가오면서 다양한 분야에서 스마트 기술을 접목하기 위한 시도가 국내외적으로 진행되고 있다. 세계 각국에서 농업 기술 혁신을 통한 농업 경쟁력을 향상시키기 위해 ICT 기술을 접목하고 있다. 우리나라의 농업은 농촌 고령인구 증가, 노동력 부족, 폐쇄적인 농업시장 개방 등의 현실에 아직까지 전통 농업에 의존하고 있어 노동력 대비 생산성은 떨어지고 있다. 그에 따라 최근 스마트 농업에 대한 수요가 증가하고 국내 스마트팜 시장 규모는 2018년 4.74조, 세계 스마트팜 시장 규모는 39.3억 달러에 달하였지만, 국내의 스마트팜 개발 기술의 적용에는 아직까지 많은 문제점이 발생하고 있는 실정이다. 국내 벤처 기업 및 학계에서 스마트 기술을 개발하고 있지만 기기의 성능 편차가 매우 크다. 그로 인해 낮은 품질의 스마트 기기의 고장·오작동

*정회원, 부산대학교 IT응용공학과
**정회원, 부산대학교 IT응용공학과 교수
접수일자 2019년 2월 21일, 수정완료 2019년 3월 21일
게재확정일자 2019년 4월 5일

Received: 21 February, 2019 / Revised: 21 March, 2019 / Accepted: 5 April, 2019
*Corresponding Author: pololy90@pusan.ac.kr
Dept. of Applied IT Engineering. Pusan University, Korea

등으로 인한 스마트팜 농가의 피해가 발생한다. 농민의 평균 IT기기 활용 능력은 낮은 편으로 스마트팜 도입 후에 효과적으로 사용하지 못하거나 문제가 발생해도 쉽게 인지하지 못하고 대처 또한 불가능하다. 이에 본 논문은 사용자가 기기의 문제를 인지하여 손해가 발생하지 않게 스마트팜 기기의 고장·오작동을 감지하고 사용자가 인지할 수 있게 알림하는 방법을 제시한다.

II. 관련 연구

1. 국내외 정책 동향

가. 국외 정책 동향

ICT 기반의 스마트 농업에 관한 기술 및 서비스에 대한 국제 표준화는 ITU-T를 중심으로 진행되고 있다. ITU-T SG5는 정보통신 기술과 기후변화, 에너지 절감 및 온실가스 배출 방법, 온실가스 감축 사업 저감량 평가 등에 중점을 둔 표준이고, ITU-T SG13은 2012년도부터 ICT 기반 스마트 농업 분야에 대한 표준(ITU-T Y, 2238)을 개발하였다. 이 표준은 네트워크에 기반한 스마트팜의 개요, 스마트팜 참조 모델, 스마트팜에 필요로 하는 서비스 및 네트워크 기능들을 정의하는 것을 목적으로 하고 있다. IoT 관련 표준을 개발하는 ITU-T SG20은 성능 평가지표 표준화와 스마트 시티 구축과 운영을 위한 기술 표준을 개발하고 있다[1].

2015년부터 네트워크 기반의 스마트 농업 참조모델에서 정의하고 있는 스마트 농업의 생한 후 단계에 대한 기능 모델과 요구사항을 정의하기 위하여 생산 후 단계 표준(ITU-T Y, POPS)를 시작하였고, 스마트팜 서비스를 제공하기 위하여 필요한 센서, 센서 노드, 구동기, 구동기 노드, 온실통합제어기, 온실운영 시스템, 온실통합관리시스템 및 사용자 등 객체 간의 인터페이스에 대한 표준을 제정하는 스마트팜 인터페이스(ITU-T Y, ISG-FR) 표준이 개발중이다.

나. 국내 정책 동향

현재 국내에서 보급되고 있는 스마트온실 및 축사 ICT 기기들은 생산업체마다 제품 규격이 상이하고 호환성이 부족하여 시설 농가의 통합관리 및 유지 보수에 어려움이 크다. 이에 원예시설 및 축사에 적용되는 각종 센서 및 구동기의 형식과 통신방식 등을 생산업체 등의 의견을 종합하여 공동규격으로 표준화하는 작업이 추진되었다. 2015년에는 개폐모터 등 구동기 9종, 2016년에 센서 13종과 양액기 등 3종, 2017년에 스마트 축사 센서 19종에 대한 공동 규격이 확정되어 단체표준으로 채택되었다. 지속적으로 스마트온실 및 축사와 관련하여 표준화 대상이 확대되고 있고, 농림축산식품부에서 추진 중인 스마트온실 및 축사 확산사업에 지침사항으로 ICT 기기의 신뢰성을 향상시킬 것으로 보인다.

표 1. 스마트온실 및 축사 ICT기기 단체표준 현황[2]
Table 1. Status of ICT equipment standard in smart greenhouse and Barn

구 분	종 류	표준번호
제어기	천창, 측창, 보온재, 커튼, 환풍기, 유동팬, 관수모터, 관수밸브, 냉난방기 등 9종	TTAK KO-10.0845
스마트온실 센서	온도, 습도, CO_2 , 일사량, 풍향, 풍속, 감우, 광량, 토양수분, 토양장력, 토양 EC, 토양 pH, 지온	TTAK KO-10.0903
스마트축사 센서	기온, 풍향, 풍속, 감우, 습도, 일사, 일조, 기온, 습도 등 외기센서	TTAK KO-10.0979
	기온, 습도, 암모니아, CO_2 , 조도, O_2 , 차압, 풍속 등 내기센서	TTAK KO-10.0980
	정전, 누전, 아크, 낙뢰보호기 등 안전 센서	TTAK KO-10.0981
복합기	양액기, CO_2 발생기	TTAK KO-10.0944
	스마트영상장치	TTAK KO-10.0945

2. 국내 스마트 농업 동향

스마트 농업은 농업의 생산·유통·소비 전반에 IT 기술을 접목시킴으로서 고기능, 고효율을 달성할 수 있는 6차 산업화가 가능한 기술로 스마트 농업을 통해 부가가치의 제고, 생산비의 절감, 환경오염의 최소화, 농촌생활의 편리성 증대를 실현한다[3].

정부출연연구소 주관으로 2015년부터 ICT가 내재된 시설자동화를 통한 편의성 중심의 스마트팜 1.0에서 품질 및 생산성 중심의 농가 수익 창조 모델인 스마트팜 2.0이 개발 중에 있다. 환경·생육정보 분석을 통한 최적의 복합환경제어로 작물의 생산성 및 품질을 향상하고,

기반 기술인 생육 계측센서 개발 및 표준화도 추진하고 있다. 또한, 국내 스마트팜 전문 기업은 온실 내 ICT 기술도입 비용을 줄이고 데이터의 효율적인 관리 및 복합 환경제어를 위한 클라우드 기반의 스마트팜 시스템을 개발하여 기업 간의 협업을 통한 서비스를 제공하고 있다[2].

국내 스마트 농업 생산 관련 시장은 표 2와 같이 2015년 3조 6,051억 원에서 연 평균 14.5%씩 성장하여 2020년에는 5조 4,048억 원에 이를 것으로 전망되고 있다. 스마트 농업 생산 시장 규모 중 지능형농작업기의 비중이 약 52%로 가장 크고, 식물 공장의 비중이 약 6%로 가장 적게 차지하고 있다.

표 2. 스마트 농업 분야 관련 국내 시장 규모 및 전망(단위: 억 원)[4]
Table 2. Domestic market size and outlook for smart agriculture[4]

	지능형 농작업기	생산시스템 (스마트팜)	식물공장
2015년	18,000	16,251	1,800
2016년	21,600	17,340	2,759
2017년	23,047	18,502	2,944
2018년	24,591	19,741	3,141
2019년	26,239	21,064	3,352
2020년	27,997	22,475	3,576

Ⅲ. 스마트팜 이상 탐지 시스템 개발

스마트팜은 4차 산업혁명의 농업부문 핵심모델로 주목받고 있다. 하지만 대부분의 농민은 IT장비에 대한 이해도가 낮고 활용능력이 떨어진다. 국내에서는 2015년부터 제품의 표준화 작업을 추진하고 있지만 스마트팜 기기에 대한 인증이 제대로 이루어지지 않고 있다. 이로 인해 스마트팜을 활용 중인 농민들은 고장·오작동이 발생해도 인지하기 어렵고, 어디에서 잘못된 것인지 알 수 없어 추후에 대비도 어렵다. 스마트팜의 이상으로 인해 피해가 발생할 경우 개발업체와 농민 간의 분쟁을 담당한 기구도 마련되어 있지 않고, 기록장치도 의무적이지 않아 농민만 고스란히 피해를 입는다. 따라서 스마트팜 ICT기기의 이상을 감지하고 사용자에게 알리는 기술은 필수적이다.

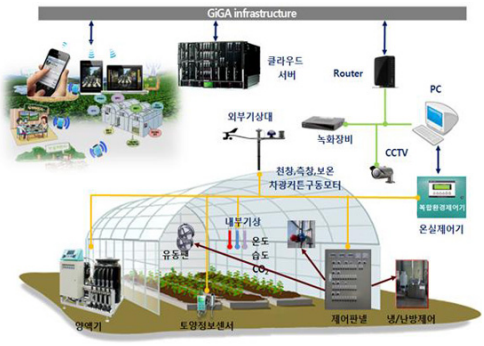

그림 1. 스마트 온실 구성도
Fig. 1. Smart greenhouse configuration

국내 스마트팜 분야에서 전반적으로 이용되는 온도, 습도, CO_2, 일사량, 습도 등의 내·외기 센서는 필수적인 정보를 센싱하고 있어 다른 기기의 이상 징후를 파악하기에 적합하여 고장을 예측하는 것이 중요하다. 주로 센서의 오작동으로 사용자에게 이상이 발생하고 있음을 인지하지 못하거나 제어기의 고장·오작동으로 인해 원격관리가 제대로 이루어지지 않아 많은 피해가 발생하고 있다.

농림축산식품부는 스파트팜의 국산화율이 전체 시장의 70% 내외이며 대부분 단순한 형태의 스마트팜으로 추산하도 있다. 이들 국산업체의 제품은 하드웨어와 소프트웨어가 별도로 개발되어 부품의 호환성이 떨어지는 문제로 제품마다 성능 차이가 크게 발생하고 있다. 농가들은 제품 성능을 자세히 파악하는 능력이 부족하여 가격 위주로 스마트팜 기기를 선택하고 있어 정확도, 내구성, 고장률이 높은 문제가 많이 발생한다.

그림 2는 제어기의 이상을 탐지하는 시스템의 구성이다. 원격지에서 스마트 기기를 통해 제어기의 동작을 명령하면 제어기는 작업을 수행하고 PC로 동작이 완료되었음을 알린다. PC는 동작한 제어기가 정상적으로 작동한 것을 확인하기 위하여 관련된 내기 센서의 값을 일정시간 감시한다. 제어기 동작 명령 후 시간이 경과해도 센서 값의 변화량이 미미하거나 상태가 나빠져 정상 범위에서 벗어나 것으로 판단되면 제어기에 고장·오작동 증상이 있는 것으로 판단하고 즉시 사용자의 스마트 기기로 알림을 보내 사용자가 빠르게 대처할 수 있도록 한다. 센서 값이 목적대로 변화되는 경우 제어기의 정상 작동을 사용자에게 알린다.

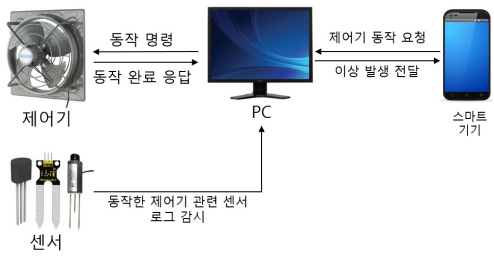

그림 2. 제어기 이상 탐지 구성도
Fig. 2. Controller abnormal detection configuration

표 3은 스마트팜 이상 탐지 시스템 어플리케이션의 개발 환경이다. 이 어플리케이션은 실시간 내·외기 센서 값 모니터링, 일 단위 그래프 모니터링, 원격 제어기 조작, 이상 탐지 알림 기능을 제공한다. 낮은 안드로이드 버전에서도 호환될 수 있게 API 21 이하만 활용하였다.

어플리케이션은 온도, 습도, CO_2, pH, 지온, 지습, 풍향, 풍속, 토양EC, O_2, 일사, 일조 모니터링 기능과 천창, 측창, 커튼, 환풍기, 관수밸브, 관수모터, 냉난방기, 유동팬 제어 기능이 있다.

표 3. 스마트폰 어플리케이션 개발환경
Table 3. Smartphone application development environment

구 분	항 목	내 용
안드로이드 기기	개발 환경	Android 7.1.1
	사용 언어	Java
	개발 Tool	Android Studio
	개발 타겟	Galaxy Tab A 8.0

Ⅳ. 실험 및 결과

개발한 시스템의 실험 과정에서는 실제 환경에서 실험하기 어려운 점이 있어 데이터를 수정하여 이상 상황을 가정하여 진행하였다.

애플리케이션에서 내·외기 센서의 이상을 감지하기 위해서는 모니터링 장비에서 일정 주기마다 같은 종류의 센서들의 값을 비교하여 정상 차이 범위 내인지 검사하고, 각 센서마다 값의 변화량이 일정량을 넘어가거나 순간적으로 큰 변화를 보이는 경우가 있는지 기록한다. 그림 3은 스마트폰 어플리케이션의 환경 모니터링 화면으로 온도, 습도, CO_2, pH, 지온, 지습, 풍향, 풍속, 토양EC,

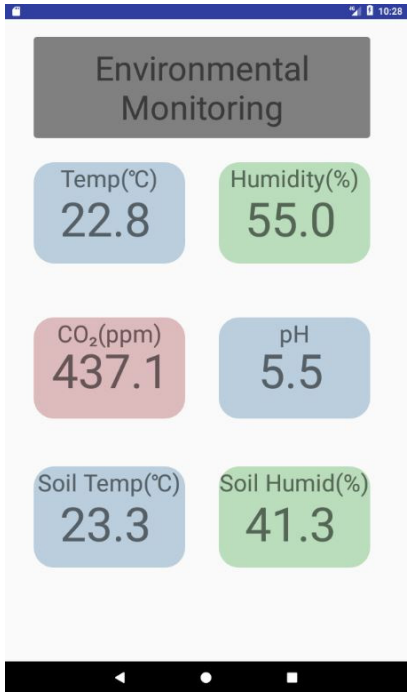

그림 3. 이상 탐지 시스템의 환경 모니터링 화면
Fig. 3. Environmental monitoring screen of anomaly detectiong system

O_2, 일사, 일조 12종 센서 데이터를 원격지에서 실시간으로 확인 할 수 있게 구성하였다. 센서 값이 설정한 정상 범위를 벗어나는 경우 데이터 색상을 경고 단계에서는 노란색, 위험 단계에서는 빨간색으로 표현하고 사용자가 실시간으로 확인하지 않더라도 PC에서 센서 데이터를 주기적으로 확인하여 정상 범위를 벗어난 상태로 복구되지 않거나 센서 값의 변화가 급격한 경우가 단시간에 여러 차례 발생하는 경우 이상이 발생한 것으로 판단하고 사용자가 인지할 수 있게 알림으로 알려 대처할 수 있게 한다.

환경 모니터링 화면에서 하나의 항목을 선택하면 최근 일일 데이터의 변화를 그래프로 확인할 수 있다. 데이터의 변화를 한 눈에 보기 쉽도록 매시 정각의 데이터를 추출하였고, 가로축은 시간, 세로축은 데이터 값으로 표현하였다.

주로 큰 피해가 발생하는 상황은 환풍기, 창문, 냉난방기 등을 제어하는 제어기가 원격지에서 제어 요청을 받았지만 정상적으로 작동한 것으로 응답만 하고 현지에서 작동하지 않았거나 오작동을 일으키면서 발생하게 된다. 사용자의 입장에서는 정상적으로 작동한 것으로 보이므

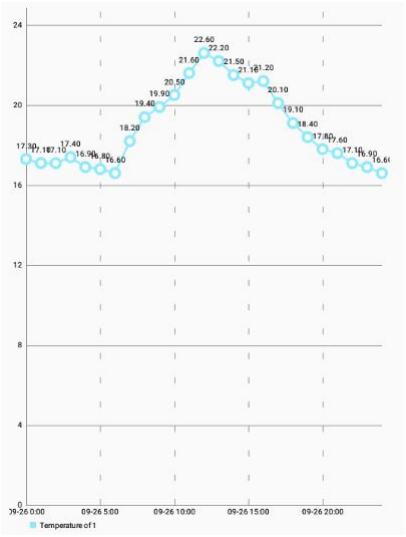

그림 4. 이상 탐지 시스템의 일일 데이터 모니터링 화면
Fig. 4. Daily data monitoring screen of anomaly detection system

그림 5. 이상 탐지 시스템의 원격 조작 화면
Fig. 5. Remote operation screen of anomaly detection system

로 문제가 발생했다는 것을 원격지에서 인지할 수 없고 현지에서 확인했을 때는 이미 대처할 수 있는 시기를 놓칠 수 있다. 이러한 상황을 예방하고 고장·오작동에 대한 더 빠른 대처를 위하여 기기와 연관된 센서를 활용하였다.

본 논문에서는 환풍기에 이상이 발생하는 상황을 가정하였다. 환기가 되지 않았을 경우 변화가 큰 온도, 습도, 지온, 지습 센서 데이터를 활용하였으며 지속적으로 내부의 기온과 지온이 오르고 습도가 떨어지는 상황을 환풍기가 정상적으로 작동하지 않고 정상작동 응답을 보낸 상황으로 판단하여 그림 6과 같이 스마트폰 알림에 바로 확인할 수 있게 하였다.

스마트팜 ICT기기는 생물을 대상으로 하고 있어 고장·오작동으로 인한 이상을 실시간으로 감지하지 못할 경우 단시간에 치명적인 결과가 발생할 수 있다. 따라서 이상 유무를 빠르게 감지하고 알리는 시스템은 필수적이다.

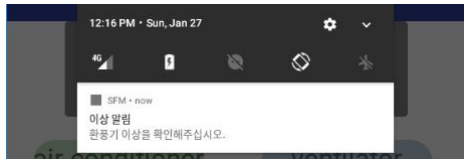

그림 6. 이상 탐지 시스템의 이상 알림 화면
Fig. 6. Abnormal detection system abnormal notification screen

V. 결 론

본 논문에서는 스마트 농업의 국내외 표준화 동향과 국내 스마트 농업의 동향을 파악하고 스마트팜 기기에 필수적인 고장·오작동에 의한 이상을 탐지하는 방법을 제시하였다. 현재 보급 되고 있는 국내 스마트 농업의 기술적 수준 및 국내외 현황은 ICT가 내재된 시설 자동화를 통한 편의성 증진 단계로, 품질 및 생산성 향상과 안정화 단계로 나아가기 위하여 생육·생체 모니터링, 생육·생장 예측 모델, 병해충 진단·처방 모델 개발 및 농작업 관련 로봇의 개발 등과 관련한 연구들이 활발히 수행 중이다[5].

국내 스마트 농업은 기술 개발 결과의 상용화 및 확산을 위한 노력이 필요하다. 스마트 농업 핵심 기술을 적용하기 위하여 노후화된 생산기반시설 정비가 필요하며, 현장의 농민의 요구를 반영한 스마트 농업 기술의 개발이 되도록 필요기술의 선택이 중요하다. 또한 스마트 농

업을 구성하는 기술과 제품의 품질과 신뢰성을 높이기 위하여 농업용 ICT 부품과 장비의 표준화, 작물의 종류와 영농 여건에 따라 스마트 농업 장비를 선택할 수 있도록 하는 시스템의 모듈화, 품질 보증을 위한 인증 제도가 필요하다[6],[7].

국내의 영세한 스마트 농업 시장 구조를 고려할 때, 선진국의 사례 분석을 통하여 국내에서도 농업 관련 스타트업 육성을 위한 생태계 조성 및 체계적인 시스템 구축 등이 필요하다[8].

References

[1] Joo-Young Park, Mi-Young Heo, “Trends in International Standardization of Smart Agriculture”, The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, Vol. 34, No. 1, pp. 70-75, Jan 2017.

[2] Jae-Hong Min, Joo-Young Park, “Technology and Standardization Trends on Smart Agriculture”, Electronic Communication Trend Analysis, Vol. 33, No. 2, pp. 77-85, 2018.
DOI: https://doi.org/doi: 10.22648/ETRI.2018.J.330209

[3] Han-Seung Gu, Jae-Hong Min, Joo-Young Park, “Survey of ICT-Agriculture Convergence”, Electronic Communication Trend Analysis, Vol. 30, No. 2, pp. 49-58, 2015.
DOI: https://doi.org/doi: 10.22648/ETRI.2015.J.300206

[4] Ministry of Science, Technology and Information, “Leading Innovation Growth Business Smart Palm”, Oct 2018.

[5] Jong-Won Lee, “4th Industrial Revolution and Agricultural Sector Overseas Related Technology and Research Trends”, World Agriculture, Vol. 202, pp. 1-22, Jun 2017.

[6] Young-Hoon Yim, “Trends in Agricultural Science and Technology Policy in Major Countries in Response to the Fourth Industrial Revolution”, World Agriculture, Vol. 201, pp.1-14, May 2017.

[7] Heung-Dong Park, “Cloud-based smart farm system construction and service demonstration”, ezfarm, Jan 2018.

[8] Yong-Soo Lee, Jun Heo, Yong-Hoon Choi, “A Study on Smart Energy Management System using Information and Communication Technology”, The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 14, No. 5, pp. 167-172, Oct 2014.

저자 소개

최 휘 민(정회원)

- 2013년 : 부산가톨릭대학교 멀티미디어공학과 공학사
- 2015년 : 부산대학교 IT응용공학과 공학석사
- 2015~현재 : 부산대학교 IT응용공학과 박사과정
- 주관심분야 : Mobile Computing, RTOS, Embedded System, Network Security, Sensor Network
- Email : pololy90@pusan.ac.kr

김 주 만(정회원)

- 1984년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과 공학사
- 1998년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 2003년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 공학박사
- 1985년 1월 ~ 2000년 2월 : ETRI 책임연구원 운영체제연구팀장
- 1995년 7월 ~ 1996년 6월 : Novell Inc. ResearchCenter 방문연구원
- 2000년 3월 ~ 2006년 2월 : 밀양대학교 정보통신공학부 교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 IT응용공학과 교수
- 주관심분야 : 임베디드 시스템, 실시간 시스템 제어, 저절전 스케줄링 알고리즘