

인명 구조용 휴대형 IoT 단말기 개발

류대현* · 최태완**

Development of Portable IoT Device for Lifesaving

Dae-Hyun Ryu* · Tae-Wan Choi**

요약

본 연구에서는 인명구조용 휴대형 IoT 단말기와 이를 기반으로 하는 웹서비스 프로토타입을 개발하고 그 기능을 평가하였다. 인명구조용 휴대형 IoT 단말기는 휴대가 용이하고, 저전력 광대역 IoT 통신기술인 LTE Cat.M1 모뎀을 사용하여 사용자 간 통신이 가능하여 긴급상황 발생 시 근접지 사용자의 우선 구조가 가능하고, GPS가 내장되어 정확한 위치 파악이 용이하도록 설계하였다. 향후 버튼 신호, 음성, 가속도 변화 등 다양한 방식으로 구조 요청도 가능하도록 개발할 계획이다.

ABSTRACT

In this paper, we developed a portable IoT device for lifesaving and a web service prototype based on the device and evaluated its functions. The portable IoT terminal for lifesaving is designed for easy to carry, and to communicate possibly between user by LTE Cat. M1 modem which is a low-power broadband IoT communication technology. So, in case of emergency, it is possible to give priority to nearby users and to determine the exact location with built-in GPS. In the future, it will be designed to enable rescue requests in various ways, such as button signals, voice, and acceleration changes.

키워드

Lifesaving, IoT Device, Web Service, Location Service, Emergency
인명 구조, IoT 단말, 웹 서비스, 위치 서비스, 응급 상황

1. 서론

국내 ICT 기술을 활용한 재난안전관리 업무시스템은 탐방로 안전관리 시스템, 무인계도 시스템(CCTV), 산불 무인 감시카메라, 자동우량관측시설, 자동기상관측시설, 급경사지 관리시스템, 산사태 관리 시스템, 추락사고위험지역 관리시스템, 낙석계측 시스템 등 9개

분야에 대해 구축 및 운영 중이다. 그러나 ICT 기술을 활용한 국립공원 재난안전관리 업무시스템 구축으로 안전관리를 위한 안전 대책 매뉴얼을 보유하고 있으나 위급 상황 발생 시 즉각적으로 대처하여 골든타임을 확보하기 위한 시스템 구비는 미흡한 수준이다.

특히 국립공원의 탐방객 안전관리 시스템은 문제 발생 시 국립공원공단 상황실로 정보를 전송받아 취

* 한세대학교 IT학부(dhyu@hansei.ac.kr)

** 교신저자 : 경상국립대학교 메카트로닉스공학부

• 접수일 : 2022. 07. 17

• 수정완료일 : 2022. 08. 29

• 게재확정일 : 2022. 10. 17

• Received : Jul. 17, 2022, Revised : Aug. 29, 2022, Accepted : Oct. 17, 2022

• Corresponding Author : Tae-Wan Choi

Dept. of Mechatronics Eng., Gyeongsang National University

Email : twchoi@gnu.ac.kr

합하여 상황을 파악하고 대응하는 구조·대응 체계가 마련되어 있으나 탐방객의 이동에 따른 위험을 사전에 고지하는 능동적인 대응 체계는 구비되어 있지 않다. 또한 안전사고 위치정보관리 전용 단말기를 이용한 운영시스템이 구축되어 있지 않아 사고 발생 근접지 대상 신호 발송이 어렵고, 재난 발생 안내 메시지 제공이 가능한 앱은 외부 지역에 존재하는 사람들에게까지 문자가 전송되는 문제로 인해 스마트폰을 활용하는 앱이 개발되었음에도 사용되고 있지 않다. 해상이나 산악 활동자를 대상으로 하는 안전관리를 강화하기 위해서는 이동경로, 행동패턴, 구조 요청 음성 등 다양한 정보를 빅데이터화하여 구조 또는 예방을 위한 조치로의 연계가 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 인명구조용 휴대형 IoT 단말기와 이를 기반으로 하는 웹서비스 프로토타입을 개발하고자 한다. 인명구조용 휴대형 IoT 단말기는 휴대가 용이하고, 저전력광대역 IoT 통신기술인 LTE Cat.M1을 적용하여 사용자 간 통신이 가능하여 긴급상황 발생 시 근접지 사용자의 우선 구조가 가능하고, GPS가 내장되어 정확한 위치 파악이 용이하며, 버튼 신호, 음성, 가속도 변화, 호루라기 신호 등 다양한 방식으로 구조 요청이 가능하도록 설계하였다. 또한 플로우 기반(flow-based) 서버 개발 도구인 Node-RED를 이용하여 웹 서비스 프로토타입을 구현하였다. 향후 서버에서 빅데이터 분석 및 인공지능 처리를 통해 빠른 상황 파악이 가능한 인명구조용 휴대형 IoT 단말기와 이를 이용한 방식이며 웹기반 서비스의 타당성(Feasibility)을 검토할 수 있는 환경도 구축하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 관련 기술 및 동향을 간단히 설명한다. 3장에서는 전체 시스템 개념과 구체적인 구현 내용을 기술하였다. 4장에서는 3장에서 시험 환경을 구축하여 시험한 내용을 기술하고, 5장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시하였다.

II. 관련 연구

2.1 관련 연구

재난 긴급구조용 스마트기기와 통합 모니터링 시스템 관련 선행기술 개발이 일부 이루어져 있으나 능

동적 구조가 가능한 안전관리시스템 구축은 여전히 미흡한 실정이다.

GPS를 이용한 재난구조신호 스마트기기와 통합 모니터링 시스템 등이 개발되었으나 단방향 통신으로 기지국에서 GPS 신호에 의지하여 조난자의 위치를 파악할 수 있다[1]. 드론과 무선신호탐지를 이용하는 조난자 수색 시스템은 조난자가 구조신호를 보내면 단방향 통신에 따라 드론으로 신호를 찾는 방식에 불과하며, 상호 음성통신이나 위험지역 진입 시 경고하는 기능은 없다[2]. 중앙대학교에서 개발한 ‘긴급구조 시스템 및 위치 검출 방법’은 지그비(ZigBee) 모듈을 이용하여 저전력으로 장시간 긴급구조 신호 송출이 가능하고 휴대가 가능하여 긴급상황 발생 시 간단한 조작으로 신호를 발생키면 이를 검출하여 구조하는 긴급구조 시스템이다. 그러나 이 시스템은 해상에서 사용이 어렵고, 역시 단방향 통신 방식에 불과하다[3].

2.2 LTE Cat.M1

본 연구에서는 ‘LTE-M’, ‘NB-IoT’, ‘로라’ 망의 장점을 결합, 차세대 IoT망의 대안으로 부상하고 있는 LTE Cat.M1을 적용한다. LTE Cat.M1은 3GPP (이동통신 표준화 기술협력 기구)가 표준화한 저전력 광대역 IoT 통신기술로 대용량 IoT 망 기술보다 배터리 수명, 데이터 전송 효율 등에서 한층 더 발전된 통신 방식이며 기존 대비 통신모듈 가격이 저렴하여 IoT 기기 제작 비용을 낮출 수 있다. 본 연구에서는 Quectel 사의 BG96 LTE Cat. M1 내장형 모듈을 사용하였다. BG96은 Qualcomm 9205 LTE 모뎀을 기반으로 개발된 모듈이며 스마트미터링(smart metering), IoT 네트워킹 등 다양한 IoT/M2M 애플리케이션에 적용되고 있다.

2.2 스마트 디바이스

IoT가 제대로 가치를 만들기 위해서는 통신이 가능한 사물, 사물 간의 통신을 연결해주는 통신 네트워크, 사물 간의 통신으로 수집된 정보로 판단 및 제어해주는 서비스의 3가지 요소가 효과적으로 결합되어야 한다[4].

이 중에서 사물에 해당하는 디바이스는 주변의 데이터를 수집할 수 있는 능력과 통신 기능이 있어야 하는데, 최근에는 Raspberry Pi나 아두이노와 같은

오픈소스 하드웨어가 소개되면서 다양한 분야의 사람들이 손쉽게 자신의 스마트 디바이스를 구현할 수 있게 되었다[5, 6].

본 논문에서는 최근 IoT 등 다양한 분야에서 활용도가 높은 ESP32를 사용하여 스마트 디바이스를 개발하였다. Espressif Systems에서 개발한 ESP32는 Wi-Fi와 Bluetooth를 지원하는 저비용 저전력 SoC이다. 이 SoC는 낮은 에너지 소비, 다양한 오픈 소스 개발 환경, 라이브러리로 인해 다양한 IoT 환경에 널리 사용되고 있다. ESP32는 두 개의 프로세서 코어가 있으며, 80MHz ~ 240MHz 사이에서 작동 주파수를 독립적으로 제어할 수 있다. SPI, I2C, UART, I2S, 이더넷, SD 카드, 정전식 터치와 같은 다양한 외부 인터페이스를 지원한다[7-9].

2.3 Node-RED

Node-RED는 IoT 서비스를 위해 하드웨어 디바이스들, API, 웹 서비스를 통합하기 위해 IBM이 개발한 시각 프로그래밍을 위한 플로우 기반 서버 개발 도구이다[7]. Node.js를 기반으로 하여 이벤트 기반(event-driven)의 비차단 모델(non-blocking model)을 채택하고 있다. Node-RED는 디바이스와 프로토콜이 입출력을 갖는 노드들로 추상화되어 있어서 사용자는 웹 브라우저에서 노드들을 서로 연결하고 필요한 주요 변수들을 설정함으로써 새로운 서비스 또는 데이터 처리 흐름을 쉽게 구성할 수 있다. Node-RED는 Node.js 기반으로 개발이 되어 Node.js가 제공하는 많은 라이브러리를 사용할 수 있으며 또한 새로운 노드를 쉽게 추가할 수도 있다. Node-RED는 AWS와 같은 클라우드 환경에서뿐만 아니라 Raspberry Pi와 같은 저가 하드웨어의 네트워크 에지에서도 손쉽게 실행할 수 있다는 장점이 있다.

Node-RED는 브라우저 기반 플로우 편집기를 제공하므로 자바스크립트 함수를 개발하는데 사용할 수 있다. 애플리케이션의 요소들은 재사용을 위해 저장하거나 공유할 수 있다. 런타임은 Node.js 위에서 개발되어 있다. Node-RED에서 만든 플로는 JSON을 사용하여 저장된다. 버전 0.14 이후 MQTT(Message Queue Telemetry Transport) 노드들은 적절하게 구성된 TLS 연결을 만들 수 있다[10].

III. 시스템 설계 및 구현

인명구조용 휴대형 IoT 단말기와 이를 이용한 웹 기반 서비스를 위한 프로토타입의 전체 개념도는 그림 1과 같이 나타낼 수 있다.

IoT 단말기는 GPS와 LTE Cat.M1 모듈이 내장되어 응급상황 발생 시 조난자의 위치 및 상태 전송이 가능하도록 하였다. 향후 가속도 센서 및 사운드 센서를 통해 위급 상황 정도를 파악할 수 있도록 하였다. 서버는 Node-RED로 구축하였으며 Maria DB를 사용하여 위치정보를 관리 할 수 있도록 하였다. MQTT를 위한 브로커도 서버에 설치하였다.

응급 상황 발생 시 조난자의 위치정보는 휴대형 IoT 단말기에서 MQTT 프로토콜로 LTE Cat.M1을 통해 MQTT 브로커에 출판(Publish)하고 서버에서는 위치정보를 구독(Subscribe)하여 지도에 위치를 표시하도록 하였다.

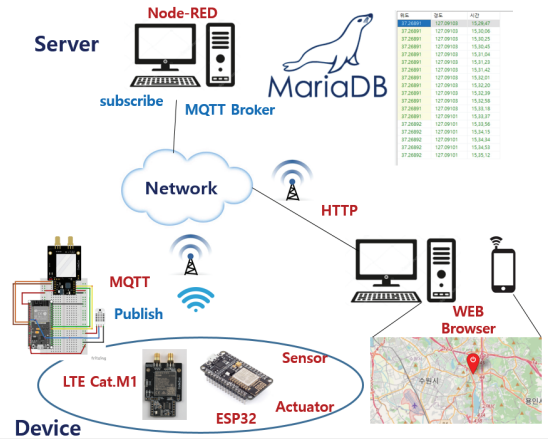


그림 1. 전체 시스템 개념도
Fig. 1 Total system concept

단말기의 전체 연결도 및 사진은 그림 2에 나타나 있다. 마이크로컨트롤러와 WiFi 통신을 담당하는 SoC는 Espressif사의 ESP32를 사용하였다.

본 연구에서는 Quectel 사의 BG96을 적용한 LTE Cat. M1 내장형 모듈을 사용하여 IoT 디바이스를 구현하였다. LGA 타입의 초소형 모듈인 BG96은 최대 300/375Kbps(D/U) 속도의 무선데이터, SMS 송수신을 지원하고 GPS가 내장되어 있다.

IoT에서는 무선 단말의 특성상 저전력, 경량화된 프로토콜이 요구되므로 디바이스와 서버 간의 통신을 위해 MQTT 프로토콜을 적용하였다.

MQTT는 TCP기반의 경량화된 출판/구독(Publish-Subscribe) 메시지 프로토콜로 특정 이벤트를 발생시키는 '출판자'와 해당 이벤트를 구독하는 '구독자'가 있다. MQTT 프로토콜에서는 브로커(Broker) 서버가 '토픽'이라고 부르는 이벤트 발생자와 구독자를 다대다(N:M)로 중개하는 메시지 버스 역할을 수행한다. 수신 데이터를 보호하기 SSL(Secure Sockets Layer)/TLS(Transport Layer Security)를 이용하여 키 관리와 메시지 암호화를 하도록 하였다. SSL/TLS는 HTTP, MQTT 등 인터넷에서 통신하는 과정에서 도청, 간섭, 위조를 방지하기 위해서 설계되었으며 데이터를 암호화를 하고 인증 등을 지원한다.

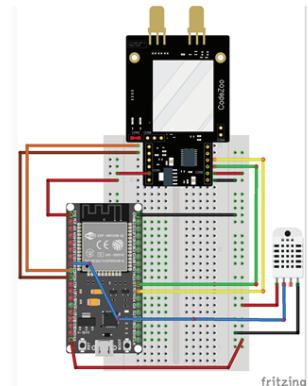
그림 2는 본 연구에서 개발한 인명구조용 휴대형 IoT 단말기 프로토타입의 연결도와 사진을 나타낸다. 이 그림에 사운드 센서나 가속도 센서는 연결되어 있지 않다. 본 논문에서는 응급상황 발생시 조난자의 위치 정보만을 전송하고 관리하며 지도상에서 표시하도록 구현하였으며 향후 다양한 센서를 적용하여 빅데이터 분석 및 인공지능 처리를 통해 빠른 상황 파악이 가능하여지도록 할 계획이다.

IV. 시험 및 평가

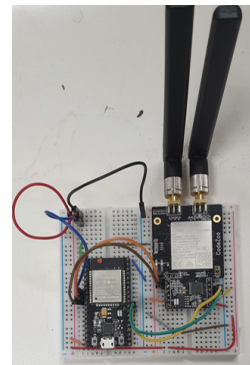
본 연구에서는 Node-RED를 이용하여 웹 서비스 프로토타입을 구현하였다. IoT 단말기에서 전송되는 위치정보는 Node-RED에서 지원되는 지도에 그 위치가 표시되고 시간별로 Maria DB에 저장되고 관리할 수 있도록 하였다. 또한 트래커 노드를 이용하여 IoT 단말기의 위치를 트래킹할 수 있도록 하였다. 시험 및 평가를 위한 Node-RED 플로우는 그림 3에 나타나 있다.

그림 4는 Node-RED에서 지원하는 지도에 실시간으로 표시된 디바이스의 위치를 보여준다.

그림 5는 Maria DB에서 관리되는 시간별 위치정보 테이블을 나타내고 있다. Maria DB에서는 위치정보 이외 사진, 음향이나 가속도 등 상황을 파악할 수 있도록 다양한 정보를 관리할 수 있다.



(a) Entire block diagram



(b) Circuit

그림 2. 디바이스 연결도 및 사진
Fig. 2 Device Connection Diagram and Photos

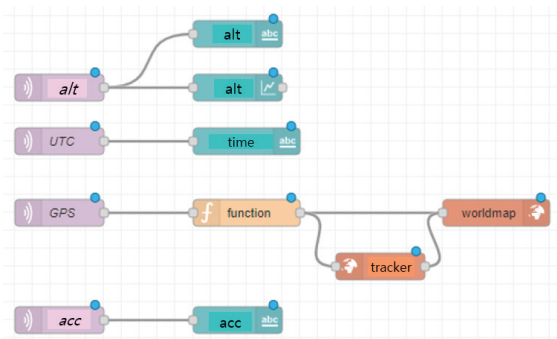


그림 3. Node-RED 플로우
Fig. 3 Node-RED flow

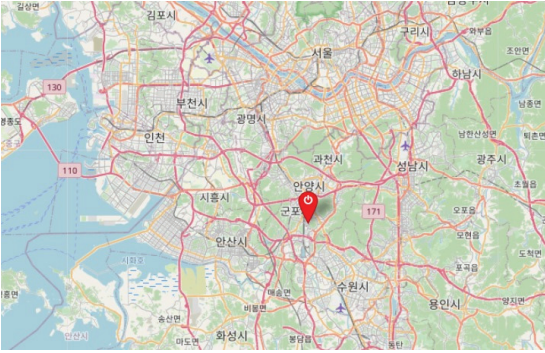


그림 4. 단말기 위치 표시
Fig. 4 Display of device location

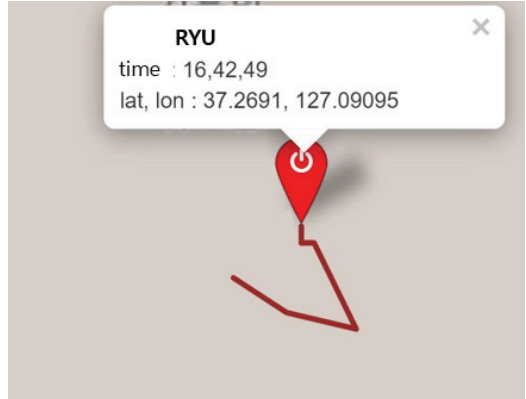


그림 6. 단말기 위치 트래킹
Fig. 6 Tracking of device location

lat	lon	time
37.26891	127.09103	15,29,47
37.26891	127.09103	15,30,06
37.26891	127.09103	15,30,25
37.26891	127.09103	15,31,04
37.26891	127.09103	15,31,23
37.26891	127.09103	15,31,42
37.26891	127.09103	15,32,01
37.26891	127.09103	15,32,20
37.26891	127.09103	15,32,39
37.26891	127.09103	15,32,58
37.26891	127.09103	15,33,18
37.26891	127.09101	15,33,37
37.26892	127.09101	15,33,56
37.26892	127.09101	15,34,15
37.26892	127.09101	15,34,34
37.26892	127.09101	15,34,53
37.26892	127.09101	15,35,12

그림 5. 위치정보 테이블
Fig. 5 Table of location information

그림 6은 트래커 노드를 이용하여 IoT 단말기의 위치를 트래킹하고 있는 상황을 표시하고 있다. 단말기에서 MQTT로 전송되는 GPS 정보를 SQL 데이터베이스에 저장하고 대시보드의 지도에 표시한다. 여러 사용자에게 로그를 저장하고, 날짜를 기준으로 데이터를 표시하고, 로그를 다른 트랙으로 분할 할 수도 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 저전력광대역 IoT 통신기술인 LTE Cat.M1을 적용한 인명구조용 휴대형 IoT 단말기와 이를 기반으로 하는 웹서비스 프로토타입을 개발하였다. 인명구조용 휴대형 IoT 단말기는 휴대가 용이하고, LTE Cat.M1을 적용하여 사용자 간 통신이 가능하여 긴급상황 발생 시 근접지 사용자의 우선 구조가 가능하고, GPS가 내장되어 정확한 위치 파악이 용이하며, 버튼 신호, 음성, 가속도 변화, 호루라기 신호 등 다양한 방식으로 구조 요청이 가능하도록 설계하였다. 또한 플로우 기반(flow-based) 서버 개발 도구인 Node-RED를 이용하여 웹 서비스 프로토타입을 구현하였다. 향후 서버에서 빅데이터 분석 및 인공지능 처리를 통해 빠른 상황 파악이 가능한 인명구조용 휴대형 IoT 단말기와 이를 이용한 웹기반 서비스의 타당성을 검토할 수 있는 환경도 구축하였다.

본 논문에서는 인명구조용 휴대형 IoT 단말기 기반 위치정보관리시스템을 위한 프로토타입을 개발하고 그 기능을 확인하였으나 향후 구조 음성 데이터를 인공지능 기반 분석으로 위급 상황 정도를 파악하여 조기 조치가 가능하도록 발전시킬 계획이다. 또한 GPS 위치 추적 장치 기반 사용자의 이동경로, 행동패턴에 대한 빅데이터 분석을 통해 위험지역 접근 시 사전에 알림 서비스를 제공하여 안전사고를 사전에 방지할 수 있도록 할 수 있다. 그뿐만 아니라 웹에 수신된 정보를 앱과 연동하여 알림 서비스를 제공하는

한편 다수의 사용자 접속 시 안전하게 서비스를 제공할 수 있다. 그리고 IoT 단말기를 보유한 순찰차의 이동경로에 따라 자동으로 보고서를 제공하여 재난안전 예방을 위한 대응이 가능하다.

본 연구는 향후 기존 재난안전분야 관련 통신단말기, 안전모니터링 기술 관련 전통 기술에 4차 산업혁명기술인 빅데이터 분석, 5G, IoT, 인공지능 기술 등을 접목한 융합기술로 ICT 접목을 통한 재난안전 사고를 예방하는 고도화 기술로 발전하는데 기여할 수 있다.

References

- [1] J. Park and C. Ku, "Implementation of Flood Warning Service with Mobile GIS," *J. of the Korean Geographical Society*, vol. 46, no. 6, 2011, pp. 738-750.
- [2] N. Park, Y. Ahn, and Y. Hwang, "A Study on the Development of a Remote Control Drone for Disaster Response," *J. of the Society of Disaster Information*, vol. 15, no. 4, Dec. 2019, pp. 578-589.
- [3] K. Kim, J. Park, J. Lee, Y. Kwon, H. Park, and Y. Choi, "Emergency Rescue System Based on Active Location-tracking System," *Telecommunications Review*, vol. 18, no. 2, Apr. 2008, pp. 283-292.
- [4] D. Bandyopadhyay and J. Sen, "Internet of things: applications and challenges in technology and standardization," *Wireless Personal Communications*, vol. 58, no. 1, Special Issue, May 2011, pp. 49-69.
- [5] K. Jin, E. Lee, and S. Lee, "Open-Source Hardware Module Application for Remote Monitoring of Disaster Prevention," *J. of Sensor Science and Technology*, vol. 24, no. 5, 2015, pp. 299-305.
- [6] Y. Oh and S. Lee, "IoT and the open source development platform," *J. of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, vol. 32, no. 6, June 2014, pp. 25-30.
- [7] D. Ryu and T. Choi, "Development of the Compact Smart Device for Industrial IoT," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 4, Aug. 2018, pp. 751-756.
- [8] D. Ryu and T. Choi, "Development of Smart Device Module for Perimeter Intrusion Detection," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 2, Apr. 2021, pp. 363-370.
- [9] J. Kim, "Analysis and Study for the Technical Direction of Internet of Things (IoT) in the Perspective of the Vehicle with Vehicle-Home IoT Service Cases," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 1, Feb. 2020, pp. 55-63.
- [10] S. Oh, T. Kim, and Y. Kim, "Implementation of factory monitoring system using MQTT and Node-RED," *The journal of the institute of internet, broadcasting and communication: JIIBC*, vol. 18, no. 4, 2018, pp. 211-218.

저자 소개

유대현(Dae-Hyun Ryu)



1983년 부산대학교 전기기계공학과 졸업(공학사)

1985년 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1997년 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1987년 - 1998년 2월 전자통신연구원 선임연구원

1998년 3월 - 현재 한세대학교 IT 학부 교수

※ 관심분야 : IoT, M2M, 정보보호, 영상처리

최태완(Tae-Wan Choi)



1983년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)

1996년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)

1984년 12월 - 1991년 2월 : (주)LG전자 디지털어플라이언스연구소 선임연구원

1997년 3월 - 현재 : 경상국립대학교 메카트로닉스공학부 교수

※ 관심분야 : 신호처리, 정보통신, 영상처리, Computer Vision, IoT