

## 객체 인식 모델과 지면 투영기법을 활용한 영상 내 다중 객체의 위치 보정 알고리즘 구현

박동석<sup>1</sup>, 홍순기<sup>1</sup>, 박준모<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(주)경성테크놀러지

<sup>2</sup>연세대학교 디지털헬스케어학부

### Implementation of AI-based Object Recognition Model for Improving Driving Safety of Electric Mobility Aids

Dong-Seok Park<sup>1</sup>, Sun-Gi Hong<sup>1</sup>, Jun-Mo Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Kyeong Seong Technology Co.LTD

<sup>2</sup>Dept. of Digital Healthcare, Yonsei University

**요약** 본 연구에서는 전동 이동 보조기를 이용하는 교통약자의 이동을 저해하거나 불편을 초래하는 횡단 보도, 측구, 맨홀, 점자블록, 부분 경사로, 임시안전 방호벽, 계단, 경사형 연석과 같은 주행 장애물 객체를 촬영한 뒤 객체를 분류하고 이를 자동 인식하는 최적의 AI 모델을 개발하여 주행 중인 전동 이동 보조기 전방에 나타난 장애물을 효율적으로 판단할 수 있는 알고리즘을 구현하고자 한다. 객체 검출을 높은 확률로 AI 학습이 될 수 있도록 데이터 셋 구축 시 라벨링 형태를 폴리곤 형태로 라벨링 하며, 폴리곤 형태로 라벨링 된 객체를 탐지할 수 있는 Detectron2 프레임워크를 활용하여 Mask R-CNN 모델을 활용하여 개발을 진행하였다. 영상 획득은 일반인과 교통약자의 두 개 그룹으로 구분하여 진행하였고 테스트베드 2개 지역에서 얻어진 영상정보를 확보하였다. Mask R-CNN 학습 결과 파라미터 설정은 IMAGES\_PER\_BATCH : 2, BASE\_LEARNING\_RATE 0.001, MAX\_ITERATION : 10,000으로 학습한 모델이 68.532로 가장 높은 성능을 보인 것이 확인되어 주행 위험, 장애 요소를 빠르고 정확하게 사용자가 인지할 수 있도록 하는 딥러닝 모델을 구축이 가능한 것을 확인할 수 있었다.

• 주제어 : 전동 이동 보조기, 교통약자, 객체 인식, 딥러닝, 디텍트론2

**Abstract** In this study, we photograph driving obstacle objects such as crosswalks, side spheres, manholes, braille blocks, partial ramps, temporary safety barriers, stairs, and inclined curb that hinder or cause inconvenience to the movement of the vulnerable using electric mobility aids. We develop an optimal AI model that classifies photographed objects and automatically recognizes them, and implement an algorithm that can efficiently determine obstacles in front of electric mobility aids. In order to enable object detection to be AI learning with high probability, the labeling form is labeled as a polygon form when building a dataset. It was developed using a Mask R-CNN model in Detectron2 framework that can detect objects labeled in the form of polygons. Image acquisition was conducted by dividing it into two groups: the general public and the transportation weak, and image information obtained in two areas of the test bed was secured. As for the parameter setting of the Mask R-CNN learning result, it was confirmed that the model learned with IMAGES\_PER\_BATCH: 2, BASE\_LEARNING\_RATE 0.001, MAX\_ITERATION: 10,000 showed the highest performance at 68.532, so that the user can quickly and accurately recognize driving risks and obstacles.

• Key Words : Electric Mobility Aids, Transportation handicapped, Object Recognition, Deep learning, Detectron2

Received 01 June 2023, Revised 26 June 2023, Accepted 29 June 2023

\* Corresponding Author Jun-Mo Park, Dept. of Digital Healthcare, Yonsei University, Wonju, Gangwon-do, Korea.  
E-mail: jmp0521@yonsei.ac.kr

## I. 서론

최근 다양한 분야에서 인공지능 기술 적용에 대한 관심은 AI Hub와 같은 정부 주도의 대규모 데이터 구축사업으로 더욱 활성화 있으며 특히 영상 데이터를 기반으로 하는 대규모 데이터 수집 사업이 진행되고 있다[1-2].

대규모 영상자료를 기반으로 하는 인공지능 관련 연구는 개인이 직접 데이터 수집에 참여하는 형태로 진화하면서 과거와 비교할 수 없는 수준의 빠른 데이터 수집 속도와 비용 절감 효과를 달성하고 있다.

스마트폰, 태블릿 PC의 보급으로 다양한 영상 촬영 장치가 폭넓게 보급되면 과거 그 어느 때보다 손쉽게 영상 자료 기반의 지리 정보를 생성할 수 있게 되었다. 이는 영상 자료 기반의 인공지능 연구 활성화를 유도하고 있으며 AR, GIS 등의 공간정보기술 융합을 통한 새로운 산업 분야의 출현으로 이어지고 있다[3].

최근 새로운 이동 수단의 개발은 전통적인 형태에서 벗어나 IT 기술이 결합한 자율 주행 자동차와 같은 스마트 모빌리티(Smart Mobility) 기술이 적용된 제품들을 중심으로 이루어지고 있다[4].

사회보장의 측면에서 교통약자의 이동권 보장을 위한 맞춤형 지리 정보 체계의 개발 수요가 지속해서 증가하고 있으며 교통약자법이 제정되는 등 교통약자의 이동권을 보장하고자 하는 다양한 분야에서 노력이 이어지고 있다[5].

이러한 노력에도 불구하고 아직도 대부분의 도로와 보행로는 정상인을 기준으로 설계·시공되고 있어 이면 도로의 경계를 따라 설치된 연석, 도로 노후화로 인한 포트홀, 계단, 높은 경사로 등 교통약자의 이동권을 제약하는 요소는 여전히 많은 상황이다. 이 때문에 정확한 지리 정보를 확보하지 못한 교통약자는 이동 중 급작스럽게 만나게 되는 이동장애 요소로 인해 먼 길을 돌아가거나 이동을 포기하는 상황에 놓이게 된다[6].

교통약자의 이동을 저해하는 물리적 장벽을 적절하게 교통약자에서 전달하기 위한 적극적인 지리 정보 전달 시스템 개발을 위해 불량노면을 자동 인식하고 최적의 이동 경로를 생성하기 위한 AI 모델의 개발에 대한 연구가 진행되기도 하였다[7].

본 연구에서는 도로와 보행로 상에 파손된 구조물이 지리 정보 구축에 반영될 수 있도록 객체 인식 모

델과 지면 투영기법을 활용하여 인공지능이 객체를 인식하고 인식된 객체의 위치를 보정하여 객체별 위치정보를 도출할 수 있는 알고리즘 구현하고자 한다.

## II. 본론

현재 국내 일부 지자체에서는 관내에 존재하는 도로 구성 요소 중 보수를 필요로 하는 객체를 찾아 수집하고, 수집한 객체의 위치를 이미지를 기준으로 사용자에게 제공하고 있다. 그러나 이때 전달되는 정보는 도로 보수가 필요한 객체를 구분하고 보수를 위한 계획 수립에 필요한 수준의 정보만을 전달하는 것으로 정확한 위치와 장소 정보를 포함하고 있지 않아 이동에 제약을 받는 관내 주민들의 주거환경과 관련한 민원 감소에 그 기능을 못하고 있다.

주거환경과 관련한 민원 감소와 도로 보수의 당위성을 확보하고 보수 공사 전, 후 분명한 개선 효과를 전달할 수 있도록 정확한 위치 정보가 포함될 정보 획득이 필요하다. 이에 본 연구에서는 객체 인식 모델과 지면 투영기법을 활용하여 영상 내 각 객체의 위치를 보정한 뒤 객체별 위치를 지도상에 표현할 수 있는 좌표값을 추출하여 실제 민원인이 정확한 위치를 인식할 수 있는 수준의 정보를 제공할 수 있는 알고리즘을 개발하고자 한다.

연구 대상은 파손으로 인해 보수가 필요한 도로 객체를 대상으로 하며, 각각의 객체에 대해 영상 데이터를 수집하고 딥러닝 기반의 객체 인식 모델을 통해 영상 데이터 속 객체를 판단하고, Roll, Pitch, Yaw 값과 이미지의 GPS 값을 추출하고, 지면 투영기법을 적용하여 탐지된 객체별로 GPS 좌표값을 출력하여 유효성을 검증하고자 한다.

### 2.1 도로 파손 객체 수집 하드웨어 정의

파손된 도로 정보와 위치 정보를 수집하기 위한 하드웨어 구성을 위해 Jetson nano 보드를 중심으로 구성하였다. 구현된 데이터 획득 장치의 하드웨어 사양은 Table 1과 같다.

Fig. 1에서는 구현된 데이터 수집 장치의 하드웨어 실물을 나타내고 있으며 이 장치는 Table 2. Collected data type에 정의된 데이터를 수집하는데 사용된다.

Table 1. Hardware Specification

구분	객체명
Board	Jetson Nano
CPU	Quad-core ARMA57@1.43GHz
GPU	128-core Maxwell
Memory	4GB 64-bit LPDDR4 25.6 GB/s
OS	Linux(Ubuntu Version 18.04)

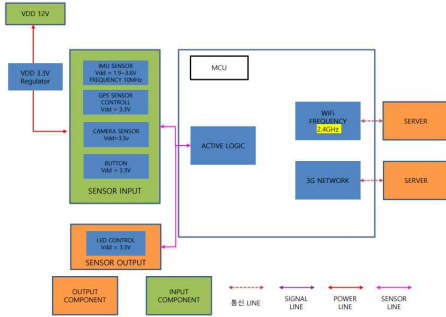
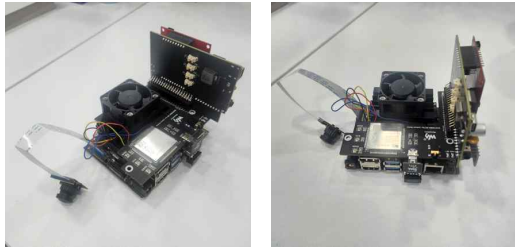


Fig. 1. Test Hardware & Data Flow

Table 2. Collected data type

구분	객체명
영상 데이터	JPG(1920*1080)
진동 데이터	가속도(x,y,z), 자이로(x,y,z), 지자계(x,y,z)
위치 데이터	위도, 경도, 고도

## 2.2 도로 파손 객체 인식 모델

실제 현장에서 파손되어 보수가 필요한 도로 파손 객체를 자동 인식하기 위해 객체 인식 모델은 카메라 모듈을 통해 촬영 영상을 빠르게 분류 및 분석하여 도출하고, 해당 정보를 알고리즘에 제공할 수 있어야 한다.

특히 객체 검출을 높은 확률로 AI 학습이 될 수 있

도록 데이터의 특성에 맞게 도로 균열과 같은 데이터는 폴리라인, 도로 홀과 같은 객체는 바운딩 박스, 기타 데이터는 폴리곤 형태로 라벨링 하며, 라벨링 된 객체를 탐지할 수 있는 Yolov5 프레임워크를 활용하고자 한다. Fig. 2에서는 Yolov5 모델의 architecture를 표현하고 있다.

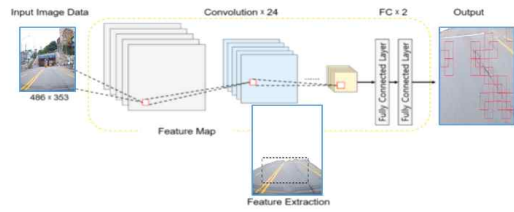


Fig. 2. Yolov5 architecture[8]

도로 파손 객체의 데이터는 차량을 이용해 측정하고 검출하는 방식으로 구성하였으며, 촬영된 영상으로부터 객체에 대한 Classification과 Localization이 동시에 수행한다. 실제 데이터 획득은 여러 객체를 동시에 검출하는 다중 객체 검출 모델을 활용한다.

검출된 균열 데이터, 도로 홀 데이터, 기타 데이터 모두 바운딩 박스 형태로 표현된다. Fig. 3 Object detection은 바운딩 박스로 표현된 결과를 나타내었다.

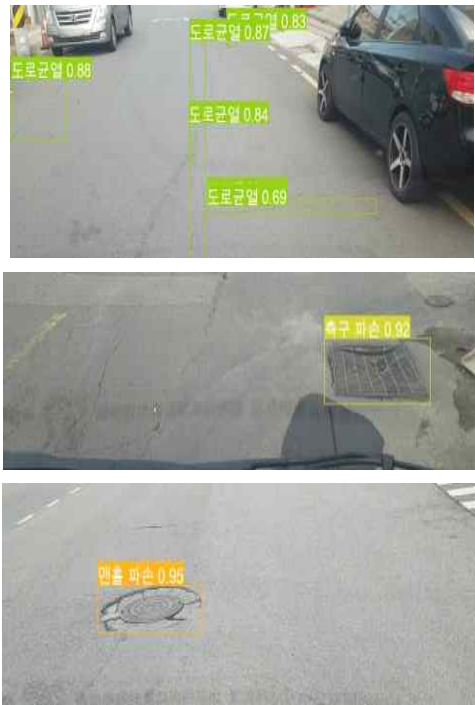


Fig. 3. Object detection

## 2.2 도로 파손 객체 정보의 정의

실제 도로 파손 객체 데이터를 확보하기 위해 부산광역시 사상구 내 도로를 대상으로 하여 데이터 추출 지역을 설정하였고, 데이터 획득을 용이하게 하기 위해 차량에 데이터 수집 하드웨어를 장착하여 영상 정보를 획득하였다.

Fig. 4는 데이터 추출 지역에 대한 지리 정보를 보여주고 있다.

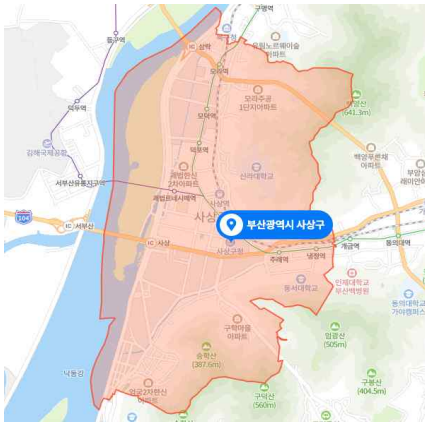


Fig. 4. Data acquisition area (Sasang-gu area)

동일한 환경의 데이터를 수집하기 위해 전면 유리의 각도 및 화각 품질을 고려하여 차고가 높고 픽업트럭과 달리 전면 돌출부가 없는 화물 트럭을 선정하였고, 트럭 1대에 3인 1조 형태로 총 4대의 차량으로 객체 데이터를 수집하였다.

Fig. 5는 데이터 수집에 활용된 차량을 나타내었다.



Fig. 5. Collect car

데이터 획득 지역에서 얻어진 영상정보는 정량적, 정성적 지표 분석을 통해 Table 3과 같은 라벨링 형태로 구분하였고, 총 5가지 객체 클래스로 분류하였다.

Table 3. Object Classification

구분	객체명
폴리 라인	도로 균열
바운딩 박스	도로홀
폴리곤	중앙 분리대
	측구
	맨홀

## III. 실험 과정

객체 인식 모델과 지면 투영기법을 활용하여 영상 내에 존재하는 도로 파손 객체의 위치를 보정하는 알고리즘을 구현하기 위해 다음과 같이 4단계의 제작 단계를 거쳐 출력된 객체별 위치를 지도에 출력하여 결과의 유효성을 확인하였다.

첫 번째, 데이터 수집은 차량에 장착한 도로 파손 객체 수집 하드웨어를 장착하여 직접 주행하며 주행 환경을 촬영하고, 영상 데이터를 수집하였다.

두 번째, 도로 파손 객체 수집용 하드웨어에서 Yolov5모델을 구동하여 자동으로 영상 내 존재하는 객체를 탐지하도록 한다.

세 번째, 검출 및 수집된 데이터의 각도 데이터와 GPS 지면 투영기법을 통해 위치 정보를 보정한다.

네 번째, 지면 투영기법을 통해 객체별 보정된 위치를 지도에 출력하여 촬영된 객체 위치와 비교하여 정확성을 검증하는 과정을 진행하였다.

### 3.1 데이터 수집

데이터 수준의 일관성을 확보하기 위해 단일 차량으로 동일한 위치에 하드웨어를 부착한 뒤 측정을 진행하였고 Fig. 4에 나타난 구역을 반복적으로 회전하며 실험 데이터를 획득하였다.

Fig 6은 동일한 차량에 설치한 모습을 나타내고 특정 구역을 40km/h로 동일한 속도로, 반복적으로 회전한 GPS 값을 지도에 출력한 결과이다.



Fig. 6. In case of on-site measurement

실험 단계에서 오차범위를 줄이고 영상 품질과 위치 정보의 일관성 있게 유지할 수 있도록 영상 화질은 FHD(920\*1080)로 한정하였으며, 프레임을 추출하여 1 초에 3프레임을 저장하도록 하였다.

객체의 위치를 정확히 검출하기 위해서 RTK-GPS 모듈을 활용하였고, 국토지리정보원과 실시간 위치 보정을 수행하여 오차범위를 2m 이내로 보정하여 GPS 값을 수집하였다.

### 3.2 객체 인식 AI 모듈 수행

Table 1 Object Classification에 정의된 객체를 탐지하기 위해 Jetson nano 보드에서 yolov5를 동작할 수 있는 환경을 구축한 후 인공지능 모델을 통해 객체를 탐지하였다.

Fig. 7은 Jetson nano 보드에서 객체 탐지를 수행한 결과를 보여 주고 있다. 탐지한 결과는 추출된 프레임에 Json 형태로 객체 명과 객체의 하단 정중앙의 좌표를 같이 저장하였다.



Fig. 7. Object detection in Jetson nano

### 3.3 지면 투영기법을 통한 객체 위치 보정

수집된 영상에서 추출된 이미지와 GPS, 각도 데이터는 객체 인식 AI 모듈을 통해 탐지한 객체 명과 이미지 내 객체의 좌표는 지면 투영기법을 적용하여 이

미지 내 존재하는 다중 객체의 GPS 위치값을 도출하였다.

3차원의 공간의 점 x, y, z 좌표를 축을 중심으로 회전시키는 행렬을 통해 임의의 3D 회전을 표현하고, Rigid 변환을 통해 3D 회전을 2D 좌표계로 변환하여 좌표축 변환 행렬을 통해 객체의 위치를 도출하였다. 수식 (1)은 지면 투영기법 적용한 최종 수식을 나타내었다.

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = R^T \left( \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{bmatrix} \right) \quad (1)$$

최종적으로 이미지 메타데이터에 출력된 값을 객체 명과 GPS 값으로 묶어 이미지의 메타데이터로 저장하였다.

### 3.4 지면 투영기법을 통한 객체 위치 출력

지면 투영기법을 통해 객체의 위치가 정확히 출력되는지를 확인하기 위해 보행로 상에서 사전 테스트를 수행하였다.

객체의 위치를 RTK-GPS 값으로 수신하여 기준 좌표를 잡고, 촬영 장치를 부착한 시험자가 해당 위치까지 걸어오면서 영상을 촬영하여 데이터와 이미지를 수집하고 실험 과정 단계를 수행하였다. 수행 결과 Fig 8.과 같이 2m 이내의 결과를 확인할 수 있었다.

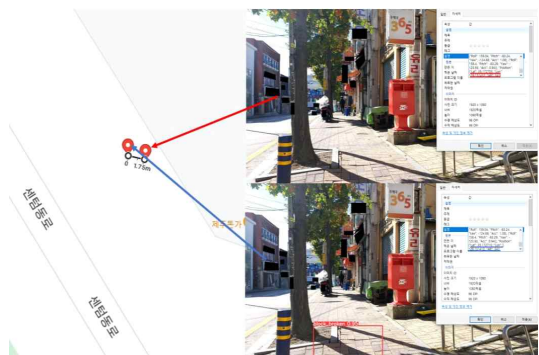


Fig. 8. Test object location

같은 방법으로 실제 환경인 차량에 설치하여 10회 반복적으로 데이터를 수집하고 객체 인식 AI 모듈 감지 알고리즘을 적용하여 실험을 수행하였다.

### IV. 실험 결과

Table 4. Test Result

회차	객체	지도 데이터	오차
1			0.91m
2			0.88m
...	...	...	...
9			1.88m
10			1.33m

객체 인식 모델과 지면 투영기법을 활용하여 영상 내 다중으로 존재하는 객체의 위치를 보정하여 노면 상의 파손 객체별 GPS 값을 보정하는 알고리즘을 구현하여 그 결과를 회차별로 도출하였고 도출한 결과를 평균하여 Fig. 8에서와 같이 정리하였다.

알고리즘 구현 후 계측 실험 반복 결과 객체 별 위치 정보 오차의 평균이 1.23m 이내인 것을 확인할 수 있었다. 또한, 움직이는 차량에서 수집한 이미지와 인공지능을 통해 객체 탐지를 통해 객체의 위치별로 분석이 가능함을 확인할 수 있었고, 지자체 도로 관리에 대해 종합적인 판단을 할 수 있는 근거로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

### V. 결론

본 연구에서는 객체 인식 모델로 다중 객체를 찾아내고 지면 투영기법을 활용하여 다중 객체 각각의 GPS 값을 검출하고자 하였다.

실제 차량을 이용하여 이동하는 상황에서 나타난

도로 파손 객체를 검출하여 지자체 관리자에게 전달함으로써 주행 위험을 해소하고, 지자체 관리자의 도로 보수에 정량적인 근거를 제시할 수 있었다.

본 연구 결과는 개인형 모빌리티 산업과 자율주행 차량에도 폭넓게 적용될 수 있을 것이라 예상되며, 이후 추가 연구를 통해 노면의 진동과 각 객체의 위치를 결합하여 객체별 진동 값을 정량화하는 고도화 과정을 진행하여 정보의 효율성을 개선하고자 한다.

### REFERENCES

- [1] J. S. Chong, D. S. Kim, H. J. Lee, "A Study on the Development Trend of Artificial Intelligence Using Text Mining Technique: Focused on Open Source Software Projects on Github", Journal of intelligence and information systems, v.25 no.1, pp. 1-19, 2019.
- [2] J. S. Lee, S.K. Lee, D.W. Kim, S. J. Hong, S. I. Yang, "Trends on Object Detection Techniques Based on Deep Learning", Electronics and telecommunications trends v.33 no.4, pp.23-32, 2018.
- [3] S. C. Yang, W. H. Lee, K. Y. Yu, "A Study on Road Extraction for Improving the Quality in Conflation between Aerial Image and Road Map", Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography v.29 no.6, pp.593-599, 2011.
- [4] S. D. Park, B. S. Seong, "A study on the factors influencing the social adoption diffusion of innovative technology: Focus on smart mobility," Management & information systems review, vol. 36 no.2, pp. 239-260, 2017.
- [5] "A study on revision of the law to improve the right to move of mobility disadvantaged persons and their convenience of movement", Law Review (korlaw), vol.20, no.3, pp. 163-195, 2020.
- [6] J. H. Park, K. W. Nam, "A Study on the Low-Floor Bus Route Selection Considering a Residential Distribution and Traffic Characteristics of the Transportation Vulnerable - A Case of Busan", Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies v.18 no.2 , pp.161-173, 2015.

- [7] M. H. Choi, J. S. Woo, S. G. Hong, J. M. Park. Nam, "Development of an abnormal road object recognition model based on deep learning", The Journal of Korea Institute of Convergence Signal Processing, v.22 no.4 , pp.149-155, 2021.
- [8] Kaiming He, Georgia Gkioxari, Piotr Dollar, Ross Girshick, Facebook AI Research (FAIR), "Mask R-CNN", arXiv:1703.06870v3 [cs.CV] 24 Jan 2018

---

## 저자 소개

---

### 박 동 석(Dong-Seok Park)



2016년 2월 : 동의대학교  
메카트로닉스공학과(공학사)  
2019년 10월~현재 :  
(주)경성테크놀러지 팀장  
관심 분야 : 사물인터넷, 인공지능,  
빅데이터

### 홍 순 기 (Sun-Gi Hong)



2016년 8월 : 경성대학교  
컴퓨터공학과(공학사)  
2016년 9월~현재 :  
(주)경성테크놀러지 대표이사  
관심 분야 : 사물인터넷, 인공지능,  
빅데이터

### 박 준 모 (Jun-Mo Park)



1993년 2월 : 인제대학교  
의용공학과(공학사)  
1996년 2월 : 인제대학교  
의용공학과(공학석사)  
2008년 8월 : 부산대학교  
의공학협동과정(공학박사)  
2022년 3월~현재 : 연세대학교  
디지털헬스케어학부 부교수  
관심분야 : 신호처리,  
뇌 신경계 신호 분석