

캡스톤 디자인(2)

E'm 영웅

이다운 & 김지윤

목차

- 0 팀원 소개 & 지금까지 나온 아이디어들
- 1 프로젝트 개요
- 2 진행 상황
- 3 개인 발표-김지윤 & 이다은
- 4 향후 계획

EmOYes! 팀 소개



2학기 팀장(현재) : 박수진

막내킹왕짱 이다은

1학기 팀장 : 김지윤

방학 팀장: 정지원

지금까지 나온 아이디어들

폐건전지 1차 분류

열화상카메라 초점이 나간 측정값
에서 정확한 온도 추정

열화상카메라 표면 온도 값을 이
용한 체온 값 추정

셔틀콕 분류기

테니스 라인판정

스마트 약 디스펜서

스마트미러를 이용한 어린이 손
씻기 프로젝트

AI활용 모종 접목

AI활용 아보카도 및 과일 후숙

딥 페이크 영상 탐지

초분광 기술을 통한 토양 검정

오토바이 헬멧 탐지

헬멧 착용 감지 장치

비콘을 활용한 실내 위치 추정

주차장 꼬리 물기 상황 해결

장애인용 쇼핑 카트의 개선

킥보드 헬멧 착용 감지 장치

VOCs센서를 이용한 냉장고 속 부
패탐지

가상회의에서 비언어적
커뮤니케이션 분석 시스템

무인매장 절도 예방시스템

내측위기술을 활용한 인천대
교 지하주차장 내비게이션

내자전거+메타버스 라이딩

스마트 식물 키우기 보조시스템

수영장 자동 수질 측정 및 필요
염소량 자동 디스펜서

청각장애인용 화재경보기

1

프로젝트 개요

프로젝트 목적

물류 센터와 같은 대규모 공간은 넓고 물건이 높게 적재되어 있어
사람의 위치를 실시간으로 파악하기 어려운 환경



작업자들의 안전 관리, 비상 상황에서의 신속한 대응을 위해
작업자의 위치를 추적하는 시스템 도입 필요

| Overview

BEACON

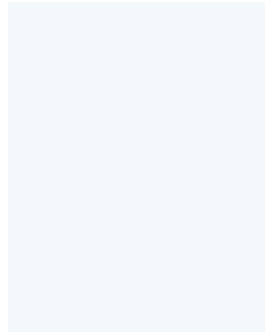
실내 위치
추정

웹서비스

2

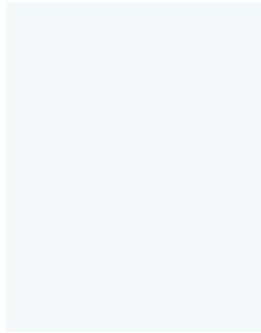
진행 상황

프로젝트 진행 상황



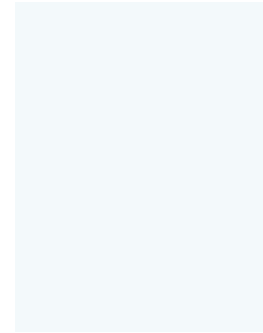
7월 말

주제 선정 보고
서 작성 및 계획



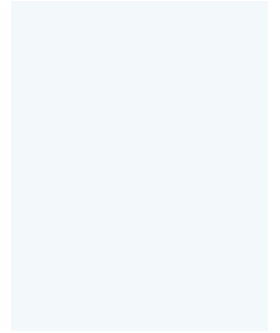
8월

비콘 설치, 데이터 수집 및
모델 학습,
자체 비콘 수신 앱
개발



9월 초

모델 학습 및 백엔드 개발 시
작(서버, DB 구축),
웹 기획 및 디자인 기초 구현



~10월 초

실시간 위치
시각화
데모 완료

비콘 신호 강도(RSSI) 패턴 분석

각비콘의신호세기비교(TXpower)

단일비콘송수신간격에따른신호비교

다중비콘거리별RSSI변동성테스트

비콘의활성화개수에따른RSSI값테스트

수신기에따른신호비교(폰/노트북)

실시간수신자이동시각비콘의RSSI값



"신뢰성 있는 RSSI 값을 얻기 위한 최적의 비콘 간의 거리, 배치, 수신기 등 파악"

데이터 수집 과정



실내 & 실외



13호관 & 16호관



7호관

데이터 수집 방법



[데이터 수집 장소]
7호관 3층 데이터 수집 진행

[데이터 수집 시간]
각 구역마다 약 25분

[데이터 수집 개수]
각 구역마다 수집된 개수는 다르지만,
626개로 통일하여 진행

No.	TimeStamp	MAC Address	RSSI	Zone
1	20:30:20	60:98:66:33:42:D4	-70	A_1
2	20:30:23	60:98:66:32:8E:28	-74	A_1
3	20:30:25	60:98:66:32:8E:28	-66	A_1
4	20:30:27	60:98:66:33:24:44	-80	A_1
5	20:30:29	60:98:66:33:24:44	-80	A_1
6	20:30:33	60:98:66:33:42:D4	-68	A_1
7	20:30:36	60:98:66:32:8E:28	-74	A_1
8	20:30:44	60:98:66:33:42:D4	-68	A_1
9	20:30:50	60:98:66:32:8E:28	-78	A_1

3

개인 발표

Back-End

실시간 비콘
수신앱 제작

웹 서버 구현

앱 -서버 연결 및 실시간 신호
DB저장

알고리즘 및 모델
백엔드에 통합

예측 결과 DB저장

API로 FE에 실시간 예측 구역
전달

Model

데이터셋 구성

↓

모델 학습

↓

모델 테스트

↓

알고리즘

앱개발&Front-End

실시간 비콘
수신앱 제작

웹 기획 및 피그마
구현

7호관 3층 도면 제작

웹 디자인

실시간 위치 시각화

비콘수신앱 자체 제작

BLE Scanner

Stop Scanning

Scanned Devices:

	TimeStamp	MAC Address	RSSI
1	07:44:46	60:98:66:33:35:4C	-85
2	07:44:48	60:98:66:33:35:4C	-84
3	07:44:53	60:98:66:32:CA:59	-68
4	07:44:55	60:98:66:32:B8:EF	-83
5	07:45:05	60:98:66:33:35:4C	-83
6	07:45:07	60:98:66:33:35:4C	-85
7	07:45:11	60:98:66:32:B8:EF	-89
8	07:45:18	60:98:66:32:B8:EF	-89
9	07:45:20	60:98:66:32:B8:EF	-80
10	07:45:20	60:98:66:32:CA:59	-61
11	07:45:23	60:98:66:32:AA:F8	-92
12	07:45:29	60:98:66:32:CA:59	-68
13	07:45:42	60:98:66:33:35:4C	-86

특정 비콘의 신호들만 실시간으로 수신하기 위해 안드로이드 스튜디오에서 코틀린으로 앱을 제작

앱에서 서버로 데이터를 전송하기 위해 **ngrok**을 이용하여 로컬 서버의 **URL**을 외부에서 접근 가능하도록 설정

앱에서 서버로 데이터 전송을 요청 후, 서버에서 데이터 검증 및 확인 후 데이터베이스에 저장 (**current_rssi_measurements**)

```
PROBLEMS  OUTPUT  DEBUG CONSOLE  TERMINAL  PORTS  2  SQL COI

  macAddress: '60:98:66:33:35:4C',
  rssi: -85,
  deviceId: 'eac2e46a9ea2bdd2',
  number: 1
}
current_rssi_measurements 테이블에 데이터 삽입 성공: {
  macAddress: '60:98:66:33:35:4C',
  rssi: -84,
  deviceId: 'eac2e46a9ea2bdd2',
  number: 2
}
current_rssi_measurements 테이블에 데이터 삽입 성공: {
  macAddress: '60:98:66:32:CA:59',
  rssi: -68,
  deviceId: 'eac2e46a9ea2bdd2',
  number: 3
}
current_rssi_measurements 테이블에 데이터 삽입 성공: {
  macAddress: '60:98:66:32:B8:EF',
  rssi: -83,
  deviceId: 'eac2e46a9ea2bdd2',
  number: 4
}
current_rssi_measurements 테이블에 데이터 삽입 성공: {
  macAddress: '60:98:66:33:35:4C',
  rssi: -83,
  deviceId: 'eac2e46a9ea2bdd2',
  number: 5
}
current_rssi_measurements 테이블에 데이터 삽입 성공: {
  macAddress: '60:98:66:33:35:4C',
  rssi: -85,
  deviceId: 'eac2e46a9ea2bdd2',
```

http통신

요청-응답 기반의 단방향 통신

Polling 방식 : 8초 ~ 10초 마다 서버
에 요청

Web socket

연결이 유지되는 양방향 통신

클라이언트 요청 없이, 업데이트
된 데이터를 서버가 클라이언트
측으로 전송 가능

Process: 이다은

Back-End

실시간 비콘
수신앱 제작

웹 서버 구현

앱 -서버 연결 및 실시간 신호
DB저장

알고리즘 및 모델
백엔드에 통합

예측 결과 DB저장

API로 FE에 실시간 예측 구역
전달

Model

데이터셋 구성



모델 학습



모델 테스트



알고리즘

앱개발&Front-End

실시간 비콘
수신앱 제작

웹 기획 및 피그마
구현

7호관 3층 도면 제작

웹 디자인

실시간 위치 시각화

저장되는 데이터

No.	TimeStamp	MAC Address	RSSI	Zone
1	20:30:20	60:98:66:33:42:D4	-70	A_1
2	20:30:23	60:98:66:32:8E:28	-74	A_1
3	20:30:25	60:98:66:32:8E:28	-66	A_1
4	20:30:27	60:98:66:33:24:44	-80	A_1
5	20:30:29	60:98:66:33:24:44	-80	A_1
6	20:30:33	60:98:66:33:42:D4	-68	A_1
7	20:30:36	60:98:66:32:8E:28	-74	A_1
8	20:30:44	60:98:66:33:42:D4	-68	A_1
9	20:30:50	60:98:66:32:8E:28	-78	A_1
10	20:30:51	60:98:66:33:24:44	-84	A_1
11	20:30:53	60:98:66:33:42:D4	-68	A_1
12	20:30:53	60:98:66:32:BC:AC	-82	A_1
13	20:30:55	60:98:66:33:42:D4	-76	A_1
14	20:31:08	60:98:66:33:42:D4	-73	A_1
15	20:31:12	60:98:66:32:8E:28	-79	A_1
16	20:31:13	60:98:66:33:42:D4	-69	A_1
17	20:31:14	60:98:66:33:24:44	-89	A_1
18	20:31:17	60:98:66:33:24:44	-88	A_1
19	20:31:19	60:98:66:32:BC:AC	-84	A_1
20	20:31:21	60:98:66:33:42:D4	-72	A_1
21	20:31:25	60:98:66:32:8E:28	-80	A_1
22	20:31:28	60:98:66:33:24:44	-86	A_1
23	20:31:30	60:98:66:33:24:44	-82	A_1
24	20:31:32	60:98:66:33:42:D4	-70	A_1
25	20:31:42	60:98:66:33:24:44	-83	A_1
26	20:31:45	60:98:66:33:42:D4	-76	A_1
27	20:31:49	60:98:66:32:8E:28	-72	A_1



형태 변환

TimeStamp	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	Zone
01:36:43	0	-76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:36:45	0	-77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:36:46	0	-74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:36:50	0	-58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:36:52	0	-67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:36:53	0	-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:36:54	0	-79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:36:58	0	-82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:36:59	0	-86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:00	0	-87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:03	0	-82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:04	0	-73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:12	0	-61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:13	0	-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:14	0	-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:17	0	-74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:18	0	-74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:20	0	-77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:22	0	-84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:24	0	-69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:25	0	-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:26	0	-71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:30	0	-69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:31	0	-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:32	0	-79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1
01:37:33	0	-77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A_1

[RSSI 데이터 기반 머신러닝 실내 측위 연구]

- 게재 학회: Journal of the Korean Data Analysis Society
- 출판 연월: 2023년 12월

Journal of the Korean Data Analysis Society (December 2023), 25(6), 2159-2170.
<https://doi.org/10.37727/jkdas.2023.25.6.2159>

RSSI 데이터 기반 머신러닝 실내 측위 연구*

전수영¹, 이대국², 주아림³

요약

최근 과학기술 발달과 함께 측위 기술은 스마트폰과 사물 인터넷 기기를 통해 사용자에게 실시간 위치 정보를 바탕으로 맞춤형 모바일 서비스 제공을 가능하게 하였다. 특히 GPS 기반의 실시간 측위가 대표적으로 활용되고 있다. 그러나, GPS 정보 수집이 용이한 실외와 달리 실내에서는 GPS 수신율이 현저히 저하될 뿐만 아니라 GPS의 위도와 경도 정보만으로는 정확한 사용자의 실내 위치 측정이 어렵다. 본 연구에서는 RSSI 데이터를 활용하여 사용자의 실내 위치 추정을 제안하고자 한다. 이를 위해 머신러닝 분류기인 SVM, 의사결정나무, ExtraTrees, 랜덤포레스트, KNN 알고리즘을 WAP로부터 수집된 RSSI 데이터에 적용하여 실내 측위 연구를 수행하였다. 또한, 머신러닝 분류기 중 성능이 가장 우수하였던 랜덤포레스트 기반 RFE를 적용하여 RSSI의 특징을 추출해 영향력이 큰 WAP를 선별하였고, 선별된 RSSI 데이터만으로 머신러닝 분류를 통해 실내 측위를 실시하였다. 이를 통해 더 적은 양의 데이터임에도 보다 정확한 실내 측위가 가능함을 확인하였다. 추가로 RSSI 데이터로부터 위도 및 경도를 추정할 수 있어 실내뿐만 아니라 실외 위치도 추정할 수 있음을 회귀분석을 통해 확인하였다.

주요용어 : 측위, 머신러닝, RSSI, RFE.

• 문제 정의

실내에서는 GPS 수신에 어려움이 있어, GPS 기반의 위치 추정이 불가능하거나 부정확

• 해결 방법

무선 신호 세기(RSSI)를 활용하여 사용자의 실내 위치를 예측하는 방안

• 머신러닝 기법

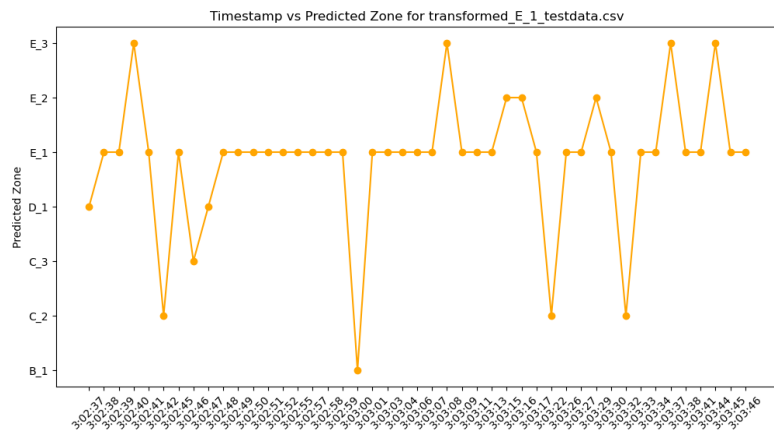
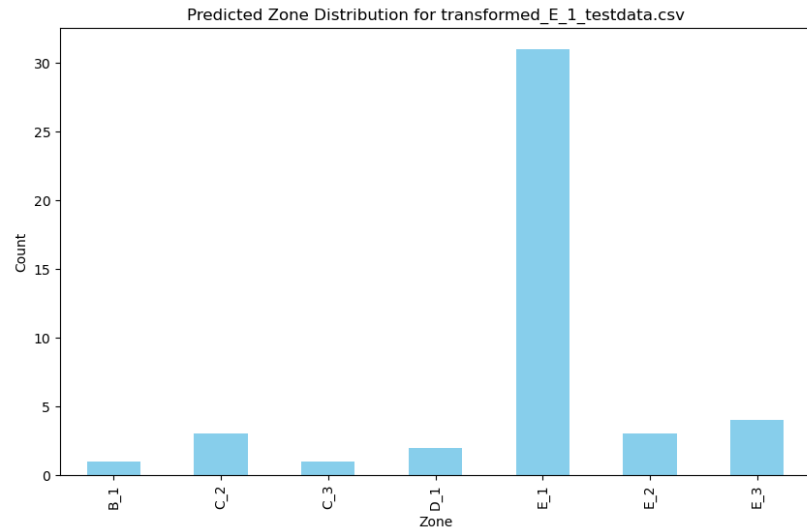
SVM, 의사결정 나무, ExtraTrees, 랜덤 포레스트, KNN 등의 알고리즘 적용

• 결과

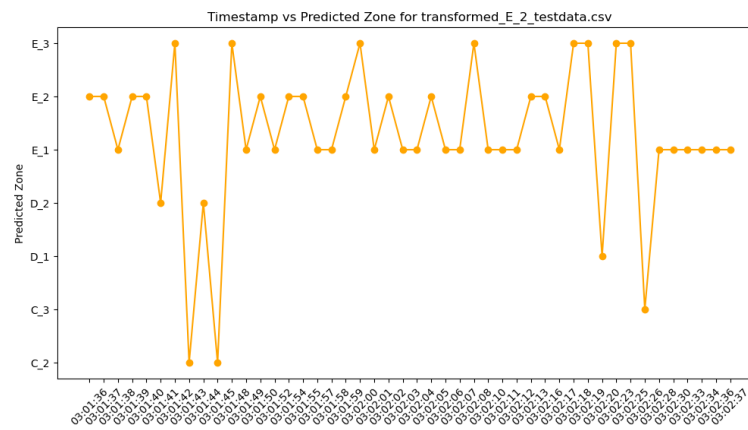
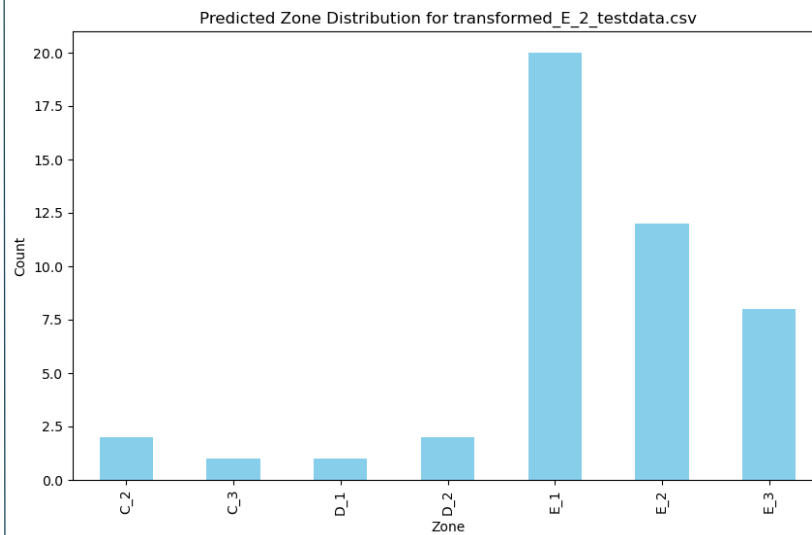
랜덤 포레스트가 가장 높은 정확도

랜덤 포레스트 기반 RFE(Recursive Feature Elimination) 기법을 통해 중요한 무선 액세스 포인트(WAP)를 선별하여 더 적은 데이터로도 높은 정확도 달성

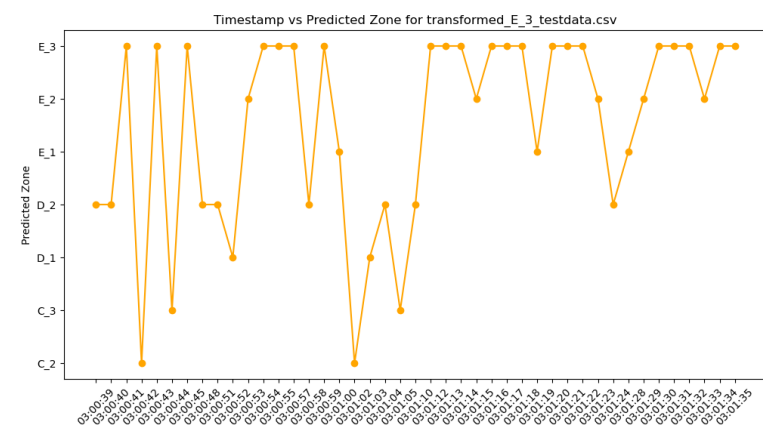
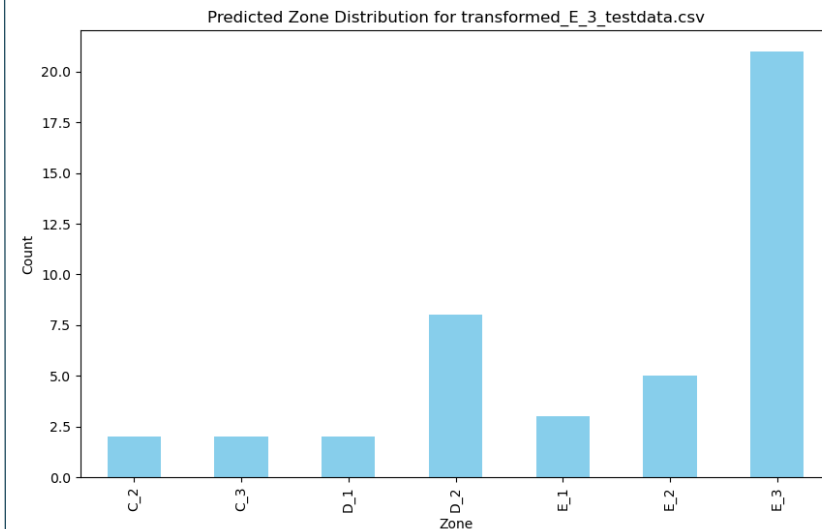
참고 논문1 기반 Random Forest : E 구역



E_1 구역 예측 정확도: 약 69%



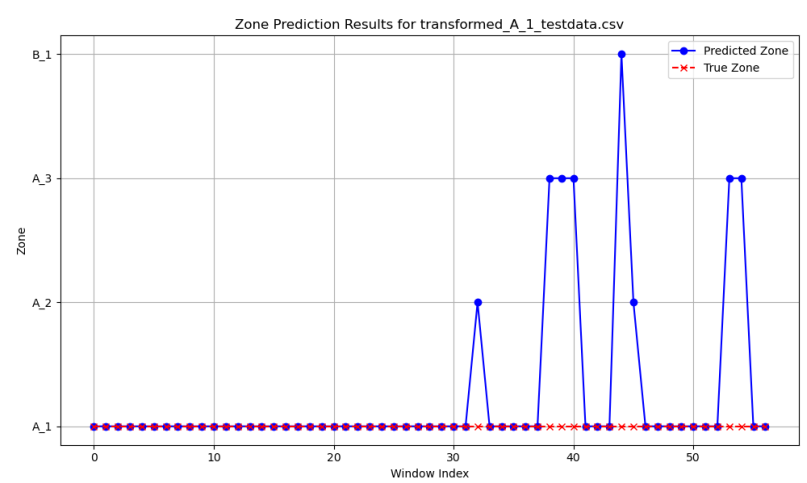
E_2 구역 예측 정확도: 약 26%



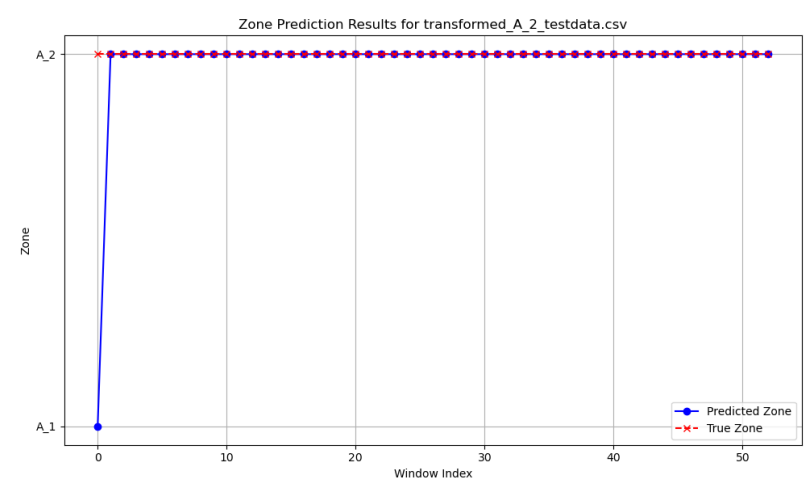
E_3 구역 예측 정확도: 약 49%

연속된 5개 데이터의 평균 활용

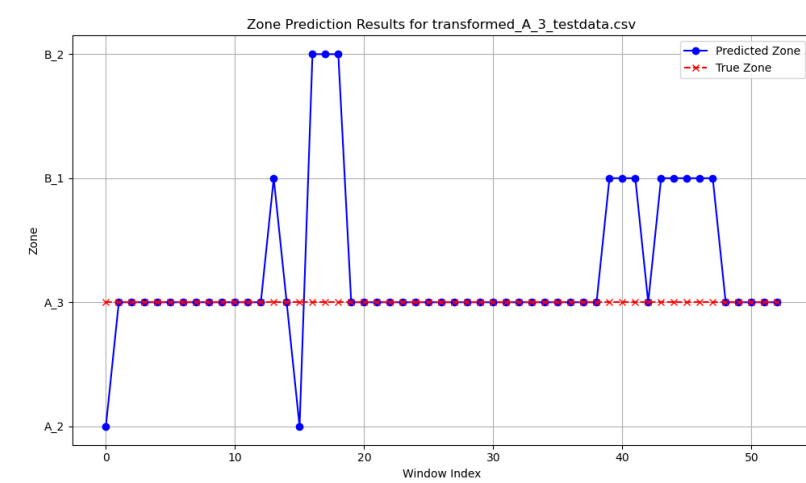
A_1 구역 예측 정확도: 약 86%



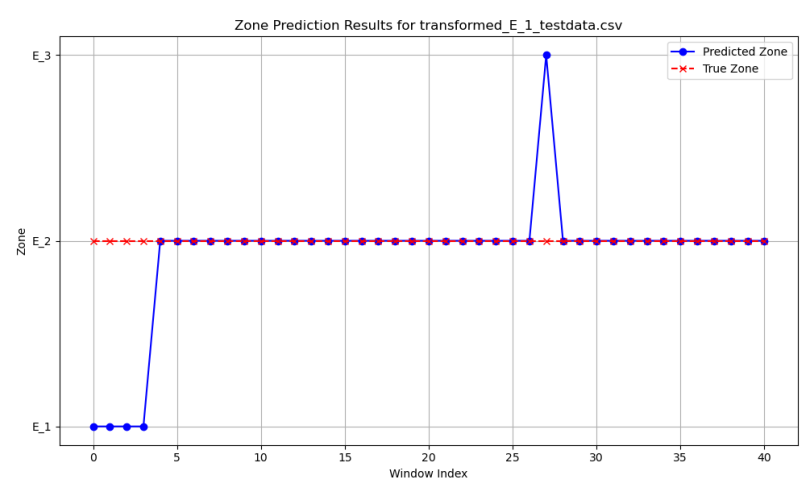
A_2 구역 예측 정확도: 약 98%



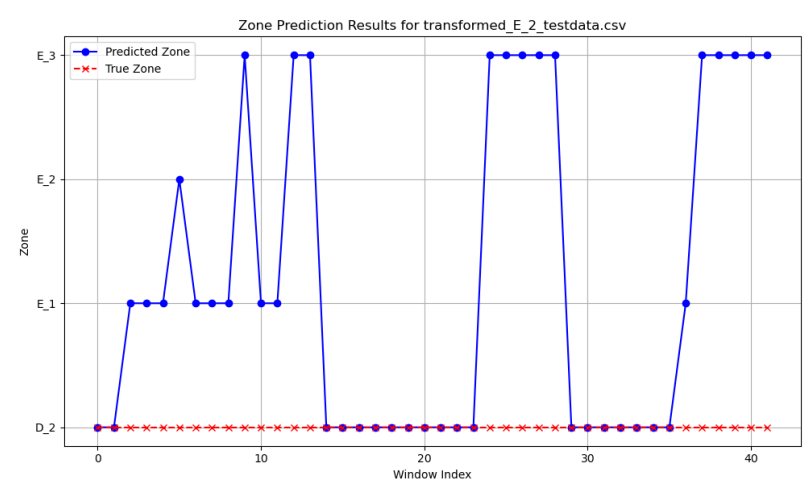
A_3 구역 예측 정확도: 약 74%



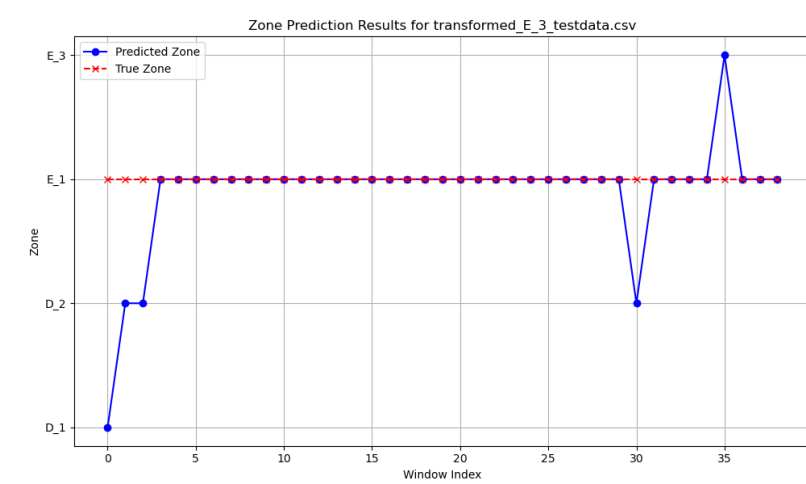
E_1 구역 예측 정확도: 약 88%



E_2 구역 예측 정확도: 약 45%





E_3 구역 예측 정확도: 약 87%



[Improved RSSI Indoor Localization in IoT Systems with Machine Learning Algorithms]

- 게재 학회: Signals
- 출판 연월: 2023년 4월



Article


Improved RSSI Indoor Localization in IoT Systems with Machine Learning Algorithms

Madduma Wellalage Pasan Maduranga ¹, Valmik Tilwari ^{2,*} and Ruvan Abeysekera ¹

¹ Faculty of Graduate Studies, IIC University of Technology, Phnom Penh 121206, Cambodia; m.w.pasan@iic.edu.kh (M.W.P.M.); ruvan@iic.edu.kh (R.A.)
² School of Electrical Engineering, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea
* Correspondence: valmik@korea.ac.kr

Abstract: Recent developments in machine learning algorithms are playing a significant role in wireless communication and Internet of Things (IoT) systems. Location-based Internet of Things services (LBIoTS) are considered one of the primary applications among those IoT applications. The key information involved in LBIoTS is finding an object's geographical location. The Global Positioning System (GPS) technique does not perform better in indoor environments due to multipath. Numerous methods have been investigated for indoor localization scenarios. However, the precise location estimation of a moving object in such an application is challenging due to the high signal fluctuations. Therefore, this paper presents machine learning algorithms to estimate the object's location based on the Received Signal Strength Indicator (RSSI) values collected through Bluetooth low-energy (BLE)-based nodes. In this experiment, we utilize a publicly available RSSI dataset. The RSSI data are collected from different BLE ibeacon nodes installed in a complex indoor environment with labels. Then, the RSSI data are linearized using the weighted least-squares method and filtered using moving average filters. Moreover, machine learning algorithms are used for training and testing the dataset to estimate the precise location of the objects. All the proposed algorithms were tested and evaluated under their different hyperparameters. The tested models provided approximately 85% accuracy for KNN, 84% for SVM and 76% accuracy in FFNN.

Keywords: internet of things; location-based IoT services; bluetooth low energy; machine learning; received signal strength indicator

 check for updates

Citation: Maduranga, M.W.P.; Tilwari, V.; Abeysekera, R. Improved RSSI Indoor Localization in IoT Systems with Machine Learning Algorithms. *Signals* **2023**, *4*, 651–668.



• 문제 정의

기존의 GPS 기술은 실내 환경에서 다중 경로 문제로 인해 정확하지 않으며, 실내 위치 측정에서 신호 변동이 심해 정확한 예측 어려움

• 해결 방법

RSSI 데이터를 선형화하고 이동 평균 필터를 사용하여 필터링한 후, 이를 머신러닝 알고리즘(SVM, KNN, FFNN)으로 학습하여 객체의 위치 예측

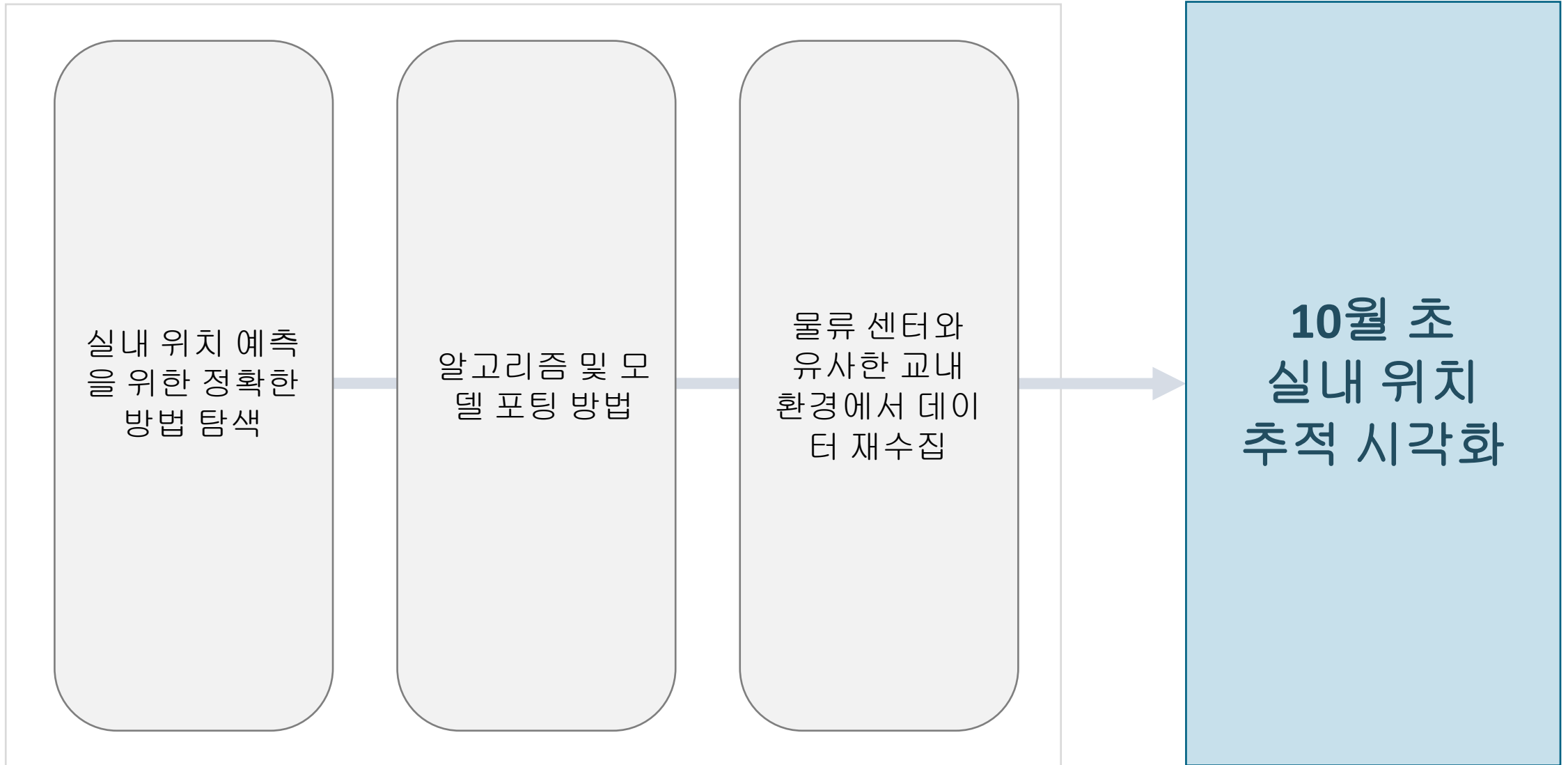
• 결과

KNN, SVM, FFNN 알고리즘을 테스트한 결과, KNN이 약 85%의 정확도를 기록하였으며, SVM은 84%, FFNN은 76%의 정확도를 보임

4

향후 계획

향후 계획



감사합니다:)