



교통 약자를 위한 실내 길찾기 솔루션 마그네비(MagNavi)

지구 자기장을 활용한 실내 네비게이션

AGILE

컴퓨터공학부 류효정 박윤호 염수민
윤찬익 이재훈 이준규



개발 동기

손안의 AI가 논문까지 써주는 시대,
왜 건물 안에서는 화장실 하나 찾기가 이렇게 어려울까요?

개발 동기

기존 기술 한계를 극복한 정확한 실내 정보를 제공

GPS 및 지자기를 활용한 실내외 길찾기 기능을 통해
복잡한 실내 공간에서 교통약자들이 자율적으로
이동할 수 있도록 돕는 통합 내비게이션 솔루션

PROBLEM

건물 내부에서 신호 수신이 어려워 정확도가 현저히 떨어지는 GPS

초기 설치 및 유지 보수 비용이 높은 비콘 등 설치형 인프라 기반 방식

물리적 손상이나 밀집된 환경의 전파 간섭으로 인한 오작동 가능성이 존재함

인프라가 구축되지 않은 곳에서는 사용이 불가능함

지자기 패턴

실내 공간의 자기장 패턴을
데이터베이스화 하여
사용자의 현재 위치서 측정된
자기장 벡터(X, Y, Z)와 비교

PDR 기법

센서 데이터를 활용해
걸음 수, 보폭, 방향 정보를
PDR 기법으로 계산 후
이동 정보를 추가 피쳐로 사용

스마트폰 센서만으로 실내외에서 끊임 없는 위치 측정이 가능

인프라 구축 등의 비용 부담 없이 다양한 공간에 적용이 가능

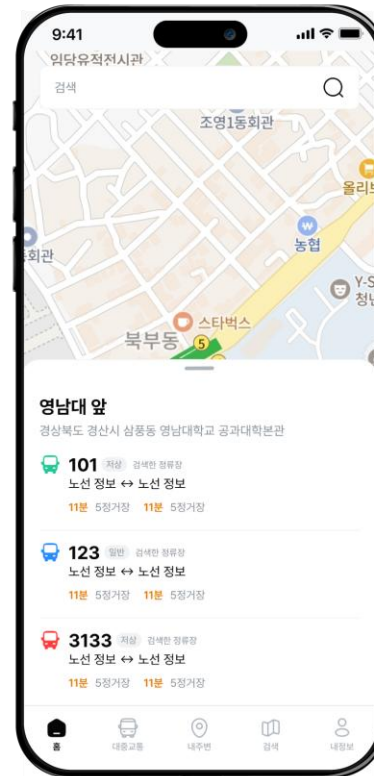
1 실내 네비게이션



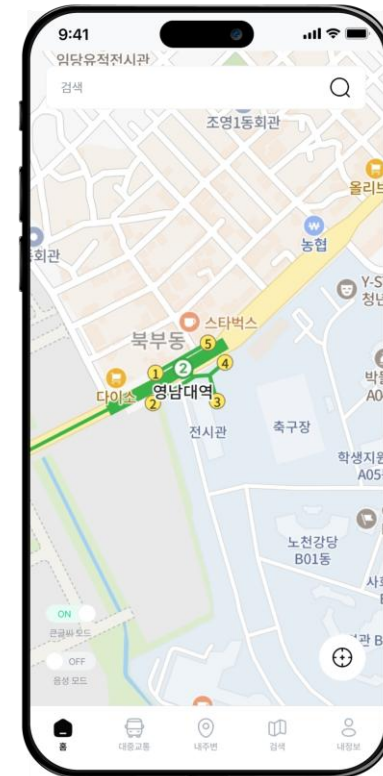
2 시설 정보 안내



3 대중교통 정보



4 다양한 모드 지원



시스템 구조

지자기 센서를 활용한 실내 길찾기 시스템 구축

핵심 기술인 실내 길찾기 시스템의 경우
스마트폰 내장 지자기 센서와 딥러닝 모델을 활용해
적은 초기 비용으로 시스템을 구축할 수 있도록 함

실내 지자기 지도 구축

- 건물 내부를 이동하며 특정 위치의 지자기 센서 값(x, y, z) 을 수집
- 각 지점의 고유한 지자기 특성을 지문(fingerprint) 형태로 저장
- 이 데이터를 기반으로 지자기 기반 실내 지도(DB) 를 생성

사용자 데이터 실시간 수집

- 사용자의 스마트폰 또는 웨어러블 기기의 지자기 센서 (Magnetometer)가 실시간으로 데이터를 측정
- 가속도계, 자이로스코프, 방향 센서 등과 센서 융합(Sensor Fusion)도 병행

사용자 현재 위치 추정

- 측정된 지자기 값과 사전 구축된 지자기 지문 데이터를 비교
- 지자기 지문 데이터를 바탕으로 학습한 딥러닝 모델을 서버에 구축
- 측정된 지자기 값을 서버로 전송 후 모델이 예측한 위치 값을 수신

경로 안내 정보 제공

- 사용자의 현재 위치에서 목적지까지의 최적 경로를 계산
- 장애물 회피, 휠체어 통과 가능 경로, 엘리베이터 유무 등을 반영해 맞춤형 안내 제공
- 음성/화면 등 다양한 방식으로 실시간 안내

시스템 구조

지자기 센서를 활용한 실내 길찾기 시스템 구축

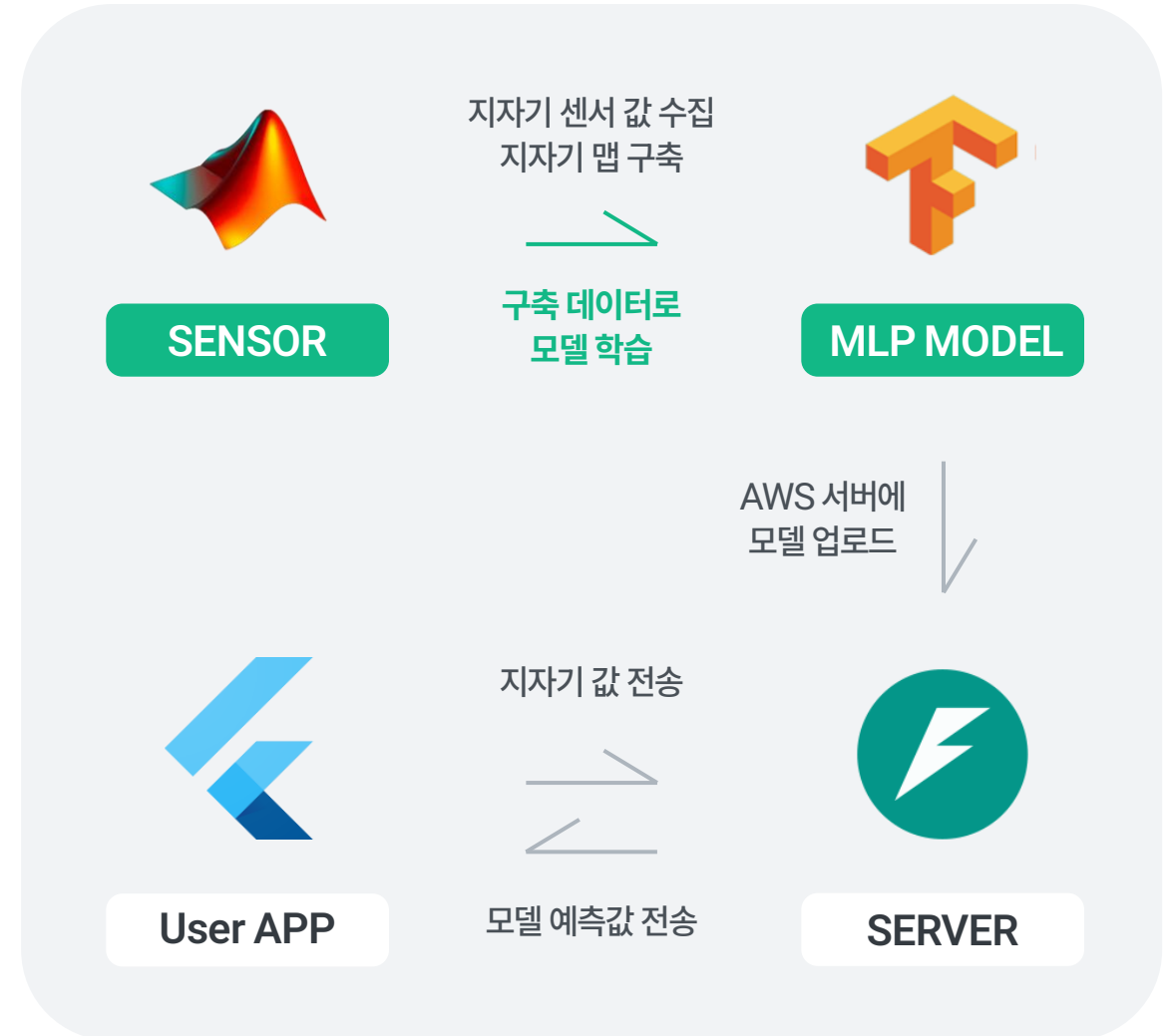
핵심 기술인 실내 길찾기 시스템의 경우
스마트폰 내장 지자기 센서와 딥러닝 모델을 활용해
적은 초기 비용으로 시스템을 구축할 수 있도록 함



시스템 구조

지자기 센서를 활용한 실내 길찾기 시스템 구축

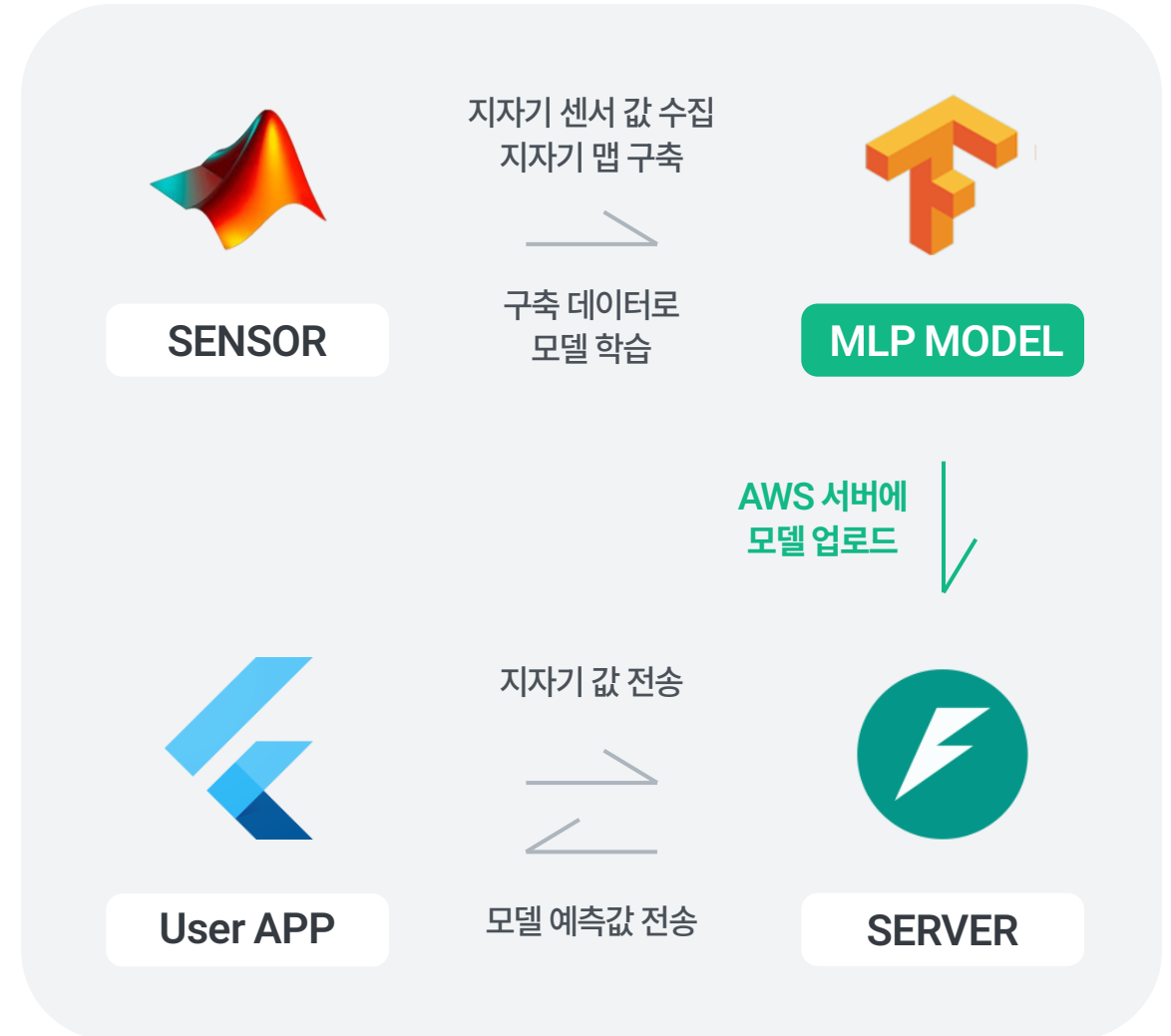
핵심 기술인 실내 길찾기 시스템의 경우
스마트폰 내장 지자기 센서와 딥러닝 모델을 활용해
적은 초기 비용으로 시스템을 구축할 수 있도록 함



시스템 구조

지자기 센서를 활용한 실내 길찾기 시스템 구축

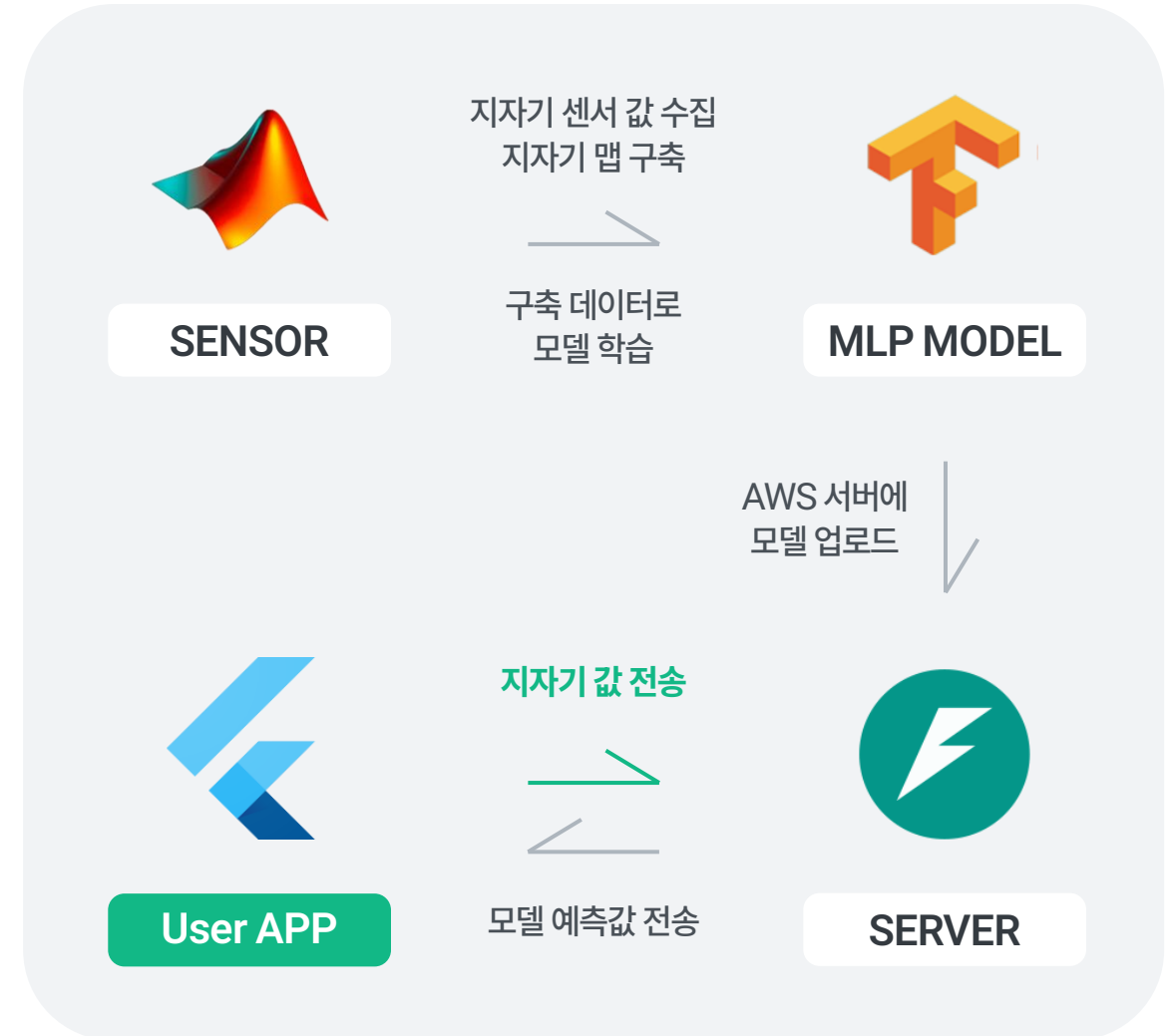
핵심 기술인 실내 길찾기 시스템의 경우
스마트폰 내장 지자기 센서와 딥러닝 모델을 활용해
적은 초기 비용으로 시스템을 구축할 수 있도록 함



시스템 구조

지자기 센서를 활용한 실내 길찾기 시스템 구축

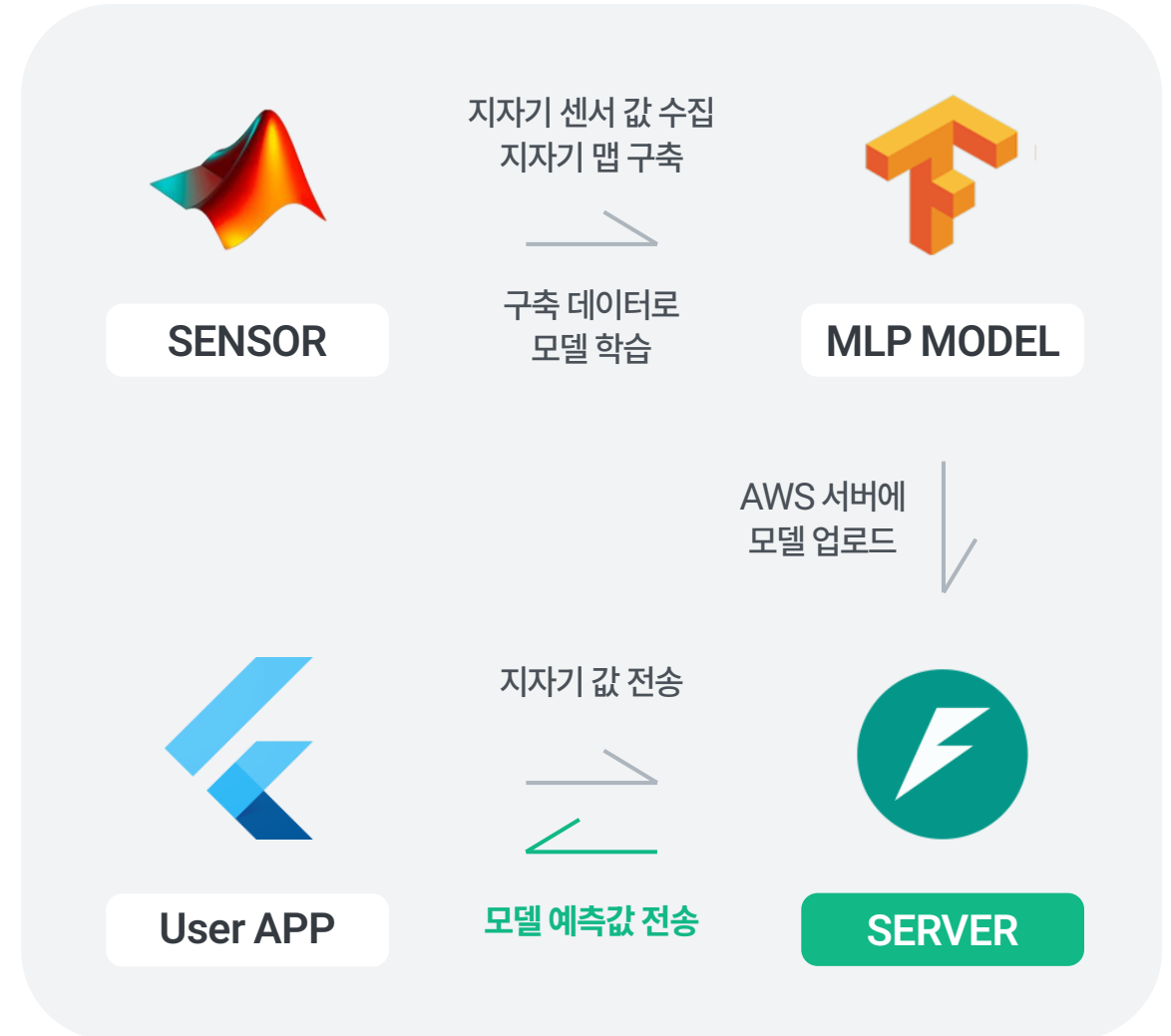
핵심 기술인 실내 길찾기 시스템의 경우
스마트폰 내장 지자기 센서와 딥러닝 모델을 활용해
적은 초기 비용으로 시스템을 구축할 수 있도록 함



시스템 구조

지자기 센서를 활용한 실내 길찾기 시스템 구축

핵심 기술인 실내 길찾기 시스템의 경우
스마트폰 내장 지자기 센서와 딥러닝 모델을 활용해
적은 초기 비용으로 시스템을 구축할 수 있도록 함



자기장

10 Hz

X μT

-21.281

Y μT

-17.625

Z μT

-10.763

방향

10 Hz

방위각 °

-128.197

피치 °

-12.222

롤 °

1.335

각속도

10 Hz

X rad/s

0.218

Y rad/s

0.084

Z rad/s

0.015

시작



MATLAB Drive > 7월 22일 테스트용 측정

all_merged_data.csv	25/7/22 오후 11:36	633kB
75.mat	25/7/22 오후 11:00	33kB
72.mat	25/7/22 오후 11:00	34kB
68.mat	25/7/22 오후 10:59	32kB
54.mat	25/7/22 오후 10:58	33kB
50.mat	25/7/22 오후 10:58	32kB
48.mat	25/7/22 오후 10:57	32kB
66.mat	25/7/22 오후 10:49	32kB
63.mat	25/7/22 오후 10:48	31kB
60.mat	25/7/22 오후 10:48	32kB
42.mat		

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Timestamp	Mag_X	Mag_Y	Mag_Z	Ori_X	Ori_Y	Ori_Z	Position
	날짜/시간	숫자	숫자	숫자	숫자	숫자	숫자	숫자
41518	2025-07-26 00:01:07.957	-3.1313	35.8875	-9.675	-9.9212	7.9399	-61.8691	9
41519	2025-07-26 00:01:04.627	-30.0188	18.825	-15.5625	-3.4941	-47.1604	-64.7902	9
41520	2025-07-26 00:01:06.747	-35.0625	-12.6188	-4.8563	-104.9858	-26.5527	-147.2625	9
41521	2025-07-26 00:01:01.397	-34.0875	-1.8	-18.9	-58.7633	-65.1469	-109.1535	9
41522	2025-07-26 00:00:59.117	31.9313	-7.0125	-17.7375	-69.5491	-45.3725	2.4812	9



수집한 센서 데이터 통해 모델 학습

학습시킨 모델을 .pkl 파일로 로드



predict 함수로 모델에 데이터 입력

예측 결과 지점을 응답으로 받음

자기장

10 Hz

X μT

-21.281

Y μT

-17.625

Z μT

-10.763

방향

10 Hz

방위각 °

-128.197

피치 °

-12.222

롤 °

1.335

각속도

10 Hz

X rad/s

0.218

Y rad/s

0.084

Z rad/s

0.015

시작



MATLAB Drive > 7월 22일 테스트용 측정

all_merged_data.csv	25/7/22 오후 11:36	633kB
75.mat	25/7/22 오후 11:00	33kB
72.mat	25/7/22 오후 11:00	34kB
68.mat	25/7/22 오후 10:59	32kB
54.mat	25/7/22 오후 10:58	33kB
50.mat	25/7/22 오후 10:58	32kB
48.mat	25/7/22 오후 10:57	32kB
66.mat	25/7/22 오후 10:49	32kB
63.mat	25/7/22 오후 10:48	31kB
60.mat	25/7/22 오후 10:48	32kB
42.mat		

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Timestamp	Mag_X	Mag_Y	Mag_Z	Ori_X	Ori_Y	Ori_Z	Position
	날짜/시간	숫자	숫자	숫자	숫자	숫자	숫자	숫자
41518	2025-07-26 00:01:07.957	-3.1313	35.8875	-9.675	-9.9212	7.9399	-61.8691	9
41519	2025-07-26 00:01:04.627	-30.0188	18.825	-15.5625	-3.4941	-47.1604	-64.7902	9
41520	2025-07-26 00:01:06.747	-35.0625	-12.6188	-4.8563	-104.9858	-26.5527	-147.2625	9
41521	2025-07-26 00:01:01.397	-34.0875	-1.8	-18.9	-58.7633	-65.1469	-109.1535	9
41522	2025-07-26 00:00:59.117	31.9313	-7.0125	-17.7375	-69.5491	-45.3725	2.4812	9



수집한 센서 데이터 통해 모델 학습

학습시킨 모델을 .pkl 파일로 로드



predict 함수로 모델에 데이터 입력

예측 결과 지점을 응답으로 받음



POST **/predict** Predict

Parameters Try it out

No parameters

Request body required application/json

Example Value | Schema

```
{  "Mag_X": 0,  "Mag_Y": 0,  "Mag_Z": 0,  "Ori_X": 0,  "Ori_Y": 0,  "Ori_Z": 0}
```

200 Successful Response No links

Media type application/json

Controls Accept header.

Example Value | Schema

```
{  "prediction": 0}
```



수집한 센서 데이터 통해 모델 학습

학습시킨 모델을 .pkl 파일로 로드



predict 함수로 모델에 데이터 입력

예측 결과 지점을 응답으로 받음



POST /predict Predict

Parameters

Try it out

No parameters

Request body required

application/json

Example Value | Schema

```
{  "Mag_X": 0,  "Mag_Y": 0,  "Mag_Z": 0,  "Ori_X": 0,  "Ori_Y": 0,  "Ori_Z": 0}
```



200 Successful Response No links

Media type

application/json

Controls Accept header.

Example Value | Schema

```
{  "prediction": 0}
```



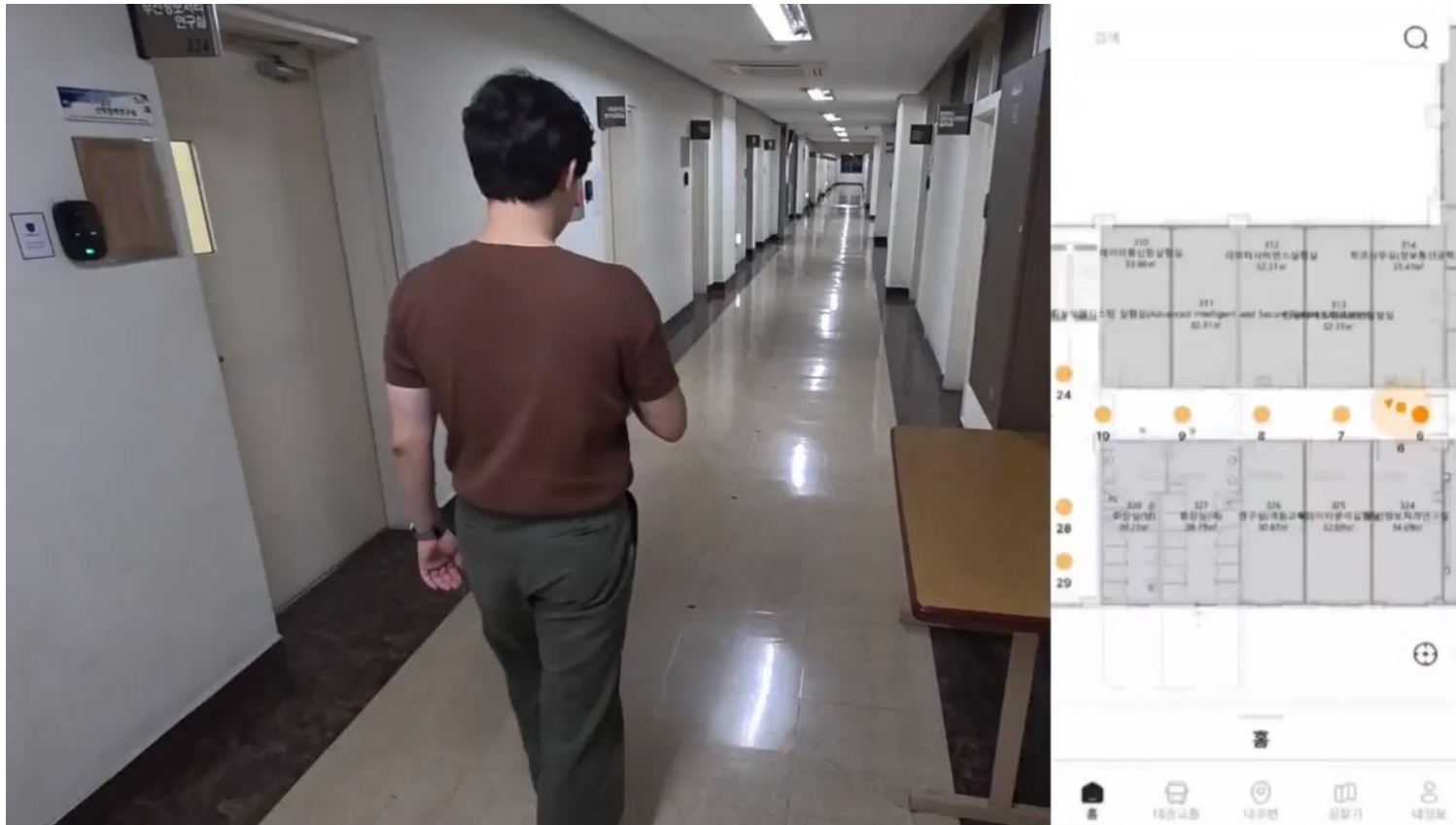
수집한 센서 데이터 통해 모델 학습

학습시킨 모델을 .pkl 파일로 로드



predict 함수로 모델에 데이터 입력

예측 결과 지점을 응답으로 받음



TensorFlow

수집한 센서 데이터 통해 모델 학습

학습시킨 모델을 .pkl 파일로 로드



FastAPI

predict 함수로 모델에 데이터 입력

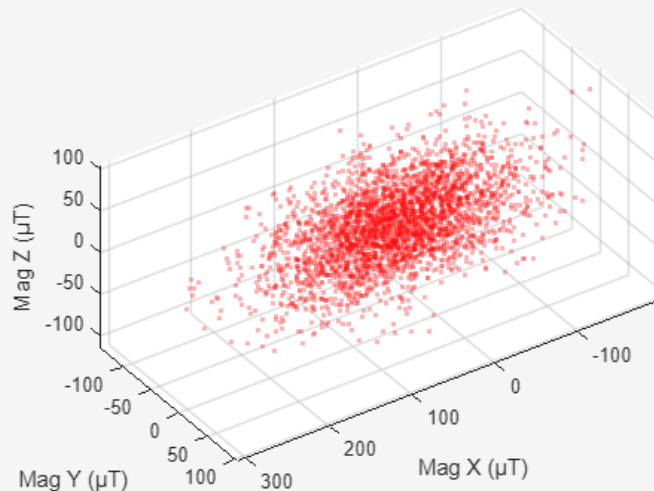
예측 결과 지점을 응답으로 받음

시행 착오

데이터 전처리를 통한 위치 인식 정확도 향상

스마트폰 방향에 따라 측정값이 달라지는 문제 존재
실제 환경에서의 데이터 왜곡에 대응하기 위해
데이터 보정을 통한 방향 차이 무시를 유도

회전 보정 적용



하드 아이언 보정(Hard Iron Correction)

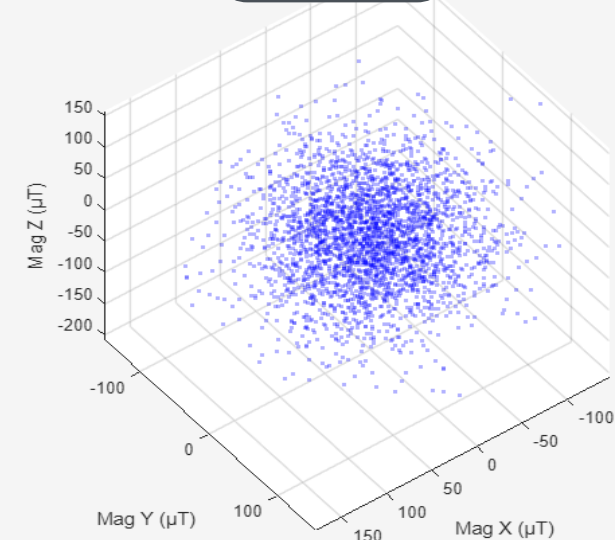
소프트 아이언 보정(Soft Iron Correction)

제로 센터링(zero-centering)

회전 보정을 대체하는 방향 불변적 특징 학습

입력 정규화를 통한 MLP 성능 안정화 및 향상

신규 보정 적용

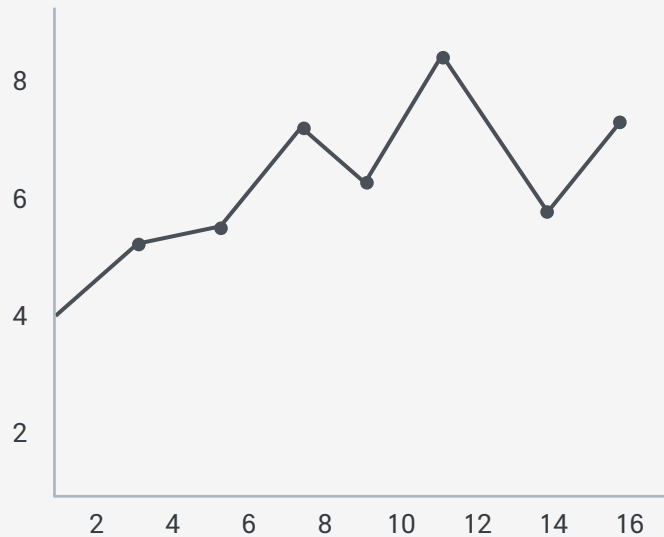


시행 착오

PDR 기법을 통한 위치 인식 정확도 향상

스마트폰 방향에 따라 측정값이 달라지는 문제 존재
실제 환경에서의 데이터 왜곡에 대응하기 위해
데이터 보정을 통한 방향 차이 무시를 유도

PDR 적용전



가속도계를 통해 걸음 수, 보폭 계산

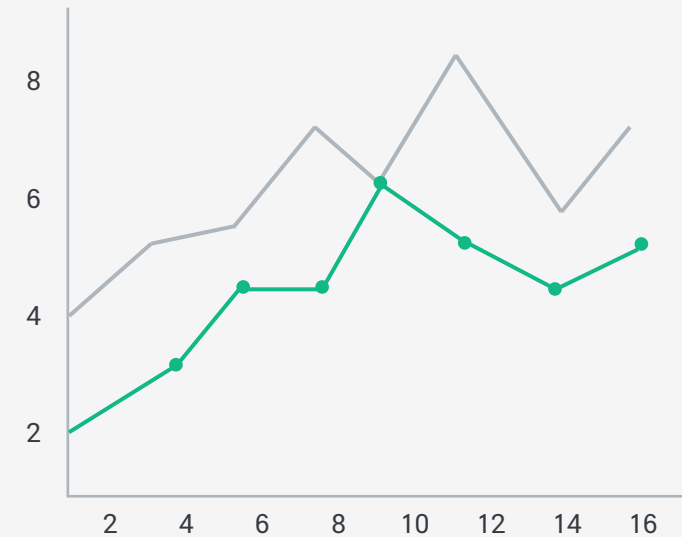
자이로/자기센서를 통해 방향 계산

이전 좌표 + Δ 거리 · Δ 방향으로 현재 좌표 추정

추정한 좌표 정보를 모델의 추가 피처로 활용

최근 이동량을 동시에 고려해 위치 튜 현상 완화

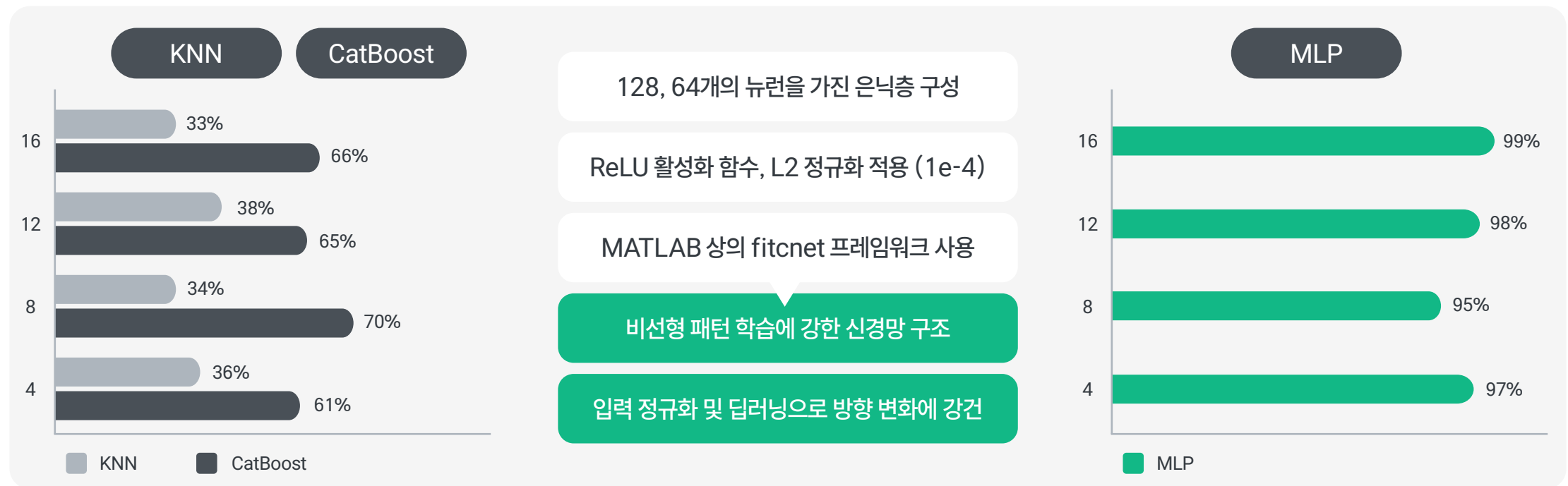
PDR 적용후



시행 착오

딥러닝 모델 변경을 통한 위치 인식 정확도 향상

KNN, CatBoost, 결정트리 등 머신러닝 모델은
자기장 노이즈와 스마트폰 방향 변화에 민감
비선형 특성을 충분히 표현하지 못해 정확도 한계



시행 착오

이전 입력값 고려를 통한 위치 인식 정확도 향상

사람의 이동은 연속적이며 이전 위치의 영향을 받음
Top-K 및 PDR을 반영한 결과값 보정을 통해
이동 연속성을 반영한 안정적인 예측을 수행

단일 입력값



사람의 이동 단위는 걸음 단위로 연속적

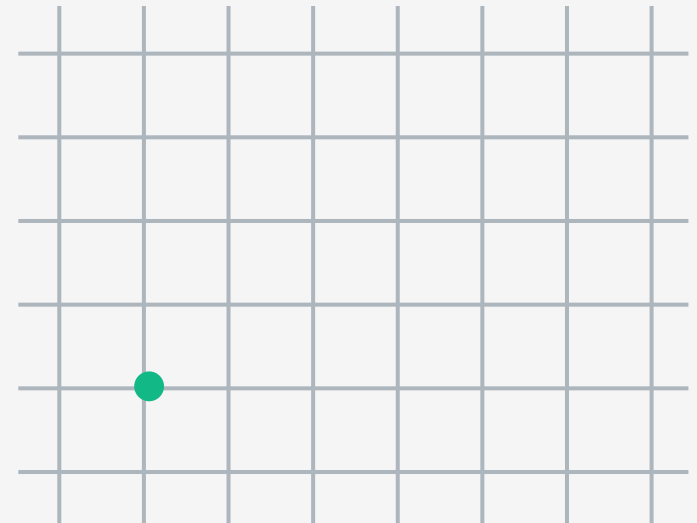
다음 위치는 이전 위치와 가까운 곳일 확률 ↑

연속된 자기장 시퀀스를 입력값으로 학습

보행 패턴 반영 가능, 튜브 현상 완화 효과

시간에 따라 변하는 방향 및 맥락 기반 판단 가능

시퀀스 입력값

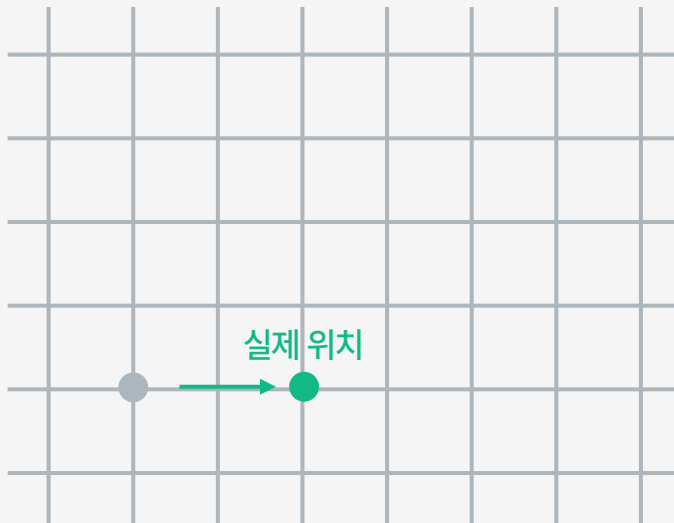


시행 착오

이전 입력값 고려를 통한 위치 인식 정확도 향상

사람의 이동은 연속적이며 이전 위치의 영향을 받음
Top-K 및 PDR을 반영한 결과값 보정을 통해
이동 연속성을 반영한 안정적인 예측을 수행

단일 입력값



사람의 이동 단위는 걸음 단위로 연속적

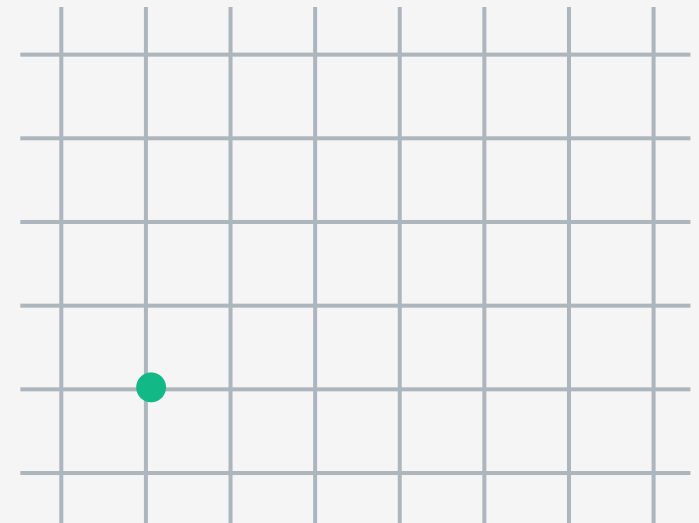
다음 위치는 이전 위치와 가까운 곳일 확률 ↑

연속된 자기장 시퀀스를 입력값으로 학습

보행 패턴 반영 가능, 튜닝 현상 완화 효과

시간에 따라 변하는 방향 및 맥락 기반 판단 가능

시퀀스 입력값

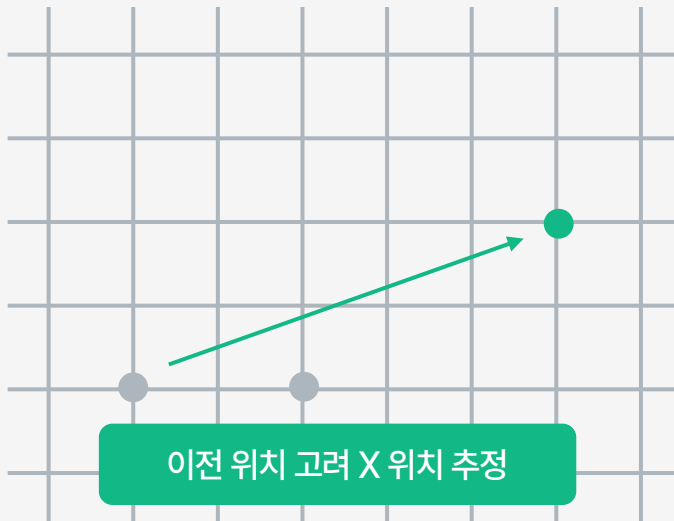


시행 착오

이전 입력값 고려를 통한 위치 인식 정확도 향상

사람의 이동은 연속적이며 이전 위치의 영향을 받음
Top-K 및 PDR을 반영한 결과값 보정을 통해
이동 연속성을 반영한 안정적인 예측을 수행

단일 입력값



이전 위치 고려 X 위치 추정

사람의 이동 단위는 걸음 단위로 연속적

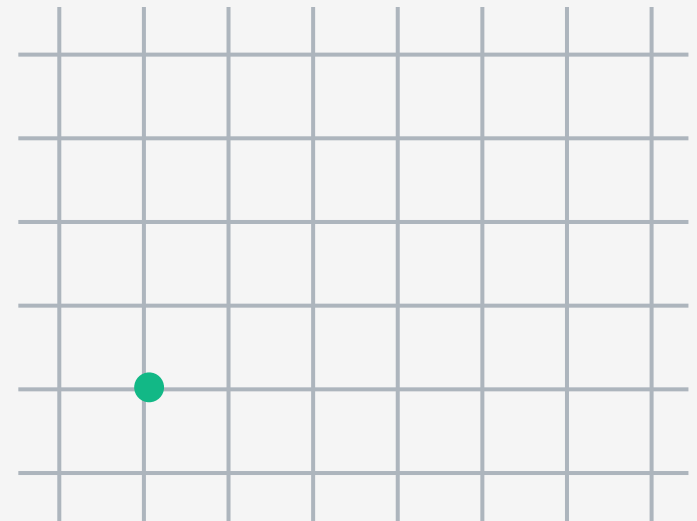
다음 위치는 이전 위치와 가까운 곳일 확률 ↑

연속된 자기장 시퀀스를 입력값으로 학습

보행 패턴 반영 가능, 튜 현상 완화 효과

시간에 따라 변하는 방향 및 맥락 기반 판단 가능

시퀀스 입력값

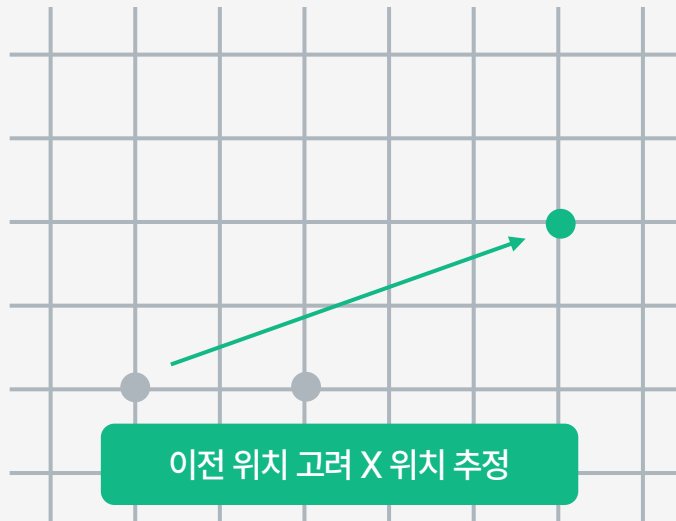


시행 착오

이전 입력값 고려를 통한 위치 인식 정확도 향상

사람의 이동은 연속적이며 이전 위치의 영향을 받음
Top-K 및 PDR을 반영한 결과값 보정을 통해
이동 연속성을 반영한 안정적인 예측을 수행

단일 입력값



사람의 이동 단위는 걸음 단위로 연속적

다음 위치는 이전 위치와 가까운 곳일 확률 ↑

연속된 자기장 시퀀스를 입력값으로 학습

보행 패턴 반영 가능, 튜브 현상 완화 효과

시간에 따라 변하는 방향 및 맥락 기반 판단 가능

시퀀스 입력값

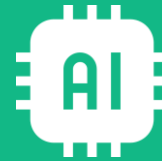


향후 발전

공간과 사람을 연결하는 통합 솔루션으로의 발돋움

실내 길찾기 기능의 고도화 및 안정화를 핵심 과제로 수행
단순 실내 네비게이션에 그치는 것이 아닌
다양한 분야의 적용 및 확장이 가능

01.



초개인화된
사용자 경험 제공

정밀도를 기반으로
AR 네비게이션 등
가장 직관적인 안내 경험을 제공

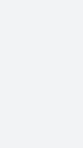
02.



데이터 기반
공간 컨설팅에 활용

공간 운영자는 동선 데이터를
통해 운영을 효율화하고
상업적 가치를 극대화

03.



초개인화된
사용자 경험 제공

정밀도를 기반으로
AR 네비게이션 등
가장 직관적인 안내 경험을 제공

향후 발전

공간과 사람을 연결하는 통합 솔루션으로의 발돋움

실내 길찾기 기능의 고도화 및 안정화를 핵심 과제로 수행
단순 실내 네비게이션에 그치는 것이 아닌
다양한 분야의 적용 및 확장이 가능

02.



데이터 기반
공간 컨설팅에 활용

공간 운영자는 동선 데이터를
통해 운영을 효율화하고
상업적 가치를 극대화

03.



실내 위치 정보의
표준 허브

PaaS로의 확장을 통해
실내 자율주행 등 미래 서비스
의 기반 인프라로 기능

향후 발전

공간과 사람을 연결하는 통합 솔루션으로의 발돋움

실내 길찾기 기능의 고도화 및 안정화를 핵심 과제로 수행
단순 실내 네비게이션에 그치는 것이 아닌
다양한 분야의 적용 및 확장이 가능

02.



데이터 기반
공간 컨설팅에 활용

공간 운영자는 동선 데이터를
통해 운영을 효율화하고
상업적 가치를 극대화

03.



실내 위치 정보의
표준 허브

PaaS로의 확장을 통해
실내 자율주행 등 미래 서비스
의 기반 인프라로 기능

향후 발전

공간과 사람을 연결하는 통합 솔루션으로의 발돋움

실내 길찾기 기능의 고도화 및 안정화를 핵심 과제로 수행
단순 실내 네비게이션에 그치는 것이 아닌
다양한 분야의 적용 및 확장이 가능

02.



데이터 기반
공간 컨설팅에 활용

공간 운영자는 동선 데이터를
통해 운영을 효율화하고
상업적 가치를 극대화

03.



실내 위치 정보의
표준 허브

PaaS로의 확장을 통해
실내 자율주행 등 미래 서비스
의 기반 인프라로 기능



교통 약자를 위한 실내 길찾기 솔루션 마그네비(MagNavi)

지구 자기장을 활용한 실내 네비게이션

AGILE

컴퓨터공학부 류효정 박윤호 염수민
윤찬익 이재훈 이준규