

2025.05.12



# 배려대상자 낙상 감지 및 알림 시스템



# 낙상, 그 순간이 인생을 바꾼다

“3개월 전, 아버지는 새벽 화장실에서 넘어지셨습니다.  
집 안에서 발생한 작은 사고였지만, 그 이후로 외출을 두려워하시고,  
하루 대부분을 침대에 누워 보내십니다.

그 모습을 보며 '우리는 무엇을 할 수 있을까?' 고민했습니다.”

“우리가 가진 기술은 크지 않을지 몰라도,  
누군가의 삶을 지켜줄 수 있다면, 그건 충분히 의미 있는 시작이라 생각했습니다.  
그래서, 낙상을 감지하고 알림을 줄 수 있는 시스템을 만들기로 했습니다.”



## ■ 목표

본 시스템은 카메라 기반 낙상 감지 기능에 더해,  
ChatGPT API를 활용한 자연어 설명, 보호자와의 대화형 알림,  
대응 가이드 제공 등을 통해

보다 인간 중심적이고 스마트한 돌봄 시스템을 구현하는 것

## ■ 목적

실시간 영상 분석, 딥러닝 기반 낙상 상황 인식, 다양한 알림 시스템,  
그리고 수집된 데이터를 통한 낙상 예상시간 및 위험 코어타임 사전  
알림 기능을 제공하여 배려대상자의 안전한 생활을 지원함



# 시스템 구성요소

## 하드웨어

일반 웹캠,  
라즈베리파이 카메라,  
여분의 휴대폰,  
기타 영상 수집 기기  
를 활용하여 실시간 영상 수집이  
가능한 시스템을 구축합니다.

## 소프트웨어

Python, OpenCV(영상 처리),  
MediaPipe(사람 자세 추정),  
TensorFlow/Keras(딥러닝),  
Telegram API(알림 전송),  
Streamlit(웹 대시보드)  
등을 활용합니다.

## 알림시스템

낙상 감지 시 보호자에게  
SMS, 앱 알림,  
웹 대시보드, 이메일  
등 다양한 채널을 통해 즉각적인  
알림을 전송합니다.

# 시스템 Flow

## 실시간 스트리밍

카메라를 통해 실시간 모니터링

01



## 낙상 판별 알고리즘

누워 있는 자세가 일정 시간  
이상 유지 시 낙상 판단

02



## 자세 추정

사람의 뼈대나 중심을 추정하여  
자세를 분석

03



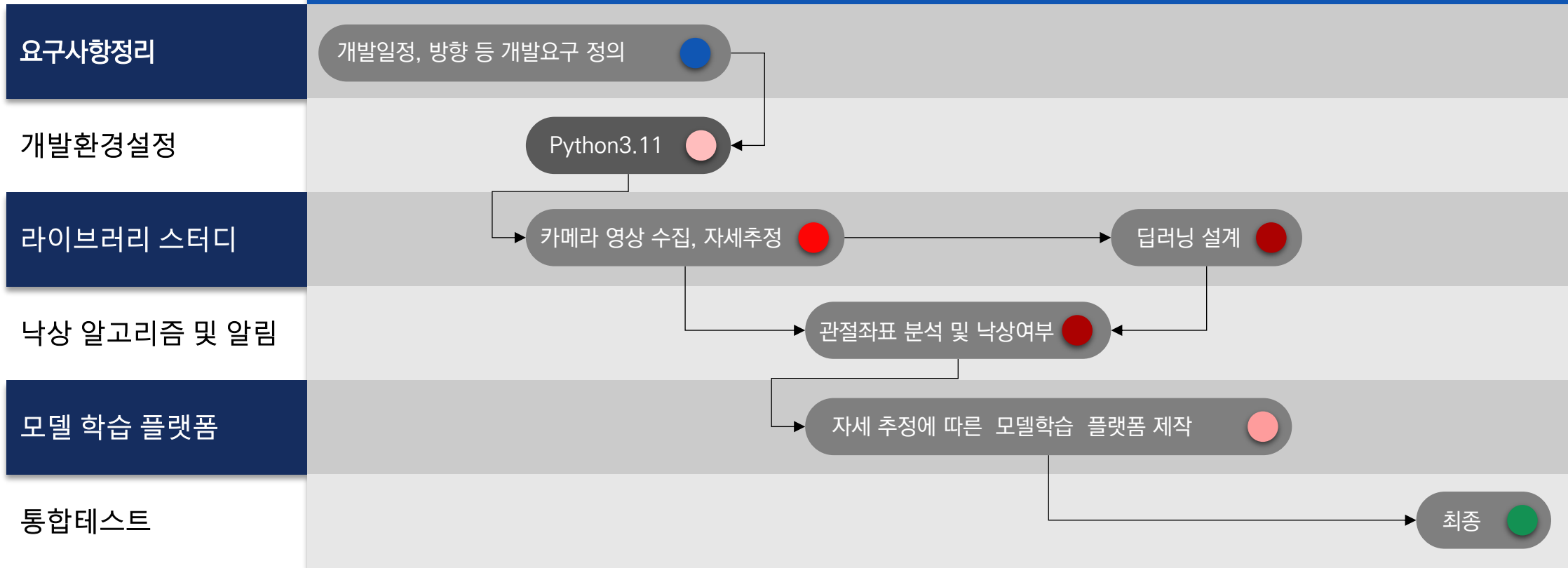
## 알림 전송

보호자에게 SMS, 앱, 웹 등을  
통해 알림 메시지를 전송

04



# 시스템 개발 일정



# 시스템 개발방향

Analyse feed vide or

If a fall analyzes for sudden movements



# 시스템 개발방향

If a fall analyzes for sudden movements



## 모델 학습

기존 낙상 동영상 및  
사용자 데이터를 훈련  
데이터로 활용



## 모델 생성

Dense, Ensemble,  
LSTM 등 낙상여부를  
판별할 모델생성



## 추천 모델 선정

각 모델별 정확도 및 표준편차  
값을 분석하여 최적의 모델 선정



◀ 딥러닝 모델 파트

## 낙상 알림

사용자 모니터링파트 ▶



## 실시간 감시

Medipipe를 이용한  
주요 관절(어깨,  
무릎)좌표 정보 취득



## 데이터 분석

피사체의 낙상 징후 및  
낙상 여부 데이터로  
맞춤형 정보 제공



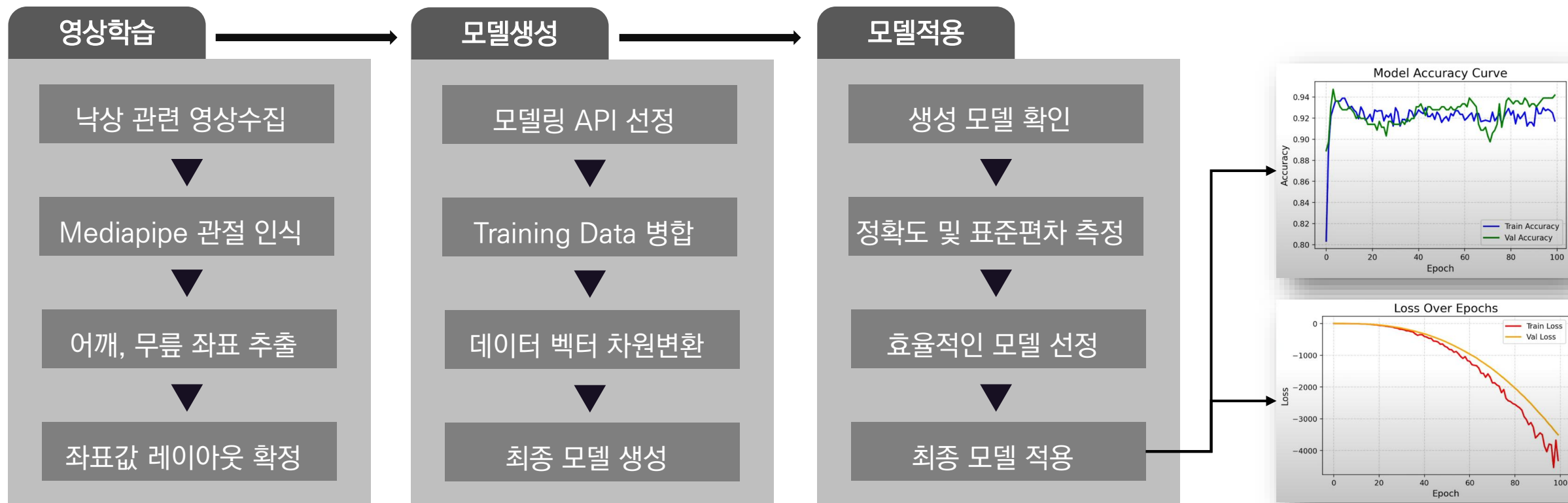
## 실시간 알림

텔레그램(현재) 알림 전송  
기타 알림 시스템 개발중





# Part1. 모델학습 플랫폼



# Part1. 모델학습 플랫폼

## 영상학습

낙상 관련 영상수집

Mediapipe 관절 인식

어깨, 무릎 좌표 추출

좌표값 레이아웃 확정

## 영상수집



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	timestamp	left_shoulder	left_shoulder	left_shoulder	left_shoulder	right_shoulder	right_shoulder	
2	35:20.6	0.76	0.43	1	1	0.71	0.43	
3	35:20.6	0.74	0.42	1	1	0.71	0.42	
4	35:20.7	0.72	0.42	1	1	0.69	0.42	
5	35:20.8	0.71	0.41	1	1	0.66	0.42	
6	35:20.9	0.69	0.41	1	1	0.64	0.41	
7	35:21.0	0.68	0.41	1	1	0.63	0.41	
8	35:21.1	0.65	0.41	1	1	0.62	0.42	
9	35:21.2	0.63	0.41	1	1	0.59	0.42	
10	35:21.3	0.64	0.41	1	1	0.57	0.42	

## 관절인식

## 좌표 레이아웃

## 파일을 업로드하세요.

낙상 판단 기준을 무엇으로 할까요?

☒ 사용자모델 ☐ 딥러닝모델

분석할 영상 파일을 업로드하세요

Drag and drop file here  
Limit 200MB per file • MP4, AVI, MPEG4

Browse files

하반신 마비 사고영상.mp4 2.7MB

## 분석 데이터를 추출합니다.

누적 좌표 로그(x,y,신뢰도,적합여부)

2025-05-02 16:24:02.748

왼쪽 어깨: (0.69, 0.12, 1.0, 1) 오른쪽 어깨: (0.58, 0.18, 0.98, 1)  
왼쪽 무릎: (0.34, 0.18, 0.94, 1) 오른쪽 무릎: (0.34, 0.21, 0.19, 0)

## 좌표 추출

2025-05-02 16:24:02.890

왼쪽 어깨: (0.73, 0.16, 1.0, 1) 오른쪽 어깨: (0.6, 0.21, 0.98, 1)  
왼쪽 무릎: (0.35, 0.2, 0.94, 1) 오른쪽 무릎: (0.37, 0.23, 0.19, 0)

2025-05-02 16:24:03.038

왼쪽 어깨: (0.76, 0.21, 1.0, 1) 오른쪽 어깨: (0.64, 0.23, 0.98, 1)  
왼쪽 무릎: (0.37, 0.24, 0.94, 1) 오른쪽 무릎: (0.37, 0.24, 0.18, 0)

2025-05-02 16:24:03.177

왼쪽 어깨: (0.8, 0.26, 1.0, 1) 오른쪽 어깨: (0.65, 0.26, 0.99, 1)  
왼쪽 무릎: (0.45, 0.26, 0.94, 1) 오른쪽 무릎: (0.38, 0.27, 0.19, 0)

2025-05-02 16:24:03.314

왼쪽 어깨: (0.81, 0.32, 1.0, 1) 오른쪽 어깨: (0.74, 0.3, 0.99, 1)  
왼쪽 무릎: (0.44, 0.32, 0.94, 1) 오른쪽 무릎: (0.45, 0.31, 0.18, 0)

# Part1. 모델학습 플랫폼

## 모델생성

모델링 API 선정



Training Data 병합



데이터 벡터 차원변환



최종 모델 생성



## 모델 비교 대시보드

Dense 모델 / LSTM 모델 / 앙상블 모델을 동시에 생성하고 비교할 수 있습니다.

모델 탭을 선택하세요 ◆ Dense 모델 ◆ LSTM 모델 ◆ 앙상블 모델 ◆ 모델 비교

앙상블 모델 학습 시작



## Dense + LSTM 앙상블 모델 생성

수집된 데이터를 기반으로 두 개의 모델(Dense, LSTM)을 학습하고 앙상블합니다.

✓ 파일을 병합 중입니다...

강건너다넘어짐\_userModel\_landmarks.csv  
겨울철 빙판길에서 넘어지는 옷길 영상 모음(표당)\_userModel\_landmarks.csv  
김려욱넘어지는영상\_userModel\_landmarks.csv  
넘어지는 영상\_userModel\_landmarks.csv  
눈길거리넘어짐\_userModel\_landmarks.csv  
등산넘어지는영상 \_userModel\_landmarks.csv  
빗길넘어짐\_userModel\_landmarks.csv  
빙판길 표당\_2\_userModel\_landmarks.csv  
빙판길 표당\_userModel\_landmarks.csv  
아기넘어짐\_userModel\_landmarks.csv  
전세계 표당1\_userModel\_landmarks.csv

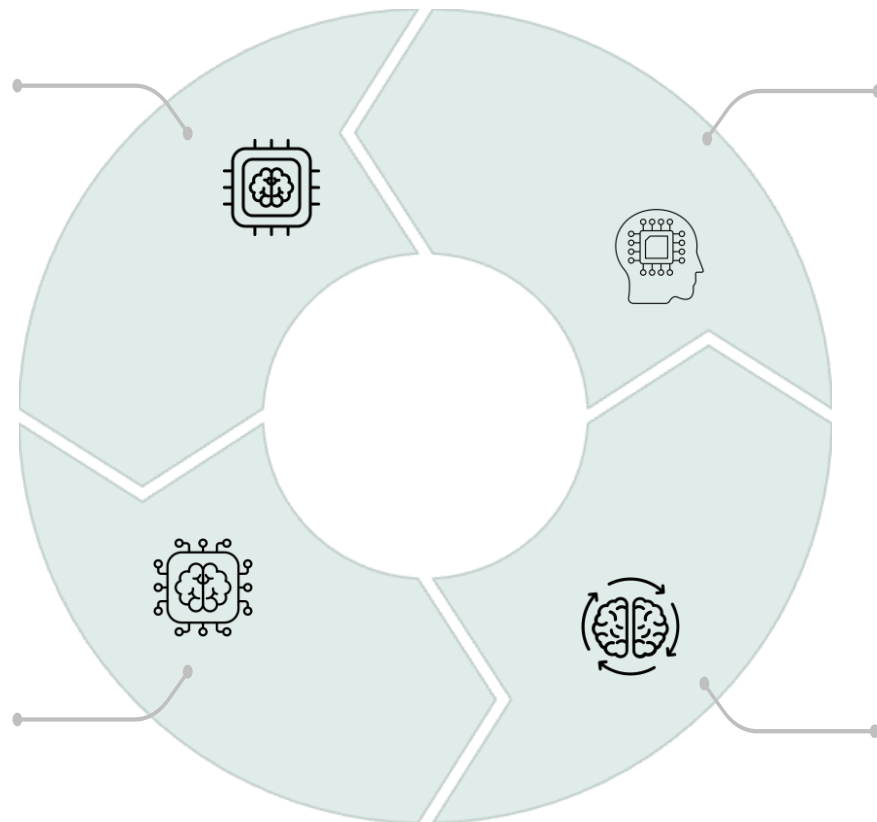
# Part1. 모델학습 플랫폼

## Dense

단순 정확도 수치보다 검증 성능과 학습 성능간  
간극을 통해 모델의 일반화 성능을 평가  
신뢰도 높은 모델 판단 기준

## LSTM

낙상 감지 문제는 단일 스냅샷보다는  
시간 축상에서의 자세 변화 패턴이 핵심이므로,  
시퀀스 데이터를 처리할 수 있음



더 많은 데이터를 확보하고  
더 좋은 알고리즘으로  
더 좋은 모델을 만들어는 내는 것

## Ensemble

MLP와 LSTM을 각각 독립적으로 학습한 후  
병합하는 방식으로, 다양한 특성 공간(feature  
space)을 포괄



## Part1. 모델학습 플랫폼

구분	Dense 모델	LSTM 모델	Ensemble 모델
신경망 유형	MLP기반의 DNN (이진 분류 모델)	LSTM (Sequential)	Hybrid (Functional API)
입력 형태	2D 벡터 (정적 특징)	3D 시퀀스 입력 (1 타임스텝)	2D + 3D 멀티 입력
레이어 구조	Dense(64) → Dropout → Dense(32) → Dropout → Dense(1)	LSTM(64) → Dropout → Dense(32) → Dropout → Dense(1)	Dense(64→32) + LSTM(64) → Concatenate → Dense(32) → Dropout → Dense(1)

- (공통 전처리) StandardScaler로 피쳐 정규화, timestamp와 checkFall 제외 후 특징 벡터 구성
- (출력층) 이진 분류:  $\text{checkFall} \in \{0, 1\}$ , 출력층: Dense(1, activation='sigmoid')
- 세 모델 모두 과적합 방지를 위해 Dropout과 EarlyStopping을 적용하였으며, .keras 형식과 .pkl 형식으로 저장하여 재사용성을 확보

# Part1. 모델학습 플랫폼

더 많은 데이터 수집, 하이퍼파라미터 최적화, 실시간 처리 시스템 구축 등을 통해 모델의 성능과 실용성을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대함.

## 학습구성

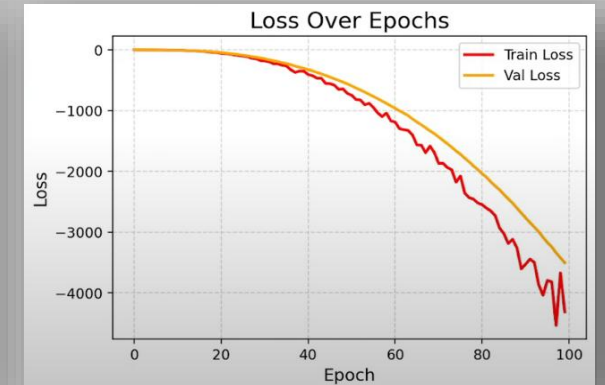
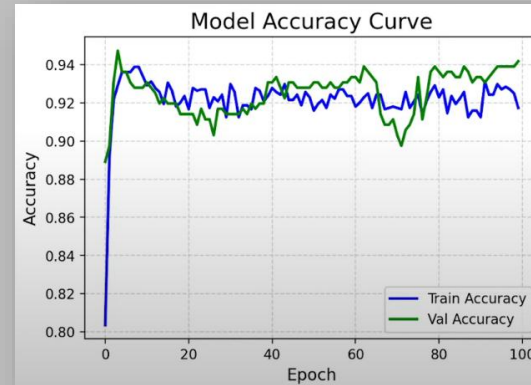
- 최대 100 Epochs (EarlyStopping 적용)
- Batch Size: 32
- Validation Split: train/test = 8:2

## 평가지표

- 정확도(Accuracy)
- 손실(Loss)
- 학습/검증 정확도 차이(acc\_gap)

## 평가지표

- 모델 학습 시 EarlyStopping을 적용하여 과적합을 방지하고,
- 학습 및 검증 정확도의 차이를 통해 일반화 성능을 판단합니다.
- 시각화된 Accuracy/Loss 그래프를 통해 모델의 학습 과정과 과적합 여부를 직관적으로 확인할 수 있습니다.



# Part1. 모델학습 플랫폼

## 모델적용

생성 모델 확인



정확도 및 표준편차 측정



효율적인 모델 선정



최종 모델 적용

## 모델 비교 대시보드

Dense 모델 / LSTM 모델 / 앙상블 모델을 동시에 생성하고 비교할 수 있습니다.

모델 탭을 선택하세요 • Dense 모델 • LSTM 모델 • 앙상블 모델 • **모델 비교**

모델비교 시작

## 모델을 비교합니다

수집된 데이터를 기반으로 3가지 학습 모델을 비교합니다.

	모델명	정확도(Accuracy)	추론 일관성(표준편차)	분석
1	Dense Model	80.97%	0.1314	정확도가 다소 낮음
2	LSTM Model	82.37%	0.2130	정확도가 가장 높음
3	Ensemble Model	81.83%	0.1423	적절한 정확도를 보임

## 항목별 상세 해석

- 정확도 (Accuracy)
  - 정확도 기준으로는 LSTM Model > Ensemble Model > Dense Model 입니다.
- 추론 일관성 (표준편차)
  - 안정성 기준으로는 Dense Model > Ensemble Model > LSTM Model 입니다.
  - 추론 일관성 (표준편차)는 모델의 출력값들이 얼마나 분산되어 있는지를 나타냅니다. 낮을수록 "예측의 자신감"이 높습니다.

## 모델 적용

기존 학습된 모델과 신규 학습된 모델을 사용자에게 적용하기 위해 메모리에 업로드 합니다.

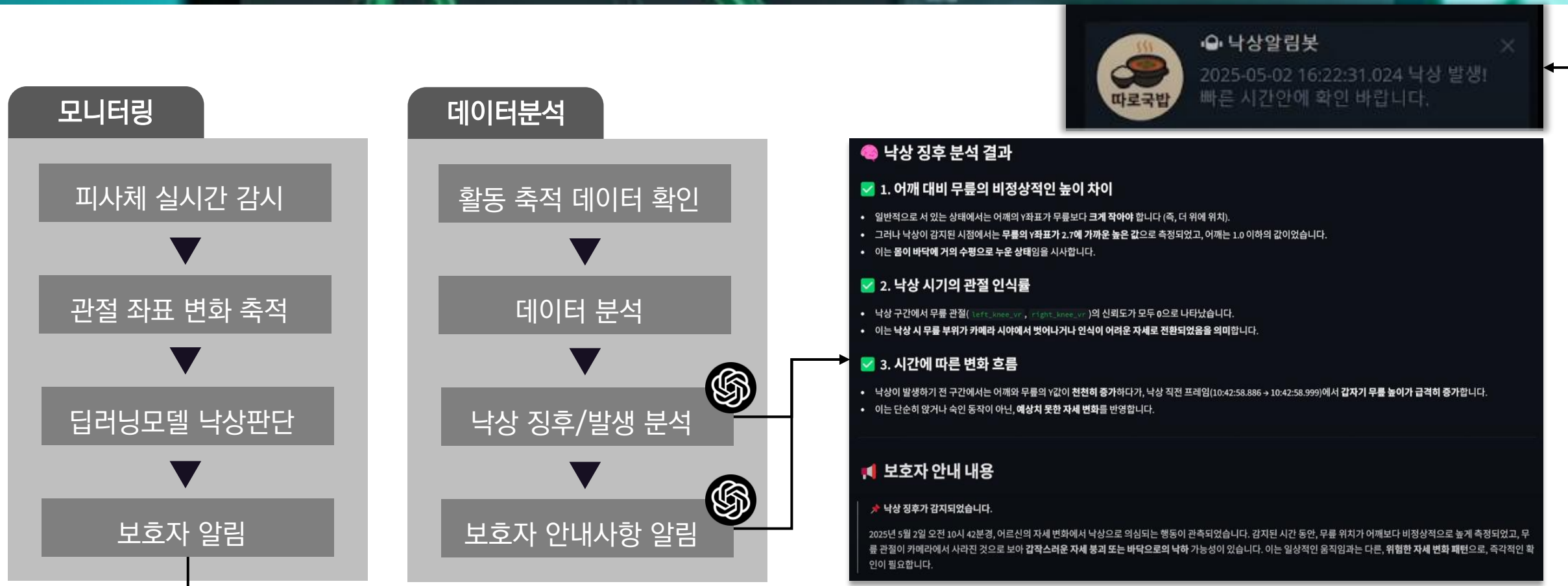
### 생성된 모델 파일 목록

- fall\_model\_denseModel.keras
- fall\_model\_ensembleModel.keras
- fall\_model\_lstmModel.keras

총 3개의 모델이 메모리에 성공적으로 로드되었습니다!

- dense 모델 로딩 완료 : 로드된 모델명 - dense
- ensemble 모델 로딩 완료 : 로드된 모델명 - ensemble
- lstm 모델 로딩 완료 : 로드된 모델명 - lstm

## Part2. 사용자 모니터링 및 알림





## Part2. 사용자 모니터링 및 알림

### 감시 모드

낙상 여부를 실시간으로 감지합니다. 아래에서 낙상 모델을 선택하세요.

☐ 상체모델(Test) ☒ 사용자모델 ☐ 딥러닝모델

☒ 카메라 ON ☐ 정상

낙상모델: 사용자모델 동영상 학습을 위한 기본 학습입니다.

낙상 횟수를 보여줍니다. 메세지 전송여부를 보여줍니다.

#### 웹캠을 이용한 실시간 분석

카메라 시작  카메라 종료



#### 실시간 분석 데이터를 추출합니다.

##### 누적 좌표 로그(x,y,신뢰도,적합여부)

🕒 2025-05-02 16:22:14.685

👤 왼쪽 어깨: (0.59, 0.08, 1.0, 1) 🤖 오른쪽 어깨: (0.42, 0.07, 1.0, 1)

👤 왼쪽 무릎: (0.56, 0.67, 0.99, 1) 🤖 오른쪽 무릎: (0.45, 0.67, 1.0, 1)

### 감시 모드

낙상 여부를 실시간으로 감지합니다. 아래에서 낙상 모델을 선택하세요.

☐ 상체모델(Test) ☒ 사용자모델 ☐ 딥러닝모델


☒ 카메라 ON

낙상모델: 사용자모델 동영상 학습을 위한 기본 학습입니다.

낙상 8회 발생하였습니다. 메세지 전송여부를 보여줍니다.

#### 웹캠을 이용한 실시간 분석

카메라 시작  카메라 종료




#### 실시간 분석 데이터를 추출합니다.

##### 누적 좌표 로그(x,y,신뢰도,적합여부)

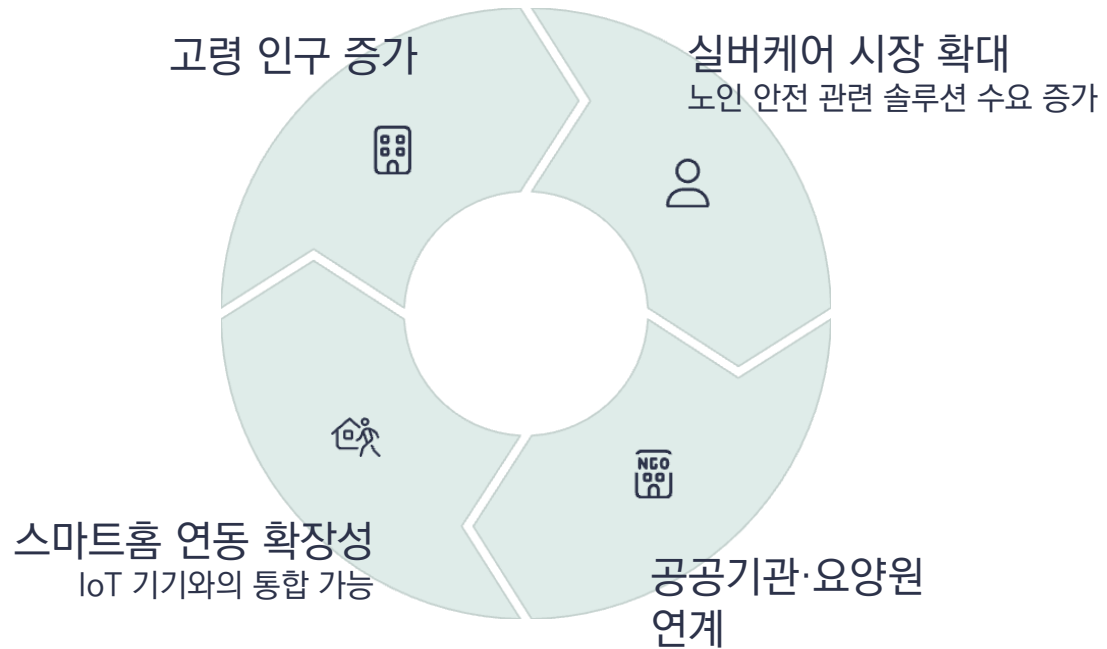
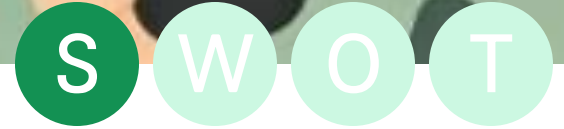
🕒 2025-05-02 16:22:19.329

👤 왼쪽 어깨: (0.69, 0.95, 0.93, 1) 🤖 오른쪽 어깨: (0.68, 0.8, 0.98, 1)

👤 왼쪽 무릎: (0.23, 0.98, 0.78, 1) 🤖 오른쪽 무릎: (0.22, 0.9, 0.89, 1)

 **낙상알림봇** ✕  
2025-05-02 16:22:31.024 낙상 발생!  
빠른 시간안에 확인 바랍니다.

# 시스템 SWOT 분석



## 비용 효율성

여분의 휴대폰 카메라나 웹캠 설치 가능  
추가 장비 구매 부담이 최소화됩니다.



## AI 기반 정확도

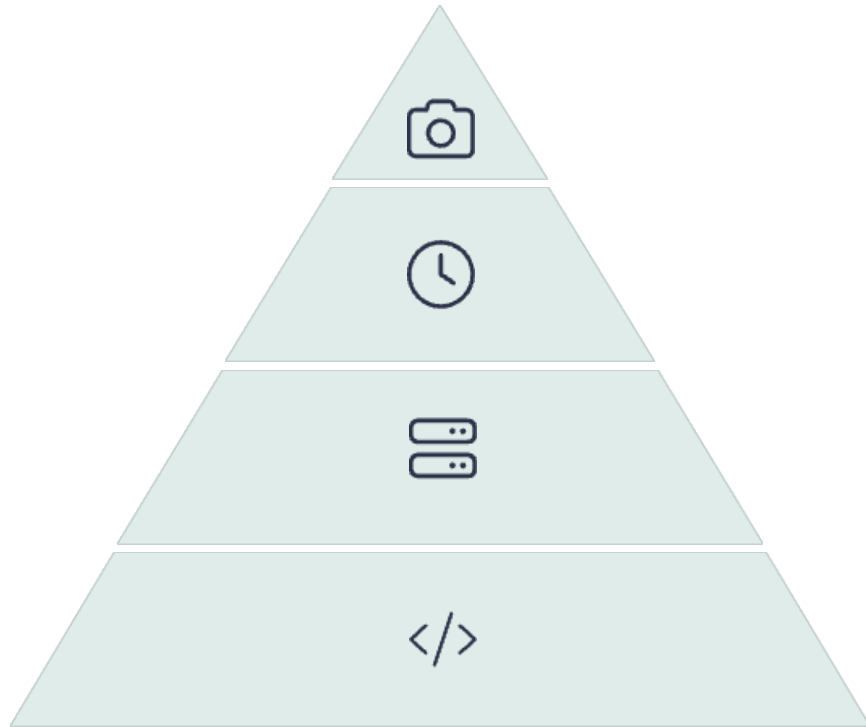
딥러닝 기술로 정밀한 낙상 탐지 가능  
MediaPipe 기반 자세 인식 기술 적용



## 데이터 누적 학습모델 향상

누적된 데이터로 모델 정확도 향상  
객관적 성능 지표로 정기적인 개선 사이클을 통해 고도화 가능

# 시스템 SWOT 분석



## 카메라 의존성

- 조명, 각도, 위치에 따라 정확도가 저하됩니다.

## 실시간 처리 속도

- Edge 기기에서 처리 시 성능 한계가 있습니다.

## 낙상 데이터 수집의 어려움

- 실제 낙상 데이터 확보가 제한적입니다.

## 개발 환경 한계

- 테스트 커버리지와 시스템 안정성이 부족합니다.

# 시스템 SWOT 분석

S W O T



## 엣지 컴퓨팅 발전

소형 기기의 처리 성능이 지속적으로 향상  
낮은 지연시간으로 실시간 탐지 정확도가 높아짐



## IoT 생태계 확장

다양한 센서와의 통합이 용이  
종합적인 모니터링 시스템 구축이 가능



## AI 알고리즘 고도화

소형 기기의 처리 성능이 지속적으로 향상  
낮은 지연시간으로 실시간 탐지 정확도가 높아짐



## 클라우드 연동 강화

원격 모니터링 및 알림 시스템이 개선되어 안정성 높음  
대규모 데이터 분석으로 예측 정확도가 높아짐



# 시스템 SWOT 분석

S W O T

## 개인정보 보호 규제

영상 기반 시스템은 민감 정보를 처리  
강화되는 개인정보 규제 준수



## 경쟁 기술의 상용화

인체 착용형 센서 기반 제품이 이미 시장 시판  
다양한 형태의 경쟁 기술이 등장



## 낙상 상황의 다양성

낙상 형태가 매우 다양하므로 여러 각도의 데이터 필요  
오탐지와 미탐지의 위험이 항상 존재



## 법적 책임 소재

탐지 실패 시 사용자 피해 발생 소지  
법적 책임 소재에 대한 명확한 기준 필요



# 시스템 SWOT 분석



## 기술적 강점 강화

모듈화된 구조와 AI 기반 정확도를 더욱 발전  
지속적인 데이터 수집으로 모델 성능을 향상

## 약점 극복 전략

카메라 의존성 문제를 다중 센서 통합으로 해결  
엣지 컴퓨팅 최적화로 처리 속도를 개선

## 시장 진입 전략

고령화 시장과 공공기관 연계를 우선 추진  
개인정보 보호 및 법적 책임 문제 선제적 대응



## 우리의 비전

낙상은 단순한 사고가 아닙니다.  
그 순간부터 삶이 바뀝니다.  
그리고 우리는,  
그 바뀌는 삶을 지켜주는 조용한 기술이 되기를 꿈꿉니다.

### 삶의 변화

낙상 사고는 한 사람의 인생을  
완전히 바꿀 수 있습니다

### 존엄성 보호

우리 기술은 사람들이  
독립적이고 품위 있는 삶을  
유지하도록 돕습니다

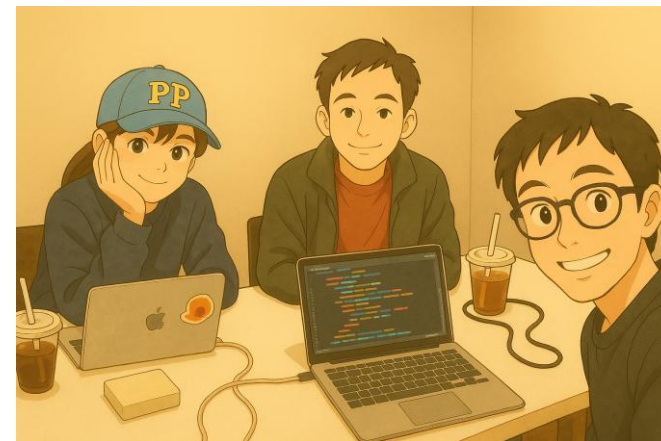
### 조용한 보호자

눈에 띄지 않게 작동하면서도  
위험한 순간에 즉각 대응합니다



가치있는 시간

같이있는 시간



모든 순간을 같이가며, 가치있는 시간이 되었기에  
우리 팀은 꽤 괜찮은 한팀이 되었습니다.

감사합니다.

