



# 2025학년도 1학기 SW 캡스톤디자인 경진대회

## OPTICAL FLOW와 머신러닝을 활용한 낙상 판독 시스템

<https://github.com/safestep-telos/PyrLk>

팀 명 SafeStep

지도교수 김윤경

팀 원

산업체

고연서(산업정보시스템공학과, 4학년), 서주희(산업정보시스템공학과, 4학년), 정태우(컴퓨터공학부, 4학년)  
텔로스

### 개발 동기 및 목적

- 낙상의 위험성
  - 골절, 뇌손상, 심리적 트라우마를 유발할 수 있음
- 경제적 영향
  - 의료비용 증가, 삶의 저하

이러한 위험성을 가진 낙상은 공공장소에서도 발생 가능하지만 대응이 빠르지 않음

낙상은 조기 감지를 통해 신속한 대응과 지속적인 모니터링으로 위험을 파악하는 것이 중요

따라서 빠르고 정확하게 낙상을 감지하고 대응할 수 있는 실시간 낙상 감지 및 알림 시스템 개발에 대해 그 필요성을 체감하게 됨

특히 AI 기반의 낙상 감지 시스템은 사람의 눈을 대신하여 24시간 사각지대 없이 낙상 사고를 탐지하고 즉시 대응할 수 있는 효과적인 대안이 될 수 있다고 생각하고 개발을 진행함

### 주요 기술

- Optical Flow
  - PyrLK - 사람의 움직임을 추적해 속도, 방향 등 특징을 추출
  - Grid based - 그리드 기반 좌표로 계산
- MediaPipe - 주요 관절 좌표를 추출해 ROI 기반 Optical Flow 계산
- Transformer - 영상의 시계열 정보를 분석해 낙상을 학습
- Multi Thread - 멀티 쓰레드 구조 적용을 통해 속도 개선 및 실시간성 유지
- Json - 학습 데이터셋에서 얻은 프레임별 특징 저장 및 데이터셋의 레이블링 연동
- OpenCV - 영상 프레임을 처리하고 Optical Flow, 시각화 등 전반적인 영상 처리 구현
- Scikit-learn, NumPy - 표준화 등 전처리 및 모델 학습 보조 기능 구현

### 개발 내용

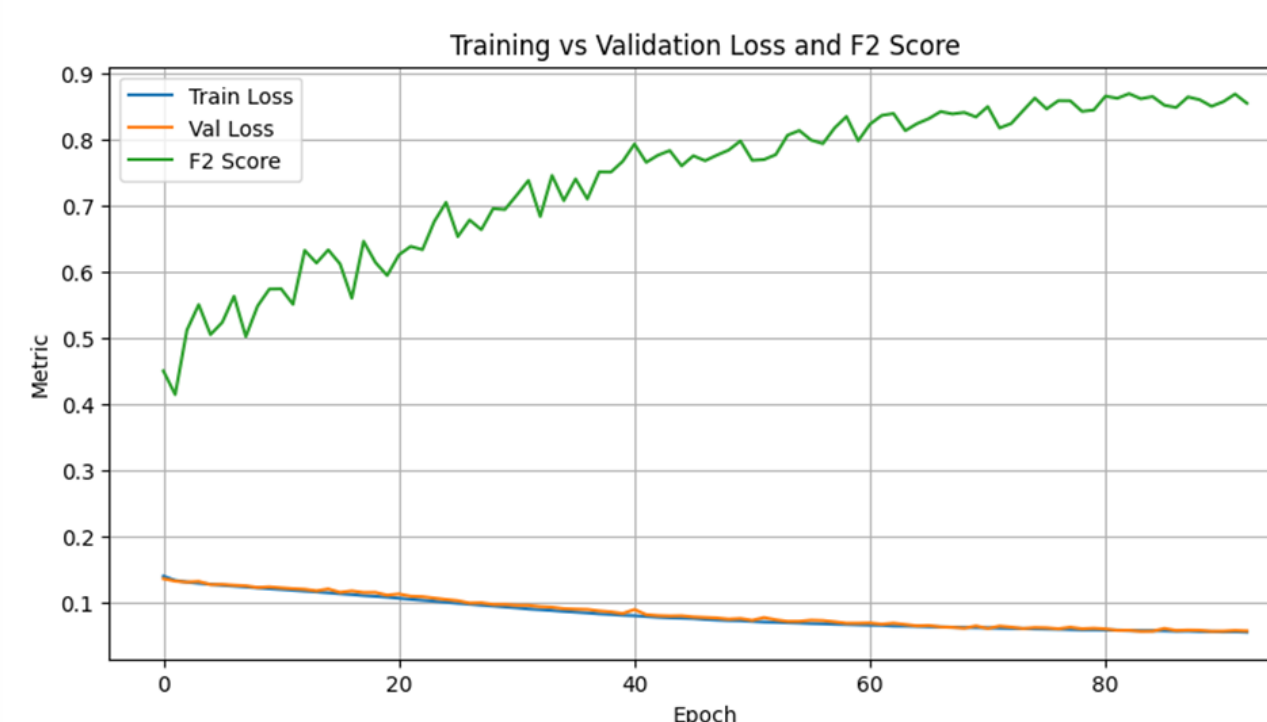
- 프레임 정보 추출 - optical flow & mediapipe
- Optical Flow
  - 그리드 형식을 바탕으로 cv2.calcOpticalFlowPyrLK 함수를 사용해 사람의 움직임 벡터를 계산하고 벡터 정보를 요약하여 벡터 개수, 하향 벡터 비율 등 프레임별 특징 정보를 구성
- MediaPipe
  - 사람의 코, 어깨 등의 좌표를 2프레임마다 추출하여 주변 그리드를 지정해 계산하도록 지정
  - 경량화를 위해 model complexity를 0으로 설정
  - 포즈 검출 실패로 지면이 생길 경우, 지면 없이 다음 프레임에서 즉시 재시도하여 동작 누락을 최소화하는 구조를 설계
- Transformer
  - 약 2200개의 10초 길이의 낙상/비낙상 영상 데이터셋으로 학습 진행
  - 슬라이딩 윈도우를 통해 15프레임의 context를 학습함
  - 학습 세대 증가 및 early stopping 기법을 사용해 성능 개선 및 과적합 방지(100 epoch, patience = 10)
  - 표준화로 전처리 진행해 성능 개선
  - 최고 성능의 모델을 저장 및 예측에 사용
  - 예측 시 15프레임이 받아지는 순간 예측 진행, 실시간 영상에서도 작동 가능하도록 설정

### 결과 및 분석

- 모델 성능 f2 score - 0.8773
- 최대 f2 score는 0.9577이지만 학습 데이터셋 외의 영상으로 예측 진행 시 오탐지가 많아 학습 구조 변경

빠르게 엎드리거나 침대에 눕는 경우 일부 프레임을 낙상으로 오탐지 발생함

(좌: 학습 f2 score 그래프, 우: 비낙상 영상에서의 오탐지)



오탐지 감소 및 성능 개선을 위해 데이터셋의 크기를 늘리고 프레임별 특징을 수정하는 등의 추가 개선의 필요성을 파악함