

비전 기술을 활용한 의료용 침대 낙상 방지 기법

김찬호, 김은지, 하재현, 문채원, 김동균*
경북대학교 컴퓨터학부

coolho123@knu.ac.kr, now0104@knu.ac.kr, mini0950@knu.ac.kr, moonchaewon2@knu.ac.kr,
*dongkyun@knu.ac.kr

Fall Prevention Techniques for Medical Beds Using Vision Technology

Chan-Ho Kim, Eunji Kim, Jaehyeon Ha, Chaewon Moon, *Dongkyun Kim
School of Computer Science and Engineering, Kyungpook National University

요 약

본 논문은 컴퓨터 비전 기술을 활용하여 의료용 침대 낙상사고를 효과적으로 예방할 수 있는 새로운 방법을 소개한다. 특히, 낙상 위험 자세를 탐지하는 데 초점을 두고 사람 자세 추정 기술인 OpenPose 를 이용하여 안전 자세와 낙상 위험 자세를 식별할 수 있는 주요 특징을 추출한다. 추출된 특징을 활용하여 낙상 위험이 높은 자세를 식별할 수 있는 기계학습 기반 기법을 제안한다. 이 기법을 통해 의료용 침대에서 발생하는 다양한 낙상사고를 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

I. 서론

최근 고령화가 가속화되면서, 의료 시설 및 복지 요양 시설의 수요가 증가하고 있다. 이러한 추세 속에서 복지 요양 시설 내의 다양한 안전사고가 발생하고 있으며, 특히 의료용 침대 안전사고는 3 년 연속 증가하고 있다. 그중 약 90 퍼센트는 낙상사고에 해당하며 이를 예방하는 방법론이 중요한 사안으로 대두되고 있다. [1] 따라서, 본 논문에서는 컴퓨터 비전 기술인 객체 검출(Object Detection)과 인간 자세 추정(Human Pose Estimation)을 활용하여 낙상 위험 자세를 인식하는 방법을 제안한다.

II. 본론

본 논문에서 제안하는 의료용 침대 낙상 방지 시스템의 전체 프로세스는 그림 1 과 같다. 먼저 침대 영역을 감지하고 이미지를 잘라 침대 영역에 집중한다. 그 후, 자세 추정 기술을 사용하여 침대와 사람의 좌표 데이터를 추출하고 추출한 좌표 데이터를 기반으로 기계학습 모델을 이용하여 위험한 자세와 안전한 자세를 구분 및 분류한다. 요양병원 등 의료 시설에서는 개인정보 보호법에 따라 환자의 사진이나 영상을 외부에 노출할 수 없다. 이로 인해 실제 환자 데이터셋을 확보하기 어려운 것이 현실이다. 따라서 직접 데이터를 수집하고 가공하여 학습 및 테스트 데이터를 구축하였다. 또한, 학습 데이터의 부족을 고려하여 딥러닝이 아닌 기계학습 기반 구조를 선택하였다.

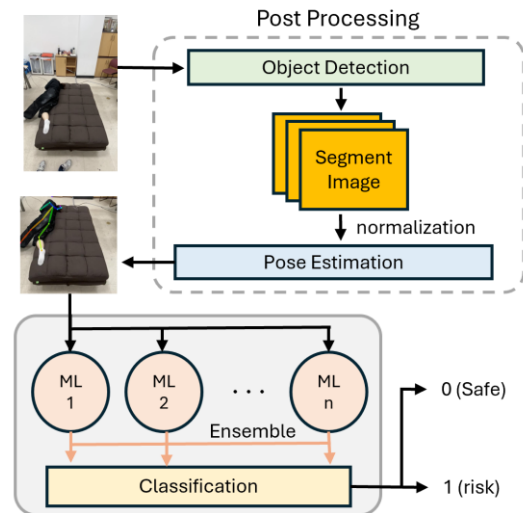


그림 1 의료용 침대 낙상 방지 프로세스

1. 데이터셋

본 연구에서 데이터셋은 침대에 누워있는 모습을 직접 촬영한 데이터를 활용하였다. 데이터의 레이블은 그림 2.1 과 같이 대상이 침대의 중앙에 안전하게 위치한 자세는 0 으로 정의하였고, 그림 2.2 와 같이 주요 관절이 침대 밖으로 나오거나 침대 외곽에 위치하여 낙상 위험이 있는 자세는 1 로 정의하였다. 훈련과 테스트 데이터를 8:2 비율로 나누고, 훈련 과정에서 K-Fold 교차 검증을 사용하여 모델을 학습하고 성능을 평가하였다.



그림 2.1 그림 2.2
그림 2. 위험 자세와 안전 자세 데이터셋

2. 학습 데이터 전처리

본 연구에서는 제로-샷 객체 검출 모델인 Grounding DINO 를 도입하여 이미지에서 침대를 검출한 후, 검출된 침대의 바운딩 박스의 중심을 기준으로 이미지를 잘랐다[2]. 이후, 인간 자세 추정 기술인 OpenPose 를 이용해 환자의 자세를 추정하여 관절의 키포인트를 추출하였다[3]. 이때 이미지 크기가 다른 경우를 고려할 수 있도록 좌표값을 이미지의 크기로 나누어 정규화하였다. 이 과정에서 자세가 2 명 이상으로 추정된 데이터를 삭제하고, 키포인트와 레이블 간의 상관관계 분석을 통해 주요 관절이 아니라고 판단되는 키포인트를 제거하여 전처리하였다. 그림 3 은 최종 전처리된 이미지를 보여준다.



그림 3 전처리 된 최종 이미지

3. 분류기 학습 및 성능 평가

본 연구에서는 정상 자세와 낙상 위험 자세 분류를 위해 다양한 기계 학습 방식 모델을 도입하였다. 각 모델은 정규화된 관절의 좌표를 특징으로 학습한다. 또한, 앙상블 기법인 스택킹(stack)을 활용하여 보다 일반화 성능을 갖춘 분류기를 제작하였다.

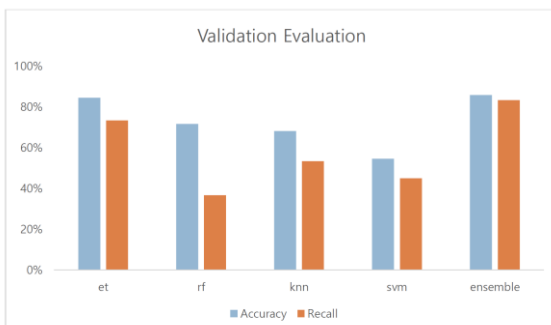


그림 4 단일 기계학습 모델 및 앙상블 모델의 검증 성능

그림 4 는 실험에 이용된 단일 기계학습 모델 및 앙상블 모델의 검증 성능을 나타낸 그래프로 앙상블 모델이 검증 정확도 86.52%, 재현율 83.33%로 가장 우수한 성능을 보였다.

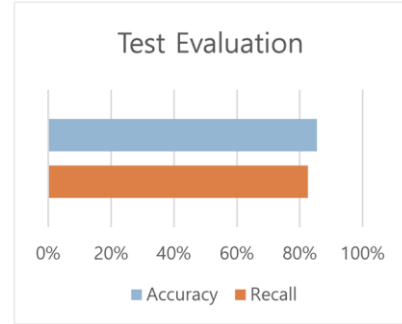


그림 5 테스트 데이터에 대한 성능

이를 최종 분류기로 선정하여 테스트 데이터에 대해 성능 평가를 진행한 결과 그림 5 와 같이 정확도 85.45%, 재현율 82.61%로 학습 데이터의 개수를 감안하면 충분히 성능을 보였다고 볼 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 자세 추정 기술을 활용하는 의료용 침대 낙상 방지 시스템을 제안하였다. 이를 위해 Grounding DINO 를 도입하여 침대 영역에 집중할 수 있도록 하였고, OpenPose 를 활용하여 관절의 좌표를 추출하고 이를 정규화 하였다. 또한, 스택킹 기법을 활용하여 일반화 성능을 향상시킨 기계학습 모델을 개발했다. 그 결과, 85.45%의 정확도와 82.61%의 재현율을 달성하여 제안된 프로세스는 침대 낙상사고 방지에 기여할 수 있음을 보였다. 본 논문을 통해 의료용 침대 낙상 사고 방지 연구의 중요성을 강조하였으며, 비전 기술 분야에서의 다양한 후속 연구가 진행되기를 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW 중심대학사업의 연구결과로 수행되었음"(2021-0-01082)

참 고 문 헌

- [1] 한국소비자원 위해정보국 위해예방팀(2023), 고령자 의료용 침대 안전사고 조사 결과
- [2] Liu, Shilong, et al. "Grounding dino: Marrying dino with grounded pre-training for open-set object detection." arXiv preprint arXiv:2303.05499, 2023.
- [3] Cao, Zhe, et al. "Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2017.