

다중 카메라와 센서를 활용한 낙상 및 방향 감지

전인수⁰, 소다영^{**}, 김초명^{**}, 김중연^{**}, 남윤영^{***,****}, 문지훈^{***,****}

⁰순천향대학교 의료과학과,

^{*}순천향대학교 의료과학과,

^{**}순천향대학교 ICT융합학과,

^{***}순천향대학교 컴퓨터공학과,

^{****}순천향대학교 AI·빅데이터학과

e-mail: {jis601, sodayeong, monicakim89, betterwithme, ynam, jmoon22}@sch.ac.kr

Fall and Direction Detection Using Multiple Cameras and Sensors

Insu Jeon⁰, Dayeong So^{**}, Chomyong Kim^{**}, Jung-Yeon Kim^{**}, Yunyoung Nam^{***,****}, Jihoon Moon^{***,****}

⁰Dept. of Medical Science, Shunchunhyang University,

^{*}Dept. of Medical Science, Shunchunhyang University,

^{**}Dept. of ICT Convergence, Shunchunhyang University,

^{***}Dept. of Computer Science and Engineering, Shunchunhyang University,

^{****}Dept. of AI and Big Data, Shunchunhyang University

● 요약 ●

고령 인구의 지속적인 증가로 인해 고령자의 안전과 관련된 문제는 주요한 관심사 중 하나로 부상하고 있다. 특히, 고령자들 사이에서 자주 발생하는 낙상 사고는 심각한 건강 문제를 일으킬 수 있으며, 이를 예방하고 대응하는 것은 고령 인구의 삶의 질을 향상하는 데 중요한 역할을 한다. 본 연구는 8대의 카메라로 촬영된 영상과 센서 데이터를 통합한 낙상 감지 기법을 제안한다. 제안한 기법은 MediaPipe를 활용하여 Skeleton Keypoint를 추출하는 이미지 인식 기법과 센서 데이터에서 얻은 특징을 활용하는 센서 기반 기술을 결합하여 낙상 사고의 발생 및 방향을 효과적으로 감지할 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 본 연구는 향후 고령자들의 생활 안전성과 의료 시스템의 효율성을 높이는 데 이바지할 수 있을 것으로 기대한다.

키워드: 낙상 감지(fall detection), 다각도 접근(multi-angle approach), 앙상블 학습(ensemble learning)

I. Introduction

65세 이상 고령 인구의 증가는 현대 사회의 중요한 현상 중 하나로 사회적, 의료적 관심사로 급부상하고 있다[1]. 특히 고령자의 낙상 사고는 중요한 이슈로 인식되고 있다. 고령 인구에서 낙상으로 인한 부상은 빈번하게 발생하며, 이는 개인의 건강과 사회적 부담 모두에 영향을 미친다[2]. 따라서 낙상 감지 기술은 이러한 부담을 완화하고 고령자의 안전을 보장하는 데 중요한 역할을 할 수 있다[1, 2].

낙상 감지 기술은 다양한 장치와 방법론을 통해 이루어져 왔다. 기존에는 가속도계와 푸시 버튼과 같은 웨어러블 장치가 주로 사용되었으나, 이는 종종 데이터의 불안정성으로 인한 한계를 보인다[1]. 최근에는 스마트폰 내장 센서, 고급 웨어러블 센서, 환경 기반 센서, CCTV를 활용한 실시간 모니터링 기술이 낙상 감지에 활용되고 있다[2, 3]. 이러한 기술은 각각 특정한 상황에서 한계를 가지므로,

더욱 포괄적이고 신뢰성 높은 방법의 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 논문은 기존 기술의 한계를 극복하여 더욱 효과적인 낙상 감지 기법을 제안한다. 제안한 기법은 웨어러블 센서와 Vision 기반 기술을 통합함으로써 고령자를 실시간으로 관찰하고, 가속도/자이로센서를 활용하여 높은 정확도의 낙상 감지 모델을 개발한다. 또한, 8대의 카메라로 촬영된 영상에서 MediaPipe를 사용하여 Skeleton Point들을 추출하고, 이를 통해 이미지 인식 모델을 개발한다. 제안한 모델들을 통합함으로써 낙상과 그 방향을 모두 정확하게 예측할 수 있는 방법론을 제안한다.

II. Methods

본 연구에서는 8대의 카메라를 배치하여 다각도에서 촬영된 스캐러톤 포인트 정보와 센서 데이터를 통합하여 활용하였다. 해당 데이터 수집 방법은 방향에 구애받지 않는 포괄적인 낙상 감지 기능을 실현하는 데 중요한 역할을 한다.

센서 데이터에서는 시간과 주파수 영역의 기본 통계 특성, Power Spectral Density, Spectral Entropy, Dominant Frequency, Peaks, Valleys 등을 추출 및 이를 특징으로 사용하였다. 해당 특징들은 XGBoost, MLP, SVM, 랜덤 포레스트, ADA, GBC 등 다양한 기계학습 모델들을 통해 앙상블 방식으로 결합하여 최종 모델을 구성하였으며, 해당 모델은 낙상 여부(Fall/Non-Fall, FNF)와 낙상 방향(Fall Direction, FD)을 분류한다.

비디오 데이터 처리는 MediaPipe[4]를 이용하여 Skeleton Point를 특징으로 추출한다. 각 카메라에서 얻은 영상 데이터의 Skeleton Point는 모델 학습을 위한 특징으로 사용하였다. 다음으로 카메라별로 총 8개의 랜덤 포레스트 모델을 생성하고, 투표(Voting) 방식을 통해 최종 비디오 모델을 구성하였으며, 해당 모델 또한 FNF와 FD로 낙상을 분류하였다.

마지막으로, 센서 모델과 비디오 모델의 결합을 통해 최종 모델을 생성하였다. 최종 모델은 최댓값(Max. Value)을 기준으로 투표를 하여 최종 분류를 수행한다.

III. Results

본 연구에서는 낙상/비낙상을 감지하는 FNF 모델과 낙상 방향을 예측하는 FD 모델의 성능을 Table 1과 같이 비교하였다. 제안한 투표 기반의 앙상블 모델은 FNF에서는 센서 모델과 같은 정확도를 보였으나, FD에서는 센서 모델보다 낮은 88.7%를 도출하였다. 이는 단일 모델의 성능이 앙상블 방식을 통해 항상 향상하는 것은 아니라는 점을 시사하며, 특히 방향 예측에서의 앙상블 방식의 효용성에 관한 추가적인 연구가 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

Table 1. Model Performance Evaluation (Units: ACC).

Model	FNF Score	FD Score
Sensor Model	0.985	0.922
Vision Model	0.979	0.833
Voting Ensemble Model	0.985	0.887

IV. Conclusions

본 연구는 고령화 사회의 진전에 따른 낙상 사고의 증가하는 중요성을 인식하여, 이를 대비하고자 낙상 감지 및 방향을 예측하는 모델을 개발하였다. 제안한 모델은 여러 각도에서 촬영된 Skeleton Point 정보들과 센서 데이터를 통합하여, 모든 방향의 낙상을 효과적으로 감지할 수 있었다.

실험 결과, 제안한 앙상블 모델은 전반적으로 우수한 성능을 도출하였으나, 낙상 방향 예측 부문에서 센서 모델보다 낮은 성능을 보여줌으

로써, 낙상 방향 예측 개선이 필요함을 확인하였다. 향후 예측 모델의 범용성과 신뢰성을 강화하고, 의료 환경과 일상생활 통합 및 사용자 편의성에 중점을 두어 연구하고자 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 순천향대학교 연구지원 사업 및 한국연구재단 4단계 두뇌한국 21 사업(4단계 BK21 사업)의 지원을 받아 작성되었음(과제번호: 5199990514663).

REFERENCES

- [1] J.-Y. Kim et al., "Preliminary Study on Fall Risk Assessment Based on Inpatient Long-term Gait Monitoring using Two 3-Axis Inertial Sensors," in *Proc. KIIT Conf.*, Jeju, 2022, pp. 41-44.
- [2] C. Kim et al., "Development of a fall risk assessment tool using EMR data of integrated nursing care ward," in *Proc. KIIT Conf.*, Jeju, 2022, pp. 50-53.
- [3] A. Núñez-Marcos, G. Azkune, and I. Arganda-Carreras, "Vision-based fall detection with convolutional neural networks," *Wireless Commun. Mobile Comput.*, vol. 2017, p. 9474806, 2017.
- [4] C. Lugaresi et al., "MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines," *arXiv preprint arXiv:1906.08172*, 2019.