

적외선 영상 기반 실시간 낙상 탐지 시스템

김윤수, 이세은, 석종원*

*창원대학교

asd8780@gmail.com, selee27@naver.com, *jwseok@chanwon.ac.kr

Infrared image-based real-time fall detection system

Yun-Su Kim, Se-Eun Lee, Jong-Won Seok*

*Changwon National University.

요 약

대한민국은 65세 이상의 고령인구가 점차 증가하고 있으며, 2025년에 초고령사회로 진입할 예정이다. [1] 이에 따라 독거노인들이 자택에서 안전하게 지낼 수 있는 ‘스마트 홈케어’ 시스템 역시 각광받고있는 추세이다. 본 논문에서는 독거노인을 위한 스마트 홈케어 시스템의 일환으로 주거시설에서의 적외선 낙상 탐지 시스템을 제안한다. 대상의 사생활을 고려하여 적외선 영상을 입력으로 사용했으며, 멜렉시스 (Melexis) MLX90640 센서를 통해 적외선 영상을 입력받았다. 낙상 탐지 학습을 위해 32 x 24픽셀의 이차원 영상을 1차원의 벡터로 768 픽셀로 평탄화하여 입력으로 사용해 낙상의 여부를 판단하도록 구성하였다. 그 결과로 총 6명의 지원자 기준 약 89.6%의 실시간 낙상 탐지 정확도 성능을 보여준다.

I. 서 론

2021년 대한민국 기준 65세 이상의 고령인구는 전체 인구의 16.5%로 점차 증가하여 초고령사회로 진입할 전망이다. [1] 이에 따라 2020년 천 가 구당 35.1%로 고령자 1인 가구, 즉 독거노인 역시 꾸준히 증가하는 추세이다. 노인은 낙상과 같은 작은 충격에도 중대한 합병증으로 이어질 수 있는데, 보호자가 없는 독거노인의 경우 그 위험성이 높아진다. 실제로 발생하게 되는 다양한 낙상사고 가운데, 61.5%가 주거시설에서 발생한 것으로 밝혀졌다.[2] 따라서 본 논문에서는 주거시설에서 거주하는 인원의 낙상을 탐지해내는 인공지능 시스템을 제안한다. 낙상 행동의 탐지를 위해서 머신러닝 모델은 주거환경에 설치된 적외선 센서의 2차원 영상과 같은 값을 수집하여 훈련된다.

II. 본론

본 논문에서 제안하는 낙상 감지 시스템은 적외선 열 센서를 이용한 모의 낙상 데이터 세트인 eHomeSeniors Dataset을 사용하여 훈련했다.[3] 해당 데이터셋은 적외선 이미지 수집에 멜렉시스(Melexis) MLX90640 센서를 이용하였다.



fig 1. Melexis MLX90640

그림 1. 멜렉시스 MLX90640

낙상 환경 모의에 있어 넘어지는 대상은 일반 청년과 무용 예술가 그룹으로 나뉘어 촬영되었다. 이때 무용 예술가 그룹은 나이 든 사람들의 실제 떨어짐 상태를 모방하기 위해 물리치료사의 자문을 받았다.

그림 1은 MLX90640 원적외선 열 센서이며 768개의 센서값으로 이루어져 있다. 32 x 24픽셀의 이미지의 형태로 변환하여 시각화한다. 초당 16장의 프레임속도를 지원한다. 또한 -40 °C에서 85 °C 사이의 온도 범위 사이의 물체 온도를 측정할 수 있다.

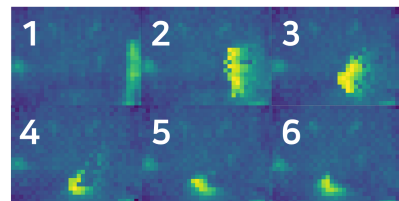


fig 2. Fall process

그림 2. 낙상 과정

지원자를 숫자로 구분하여 G11, G12, G13, G21, G22, G23 지원자로 명명하였고 낙상 데이터인지 판별하여 0과 1의 번호를 붙여 구분하였다.

Table 1. Dataset Configuration(unit : number of frame)

표 1. 데이터셋 구성(단위 : 개)

	G11	G12	G13	G21	G22	G23	합계
훈련	14,222	18,082	14,920	12,192	10,229	12,406	82,056
시험	2,468	2,408	2,057	1,489	1,011	1,684	11,112
총합	16,690	20,490	16,977	13,681	11,240	14,090	93,168

각 지원자의 결측값을 제거하였고 모든 데이터프레임을 훈련과 시험 데이터셋으로 나누어 훈련 및 시험을 진행하였다. 표 1은 각 지원자별 훈련 및 시험 데이터의 개수와 그 합을 보여준다.

학습 모델의 입력으로는 가로 32, 세로 24픽셀의 영상 형태의 데이터를 평탄화하여 768개의 센서값을 원소로 가지는 1차원 벡터를 사용하였고, 현재 상황이 낙상인지 정상 상태 인지를 0 혹은 1의 정숫값으로 출력하게 된다. 시험 데이터셋은 정상과 낙상의 비율을 1대1로 만들어 구성하였다.

Table 2. Test Validation Results by Model(unit : accuracy)

표 2. 모델별 시험 검증 결과(단위 : 정확도)

모델명	정확도
로지스틱 회귀	0.8604
의사결정나무	0.8098
그래디언트 부스팅	0.8703
랜덤 포레스트	0.8969

실시간 운용을 목적으로 하는 본 시스템의 특성상 계산 복잡도가 낮은 머신러닝 모델을 사용하여 실험을 진행하였다. 표 2는 각 모델별 시험 데이터셋에 대한 식별 정확도를 보여준다. 낙상 탐지 훈련에는 로지스틱 회귀, 의사결정나무, 그래디언트 부스팅, 랜덤 포레스트 총 4개의 모델이 사용되었으며, 그중 랜덤 포레스트 모델이 89.69%의 정확도로 가장 높은 낙상 식별률을 나타낸다.

Table 3. Test Validation Results by Fall Type(unit : accuracy)

표 3. 낙상 유형별 시험 검증 결과(단위 : 정확도)

지원자명	정확도
G11	0.918087
G12	0.916033
G13	0.86636
G21	0.86852
G22	0.878273
G23	0.930967
평균	0.896373

마지막으로 일반화 성능의 검증을 위해 임의의 지원자를 가장한 G23 데이터를 시험 데이터셋으로 설정하였다. 이를 제외한 나머지 다섯 명의 데이터셋은 훈련 데이터로서 실험을 진행하였으며, 훈련되지 않은 G23 지원자의 데이터 14,090개를 시험 검증하였다. 그 결과 89.12%의 식별 정확도를 가져 높은 일반화 성능이 확인되었다.

III. 결론

본 논문에서는 적외선 낙상 탐지 데이터셋인 eHomeSeniors Dataset을 사용하여 낙상을 감지하여 구분하는 시스템을 제작해 보았다. 가로 32세로 24의 영상 형태의 적외선 센서값을 사용하여 광학 영상과 달리 사생활을 보장하며, 적은 자원으로도 각 지원자별 평균 약 89.6%의 낙상 인식 정확도를 보여주었다. 이와 같은 연구 결과를 바탕으로 스마트 홈케어의 일환인 실시간 낙상 탐지 시스템을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “월드클래스플러스(R&D, P0020673)”사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

참 고 문 헌

- [1] 통계청, “2021년 고령자 통계”, <https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=218557&topic=>
- [2] 질병관리청, “2018년 국내 낙상사고 통계”
- [3] Riquelme, F.; Espinoza, C.; Rodenas, T.; Minonzio, J.-G.; Taramasco, C. eHomeSeniors Dataset: An Infrared Thermal Sensor Dataset for Automatic Fall Detection Research. *Sensors* 2019, 19, 4565. <https://doi.org/10.3390/s19204565>