

## 다중 센서 기반의 낙상 검출 및 방향 분류

신효진<sup>○</sup>, TENG Sokea<sup>\*</sup>, 남윤영<sup>\*</sup>, 우지영<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>순천향대학교대학원 ICT융합학과,

<sup>\*</sup>순천향대학교대학원 ICT융합학과

e-mail hyojin8296@sch.ac.kr<sup>○</sup>, sokea0510@gmail.com<sup>\*</sup>, {ynam, jywoo}@sch.ac.kr<sup>\*</sup>

## Multisensor-Based Fall Direction Classification

Hyojin Shin<sup>○</sup>, TENG Sokea<sup>\*</sup>, Yunyoung Nam<sup>\*</sup>, Jiyoung Woo<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>Dept. of ICT convergence, SoonChunHyang University,

<sup>\*</sup>Dept. of ICT convergence, SoonChunHyang University

### ● 요약 ●

고령화 사회가 도래함에 따라 낙상은 심각한 사회 문제로 대두되고 있다. 그러나 낙상 위험 예측 및 평가 도구의 한계가 여전히 존재하고 있어 정확하고 신뢰성 있는 낙상 평가 방법을 필요로 한다. 본 연구에서는 신체 다양한 부위에 부착되어 수집된 센서 데이터를 이용하여 낙상을 검출하고 낙상의 방향까지 실시간으로 분류하는 모델들을 구축 및 평가한다. 이는 낙상의 유형에 따른 신속한 조치가 가능하도록 한다.

**키워드:** 낙상(Fall), LSTM(Long Short Term Memory)

## I. Introduction

낙상은 노인층에서 주로 발생하는데, 노령 인구의 증가로 인해 더욱 중요한 사회 문제로 대두되고 있다. 또한 낙상은 예측하기 어려워 빠른 응급 조치가 필수이다. 즉각적인 대응이 이루어지지 않을 경우 심각한 부상, 의료비 부담 등의 문제가 발생할 수 있어 실시간으로 검출하는 방안의 모색이 필요하다.

좌우 종아리 총 신체 12부위에 부착되어 60Hz로 수집되었으며 각 센서에서는 3축의 가속도, 각속도, 마그네틱 정보가 측정된다. 사용된 데이터셋의 개수는 비낙상 720개, 후면 낙상 736개, 전면낙상 977개, 측면낙상 438개로 총 2971개가 사용되었다.

## II. Preliminaries

### 1. Related works

최근 센서 기술의 발전은 낙상 감지 및 대응 시스템에 많은 기여를 하고 있다. 그 중에서도 가속도 및 자이로 스코프, 자력계 등의 센서를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1],[2] 따라서 본 연구에서는 센서 데이터를 이용하여 낙상 유무 및 방향을 실시간으로 검출하고 센서 부착 부위를 최적화하고자 한다.

### 2. Dataset

본 연구에서 사용된 데이터셋은 순천향대학교 천안 병원 주관으로 VRUNCH, 자유로운소프트, KLCUBE, onycom 에서 수집, 정제, 가공 및 검증이 진행되었다. 데이터는 여러 환경과 보조기에서 수집되었으며 골반, 머리, 좌우 어깨, 좌우 상완, 좌우 전완, 좌우 허벅지,

## III. The Proposed Scheme

데이터 노이즈를 감소시키기 위해 가우시안 필터를 적용하였다. 그 후 기본 LSTM (Long Short Term Memory)[3] 모델에 데이터의 주기성을 학습하는 Time2Vec layer[4], 공간 특징을 추출하는 Convolutional layer[5], 입력 시퀀스에서 특정 부분에 가중치를 부여하는 Attention layer[6]를 적용하여 모델을 구축하였으며 추가적으로 센서 데이터를 하나의 대표 값인 Norm vector로 변환하여 Convolutional LSTM을 구축한 뒤 모델들의 성능을 비교하였다. 사용된 기본 LSTM 모델의 구조는 다음과 같다.

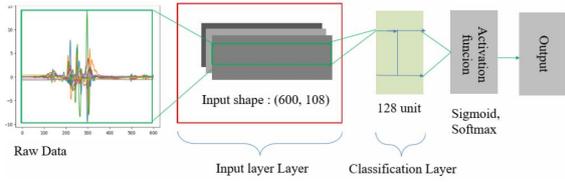


Fig. 1. 기본 LSTM모델 구조

낙상 유무 분류 모델과 낙상 방향 분류 모델들을 구축한 결과는 아래 표와 같다.

Table 1. 전체 신체 부위를 사용한 낙상 유무 분류

Model	Accuracy	F1 score
LSTM	0.97	0.96
Tim2Vec	0.97	0.96
ConvLSTM	0.98	0.97
LSTMattention	0.99	0.98
NormvecConvLSTM	0.99	0.99

Table 2. 전체 신체 부위를 사용한 낙상 방향 분류

Model	Accuracy	F1 score
LSTM	0.94	0.93
Tim2Vec	0.93	0.92
ConvLSTM	0.93	0.91
LSTMattention	0.94	0.93
NormvecConvLSTM	0.91	0.91

이전 분류에서는 모든 모델이 높은 분류 정확도를 보였으나 낙상 방향 분류에서 NormvecConvLSTM은 센서 값이 방향성을 잃게되어 비교적 낮은 성능을 보였다. 또한 영상 판독 결과 측면 낙상임에도 상체가 전면을 향하는 것을 확인하여 좌우 허벅지, 종아리, 어깨로 부착 부위를 축소 시킨 결과는 아래와 같다.

Table 3. 축소된 신체 부위를 사용한 낙상 유무 분류

Model	Accuracy	F1 score
LSTM	0.92	0.88
Tim2Vec	0.96	0.95
ConvLSTM	1.0	1.0
LSTMattention	0.99	0.99
NormvecConvLSTM	1.0	1.0

Table 4. 축소된 신체 부위를 사용한 낙상 방향 분류

Model	Accuracy	F1 score
LSTM	0.93	0.92
Tim2Vec	0.89	0.87
ConvLSTM	1.0	1.0
LSTMattention	0.93	0.92
NormvecConvLSTM	0.89	0.89

Conv layer 기반 모델의 경우 성능이 향상되어 가장 높은 분류 정확도를 보였으며 다른 모델도 축소 전과 성능이 유사함을 확인하였다. 다만 Time2Vec은 주기성을 학습할 수 있으나 낙상은 특정 시점에 발생하는 이벤트이므로 비교적 낮은 성능을 보였다.

## IV. Conclusions

본 연구에서는 낙상 검출을 위해 LSTM 모델을 기반으로 다양한 모델을 구축하였다. 낙상의 유무 뿐만 아니라 방향성까지 고려하여 낙상 종류에 따른 적절한 조치가 가능하도록 한다. 또한 성능을 유지하면서도 부착 부위를 축소하여 효율적인 의료 시스템을 제공할 수 있도록 하였다. 추후 부착 부위를 체계적으로 축소하는 연구가 필요할 것으로 보인다.

## ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 한국연구재단의 지역대학우수과학자지원사업(2020R111A3056858)의 연구결과로 수행되었음

## REFERENCES

- [1] Wisesa, I. Wayan Wiprayoga, and Genggam Mahardika. "Fall detection algorithm based on accelerometer and gyroscope sensor data using Recurrent Neural Networks." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 258. No. 1. IOP Publishing, 2019.
- [2] Rodrigues, Thiago B., et al. "Fall detection system by machine learning framework for public health." Procedia Computer Science 141 (2018): 358-365.
- [3] Hochreiter, Sepp, and Jürgen Schmidhuber. "Long short-term memory." Neural computation 9.8 (1997): 1735-1780.
- [4] Kazemi, Seyed Mehran, et al. "Time2vec: Learning a vector representation of time." arXiv preprint arXiv:1907.05321 (2019).
- [5] "O'Shea, Keiron, and Ryan Nash. "An introduction to convolutional neural networks." arXiv preprint arXiv:1511.08458 (2015).
- [6] Niu, Zhaoyang, Guoqiang Zhong, and Hui Yu. "A review on the attention mechanism of deep learning." Neurocomputing 452 (2021): 48-62