

장단기 메모리 기반 노인 낙상감지에 대한 연구

정승수 · 유운섭*

한경대학교

Study of fall detection for the elderly based on long short-term memory(LSTM)

Seung Su Jeong · Yun Seop Yu*

Hankyong National University

E-mail : su14000@naver.com

요 약

본 논문에서는 노령층 인구가 도보시 일어날 수 있는 낙상상황을 텐서플로를 이용하여 인지하기 위한 시스템에 대하여 소개한다. 낙상감지는 고령자의 몸에 착용한 가속센서 데이터에 대해서 텐서플로를 이용하여 학습된 LSTM(long short-term memory)을 기반으로 낙상과 일상생활을 판별한다. 각각 7가지의 행동 패턴들에 대하여 학습을 실행하며, 4가지는 일상생활에서 일어나는 행동 패턴이고, 나머지 3가지는 낙상시의 패턴에 대하여 학습한다. 3축 가속도 센서의 가공하지 않은 데이터와 가공한 SVM(Sum Vector Magnitude)를 이용하여 LSTM에 적용해서 학습하였다. 이 두 가지 경우에 대해서 테스트한 결과 데이터를 혼합하여 학습하면 더 좋은 결과를 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

ABSTRACT

In this paper, we introduce the deep-learning system using Tensorflow for recognizing situations that can occur fall situations when the elderly are moving or standing. Fall detection uses the LSTM (long short-term memory) learned using Tensorflow to determine whether it is a fall or not by data measured from wearable accelerator sensor. Learning is carried out for each of the 7 behavioral patterns consisting of 4 types of activity of daily living (ADL) and 3 types of fall. The learning was conducted using the 3-axis acceleration sensor data. As a result of the test, it was found to be compliant except for the GDSVM(Gravity Differential SVM), and it is expected that better results can be expected if the data is mixed and learned.

키워드

Tensorflow, Fall detection, The elderly, Long short-term memory(LSTM)

I. 서 론

시대가 지남에 따라 한국의 고령화가 점점 심화되고 있는 추세이다. 이에 따라 한국의 평균 수명이 점점 높아지고 있고, 고령화 인구가 늘어나고 있다. 나이가 들어가면서 오는 무릎관절증을 비롯하여 여러 가지 노인성 질환들로 인하여 노인들의 일상생활에서의 낙상 위험율이 증가하게 된다. 이로 인하여 타박상 및 골절 심하면 낙상으로 인한

뇌출혈 등으로 사망에 이를 수도 있게 된다. 이를 해결하기위해서 낙상감지 시스템이 필요하다[1].

3축 가속도 센서의 가공하지 않은 데이터들을 Tensorflow를 이용한 LSTM에 학습하여 낙상과 일상생활을 판별하는 방법이 보고되었다[2]. 본 논문은 센싱한 데이터를 SVM(Sum Vector Magnitude)[1]과 같이 파라미터화한 데이터를 LSTM에 학습해서 낙상과 일상생활을 판별하는 방법을 조사해서 기존 방법과 비교한다.

* corresponding author

II. 낙상 감지 시스템

1. LSTM을 이용한 낙상 감지 시스템

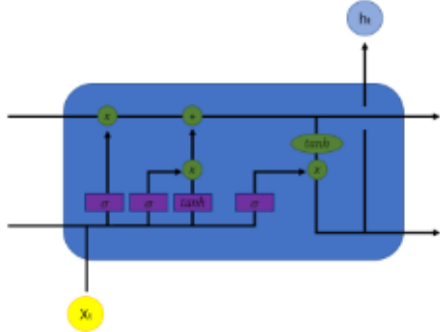


그림1. LSTM 구조 [3]

LSTM은 그림1과 같은 모양의 구조를 가지고 있다. LSTM은 RNN(Recurrent Neural Network)의 은닉 상태에 cell-state를 추가한 구조이다. cell state는 일종의 컨베이어 벨트 역할을 합니다. 덕분에 state가 꽤 오래 경과하더라도 그 그래디언트가 비교적 전파가 잘 되게 된다[3]. 이러한 구조 덕분에 기존의 RNN에서 일어나는 gradient vanishing 문제를 어느 정도 방지할 수 있게 되었다. 이러한 LSTM에 기반해서 사람의 행동을 감지하는 모델[4]을 낙상여부 탐지에 적용하고자 한다.

이러한 LSTM모델을 사용하여 만든 낙상 감지 시스템은 다음 그림2와 같은 구조를 이루고 있다.



그림2. 낙상 감지 시스템 구조

먼저 3축 가속 센서를 이용하여 x축, y축, 각도를 구하여 데이터를 추출한다. 이를 오버플로우가 일어나지 않도록 하기 위하여 각각 255의 값으로 나누어준다. 추출한 데이터의 행동패턴은 각각 Walking, Lying, Running, Jumping, Fallforward, Fallsideways, Fallbackward로 이루어져 있으며, 앞의 4가지는 일상생활 패턴이고, 뒤의 3가지는 낙상시의 패턴이다. 그리고 LSTM의 학습을 위하여 각각의 데이터를 차원(dimension)에 맞게 변환 시킨 뒤 데이터를 차례에 맞게 정리하고, 입력값에 대하여 라벨링을 one hot encoding 방식을 이용하여 처리한다. 처리된 원 데이터와 SVM으로 파라미터화한 데이터를 LSTM

에 입력되며 학습된다. 이때 LSTM의 Cell은 2개로 이루어져 있다. 대략 2만번의 학습 횟수를 가지고 나서 학습이 완료되면 테스트 데이터를 입력하여 학습 결과를 확인한다. 학습과 테스트 데이터는 8:2의 비율을 가진다.

2. 학습 결과

표1은 가공하지 않은 데이터와 SVM으로 파라미터화한 데이터를 7가지 행동에 대해서 LSTM에 적용한 학습 결과를 나타낸다.

표1. 행동 패턴에 따른 정확도

	Walking	Lying	Run- ing	Jump- ing	Fall forward	Fall sideways	Fall backward
RAW 8:2	100%	0.625%	93.75%	46.87%	93.75%	56.25%	81.25%
SVM 8:2	80%	10%	70%	40%	65%	65%	35%

표1에서 볼 때 Lying부분의 정확도가 매우 낮게 나타났고, 나머지 Jumping과 Fallsideways가 그 다음으로 정확도가 낮게 나왔다. 하지만 우리는 낙상 혹은 일상생활을 판별하는 것이 중요하므로 낙상과 일상생활을 잘 구별할 필요가 있다.

표2와 그림3은 낙상 및 일상생활에 대하여 판별 정확도를 나타낸 것이다.

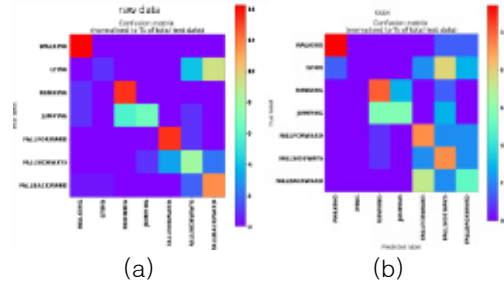


그림3. Validation에 따른 패턴 정확도 시각화. (a) raw data, (b) SVM.

표2. 낙상과 일상생활 판별 정확도

	일상생활	낙상
RAW DATA 8:2	75%	95.8%
SVM 8:2	65%	96.7%

표2와 그림3을 보면 일상생활 부분에서는 Lying을 제외한 나머지는 대부분 일상생활로 인식하였고, 낙상부분에서는 소수 몇 개만이 일상생활로 인식하였다. 여기서 알 수 있는 점은 Lying의 판별이 조금 부정확하다는 점이다. 이점을 보완하기 위해서는 앞서 서론에서 말한 좀 더 다양한 파라미터에 LSTM을 적용해야 할 필요성이 있다.

III. 결론

고령자의 낙상을 감지하기 위해서 고령자의 몸에 착용한 3축 가속센서 데이터와 가공한 파라미터인 SVM 데이터를 LSTM에 적용했다. Lying을 제외한 활동들은 비교적 정확히 판별되나 Lying 판별에 문제가 있어서 이것이 조금 더 판별을 잘 할 수 있게 된다면 앞으로 고령화가 진행되는 한국에 있어 노인복지에 한걸음을 더 나아갈 수 있을 것으로 보인다.

Reference

- [1] D. Lim *et. al.*, "Fall-Detection Algorithm Using 3-Axis Acceleration: Combination with Simple Threshold and Hidden Markov Model," *Journal of Applied Mathematics*, Vol. 2014, Article ID 896030, 2014.
- [2] E. Torti, *et. al.* "Embedding recurrent neural networks in wearable systems for real-time fall detection." *Microprocessors and Microsystems*, Vol. 71, pp. 102895, 2019.
- [3] RNN과 LSTM을 이해해보자, *ratsgo's blog*, 2017 [Internet]. Available: <https://ratsgo.github.io/natural%20language%20processing/2017/03/09/rnnlstm/>
- [4] LSTMs for Human Activity Recognition, *github* 2020[Internet]. Available:<https://github.com/guillaume-chevalier/LSTM-Human-Activity-Recognition>