

도플러 레이더 센서와 카메라 센서를 활용한 딥러닝 낙상인식 알고리즘

김남호

한국폴리텍대학 분당융합기술교육원 임베디드시스템과

namo@kopo.ac.kr

Deep Learning Fall Recognition Algorithm Using Doppler Radar Sensor and Video

Kim Nam Ho

Bundang Convergence Technology Campus of Korea Polytechnic

요 약

도플러 레이더 센서로 취득한 움직임 데이터와 카메라로 취득한 동영상 움직임 데이터를 딥러닝 알고리즘에 적용한 낙상 인식 알고리즘을 제안한다. 도플러 레이더 센서 데이터는 사생활 보호 등에 유리한 반면 비교적 정확도가 떨어지고 카메라 센서를 사용한 움직임 정보는 사생활 보호 등에 취약한 반면 최근 딥러닝 기술의 발달로 정확도가 현저히 향상되었다. 이 두 가지 움직임 정보 취득 방법을 비교하여 장단점을 보완할 수 있는 방법을 제시한다.

I. 서 론

낙상 자동 인식 알고리즘 분야에 비 접촉식 센서를 사용하는 연구는 활발히 진행되어 왔다[1]. 비 접촉식 센서를 사용하는 방법으로는 영상을 이용하는 방법과 도플러레이더 센서[2]와 같은 전파를 이용하는 방법들을 예로 들 수 있다. 특히 전세계적인 고령인구 증가는 이와 같은 연구[3]를 더욱더 활발히 하는 계기가 되고 있다.

본 논문에서는 최근에 활발히 연구되는 분야인 인공지능 알고리즘을 사용하여 낙상을 인식하는 방법에 대해 제안한다. 도플러 레이더 센서는 사생활 보호나 개인 정보를 취득하지 않기 때문에 많이 연구되고 있으나 낙상 동작을 정확히 인식하는 정확도가 영상에 비해 떨어지고 영상을 이용하는 방법은 최근 머신러닝 기술의 발달로 좋은 알고리즘이 많이 연구되었으나 사생활 보호에 취약한 단점을 지니고 있다. 본 논문에서는 동일한 낙상 동작에 대해 두 가지 센서로 취득한 동작을 비교함으로써 서로의 장단점을 이해하고 상호 보완할 수 있는 실험을 진행한다.

II. 영상을 이용한 낙상 인식 시스템

최근 수많은 머신 러닝 알고리즘들이 오픈 소스 형태로 공개되어 있다. 구글에서는 ML Kit이라는 오픈소스를 공개하여 텍스트 인식, 얼굴인식, 포즈 인식, 바코드 인식등을 지원한다. 본 논문에서 ML Kit의 포즈 인식 알고리즘을 사용하여 낙상 인식 시스템에 적용하였다.

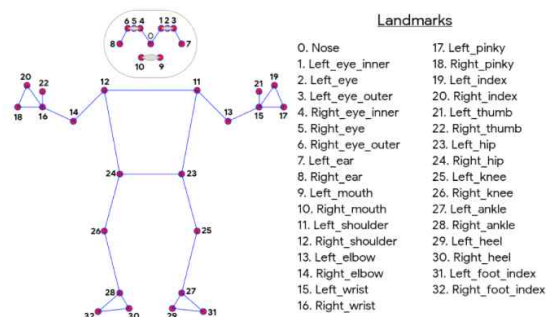


그림1. ML Kit의 Pose detection을 위한 33개의 특징점들[4]

인간의 포즈를 인식하기 위해 신체의 특징점을 총 33개로 구분하였다. 0번 특징점이 코를 나타내고 1,2,3번 특징점은 왼쪽 눈의 위치를 나타낸다. 23번은 왼쪽 힙의 위치, 24번은 오른쪽 힙의 위치를 나타내는 등 신체의 모든 부위를 나타내어 포즈를 인식할 수 있도록 설계되어 있다.

Landmark	Type	Position	InFrameLikelihood
11	LEFT_SHOULDER	(734.9671, 550.7924, -118.11934)	0.9999038
12	RIGHT_SHOULDER	(391.27032, 583.2485, -321.15836)	0.9999894
13	LEFT_ELBOW	(903.83704, 754.676, -219.67009)	0.9836427
14	RIGHT_ELBOW	(322.18152, 842.5973, -179.28519)	0.99970156
15	LEFT_WRIST	(1073.8956, 654.9725, -820.93463)	0.9737737
16	RIGHT_WRIST	(218.27956, 1015.70435, -683.6567)	0.995568
17	LEFT_PINKY	(1146.1635, 609.6432, -956.9976)	0.95273364
18	RIGHT_PINKY	(176.17755, 1065.838, -776.5006)	0.9785348



그림2. ML Kit의 Z축 좌표와 InFrameLikelihood

또한 2차원 영상을 입력으로 함에도 불구하고 깊이에 해당하는 Z축 좌표를 예상하여 출력함으로써 보다 정확한 동작을 인식하는데 도움을 준다. 영상에서 표시되지 않거나 불확실한 정도는 InFrameLikelihood라는 파라미터로 출력된다.

III. 도플러 레이더 센서를 이용한 낙상 인식 시스템

도플러 레이더 센서는 영상과 같이 대표적인 비 접촉식 센서이다. 낙상은 개인의 특성을 반영하면 더 향상된 인식률이 기대되며 이를 위한 지속적인 훈련 시스템이 필요하다. 낙상 인식시스템에 사용한 도플러 레이더 센서는 60GHz~64GHz 대역을 가지는 TI사의 IWR1443 Evaluation Module를 사용하였다.[5]

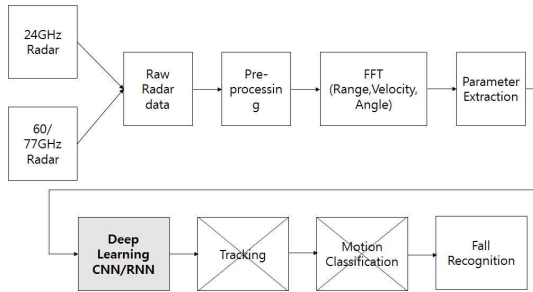


그림3. 도플러 레이더 센서 기반 딥러닝 낙상인식 시스템

그림3 과 같이 도플러레이더 센서를 사용한 후 고전적인 머신 러닝 방법이 아닌 딥러닝 방법을 사용한다. 추출된 원시데이터에 전처리 과정을 거친 데이터를 바로 훈련데이터로 사용하여 적용할 수 있다. 낙상 데이터의 특징인 시계열 데이터 특성을 적용하여 RNN (Recurrent Neural Network)을 적용하여 낙상을 인식하였다.

III. 결론

본 논문에서는 낙상 자동인식 분야에서 사용되는 대표적인 비접촉식 센서인 도플러레이더 센서와 카메라 센서를 사용한 시스템을 소개하였다. 도플러 레이더 센서를 사용한 낙상 인식 데이터는 시계열 데이터 특성이 있기 때문에 딥러닝 알고리즘중 RNN이 가장 좋은 특성을 가지는 것으로 파악되었다. 카메라 센서를 사용한 낙상 인식 시스템은 ML Kit이라는 오픈 소스 형태의 툴을 사용하였다. 이와 같이 두 가지 센서를 낙상인식 시스템에 적용함으로써 두 시스템의 장단점을 비교할 수 있었다. RNN방식의 머신 러닝 방식은 향후 LSTM등을 적용하여 좀더 정확도 높은 인식을 올릴 수 있도록 연구를 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] Murhy SL, "Deaths: Final Data for 1998," National Vital Statistics Reports, vol. 48, no. 11. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics, 2000.
- [2] L. Liu, M. Popescu, M. Skubic, M. Rantz, T. Yardibi and P. Cuddihy, "Automatic fall detection based on Doppler radar motion signature," 2011 5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops, 2011, pp. 222-225.
- [3] Stevens JA. Fatalities and injuries from falls among older adults - United States, 1993-2003 and 2001-2005. MMWR 2006a;55(45).
- [4] ML Kit for Google developer
<https://developers.google.com/ml-kit/vision/pose-detection>
- [5] TI, IWR1443 single-chip 76-GHz to 81-GHz mmWave sensor evaluation module, [online]. Available: <https://www.ti.com/tool/IWR1443BOOST>