

낙상 사고의 조기 조치를 위한 CW & FMCW 레이더로 넘어지는 동작 판별 후 신고 알고리즘

김민수¹, 조호민², *이성주²

세종대학교 전자정보통신공학과¹, 정보통신공학과 및 지능형 드론 융합전공²

zmzmtls@itsoc.sejong.ac.kr, homin@itsoc.sejong.ac.kr, *seongjoo@sejong.ac.kr

Algorithm detection the human motion of falling with CW & FMCW radar for early response of falling accident

Minsu Kim¹, Homin Cho², *Seongjoo Lee²

¹Department of Electrical Engineering, Sejong Univ.

²Dept. of Infor. and Comm. Eng. and Convergence Engineering for Intelligent Drone, Sejong Univ.

요 약

본 논문은 독거 노인의 실내 낙상 사고 대처가 미흡하여 더욱 큰 사고로 이어지게 된다. 심하면 사망까지 이어지기에 이에 대한 해결책으로 레이더를 이용해 넘어지는 움직임을 찾아내고자 한다. 그러므로 움직이는 물체 탐지에 강한 CW 레이더와 FMCW 레이더를 이용해 N개의 동작을 인공지능 CNN으로 학습 후 실제 측정 데이터에서 넘어지는 동작 측정 시 119에 신고를 통해 더 큰 사고를 방지하고자 다음 알고리즘을 제안한다.

I. 서 론

현재 전 세계적으로 고령화 사회가 진행중이며 2030년까지 65세 이상의 세계 인구는 10억 명으로 증가할 것으로 예상된다. 대부분의 노인들은 본인의 집에서 생활을 할 것이며, 매년 3명 중 1명이 겪던 낙상 사고 또한 더욱 증가할 수 있다. 이러한 낙상 사고는 사고 발생 시점으로부터 장시간 동안 바닥에 누워있는 경우 대부분의 노인들이 6개월 이내에 사망한 것으로 알려져 있기에 신속히 추락을 감지하고 구조대에 연락을 취해 더 큰 부상으로 이어지지 않고자 한다.

따라서 본 논문에서는 의료 분야에서도 물체 감지, 호흡 감지, 활력 징후 탐지, 움직임 감지 등으로 활발하게 연구가 진행 중인 CW(Doppler, Continuous Wave) 레이더와 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave) 레이더를 이용해 사람의 넘어지는 동작을 인식하여 낙상 사고에 대한 문제를 해결하고자 한다.

특히 레이더 센서는 조명 조건에 영향을 받지 않아 주변이 어두운 환경에서 측정 가능하며 카메라 같은 센서와 달리 보안성이 보장됨으로 개인정보 노출 염려가 적다는 점에서 사용자들이 안심하고 사용가능하다.

II. 본 론

본 논문에서는 CNN(Convolution Neural Network)을 통해 학습된 N개의 동작을 인공지능 데이터를 이용해 CW 레이더와 FMCW 레이더로 측정된 사람의 동작을 판별한다. 해당 실험에서는 두 가지의 데이터를 혼용하여 사용하였기에 측정 결과에 대한 신뢰성이 높아진다.

1. 알고리즘

딥 러닝 분야에서 자주 사용되는 CNN[1-4]을 이용해 학습 후 실내환경에서 사람의 넘어지는 동작을 탐지한다. 이번 검증에서 사용된 CNN은 총

50개의 계층으로 구성된 신경망인 Res Net-50을 이용 하였으며, 신경망의 영상 입력 크기는 최대 224 x 224이다.

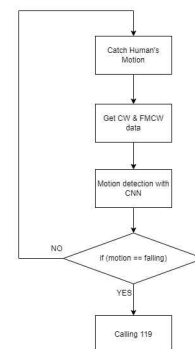


그림 1. 넘어지는 동작 인식 후 신고 알고리즘

위의 알고리즘을 살펴보면 움직임이 감지 되었을 시 CW 레이더와 FMCW 레이더를 이용해 감지된 사람의 동작 정보를 CNN을 통해 판별한다. 이와 같은 CNN을 통한 판별을 하기 위한 여러 동작에 대한 사전 학습이 필요하다. 그러므로 CW와 FMCW에 대한 데이터를 학습하기 위한 MATLAB 코드로 Spectrogram으로 저장 후 .jpg 파일로 변환하면 그림 2와 같은 이미지가 생성된다.

여기서 MATLAB 코드에는 colormap(jet) 사용하여 전체적인 진폭을 노랑색에서 빨강색으로 바뀌 강조하는 효과를 주었다.

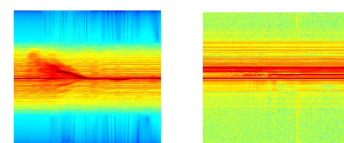


그림 2. (좌)CW 레이더의 측정 데이터 /(우)FMCW 레이더의 측정 데이터

* 교신저자 : 이성주

이렇게 생성된 이미지인 그림 2를 통해 CNN 학습을 진행하면 그림 4와 같은 결과가 나온다.

본 논문에서는 사람의 동작을 감지할 때 CW와 FMCW 두 가지 레이더를 모두 사용하였는데, 이는 한 가지의 레이더를 이용한 동작 감지에서 불확실한 동작으로 감지될 수 있기에, 또 다른 데이터를 보조적으로 이용해 비교적 정확한 정보를 전달해 주기 위함이다.

이후 측정된 데이터가 CNN을 통해 넘어지는 동작이라고 판별이 되었다면, 119에 전화통화를 걸어 위급한 상황이 발생하여 조치가 필요함을 구 조원에게 인지시켜준다.

2. 실험

가. 실험 동작

표 1. 실험에 사용된 동작 분류 순서

분류	전	후
1	눕기	앉기
2	앉기	눕기
3	앉기	일어서기
4	일어서기	앉기
5	서있기	앞으로 쓰러지기
6	서있기	옆으로 쓰러지기

나. 실험 환경

실험 환경은 1.6m x 3.2m 크기의 공간에 레이더로 둘러싸여 대상을 측정 하였으며 이에 대한 환경의 그림은 그림 3에 나타내었다.

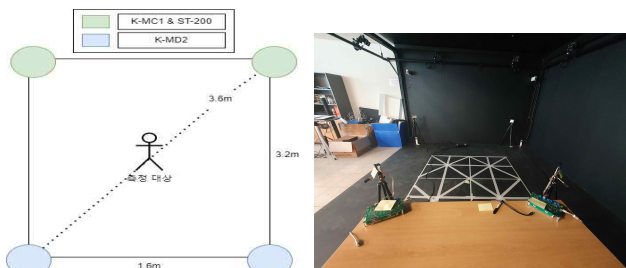


그림 3. 레이더 실측 환경의 평면도

위의 그림들은 실측 환경을 보여주는 사진으로 중앙에는 측정 대상이 위치하며 K-MC1 & ST-200 그리고 K-MD2 레이더의 배치는 서로 간의 간섭을 피하고자 그림 3처럼 배치하였다.

실험에서 사용된 동작들은 표 1에서 보이는 6개의 동작을 각각 400번씩 수행했으며 레이더 데이터 셋은 2대의 PC(노트북1, 노트북2)에 저장했다. 이때, 저장된 데이터의 80%만 인공지능 학습에 사용하며 나머지 20%는 학습된 알고리즘의 테스트를 위해 사용되었다.

다. 실험 결과

실험 결과는 그림 4와 같이 나타난다. 표 1의 동작 중 비슷한 동작(5&6)의 경우 레이더 데이터 결과가 정확하게 나오지 않음을 볼 수 있다.

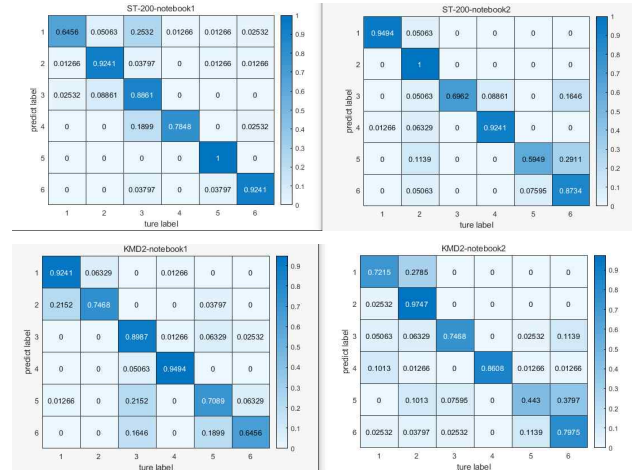


그림 4. CNN을 이용해 학습 후 CW & FMCW 레이더의 동작 판별 결과

III. 결 론

본 논문에서는 넘어지는 동작에 초점을 맞추었기에 자세한 동작까지는 분류하지 않았지만, 향후 비슷한 동작에 대한 정확한 동작 판별을 위한 추가적인 Spectrogram에 관한 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 (No. 2020R1A2C1007546)의 지원 및 산업통상자원부의 시장선도를 위한 한국 주도형 K-Sensor 기술개발(R&D)사업(과제번호 1415181734)의 지원을 받아서 수행되었으며, 검증을 위한 EDA관련 툴은 IDEC의 지원을 받았음.

참 고 문 헌

- [1] Deng, Jia, et al. "Imagenet: A large-scale hierarchical image database." Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. CVPR 2009. IEEE Conference on. IEEE, 2009.
- [2] Krizhevsky, Alex, Ilya Sutskever, and Geoffrey E. Hinton. "Imagenet classification with deep convolutional neural networks." Advances in neural information processing systems. 2012.
- [3] Simonyan, Karen, and Andrew Zisserman. "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition." arXiv preprint arXiv:1409.1556 (2014).
- [4] Donahue, Jeff, et al. "Decaf: A deep convolutional activation feature for generic visual recognition." arXiv preprint arXiv:1310.1531 (2013).