

FMCW 레이더 및 CNN을 이용한 다양한 각도로 누운 자세 추정 연구

A Study on Estimation of Lying Posture at Multiple Angles Using Single Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW) Radar-Based CNNs

장경석* · 주준호** · 김영억***

Jang, Kyongseok · Zhou, Junhao · Kim, Youngok

요약

본 논문에서는 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave) 레이더를 사용하여 재난 상황에서 누워 있는 사람의 다양한 각도의 자세를 통해 사람의 상태를 파악하거나 위치를 추정하고자 하였다. 사람의 세 가지 누운 자세 데이터를 전처리하고 이미지로 변환한 데이터를 CNN(Convolutional Neural Network) 1D 모델로 학습시켜 누운 자세를 다양한 각도에서 구별할 수 있는지 분석하여 확인하고자 하였으며, 분석 결과 CNN 1D 모델은 99.27%의 정확도를 보였다.

Keywords : 실내, 재난, FMCW 레이더, 딥러닝, CNN

1. 서론

재난 또는 응급 상황이 발생한 실내에서 카메라를 통한 정보를 습득할 수 없는 상황에서도 사람의 자세 추정을 위해 레이더와 딥러닝을 이용한 연구가 주목을 받고 있다. FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave) 레이더는 카메라와 같은 기존 이미지 센서에 비해 여러 가지 장점을 제공한다. 다양한 조명과 기상 조건에서 작동할 수 있고, 개인 정보 보호 측면에서 덜 침해적이며 일반적으로 더 작고 에너지 효율적이다. 한편 CNN은 이미지 데이터 세트에서 특징을 추출하는데 탁월하다. 따라서 FMCW 레이더와 CNN의 결합은 원시 센서 데이터를 실행 가능한 통찰력으로 변환하여 인간 자세에 대한 실시간 평가를 제공할 수 있다.

2. 본론

선형으로 주파수가 변경되는 FMCW 레이더는 목표물에 의해 반사된 신호와 송신 신호의 주파수 차이에 대한 고속 푸리에 변환 정보를 제공할 수 있다. 이를 통해서 3가지 각도에서의 누운 자세에서 데이터를 수집한 다음 범위 FFT 행렬 형성을 통해서 주파수 영역에서의 표적 탐지 및 특성화를 한다. 이 범위 FFT 행렬은 chirp 전송을 하고 에코 수신 및 처리 후 수신된 에코에 대해 FFT가 수행되어 감지된 모든 개체까지의 거리(범위)를 행렬 형태로 만든 것이다. 이 행렬에서의 FFT bin 값은 이미지 픽셀과 유사하며, 누운 사람까지의 거리 및 자세에 대한 정보를 인코딩하기 때문에 이러한 이미지로 변환하는 것을 가능하게 한다. 이 변환한 이미지를 CNN 1D 모델에 넣어서 특징을 찾는다. CNN 모델은 필터 진행 방향의 차원 수에 따라 1D, 2D, 3D로 분류할 수 있는데 본 논문에서 사용한 형태는 CNN 1D이다. 본 논문의 CNN 1D 모델은 Convolution layer와 Pooling layer 그리고 Fully Connected Layer로 이루어져 있다. 그림 1을 통해서 전체적인 시스템 순서 및 결과를 설명하고 있다.

* 광운대학교 전자공학과 석사과정 wkdrudtjr95@gmail.com

** 광운대학교 전자공학과 석박사과정 zhoujunhao0817@gmail.com

*** 정희원 · 광운대학교 전자공학과 교수 kimyoungok@kw.ac.kr

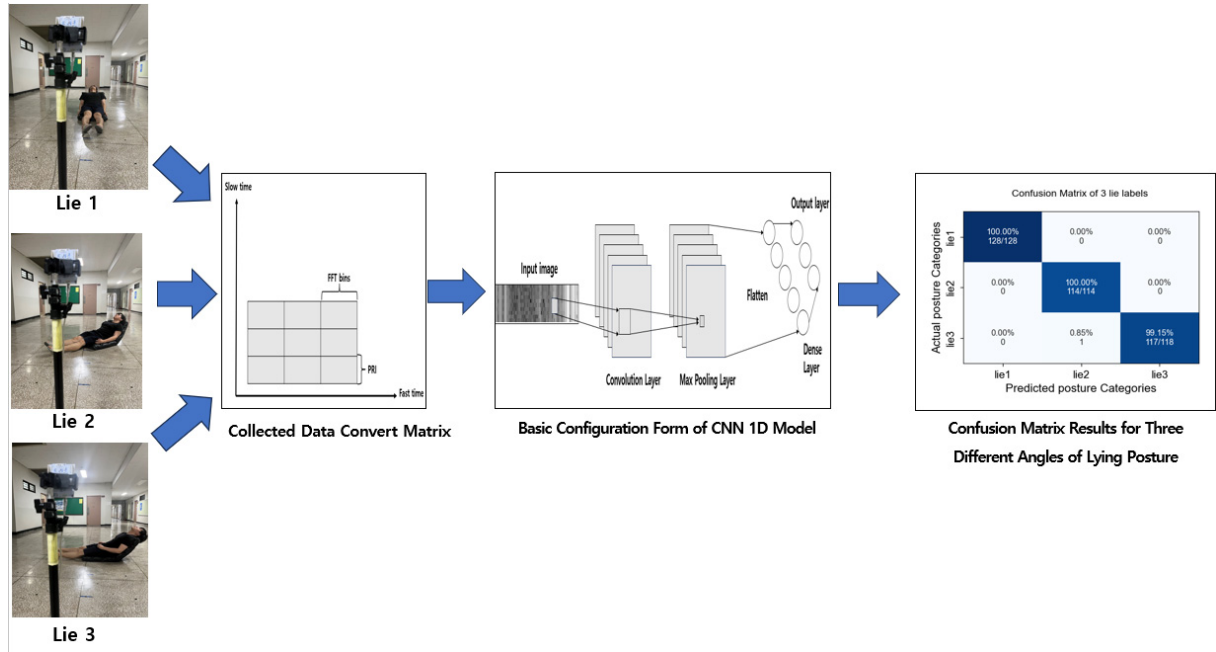


그림 1. 시스템 구성 및 결과

3. 결론

CNN 1D 모델의 실제 자세와 예측 자세 비교 결과를 통해 CNN 1D 모델은 99.27%이라는 높은 정확도를 보였다. 여러 각도에 서 누운 인간의 자세에서 FMCW 레이더의 자세 정보 포착 기능과 CNN의 특징 추출 기능을 효과적으로 결합하여 다양한 각도 별 사람의 누운 자세들을 CNN 1D 모델이 성공적으로 구분할 수 있음을 보여주었다. 향후 연구에서는 재난 시에 취할 수 있는 자세에 대한 자세 추정과 여러 사람에 대한 자세 추정이 가능한지를 연구를 통해서 더 복잡한 자세 분류에 대해 확장할 필요가 있다.

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2021R1F1A1049509).

참고문헌

- Park, K.; Lee, J.; Kim, Y.** Deep Learning-Based Indoor Two-Dimensional Localization Scheme Using a Frequency-Modulated Continuous Wave Radar. *Electronics* 2021, 10, 2166. <https://doi.org/10.3390/electronics10172166>
- Lee, J.; Park, K.; Kim, Y.** (2022). Deep Learning-Based Device-Free Localization Scheme for Simultaneous Estimation of Indoor Location and Posture Using FMCW Radars. *Sensors*, 22, 4447. <https://doi.org/10.3390/s22124447>