WiFi 채널 상태정보 기계 학습 기반 사람 자세 인식 기법

김정현+, 이창훈+, 문동식+, 탁성우+, 정재훈*

+부산대학교 정보컴퓨터공학과, *성균관대학교 소프트웨어학과

{wjdgus0593,yu02221,east7009,swtak}@pusan.ac.kr, pauljeong@skku.edu

A Human Posture Recognition Scheme with WiFi Channel State Information and Machine Learning

Jeonghyeon Kim+, Changhun Lee+, Dongsik Mun+, Sungwoo Tak+, Jaehoon (Paul) Jeong*

+Department of Computer Science and Engineering, Pusan National University

*Department of Computer Science and Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

5G와 사물인터넷(Internet of Things, IoT)시대가 도래한 현재 WiFi는 현대인의 생활에 있어 필수적인 생활 시설이 되었다. 본 논문은 WiFi의 채널상태정보(Channel State Information, CSI)와 기계학습을 사용하여 빛과 시야가 차단된 환경에서 WiFi 장비 외 다른 기기 없이 사람의 자세를 추측하고 판별하는 방법을 소개하고 높은 확률로 자세를 판별할 수 있음을 보인다.

Ⅰ. 서 론

현재 WiFi는 사람들의 생활에 필수적인 인프라가 되었고 어느 곳을 가나 쉽게 WiFi 공유기를 찾고 접속할 수 있게 되었다. 기존에는 WiFi 신호를 인터넷을 위해서만 사용했지만 WiFi 신호에 포함된 채널상태 정보(Channel State Information, CSI)를 추출할 수 있는 오픈소스 툴인 CSI Tool[1]이 배포되면서 채널 상태정보를 사용한 실내 측위기술 LiFS[2], 군중 카운팅[3, 4] 등의 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 채널 상태 정보와 기계학습 알고리즘을 사용하여 사람의 행동 및 자세를 판별 하는 기술을 구현하고자 하였다. 기존의 사람의 행동을 탐지하는 기술의 경우 카메라나 기타 센서 등의 부수적인 장비들이 필요하다. 하지만 채널 상태 정보를 사용한 행동탐지 기술의 경우 WiFi 통신 장비 외 다른 장비가 필요하지 않고, 시야와 빛이 차단된 경우에서 행동 탐지가 가능하다는 장점이 있다.

Ⅱ. 본론

채널상태정보는 WiFi에서 원활한 통신을 위한 채널 제어에 사용되는 신호이다 이 채널상태정보는 송신기로부터 발생한 무선신호가 수신기까지 전달되는 동안 장애물에 의해 발생되는 전파의 굴절, 회절, 분산, 간섭 및 감쇄에 영향을 받아 그 값이 달라진다. 이렇게 장애물에 영향을 받아 변화하는 채널상태정보를 얻기 위해 Intel WiFi 5300 Wireless NIC(Network Interface Card)와 3개의 외부 안테나를 설치하고 Ubuntu 14.04.02 환경에서 CSI Tool[1]을 설치해야한다. 그림 1은 본 논문에서 실험한 시스템의 흐름도이다. 데이터 수집 단계에서는 자세별 CSI 데이터를 수집하기 위해 Intel WiFi 5300 Wireless NIC와 CSItool 설치된 수신기와 송신기 사이에 사람이 앉거나 서거나 하는 자세를 취하고 10분 동안 각 케이스별로 수집한다. 두 번째 단계에서는 송신기에서 3개의 안테나로 수집된 30개 부반송파에 대한 CSI를 수집해 총 90개의 CSI를 CSI Tool에 내장된 Matlab 함수를 활용하여 진폭값을 추출해 전처리 후 CSV파일 형태로 내보낸다. 세 번째 단계에서는 Keras를 활용하여 RNN(Recurrent Neural Network)과 LSTM(Long Short-Term Memory) 모델을 구축하고 기계학습을 진행한다.

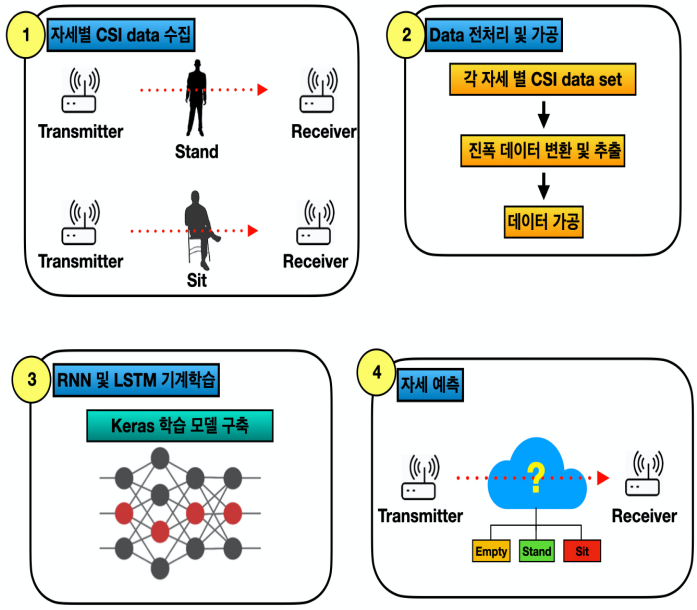


그림 1. 시스템 흐름도

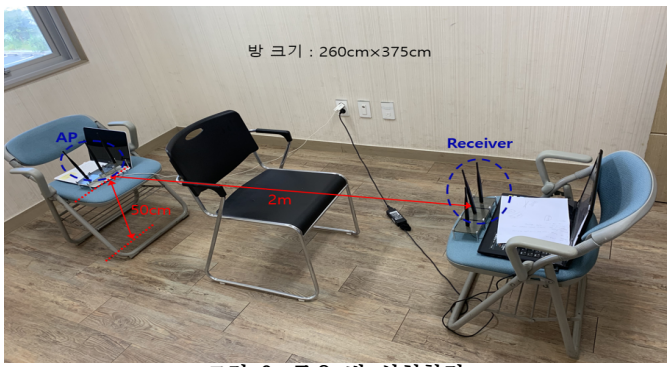


그림 2. 좁은 방 실험환경

마지막 단계에서는 학습된 모델을 토대로 자세 예측을 한다.

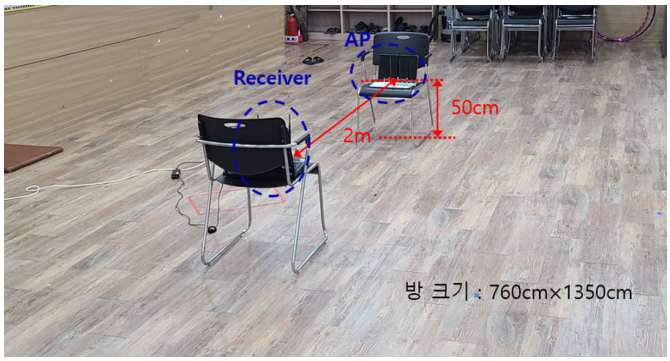
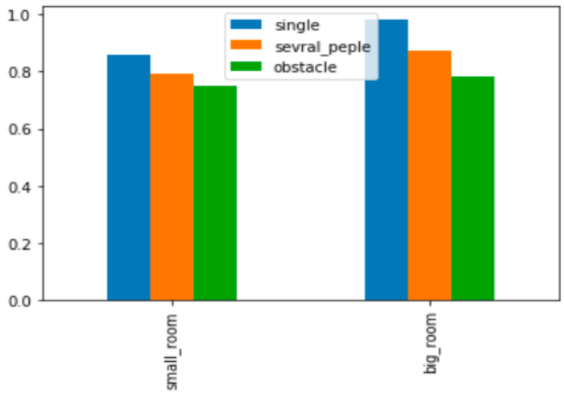


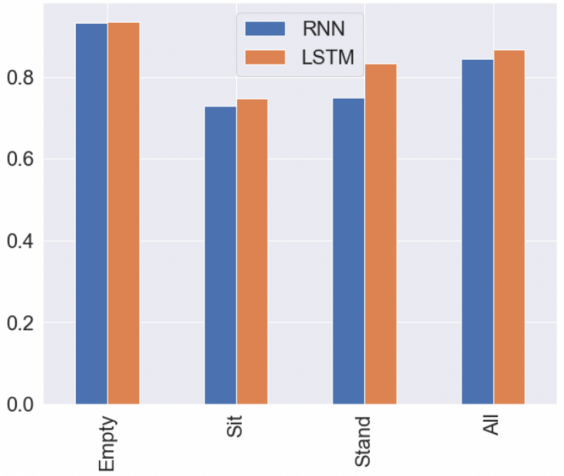
그림 3. 넓은 방 실험환경

데이터 수집과정에서 사람의 체형과 환경이 다양하므로 여러 사람의 체형과 실내 환경에 관한 데이터를 수집하기 위해 그림 2의 좁은 방(2.6m × 3.75m)과 그림 3의 넓은 방(7.6m × 13.5m)의 두 가지 환경에서 수신기와 송신기를 높이 50cm 에 위치시키고 2m의 거리를 두고 장애물이 있을 때와 없을 때, 사람 3명의 각 자세 별 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 Keras를 사용하여 기계학습 알고리즘 RNN과 LSTM 모델을 구축하여 학습시키고 자세 판단 실험을 진행하였다.



	한 사람	여러 사람	장애물
작은 방	0.86	0.79	0.75
넓은 방	0.98	0.87	0.78

그림 4. 환경별 실험 결과



	empty	sit	stand	All
RNN	0.93	0.73	0.75	0.85
LSTM	0.94	0.75	0.83	0.87

그림 5. 자세별 실험 결과

Ⅲ. 성능평가

각 환경(즉 좁은 방과 넓은 방)에서 수집된 데이터를 학습하여 행동을 예측 해보았을 때, 그림 4와 같이 방의 크기가 작을 때는 여러 사람의 경우 약 79% 로 자세를 판별 했지만 방의 크기가 클 때는약 87%로 자세 판별의 정확도가 높아짐을 확인 할 수 있었다. 또한 수신기와 송신기가 나무 합판으로 가려져 시야가 차단된 상황에서도 78%의 정확도로 자세를 판별함을 확인하였다. 그림 5는 자세별 실험 결과를 보여주는데, 차단되지 않은 경우(Empty)에는 94%의 정확도로 가장 높은 정확도로 자세를 판별 하였고, 앉아 있는 경우(Sit)의 경우 75%의 정확도로 자세를 판별함을 알 수 있었다. 또한 RNN을 사용하는 경우보다 LSTM을 사용한 경우에 정확도가 좀 더 높음을 확인 할 수 있었다.

Ⅳ. 결론

본 논문에서는 WiFi CSI를 기계학습을 통해 실내에서의 사람의 자세를 추측하는 기법을 제안하였다. WiFi 송신기와 수신기 사이에 존재하는 사람의 자세에 대한 CSI 신호를 RNN과 LSTM으로 기계학습하여 테스트 단계에서 사람의 자세를 추측하였다. 향후 연구로 운전자의 행동을 파악하여 위험한 상황일 때 경고 메시지를 생성하는 안전 운행 지원 시스템을 개발할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2020-2017-0-01633). 본 논문은 또한 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019-0-01343, 융합보안핵심인재양성). 교신저자는 정재훈 교수임.

참 고 문 헌

[1] Daniel Halperin, Wenjun Hu, Anmol Sheth, and David Wetherall, "Tool Release: Gathering 802.11n Traces with Channel State Information", ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol. 41, no. 1, January 2011.

[2] Ju Wang, Hongbo Jiang, Jie Xiong, Kyle Jamieson, Xiaojiang Chen, Dingyi Fang, and Binbin Xie, “LiFS: Low Human-Effort, Device-Free Localization with Fine-Grained Subcarrier Information”, ACM MobiCom’16, New York, USA, October 3-7, 2016.

[3] Rui Zhou, Xiang Lu, Yang Fu, and Mingjie Tang, "Device-Free Crowd Counting with WiFi Channel State Information and Deep Neural Networks", Springer Wireless Networks, vol. 26, February 2020.

[4] Jaehoon (Paul) Jeong, Yiwen Shen, Seokhwa Kim, Daegeun Choe, Keuntae Lee, and Yongserk Kim, "DFC: Device-Free Human Counting through WiFi Fine-Grained Subcarrier Information", IET Communications, October 2020.