

딥러닝 기반 자세 구분 및 보폭 추정을 이용한 실내 내비게이션

정소영, 민지현, 박영일
국민대학교 대학원 전자공학과

jsy1234563@gmail.com, ypark@kookmin.ac.kr

Indoor Navigation Using Deep-Learning-Based Posture Classification and Step Estimation

Soyoung Jeong, Jihyun Min, Youngil Park
Electronics Engineering Department, Kookmin University

요약

스마트폰 기반의 광학카메라통신(OCC)과 보행자관성항법(PDR)을 결합한 실내 네비게이션을 구현하는 과정에서 PDR 알고리즘 적용을 위해서는 스마트폰을 고정된 자세에서 이용해야 하며, 이는 네비게이션 사용을 제한하는 요인으로 되고 있다. 본 논문에서는 딥러닝을 통해 스마트폰의 여러 자세를 분류하고, 각 자세에서의 보폭을 추정 함으로써 다양한 자세에서도 PDR 사용을 가능하도록 하는 방법을 제안한다.

I. 서론

스마트 폰 카메라의 이미지 센서와 디지털 줌, LED 조명을 이용한 OCC(Optical Camera Communication)를 함께 이용함으로써 실내에서 사용자의 정확한 위치를 추정하는 연구가 진행되었다[1]. 이때 그림 1과 같이 LED 조명이 있는 곳에서는 절대 위치를 수신하지만, 조명이 없는 곳을 이동하는 경우에는 스마트폰의 관성(IMU) 센서를 이용한 PDR (Pedestrian Dead Reckoning)을 통해 보행자의 위치를 추정해야 한다. 이 과정에서 보행자는 스마트폰을 일정한 높이에서 수평으로 들고 보행을 해야 하며, 이 때의 IMU 센서 출력을 통해 걸음 수, 보폭, 회전 등을 추정할 수 있었다[1]. 그런데 만일 보행 계수가 달라지거나, 보행자의 스마트폰 사용 자세가 달라졌을 경우, 즉, 스마트폰을 주머니에 넣고 보행하거나 쥐고 흔들면서 보행하는 경우 추정된 보폭의 오차가 커지거나 보행 방향을 제대로 찾지 못하는 등의 문제가 발생하여 그림 2와 같이 보행자의 위치를 제대로 추정하지 못하게 된다.



그림 2. 보행자의 스마트폰 사용 자세에 따른 보행자 위치 추정 (a) 수평 그립 (b) 주머니 (3) 흔들며 보행

본 연구에서는 딥러닝 방식 중 CNN과 LSTM을 이용하여 보행자의 스마트폰 사용 자세를 분류하고 보행자의 보폭을 추정하는 방법을 제시한다.

II. CNN을 이용한 보행자의 스마트폰 사용 자세 분류

정확한 PDR 구현을 위해 먼저 스마트폰의 자세를 분류하였다. 같은 걸음에서도 자세에 따라 센서 값은 전혀 다른 출력을 보이기 때문이다. 수평 그립을 가정하고 PDR 계산을 하는 경우 그림 2(a)에서는 정확한 움직임을 나타내지만, 2(b)-(c)와 같이 다른 자세에서 동일한 수식을 적용하는 경우 실제와 전혀 다른 값을 보인다. 본 연구에서는 먼저 자세를 정확히 분류하고, 각 자세에 맞는 추정 방식을 적용하는 2단계 추정 방식을 사용하고 있다.

보행자의 스마트폰 사용 자세 추정에는 중력가속도 값이 가장 중요한 요인이다. 본 연구에서는 다양한 상황에서 더욱 정확한 추정을 위해 가속도 센서, 중력 센서, 지자체 센서, 자이로스코프 센서를 함께

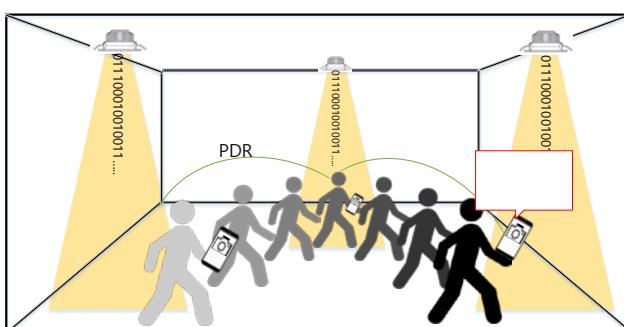


그림 1. OCC와 PDR을 이용한 실내 네비게이션 예

이용하였다. 즉, 스마트폰 각 센서 출력 값들의 시퀀스를 2차원 배열로 하여 하나의 이미지 데이터처럼 만들고 이를 학습시키고, 이를 이용하여 보행자의 스마트폰 사용 자세를 분류하였다.

본 연구에서는 딥러닝의 여러 학습 방법 중 스마트폰 센서의 패턴 인식에 좋은 성능을 보이는 CNN 방식을 이용하여 학습을 진행하였다[3]. Convolution에는 2 계층을 사용하였으며, drop-out을 사용하였다. 또한 ReLU 활성화 함수를 갖는 dense 계층과 Softmax 활성화 함수를 갖는 dense 계층을 사용하여 학습층을 구성하였고, 손실 함수는 categorical cross-entropy, 옵티마이저에는 Adam을 이용하였다. 스마트폰의 자세는 아래 표 1과 같이 3가지로 분류하였으며, 학습 결과 높은 분류 정확도를 보였다.

표 1. 스마트폰 사용 환경 분류 정확도

스마트폰 사용 환경	분류 정확도
수평 그림	99.94%
주머니	96.28%
흔들며 보행	99.93%

III. LSTM을 이용한 보행자의 보폭 추정

보행자의 위치를 추정하기 위해서는 정확한 보폭을 알 수 있어야 한다. 기존 방식에서는 이를 위해 개인별 보행 특성으로부터 보행 계수를 먼저 알아내고, 가속도 센서 피크 값을 이용하여 보폭을 추정해야 하므로 다양한 자세에 적용할 수 없는 문제가 있었다. 또는 전문가의 지식이 수반되는 기능을 복잡한 알고리즘으로 구현하여 보폭을 추정해야 했다[4]. 따라서 본 연구에서는 2절에서 분류한 스마트폰 자세마다 IMU센서 출력을 이용하여 LSTM 알고리즘 기반의 딥러닝을 통해 보폭을 추정하였다. 본 연구에서는 앞서 나온 3가지 자세에서 각기 40cm, 50cm, 60cm의 보폭으로 보행하여 데이터를 수집하였다. 2계층의 LSTM과 Linear 활성화함수를 갖는 dense layer를 사용하여 네트워크를 구성하였으며 손실함수에는 mean square error를, 옵티마이저에는 Adam을 사용하였다.

아래 그림 3, 4, 5에서는 각각 수평 자세, 주머니, 흔들며 보행 자세에서 보폭을 추정한 결과를 보이고 있다.

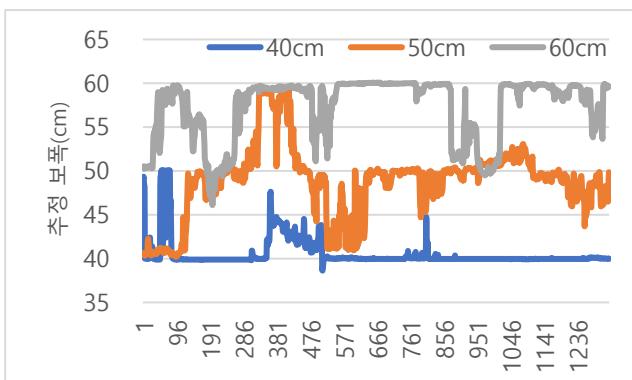


그림 3. 수평 자세 보행에서의 보폭 추정

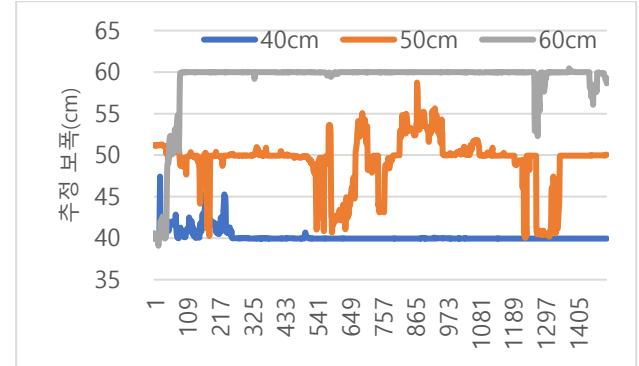


그림 4. 주머니 상태에서의 보폭 추정

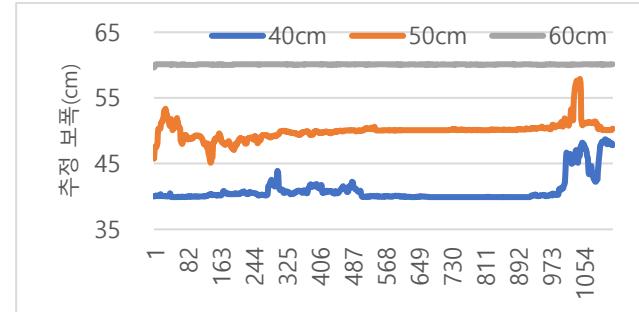


그림 5. 흔들며 보행 상태에서의 보폭 추정

IV. 결론

본 연구에서는 CNN 알고리즘을 이용하여 스마트폰의 자세를 분류하고, RNN 알고리즘을 이용하여 보폭을 추정하였다. 3가지 자세를 학습하고 이 결과를 적용하여 실험을 한 결과 96% 이상의 정확도를 가지고 자세를 구분할 수 있었다. 또한 구분된 자세마다 보폭을 학습하였고 이를 이용하여 보폭 측정을 실험하였다. 그 결과 보폭을 어느 정도 추정할 수 있었다.

향후 상세한 자세 구분과 더욱 다양한 보폭 환경에서 수집한 많은 양의 데이터로 학습을 시킨다면 보폭 정확도는 더욱 개선될 수 있을 것으로 기대한다. 또한 여러 사람들의 보행에 대한 데이터를 학습함으로써 실내 내비게이션 효율을 높일 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국연구재단 기본연구지원사업(NRF-2018R1D1A1A09083825)의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Yoonsung Chae, Duy Thong Nguyen, Sangcheol Park, Youngil Park, "Indoor Localization Using Digital Auto Zoom of a Smartphone Camera and Integrated Sensors" ICUFN 2018, Prague, 2C-4, pp.137-140, 2018.7.
- [2] 채윤성, “롤링셔터 OCC 및 PDR을 이용한 스마트폰 기반의 실내 측위 시스템”, 국민대학교 석사학위논문, 2019.2.
- [3] 이송미, 조희련, 윤상민, “3축 가속도 센서 기반 인간 행동 인식을 위한 기계학습 분석”, 한국통신학회지(정보와 통신), Vol.68, No.10, 2016.9, pp.65-70.
- [4] Fuaiang Gu, Koutosh Khoshelham, Chunyang Yu, Jiang Shang, "Accurate Step Length Estimation for Pedestrian Dead Reckoning Localization Using Stacked Auto encoders", IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol. 68, No 8, August 2019, pp. 2705-2713.