

Wi-Fi 신호를 이용한 딥러닝 기반 위치 추정에 관한 연구

김하진, 박세훈, 박미경, 김정창
국립한국해양대학교

hazzii@g.kmou.ac.kr, tpgns123456@g.kmou.ac.kr, alrud741107@g.kmou.ac.kr,
jchkim@kmou.ac.kr

Study on Deep Learning-Based Localization Using Wi-Fi Signals

Hajin Kim, Sehun Park, Mikyung Park, Jeongchang Kim

Korea Maritime and Ocean University(KMOU)

요약

본 논문에서는 Wi-Fi 신호의 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 정보를 사용하여 사용자의 위치를 추정하는 시스템을 제안하였다. 무선 AP로부터 수신된 신호는 불규칙적인 특징이 있으며 이로부터 측정된 RSSI 값은 채널 환경에 따라 변화가 심하다. 이에 위치 추정의 신뢰도를 높이기 위해 딥러닝을 활용하였다. 딥러닝 모델은 DNN(Deep Neural Network)을 사용하였으며, 수집한 RSSI 측정 값을 사용해 학습을 진행하였다. 정확도를 높이기 위해 데이터 전처리를 수행하였고, 그에 대한 학습의 정확도는 대략 80% 이상의 결과를 보였다. 다중 분류 함수를 사용하여 모든 위치에서의 확률을 계산하고 가장 높은 확률을 보인 위치를 출력하도록 시스템을 구축하였다. 또한 제안한 시스템을 WebView 형식의 앱에서 확인할 수 있도록 설계하였다.

I. 서론

현대 사회에서 위치 기반 서비스의 중요성은 크지만 백화점이나 지하철과 같은 실내 환경에서는 GPS의 정확도가 떨어지는 문제가 여전히 존재한다. 특히 대형 건물 내부에서 정확한 위치 추정이 어려워 실내 위치 기반 서비스의 필요성이 대두되고 있다. 이에 따라 실내 환경에서 수신에 원활하지 않은 GPS 대신 Wi-Fi 신호를 사용한 위치 추정 시스템에 관심이 모이고 있다.[1]

본 논문에서는 무선 AP로부터 수집한 RSSI 데이터를 사용한 시스템을 제안한다.[2] 대부분의 건물 내부에 Wi-Fi 설치가 보편화되어 있어 저비용으로 실내 위치 추정 시스템 구현이 가능하지만, 무선 AP로부터 수신된 신호는 불규칙적인 특징이 있으며 이로부터 측정된 RSSI 값은 채널 환경에 따라 변화가 심하다. 이는 정확한 위치 추정의 방해 요소이므로 이를 보완할 방법이 필요하다. 따라서 본 실험에서는 Wi-Fi의 신호 강도(RSSI: Received Signal Strength Indicator) 데이터를 수집하여 데이터 셋을 구축하고, 심층 신경망(DNN: Deep Neural Network)을 활용하여 위치 추정 정확도를 향상시키고자 하였다. 끝으로 제안한 위치 추정 시스템을 더욱 효과적으로 활용할 수 있도록 앱으로 구현하였다. 앱은 WebView 형식으로 구현하여 사용자의 실시간 위치를 확인할 수 있도록 설계하였다. 본 연구를 통해 위치 추정의 정확도를 높이고자 하였고, 사용자의 편의성을 높이는 방안을 마련하였다.

II. 본론

1. RSSI 데이터 수집

1.1 실험 환경

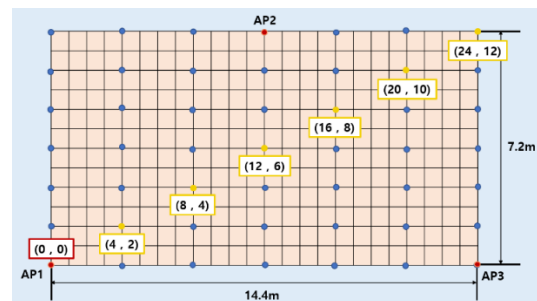


그림 1. 위치 추정 실험에 사용된 실내 공간

실험 환경은 그림 1과 같으며 실험 공간의 가로 길이와 세로 길이를 쟀 다음 총 49개의 좌표로 구분하였다. Wi-Fi RSSI 데이터를 수집을 위해 AP는 총 3개를 사용하였으며 삼각형의 형태를 이루도록 차례대로 (0, 0), (12, 12), (24, 0)의 위치에 설치하였다. AP 공유기는 XIAOMI 호환 MI WIFI N704BCM 모델을 사용하였다. 데이터를 수집하는 단말마다의 오차를 고려해 단말기 3대를 사용하여 하나의 단말을 기준으로 총 49개의 좌표에서 AP 당 500개씩 총 220,500개의 데이터를 수집하였다.

1.2 데이터 전처리

좌표 (0,4)에서 확인한 AP 1 개의 RSSI 데이터 500 개의 빈도 그래프를 확인하였을 때 양 끝단에서 빈도 수가 적은 값들이 나타남을 알 수 있었다. 위치 추정 결과의 정확도를 더 높이기 위하여 전체 데이터에서 20 개 이하의 빈도 수가 나타나는 값들을 삭제하고 좌표의 간격을 넓혀 기존 49 개의 좌표에서 28 개의 좌표로 변경하여 분류하였다.

2. 딥러닝 학습

2.1 딥러닝 구조

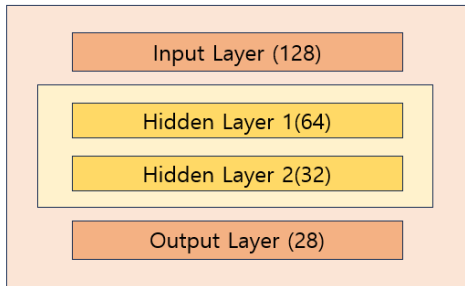


그림 2. DNN 모델 구성도

제안하는 DNN 모델 구성도는 그림 2 와 같다. DNN 은 심층 신경망으로 입력층과 출력층 사이에 여러 개의 은닉층을 포함하는 인공 신경망이다. 이러한 다층구조는 다양한 비선형적 관계를 학습할 수 있는 능력을 가지고 있으며 다양한 특징을 추출하여 복잡한 데이터 패턴을 학습할 수 있다. 입력 노드는 RSSI 데이터 셋이며, 은닉층을 통해 좌표 값으로 회귀한다.[3]

본 논문에서 DNN 모델을 활용해 수집한 데이터의 추정 정확도를 높이기 위해 다양한 파라미터 값을 변경해가며 실험하였다. 실험에서 사용된 파라미터 값은 아래의 표와 같다.

표 1. 시뮬레이터 파라미터

| Parameter | Value |
|--|---------------|
| Loss function | Cross-entropy |
| Metrics | accuracy |
| Epochs | 500, 1000 |
| Optimizer | Adam |
| Batch size | 128 |
| Input/Hidden Layer Activation function | ReLU |
| Output Layer Activation function | SoftMax |
| Structure | 128-64-32-28 |

출력층의 활성화 함수로 사용된 SoftMax 함수는 0 에서 1 사이의 값을 출력하게 되며 모든 출력값들의 총합이 1 이 되는 특성을 가져 다중 분류 문제에서 주로 사용된다. 본 실험에서는 각 RSSI 값에 따른 좌표 별 확률을 계산하기 위해 사용하였으며 수식은 다음과 같다.

$$softmax(x_i) = \frac{e^{x_i}}{\sum_{j=1}^N e^{x_j}} \quad (1)$$

위의 수식에서 N 개의 입력 값 $x_i(0 \leq i \leq N)$ 에 대해 가장 큰 값을 명확히 구별하면서 확률의 특성을 가지도록 한다. 확률 값의 범위는 0 에서 1 사이가 되도록 하고 전체

합이 1 이 되어야 한다. 따라서 $softmax(x_i)$ 들의 합은 1 이 된다.[4]

2.2 WebView 형식 앱 구현

웹 페이지를 바탕으로 앱 화면에서 확인할 수 있도록 최종 구현하였다. 현재 위치에서 기준이 되는 AP 의 RSSI 값 20 개를 받아 평균값을 앱에 입력하면 해당하는 좌표와 좌표 이미지가 함께 출력됨을 확인하였다.

III. 실험 결과

Epochs 를 500 번으로 설정했을 때 딥러닝 모델 정확도가 82%에서 83%, 1000 번으로 설정했을 때 84%에서 85%가 나타남을 확인하였다.

총 28 개의 좌표에서 확인해 본 결과 28 개 중 6 개의 좌표에서 오차가 발생하였다. 오차는 약 2.4m 로 한 좌표만큼의 차이가 존재한다. 따라서 약 80%의 정확도가 나오는 결과를 얻었다.

IV. 결론

본 논문에서는 Wi-Fi RSSI 데이터를 활용한 딥러닝 기반의 실내 위치 추정 시스템을 제안하였다. 전처리 과정을 마친 RSSI 데이터 약 126,000 개를 사용하여 최종적으로 높은 딥러닝 모델의 정확도와 추정 정확도를 보임을 확인하였다. 또한 시스템을 앱으로 확인할 수 있도록 WebView 형식으로 구현하여 편리성을 높였다. 더 나아가서 딥러닝 모델의 성능 향상을 위해 다양한 환경에서 효율성을 검증하는 실험을 진행할 것이다. 이를 통해 실제 환경에서의 안정성과 성능을 보장할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 과제는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3 단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구 결과입니다.

참고 문헌

- [1] B. Ferris, D. Hahnel, D. Fox, "Gaussian Processes for Signal Strength-Based Location Estimation", Proc. of Robotics Science and Systems, 2006.
- [2] Oh Yeong Heon, Sim min sub, and Lee Hyungkeun. "A study on indoor wireless positioning using WiFi signals." Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences (2019): 467-468.
- [3] Youngbin Go, Hajin Kim, Gunhee Kim, Seohyun Yoo, Minseok Kim, Minjae Jung, Gyeongme Park, Hyeongseok Kim, Kwon Seol, Jeongchang Kim, Sunhyoung Kwon, Sung-Ik Park, & Namho Hur. A Study on Effective SINR Prediction Model for DNN-Based MCS Selection. Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences. 2022.
- [4] Hyeong-Ju Kang. SoftMax Computation in CNN Using Input Maximum Value. Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 26(2), 325-328. 2022.