

UWB 시스템에서 1차원 합성곱 신경망 기반의 거리 추정

Distance Estimation Based on 1-Dimensional Convolutional Neural Network in UWB Systems

저자 (Authors)	남경모, 정진곤, 정의림 Gyeong-Mo Nam, Jin-Gon Joung, Eui-Rim Jeong
출처 (Source)	대한전자공학회 학술대회 , 2019.6, 443-444(2 pages)
발행처 (Publisher)	대한전자공학회 The Institute of Electronics and Information Engineers
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE08761929
APA Style	남경모, 정진곤, 정의림 (2019). UWB 시스템에서 1차원 합성곱 신경망 기반의 거리 추정. 대한전자공학회 학술대회, 443-444
이용정보 (Accessed)	아주대학교 202.30.7.*** 2020/07/20 14:10 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

UWB 시스템에서 1차원 합성곱 신경망 기반의 거리 추정

*남경모¹, 정진곤², 정의림¹

¹국립한밭대학교 모바일융합공학과, ²중앙대학교 전기전자공학부

e-mail : *ngm8837@gmail.com, jgjoung@cau.ac.kr, erjeong@hanbat.ac.kr

Distance Estimation Based on 1-Dimensional Convolutional Neural Network in UWB Systems

*Gyeong-Mo Nam¹, Jin-Gon Joung², Eui-Rim Jeong¹ (corresponding author)

¹Department of Mobile Convergence and Engineering
Hanbat National University

²School of Electrical and Electronics Engineering
Chung-Ang University

Abstract

In this paper, we propose a distance estimation method for UWB systems using 1-dimensional convolutional neural network (CNN). The CNN input signal of the proposed method is a 1-dimensional received signal's magnitudes. The distance between the transmitter and the receiver is estimated through CNN regression. According to computer simulation, it is confirmed that the CNN with 5x1 filter and nine convolutional layers shows the best performance, and the root mean square error is less than 0.5 m at high signal to noise ratios.

I. 서론

최근, 실내 위치 측위 기술들은 여러 분야에서 활용되고 있으며, 주로 무선 통신 기반의 기술들이 실내 측위에 사용된다. 무선 통신 측위 기술로는 Wi-Fi, Bluetooth, Ultra-wideband(UWB) 신호를 이용한 기술이 사용되고 있고, 각각의 기술들은 서로 다른 장단점을 갖는다[1]. UWB 시스템 기반의 측위 기술은 500MHz 이상의 대역폭을 갖는 신호를 사용하기 때문에 다중 경로의 간섭이 적으며, 높은 정확도로 위치 측위가 가능하다는 장점이 있다 [2].

본 논문에서는 실내 위치 측위를 위한 UWB 시스템

의 거리 추정 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 1차원 합성곱 신경망(CNN) 기반의 딥러닝 모델을 이용한다. CNN에 수신신호의 크기를 취해서 입력하면 거리를 추정할 수 있도록 CNN 회귀 기법을 사용한다. 컴퓨터 시뮬레이션 결과에 따르면 제안 기법은 충분한 SNR (signal to noise ratio)가 확보되면 0.5 m 이내의 평균 제곱근 오차를 보인다.

II. 제안하는 거리 추정 기법

본 논문에서 사용한 학습 데이터와 테스트 데이터는 IEEE 802.15.4a 표준의 UWB 채널 시뮬레이터를 통해 생성한다. UWB 펄스를 생성하고 이를 송수신기 거리만큼 지연시키며, UWB 채널 시뮬레이터를 통과하고 잡음을 더해 수신신호를 생성한다. 수신신호의 샘플링 클럭은 24GHz, 반송파 주파수는 3.5GHz로 설정하고 UWB 신호의 대역폭은 약 1.5GHz로 생성한다. 채널 모델 3(Office-LOS, CM3)을 사용하여 실내 환경에서 성능을 확인한다. 학습 데이터의 SNR과 지연 거리는 정해진 범위 안에서 랜덤하게 생성된다. SNR의 범위는 10~30[dB], 지연 거리의 범위는 2~20m이며 실수 값을 갖는다. 시뮬레이터를 통해 생성한 데이터의 크기는 정규화가 적용되며, 정규화의 수식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$y[n] = |x[n]|^2 / \max_n |x[n]|^2, \quad 1 \leq n \leq 2000 \quad (1)$$

$x[n]$ 은 학습 데이터로 사용한 수신 신호를 나타내고

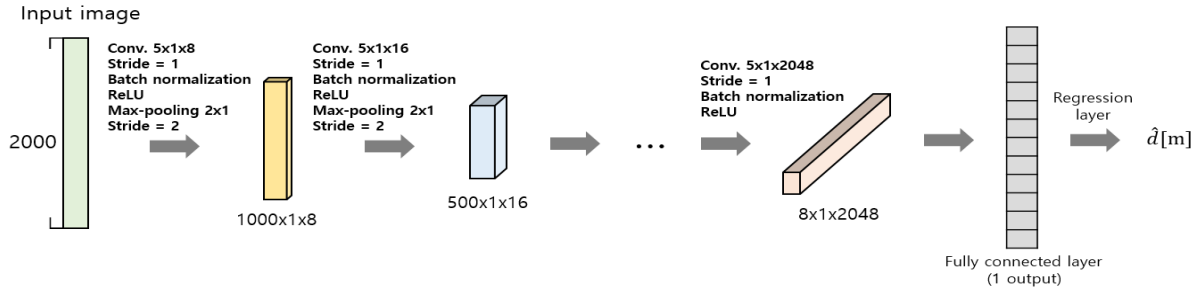


그림 1. 1차원 합성곱 신경망 기반의 딥러닝 모델

$y[n]$ 은 정규화가 적용된 신호이다. 수식 1을 사용하여 모든 학습 데이터의 크기를 1로 정규화한다. 총 100,000 세트의 학습 데이터를 생성하였으며, 샘플 길이는 지연 거리를 고려하여 25m에 해당하는 2,000 샘플로 설정했다. 즉, 길이 2,000 샘플 씩 총 100,000 세트가 훈련에 사용된다.

그림 1은 제안하는 거리 추정 기법의 CNN 딥러닝 모델이다. 길이 2,000의 수신신호의 크기 제품이 입력된다. 입력신호는 총 9개의 합성곱 은닉계층을 통하여 각 계층에서는 길이 5의 필터를 사용한다. 그리고 마지막 계층인 전체 연결 계층과 회귀 계층을 통해 송수신기 사이의 거리 추정값이 출력된다.

III. 모의실험 결과

본 논문에서 제안하는 거리 추정 기법은 다른 구조의 딥러닝 모델과의 비교를 통해 성능을 검증한다. 딥러닝 모델에 사용한 테스트 데이터는 각각의 SNR에서 랜덤한 지연 거리를 갖는다. SNR 범위는 10~30[dB]이며, 2[dB] 간격으로 테스트 데이터를 생성하였다.

다음 그림 2는 제안하는 기법의 딥러닝 모델과 합성곱 계층의 개수를 변경한 딥러닝 모델들의 평균 제곱근 에러를 나타낸다.

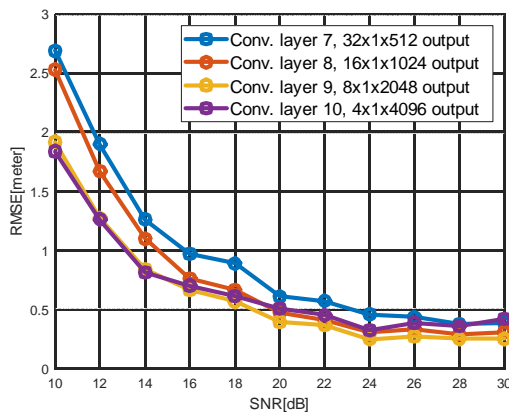


그림 2. 각 합성곱 계층에 따른 RMSE 비교

그림 2에서 다른 딥러닝 모델과 비교하면 제안하는 딥러닝 모델의 RMSE 성능이 가장 우수한 것을 확인할 수 있다. 즉, 9 계층이 거리추정에 최적의 성능을 보인다. SNR 20 dB 이상에서 0.5 m 이내의 RMSE 성능을 보인다.

그림 3은 제안하는 딥러닝 모델의 필터 크기를 변경한 후, 각각의 필터에 따른 RMSE를 나타낸 그림이다.

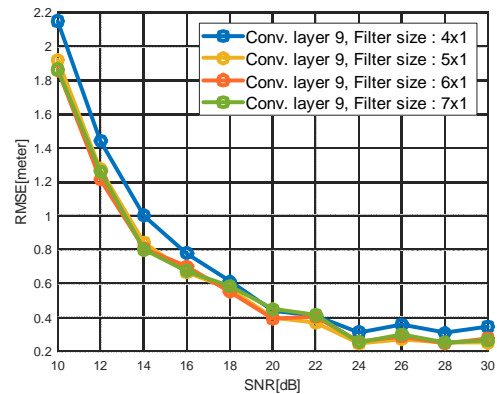


그림 3. 필터의 크기에 따른 RMSE

그림 3에서 5x1 크기 이상의 필터를 사용하였을 때, 4x1 필터보다 RMSE가 우수하며 5x1 필터 이상부터 많은 차이가 없는 것을 확인할 수 있다. RMSE와 딥러닝 모델의 복잡도를 고려하였을 때, 계산해야 하는 가중치(weight)가 상대적으로 적고 우수한 RMSE를 보이는 5x1 필터를 사용하는 것이 가장 효율적이다.

IV. 결론

본 논문에서는 1차원 합성곱 신경망을 이용한 거리 추정 기법을 제안한다. 모의실험을 통해 제안하는 기법의 딥러닝 모델의 성능을 확인하였다. 제안하는 기법은 높은 SNR에서 약 0.3 미만의 RMSE를 보여주며, 낮은 SNR에서도 2m 이하의 RMSE를 보인다. 이를 통해 수신 전력이 약한 환경에서도 거리 추정 성능을 기대할 수 있다.

참고문헌

- [1] 이상우, 김선우, “실내 위치추위 기술 동향 및 전망”, 한국통신학회지(정보와통신), 제32권, 제2호, pp. 81-88, 2015.
- [2] 이창은, 성태경, “UWB 측위 기술 소개 및 기술 동향”, 한국통신학회지(정보와통신), 제34권, 제4호, pp. 33-38, 2017.