

시간 지연 딥러닝을 적용한 적외선 센서의 노이즈 학습

박재성^{1*}, 피진우¹, 손호선², 차은종¹, 김경아¹

충북대학교 의과대학 의공학교실¹, 충북대학교 의학연구소²

Infrared sensor noise learning with time delayed deep-learning

Jae Sung Park*, Jin Woo Pi*, Ho Sun Shon**, Eun Jong Cha*, Kyung Ah Kim*

Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Chungbuk National University*

Medical Research Institute, Chungbuk National University**

*neates@chungbuk.ac.kr

Abstract

Infrared sensors are widely used in various fields because of their versatility. Recently, a study was conducted to measure the change in shoulder height during respiration using an infrared sensor to measure the maximal inspiration state. The study showed a significant result in confirming the state of maximum inspiration state, but the accuracy was somewhat lowered due to the noise of the infrared sensor sensitive to the surrounding environment. Therefore, in this study, distance data was collected and pre-processed using an infrared sensor and a linear displacement sensor. By filtering the noise of the infrared sensor data using a time delay neural network, it was confirmed that the data of the infrared sensor was learned and outputted as the linear displacement sensor data.

1. 연구 배경

적외선 센서는 금속뿐만 아니라 목재나 종이, 신체 부위 등을 감지하는 범용성과 주변에 전기적 잡음을 일으키지 않는 특성이 있어 일상생활과 다양한 연구 분야에서 쉽게 적용할 수 있다[1]. 본 연구팀에서는 최대 흡기 상태를 측정하기 위해 적외선 센서 특성을 파악하는 연구와 적외선 센서를 이용하여 사람의 어깨 높이 변화를 측정하는 연구를 진행하였다[2, 3]. 적외선 센서를 사용해 최대 흡기 상태 측정시 유의미한 결과값을 나타내었지만 주변 환경에 민감하게 반응하는 적외선 센서의 노이즈(noise)로 인해 정확도가 높지 않은 문제점이 있었다. 또한 본 연구팀에서는 적외선 센서의 노이즈를 평가하기 위해 노이즈 데이터 획득 시스템을 제작하여 노이즈 분석을 수행한 연구를 수행하였다[2-4]. 적외선 센서의 노이즈는 뚜렷하게 두 개로 분류되는데, 하나는 급격하게 전압이 높게 상승하는 노이즈와 낮은 크기의 값을 나타내는 노이즈이다. 두 노이즈는 사람의 육안으로는 판별 가능하지만 노이즈가 규칙적이지 않고 수치가 변화하는 상황에서 고전적인 노이즈 제거 방법과 신호 처리방식이 효과적이지 않은 결과를 나타내었다.

신경회로망(neural network)은 뇌의 구조를 모방한 기계학습 방법으로 계량적 접근을 통해 결정경계를 짓는다[5]. 기계학습에는 다양한 방법이 존재하며 가장 중요한 것은 특징을 추출하는 것으로 사람의 눈으로 판별이 가능한 문제라면 기계학습으로 적외선 센서의 노이즈의 특징점을 학습하는 것이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 적외선 센서와 선형변위센서를 이용하여 거리를 측정하기 위한 시스템을 구성하였으며 시간 지연 신경망을 이용하여 선형변위센서와 유사하게 출력되는지 알아보려고 한다.

2. 연구 방법

2.1 시스템 구성

적외선 센서(GP2Y0A41SK0F, Sharp, Japan)와 선형변위센서(LTM-550, GEFKOR, Italy)의 시계열 데이터를 측정하기 위한 실험장치의 모식도를 그림 1에 제시하였다. 적외선 센서와 선형변위센서 사이에 적외선을 반사하기 위한 판을 위치시켰으며, 선형변위센서의 축을 이동하면서 적외선 센서와 반사판 사이의 거리를 측정할 수 있도록 구성하였다. 적외선 센서의 측정 범위를 고려하여 이동거리의 측정 범위는 30cm로 설정하였으며 생체신호 수집기(IDAQ-400,

PhysioLab, Korea)를 이용하여 적외선 센서와 선형변위센서의 출력신호를 측정하도록 하였다.

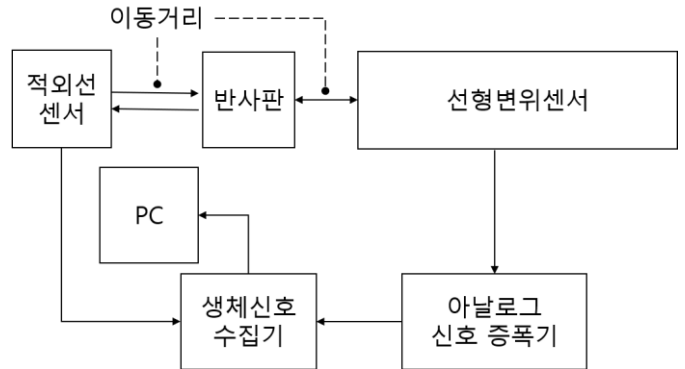


그림 1. 실험장치의 모식도

2.2 실험방법

적외선 센서의 노이즈가 하루의 시간대 별로 다를 수 있으므로 오전과 오후에 각각 4회씩 실험을 진행하여 총 8회에 걸쳐 수행하였다. 적외선 센서와 반사판 사이의 거리를 측정하기 위해 선형변위센서의 축을 1회에 5분 동안 왕복 운동하였는데, 두가지 방법으로 시행하였다. 첫 번째는 최대한의 가동 범위인 30cm 내의 구간에서 최대한의 구간을 다양한 속도로 좌우로 한번씩 5분간 왕복 운동하였다. 두 번째는 30cm 구간 내에서 반사판을 5-6개의 임의 위치로 이동시키면서 왕복 운동하였다. 왕복 운동을 하는 과정에서 적외선 센서의 출력 신호와 선형변위센서의 출력 신호를 동시에 측정하였다. 두 신호는 100Hz의 주파수로 샘플링 하였으며, 시리얼 통신을 이용하여 PC에서 기록하였다.

2.3 데이터 전처리와 신경망 학습

총 8회 측정된 적외선 센서와 선형변위센서의 출력 신호를 시간의 순서대로 연결하여 각각 350,800개의 데이터 세트를 완성하였다. 완성된 데이터 세트를 MATLAB(MathWorks, USA)에서 제공하는 table2array를 이용하여 배열로 변환한 후, reshape를 이용하여 크기가 100x3508가 되도록 배열의 크기와 형태를 변경하였다. 표준 뉴런 네트워크 셀 어레이로 변환하기 위해서 tonndata를 이용해 적외선 센서와 선형변

위센서 데이터의 크기를 1x3508 셀(cell)형태로 만들었다. 기계학습을 하기 위해 MATLAB의 nts 툴박스를 사용하였다. 적외선 센서 데이터를 입력 데이터로 두고, 선형변위센서 데이터를 타겟 데이터로 설정하였다. 입력층과 출력층은 크기를 100으로 설정하였다. Training은 전체 데이터에서 80%(280640 timesteps)로 설정하였고, validation은 10%(35080 timesteps), testing은 10%(35080 timesteps)로 설정하였다. 은닉층(hidden neurons)의 수는 5개이고 적외선 센서의 노이즈를 고려해 시간 지연은 2초로 설정하였다. Training algorithm은 베이지안 정규화를 사용하였고, Mean Squared Error(MSE)를 이용하여 성능을 평가하였다.

3. 연구 결과

선형변위센서의 축을 왕복 운동하면서 적외선 센서와 선형변위센서의 출력신호를 획득하였다. 최초 1회의 왕복 운동 시 측정된 신호를 그림 2에 제시하였다. 그림 2의 A는 선형변위센서의 최대 가동 범위를 한번에 왕복운동을 한 결과이며, B는 최대 가동 범위 내에서 단계별로 이동시키면서 측정한 결과이다.

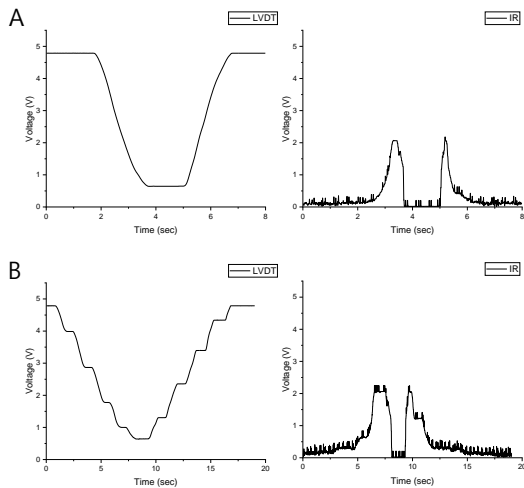


그림 2. 적외선 센서와 선형변위센서의 이동거리 측정 결과

MSE를 이용하여 epoch에 따라 train과 test의 오차를 구하였다. 21 Epoch 까지 진행하여, MSE가 0.033969인 것을 확인하였다. 그림 3에 train과 test의 epoch에 따른 MSE를 나타내었다. 그림 3의 test는 14 epoch에서 best 점선에 근접하였으며, train은 19 epoch에서 best 점선에 근접하는 것을 확인하였다.

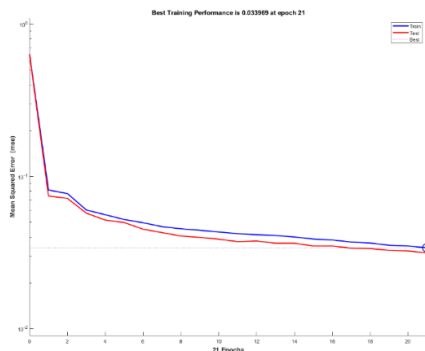


그림 3. Epochs에 따른 mean squared error

4. 결론

본 논문에서는 시간 지연 신경망을 이용해 적외선 센서의 노이즈를 필터링하여 적외선 센서의 데이터가 선형변위센서 데이터로 학습되어 출력되는 것을 확인하였다. 본 연구결과는 향후 적외선 센서를 이용하여 정확한 최대 흡기 상태를 측정하는데 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 참고 문헌

- [1] C. W. Jang, K. H. Jung, E. H. Lee. "A Study on the Infrared Distance Measuring System Using Triangulation." *Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers*, p.979-980. 2007
- [2] J. S. Park, H. S. Shon, E. J. Cha, K. A. Kim. "Noise Analysis of infrared Distance Sensor Measurements." *The 52th KIEE Summer Conference 2021*, p.1868-1869, 2021
- [3] J. S. Park, S. H. Ok, H. S. Shon, K. O. Kim, E. J. Cha, K. A. Kim. "Maximum inspiratory point detection program." *Conference on Information and Control Systems*, p.219-220, 2019
- [4] J. S. Park, H. S. Shon, E. J. Cha, K. A. Kim. "Infrared Distance Sensor Noise Data Acquisition System." *Conference on Information and Control Systems*, p.413-414, 2020
- [5] S. W. Moon, S. B. Jang, J. H. Lee, J. S. Lee. "Machine learning and deep learning technology trends." *Information & communication magazine*, Vol 33, No. 10, p.49-56, 2016