

DNN 알고리즘 기반 에너지 절약형 압력 센서의 온도 영향 디커플링 연구

방주형^{*.1} · 백근태^{*.2} · 소홍윤^{*.†}

^{*}한양대학교 융합기계공학과, [†]한양대학교 나노과학기술연구소

¹tinypenguin@naver.com, ²gllsg2062@naver.com, [†]hyso@hanyang.ac.kr

DNN algorithm-based thermal effects decoupling system in sponge-type low energy consumption pressure sensor

Joohyung Bang^{*.1}, Keuntae Baek^{*.2}, Hongyun So^{*.†}

^{*} Department of Mechanical Engineering, Hanyang University

[†] Institute of Nano Science and Technology, Hanyang University

요약

생산 자동화 및 작업자 보조를 위해서는 다양한 변화하는 환경에서의 강인하고 지속적인 압력 센싱 기술의 개발이 요구되고 있다. 본 연구에서는 DNN 회귀분석을 이용한 압력 센서의 열적 효과 디커플링 시스템을 제안하였다. 압력 및 온도 센싱부는 모두 PEDOT:PSS로 간단한 딥 코팅 공정을 통해 제작되었으며, 디커플링은 2개의 센싱부 신호를 가지는 딥러닝 알고리즘을 통해 진행되었다. 시스템은 양호한 실제 압력 예측 정확도를 보였으며, 웨어러블 플랫폼 및 인간-기계 인터페이스에 적용 가능할 것으로 기대된다.

I. 서론

최근 스마트팩토리, 공장자동화 등의 생산 자동화 기술의 중요성이 대두됨에 따라 작업 환경에서의 다양한 변화에도 성능을 유지하는 센서를 개발하기 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다. 그 중 압력 센서는 웨어러블 환경, 극한 환경 등 다양한 조건에서 필요한 정보를 얻어낼 수 있어 기술 개발이 집중되어 진행되는 추세이다. [1] 대다수의 압력 센서는 전도성 재료와 마이크로/나노 구조에 기반하여 외압을 측정하는데, 이는 온도나 습도 등 조건이 변화함에 따라 신호가 쉽게 오염되기에 사용 한계점으로 작용하고 있다. 본 연구에서는 가장 대표적인 환경 요소인 온도의 영향을 복합 센서 및 인공지능 기술의 연계를 통해 온도에 의한 신호 교란을 해결하고 다양한 환경에서의 압력 신호의 측정이 가능한 시스템을 구축하였다.

II. 본론

복합 센서는 멜라민 폼과 사무용 종이를 기초 구조로 하여 poly(3,4-ethylenedioxythiophene): poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS) 소재로 코팅하여 제작되었으며, 각각 외부 압력과 외부 온도를 측정할 수 있는 구조로 제작되었다. 제작된 압력 센서부는 압축력이 가해짐에 따라 저항이 감소하고 전도성이 증가하는 piezoresistive 방식이 사용되었으며, 이를 측정할 때 0.1V의 낮은 전압을 인가하며 초기 전류가 낮아 적은 에너지 소모로도 우수하게 압력의 측정이 가능함을 확인하였다. 온도 센싱부는 외압의 영향이 최소화되도록 적용되었으며, PEDOT:PSS 소재의 전도성이 온도가 상승함에 따라 높아지는 특성을 활용하여 온도의 측정이 가능하였다. Fig. 1은 온도와 압력 조건에 변화를 주어 실험을 진행하기 위한 테스트셋업 예시 이미지이다. 이후 상온과 고온 조건에서 동일한 계단식의 외압을 가하여 압력 센서부의 전류 변화를 측정하였다. (Fig. 2) 그 결과 고온에서 소재의 전도성 변화에 따른 센서의 전류 신호 강화가 측정되었으며, 온도 영향의 분리 없이는 이는 정확한 압력을 측정하기 어려울 수 있음을 확인하였다.

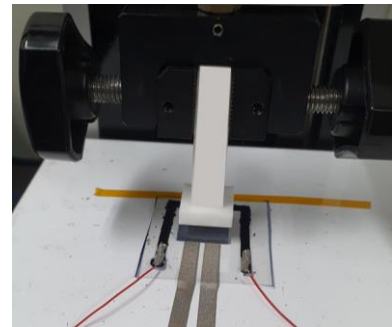


Figure 1. 온도에 따른 압력 측정 테스트셋업 예시

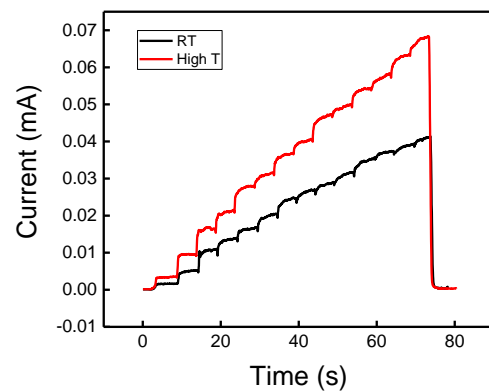


Figure 2. 상온/고온(70.6°C) 환경 압력센서 신호 예시

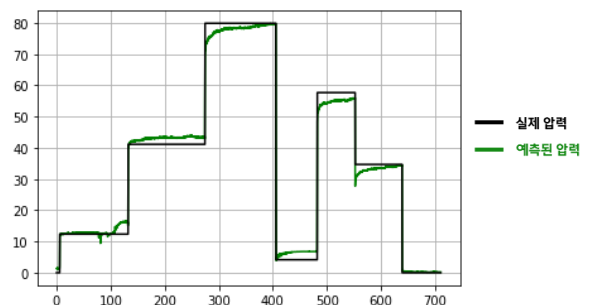


Figure 3. DNN regression 기반 실제 압력 예측 예시

이후 압력 센서부와 온도 센서부의 온도별/압력별 신호 데이터를 수집하여 이중 센서신호 입력을 통해 실제 압력값을 출력하는 DNN regression 기반의 압력 측정 시스템을 구축하였다. (Fig. 3)

III. 결론

본 연구에서는 우수한 성능의 압력-온도 복합 센서를 개발하였고, 이후 DNN 알고리즘을 접목하여 온도에 의한 신호 교란 없이 우수하게 실제 압력의 측정이 가능함을 확인하였다. 이는 극한 환경에서의 작업자 보조 플랫폼, 공장 자동화를 위한 보조 시스템 등 다양한 활용이 가능할 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국연구재단의 연구비지원 (RS-2023-00207763)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] J. Bang, B. Chun, J. Lim, Y. Han, and H. So, 2023, "Ultra-broad linear range and sensitive flexible piezoresistive sensor using reversed lattice structure for wearable electronics" ACS Applied Materials and Interfaces, Vol. 15, No. 28, pp. 34120- 34131.