

Physics-informed neural network 연구 동향 및 우주농업 분야 적용 방안

이상연, 조성균*, 라상중

한국전자통신연구원

sylee2023@etri.re.kr, *skjo@etri.re.kr, sjna@etri.re.kr

Status of Physics-Informed Neural Network and PINN application for space farming

Lee Sang-yeon, Jo Seng-kyoun*, Ra Sang-jung

Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 물리식에 만족하도록 인공신경망을 학습하여 물리식의 근사해를 찾을 수 있는 Physics-informed neural network(PINN) 기법의 연구동향을 분석하였다. 또한, PINN 모델이 데이터가 제한된 상황에서도 높은 예측 성능을 낼 수 있고, 기존의 수치해석 기법보다 연산 시간을 단축시킬 수 있다는 특징을 기반으로 우주농업 분야에 적용하기 위한 방안을 탐색하였다. 본 연구의 결과는 향후 미래유망기술을 발굴하기 위한 weak signal 탐색으로써 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

I. 서 론

최근 물리식에 만족하도록 인공신경망을 학습하여 물리식의 근사해를 찾을 수 있는 물리정보신경망(Physics-informed neural network, PINN)이 관심을 받고 있다 [1, 2, 3]. 본 논문에서는 PINN 기법의 연구동향을 분석하였다. 연구동향 분석을 위해, PINN 관련 국내 연구개발과제, 연구논문, 특허를 조사하였다. 또한, 농업분야에서 PINN이 적용된 사례를 분석하였다. 더 나아가 우주농업 실현을 위해 필요한 도전 과제들을 해결하는데 PINN의 적용 가능성과 활용 방안에 대해 탐색하였다.

II. 본론

본 논문에서는 PINN 관련 연구논문, 국내 연구개발과제, 특허 동향을 분석하였다. 가장 먼저, ScienceDirect 사이트에서 PINN와 관련된 출판 논문을 조사하였다. PINN 관련 논문수를 검색한 결과, 2017년에 PINN 기법이 처음 소개된 이후로 2019년부터 꾸준히 증가하고 있는 추세를 보였다. NTIS 사이트를 활용하여 PINN관련 국내 연구개발과제 현황을 조사하였다. 조사 결과, 국내에서는 PINN관련 연구과제가 2021년부터 수행되기 시작되었다. 정부지원금으로 수행되고 있는 대부분의 연구과제가 과기부의 개인기초연구 사업과 교육부의 이공학술연구기반구축 사업으로 수행되고 있었다. 이를 보아 PINN 기술이 산업에 적용되기 앞서 다양한 분야의 개인 연구자들이 PINN의 적용성을 검토하고 있는 단계인 것으로 보인다. WIPS 사이트를 활용하여 PINN관련 특허 동향을 조사하였다. PINN관련 특허 수를 검색한 결과, 2020년을 시작으로 2023까지 총 30건의 특허가 조사되었으며, 해마다 증가하는 경향을 보였다. PINN 기술이 여러 산업에 적용이 시도되고, 기술성숙도가 올라감에 따라 특허 출원이 더 많아질 것으로 예상된다. PINN의 기술성숙도가 올라감에 따라 기존의 수치해석 모델을 대체할 수 있다는 기대감과 실시간 예측 성능, 적은 데이터로 학습 가능함 등의 장점에 따라 PINN이 다양한 분야에서 활발히 연구되고 일반 산업에도 적용될 것으로 전망된다.

III. 결론

본 논문에서는 PINN의 연구 동향, 특허 동향, 연구 사례를 분석하였다. 이를 기반으로 우주농업 분야의 PINN 기술 개발 방향을 제시하고자 하였다. 연구동향을 분석한 결과, PINN의 기술이 성숙함에 따라 적은 데이터로 모델 개발 및 실시간 예측 모델 개발이 가능할 것으로 예상된다. 이러한 장점으로 PINN 기술을 우주농업 분야에 적용할 경우, 생명 활동이 환경에 미치는 영향을 실시간으로 반영할 수 있게되어 타 산업에 적용하는 것보다 효과가 클 것으로 예상된다. 우주농업 분야에 PINN을 적극적으로 활용하기 위해 양질의 데이터 축적을 기반으로 생명활동에 따른 복잡성의 해결, 다양한 수학적 모델링 및 적용, 핵심 특허 확보, 기술 표준화 등이 핵심요소가 될 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the National Research Foundation (NRF) funded by the Korean government (MSIT) (No. RS-2024-00459463)

참 고 문 헌

- [1] Raissi, M., Perdikaris, P., & Karniadakis, G. E. (2017). Physics informed deep learning (part i): Data-driven solutions of nonlinear partial differential equations. arXiv preprint arXiv:1711.10561.
- [2] Raissi, M., Perdikaris, P., & Karniadakis, G. E. (2019). Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. Journal of Computational physics, 378, 686-707.
- [3] 정영준, “물리 기반 신경망을 이용한 탄성체의 거동 해석,” 석사학위논문, 서울대학교, 2022.