

보도일시	배포 즉시
	2024. 7. 23.(화)
문의	연구책임자: 환경대학원 함유근 교수 / 제1저자&교신저자

## ■ 제목/부제

제목	환경대학원 함유근 교수 연구팀, 세계 최초 딥러닝 기반 3차원 해양 모니터링 시스템 개발 - 적대적 생성 신경망과 이미지 복원 딥러닝 기법을 응용한 전지구 해양 모니터링 시스템을 개발하여 Nature Machine Intelligence에 발표-
----	--

## ■ 요약

연구 필요성	전지구 해양 현상을 이해하고 예측하기 위해서는 3차원 해양 상태의 상세 모니터링이 필수적이다. 그러나 현재의 인공 위성을 통한 해양 표층 관측과 좁은 영역만을 관측하는 실측 데이터로는 불가피한 시간적/공간적 공백이 발생하며, 이는 전지구 해양의 지역적 상세 변화를 실시간으로 모니터링 하는데 걸림돌로 작용한다. 이를 위해, 고성능의 해양 모델에 기반한 모니터링 기법이 개발/활용되고 있지만 천문학적인 컴퓨터 연산 자원이 요구되어 활용도가 높지 못하다.
연구성과/ 기대효과	연구팀은 적대적 생성 신경망(Generative Adversarial Networks) 과 이미지 복원 딥러닝 기법을 응용하여, 세계 최초로 딥러닝 기반 전지구 3차원 해양 모니터링 시스템을 개발했다. 연구진이 개발한 시스템은 지구 온난화로 인한 해양 표층 및 심층의 온도 상승을 비롯한 해양의 주요 변화들을 기존 모니터링 시스템들에 비해 더 높은 정확도로 재현해냈다. 또한, 연구진은 기존 기술의 높은 기술적 복잡도와 막대한 연산 비용이라는 진입장벽을 대폭 낮춤으로써, 개발된 딥러닝 시스템으로 빠르고 정확한 해양 상태 모니터링이 가능함을 강조함과 동시에, 딥러닝 결과물은 예측을 위한 초기장으로도 활용 가능해 해양 재해 예측 성능 향상에도 기여할 수 있다고 밝혔다.
Abstract	The oceanic data assimilation (DA) system, essential for understanding and forecasting global climate variabilities, blends prior information from numerical models with observed data to create the best possible estimates and their uncertainties of oceanic conditions. We developed DeepDA, a

	<p>global oceanic DA system using deep learning, by integrating a partial convolutional neural network and a generative adversarial network (GAN). The partial convolution serves as an observation operator, mapping irregular observational data onto gridded fields, while the GAN incorporates observational information from previous time frames. Our observing system simulation experiments revealed that DeepDA significantly reduces the analysis error in three-dimensional temperature measurements, outperforming both background and observed values. DeepDA's global temperature reanalysis from 1981-2020 accurately reconstructs observed global climatological fields, seasonal cycles, major oceanic temperature variabilities, and the global warming trend. Developed solely with a long-term control simulation, DeepDA lowers the technical hurdles in creating global ocean reanalysis datasets using multiple numerical models' physical constraints, thereby would diminish systematic uncertainties in estimating global oceanic states over decades with these models.</p>
<p><b>Journal Link</b></p>	<p><a href="https://www.nature.com/articles/s42256-024-00867-x">https://www.nature.com/articles/s42256-024-00867-x</a></p>

■ **본문**

- 서울대학교 함유근 교수(제1/교신저자) 연구팀(공동저자 주용식 박사과정생, 김정환 박사, 이정길 박사)은 세계 최초로 인공지능 기반 3차원 해양 모니터링 시스템을 개발하여 지구 온난화로 인한 해양 표층 및 심층의 온도 상승을 비롯한 해양의 주요 변화들을 높은 정확도로 재현해냈다. 적대적 생성 신경망 (Generative Adversarial Networks) 기법과 이미지 복원 딥러닝 기법을 활용한 이번 연구성과는 국제 저명 학술지인 「네이처 머신 인텔리전스(Nature Machine Intelligence)」에 2024년 7월 22일(월) 게재되었다(논문명: Partial-convolution-implemented generative adversarial network for global oceanic data assimilation).
- 다양한 위성을 활용한 해양 표층 관측과 부표등을 이용한 해양 내부 관측을 포함하는 3차원 해양 관측 네트워크는 점차 조밀해 지고 있으나, 지구 온난화로 인한 해양의 온도 변화의 상세 변화 패턴을 비롯한 해양의 지역적 특성 변화를 정확히 파악하기에는 여전히 많은 시간적/지역적 공백이 존재한다.
- 이를 해결하기 위해 결측이 존재하지 않는 해양 모델링 결과를 관측 데이터에 결합하는 해양 모니터링 기술이 활용되어 왔다. 이는 해양 연구와 예측을 위한 초기장 생성에 필수적 이지만, 고성능의 해양 수치 모델과 많은 컴퓨팅 자원을 요구하기 때문에 결과 도출에 오랜 시간이 소요되며, 이는 실시간 해양 상세 모니터링과 예측을 방해하는 요소로 작용한다.
- 연구진은 생성형 인공지능 기법의 하나인 적대적 생성 신경망 (Generative Adversarial

Networks)과 이미지 복원 딥러닝 기술 중 하나인 부분 컨벌루션 (Partial Convolution) 기법을 응용하여, 세계 최초로 인공지능 기반 전지구 3차원 해양 모니터링 시스템을 개발하였다. 연구진은 이를 통해 1981년부터 현재까지의 3차원 해양 온도 상태를 재현해 내었으며, 이를 다각도로 검증한 결과, 해양 표층 및 심층의 온난화 강도, 해양 온도의 연간 변화와 계절 변화와 같은 주요한 해양 변화 특징들을 다른 고성능 모니터링 시스템에 비해 더 높은 정확도로 재현해냄을 보였다.

□ 해당 연구의 책임자인 함유근 교수는 생성된 모니터링 자료는 현재 상태를 파악하는 데 활용될 수 있을 뿐만 아니라 예보 시스템의 초기장으로 활용되어, 해양 재해 예측 성능 향상에도 기여할 수 있다고 밝혔다.

#### □ 연구 결과

Partial-convolution-implemented generative adversarial network for global oceanic data assimilation

Yoo-Geun Ham, Yong-Sik Joo, Jeong-Hwan Kim, Jeong-Gil Lee

Nature Machine Intelligence (2024.07)

#### □ 용어 설명

1. 적대적 생성 신경망(Generative Adversarial Network, GAN): 인공지능 및 머신러닝 분야에서 널리 사용되는 생성형 신경망 아키텍처 중 하나로, 두 개의 신경망이 서로 경쟁하며 학습하는 방식
2. 초기장(Initial conditions): 수치 모형이나 시뮬레이션을 시작할 때 시스템의 상태를 나타내는 값으로, 모형이 작동을 시작하는 시점에서의 상태를 정의하며, 이후의 시뮬레이션 결과에 큰 영향을 주어 모형의 정확성을 결정하는 요소