

국외 출장 결과보고서

결	담당자	팀장	실장	사업단장
	5월 14일	5월 20일	5월 20일	5월 21일
재	나인채	오테진	김정한	권인혁

1. 출장개요

출장목적	European Space Agency ECMWF 2024 참석 및 발표		
출장일정	2024. 5. 6.~2024. 5. 10. (3박 5일)		
성명		소속	직급(직위)
나인채		자료응용팀	선임급연구원
안소정		자료응용팀	원급연구원
방문기관 (또는 회의장소)	유럽 우주국(European Space Agency in Italy)		
출발지	인천	도착지	로마

2. 업무수행내용

가. 출장 배경 및 목적

o 4th ESA-ECMWF Workshop on Machine Learning for Earth System Observation and Prediction (ESOP)는 유럽우주국(ESA)과 유럽중기예보센터(ECMWF)에서 개최하는 워크샵으로, 전통적인 ESOP 기술과 머신러닝 및 딥러닝 기술을 융합한 연구에 대해 발표하고 토론을 진행하는 학술 워크샵이다. 본 워크샵에서는 위성 관측, 기상 및 기후 모델, 후처리 모델 개발을 위하여 머신러닝/딥러닝 기술을 접목하고, 기존의 도구와 머신러닝/딥러닝 간의 개발 진행 상황 및 시너지 효과를 논의하는 것을 목표로 한다. 또한 복잡한 알고리즘과 시뮬레이션을 고속으로 실행할 수 있도록 하는 시스템과 전지구 규모에서의 디지털 모델 개발을 중점 주제로 다룰 예정이다.

- 나인채 : 이번 학회 참석은 사업단의 연구 성과를 널리 알리고, 분야별 전문가들로부터 실질적이고 구체적인 피드백을 얻어 강수예측 개발에 적극 반영하는 중요한 발판이 될 것이다. 인공지능 분야의 권위 있는 전문가들 및 선진 기관과의 교류를 통해 새로운 기술적 접근법을 발견하고, 네트워크 기법의 진보에 필요한 지식과 통찰을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

- 안소정 : 국제학회 참가를 통한 세계 각지의 많은 인공지능 전문가와 연구 결과를 공유하고 인공지능 기술 기반 강수 예측 분야의 교류를 활성화할 수 있다. 사업단에서 현재 개발 중인

데이터 융합 기술에 대하여 우수한 연구자들과의 논의를 통하여 경쟁력 있는 인공지능 강수 예측 기술 개발을 기대할 수 있다. 또한 선진 기상 기술 조사를 통해 '단기 호우 예측 기술 개발'의 구체적인 방안을 마련할 수 있으며, 다양한 자료 융합 기술의 메커니즘을 파악하고 이를 활용하여 여러 난제를 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

나. 주요 업무 수행 사항

※ 학술회의에서의 연구개발성과 발표 내용, 최신 연구개발 기술동향 습득 내용, 외부 전문가와의 토의 내용 등 기술, 기관 방문 시 회의내용에 대한 기술

- 나인체 : 디퓨전 알고리즘을 이용한 한반도 강수예측에 대해 소개하였다. 이 발표를 통해 앙상블 예측이 다양한 시나리오의 장점이 있지만 일관성이 떨어지는 단점이 있어 이를 보완할 방안에 대해 토의하였다. 프레젠테이션을 통해 Google Research 및 ECMWF 전문가로부터 기계학습으로 강화된 수치모델(AIFS)을 사용하여 글로벌 모델 설계와 검증하는 기술 동향과 아이디어를 습득할 수 있었다.
- 안소정 : 워크숍 참석을 통해 강한 강수 보정에 대한 새로운 해결점을 얻고자 대기과학 분야의 머신러닝 전문가들과 연계 및 융합하여 기술 개발 방안을 모색하였다. 단기 강수 모델과 더불어 전지구 모델의 개발 방향을 토의함으로써 앞으로의 대기과학 분야의 인공지능 기술 전반의 내용을 검토할 수 있었다. 이러한 외국 선진 사례에 대한 분석을 바탕으로 현재 사업단에서 개발 중인 강수 보정 기술을 고도화할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 학회를 통해 사업단의 초기 버전 모델인 강수 보정 기술에 대한 인공지능 모델을 소개함으로써 사업단의 기술력을 널리 알릴 수 있었다.

3. 출장성과·시사점 및 향후 업무 활용 계획

가. 출장성과·시사점

- 나인체 : 딥러닝에 대해 관심을 가지고 있는 해외 연구자들에게 강수예측 연구에 대해 소개할 수 있는 좋은 기회가 되었다. 주목할만한 연구는 GAN 및 Quantized Variational Autoencoder 기술의 조합을 사용하여 공간 영역을 개별 토큰으로 압축 및 압축 해제한 다음 GPT(Generative Pretrained Transformer) 아키텍처를 통한 강수예측이었다. 다수의 연구자들은 학습할 손실함수를 MSE 대신에 CRPS로 학습하는 연구들과 GAN과 디퓨전을 같이 써서 학습하는 연구가 대세였고 이를 강수예측에 적용하여 의사결정시스템을 개발 할 수 있을것으로 기대되었다.
- 안소정 : ESA-ECMWF의 워크숍 참석을 통해 최근 진행되고 있는 초단기 강수 예측, 전지구 모델, 그리고 수치예보모델 후보정 모델의 개발 방향성을 파악할 수 있었다. 진행되는 연구 중에서도 Diffusion 및 Transformer 모델을 기반으로 안정적이면서도 고해상도의 자료를 학습하기 위한 인

공지능 방법론들을 익힐 수 있었다. 이러한 접근법들을 바탕으로 현재 사업단에서 개발 중인 강수 보정 기술 최적화를 위한 모델 설계도를 구체화할 기회가 되었다.

나. 향후 업무 활용 계획

- 나인체 : 결정론적 접근법과 확률론적 접근법을 결합한 하이브리드 예측 방법을 탐색하는 것이 중요할 것으로 생각된다. 리드 타임이 증가함에 따라 오류 가능성을 정의하여 단일 단계 예측의 불확실성을 정량화하는 새로운 공식을 추가할 계획이다. 워크숍의 모든 연구자들이 강조한 것처럼 데이터 세트 선택 및 샘플링의 중요하기 때문에 이에 대한 방법을 최적화하여 정확한 시나리오를 제공할 수 있는 호우예측시스템을 구축할 계획이다.
- 안소정 : 이번 학회를 통해 습득한 인공지능 방법론들을 토대로 단기 강수 보정 모델의 성능을 개선하고자 한다. 예측 시간이 증가함에 따라 발생하는 누적 오차를 줄이기 위해 최근 발표된 손실함수들을 분석하여 모델을 최적화할 예정이다. 또한 학회에서 발표된 전지구 모델의 방법론을 습득하고 이를 활용할 수 있는 방법론을 모색하고자 한다. 이를 통해 최고 수준의 인공지능 기술 기반 기상연구 성과 및 기술력을 보유하고자 한다. 강수 보정 모델 개발을 위해 세부적으로는 편향 문제 해결, 데이터 증강, 등을 통해 기술력을 고도화할 예정이다.