

왜 확률이 미래 일기예보의 핵심인가

2026.2.3일자

영국기상청(Met Office)의 연구에 따르면, 확률 기반 예보(probabilistic forecasting)는 날씨로 인해 결정을 내려야 할 때 훨씬 더 유용한 정보를 줄 수 있다고 한다.

이번 연구는 지난 25년간의 기상청 연구를 처음으로 모아 정리한 것으로, 미래 일기 예보에서 확률적 접근이 왜 중요해졌는지를 설명한다.

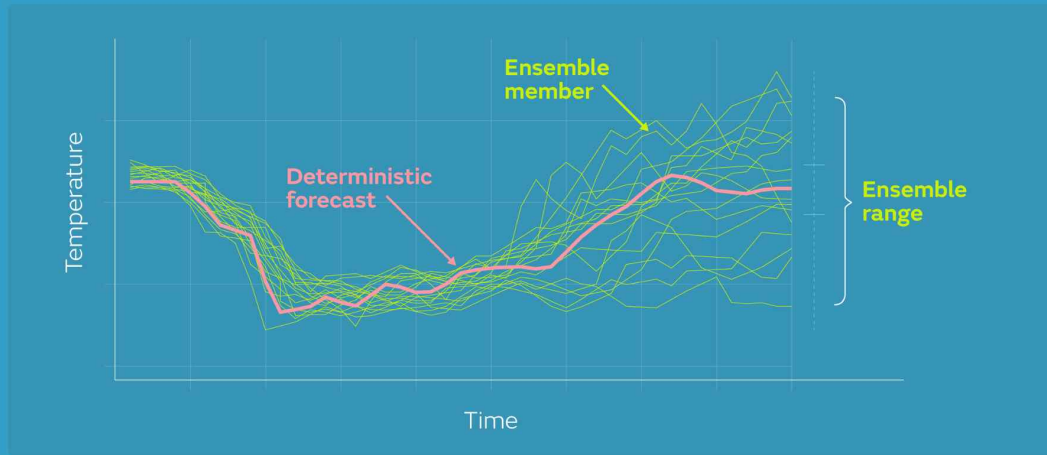
이 연구는 영국의 공공기상서비스(Public Weather Service)의 지원을 받아 수행되었으며, 영국 왕립기상학회(Royal Meteorological Society)의 학술지 *Weather*에 게재되었다. 연구에서는, 날씨 예측에 본질적으로 존재하는 불확실성을 확률로 표현하는 예보 방식이, 기존보다 더 풍부하고 유용한 예보를 제공해 의사결정을 더 잘 돕는 방법이 될 수 있는지를 종합적으로 분석하였다.

또한, 동료 심사를 거친 이번 연구는, 그동안 흔히 생각해 왔던 것과 달리, 일반 대중이 확률 기반 예보를 이해하는 데 큰 어려움이 있으며, 이것이 정보 확산의 걸림돌이 된다는 인식이 반드시 맞지 않다는 점도 함께 다루고 있다.

예보에 존재하는 불확실성

확률 예보는 기상학에서는 앙상블 예측(ensemble forecasting)이라고 불리며, TV에서 흔히 볼 수 있는 많은 일기 예보와는 근본적으로 다른 접근 방식이다.

전통적인 방송에서는 기상 캐스터가 지도 앞에 서서 미래 날씨를 하나의 결과로 제시하는 단일 예측(결정론적 예보)을 보여주는 경우가 많다. 반면, 앙상블 예측은 초기 조건을 조금씩 다르게 설정해, 예측 실험을 여러 번 반복 실행한다. 이렇게 하면 보통 20~50개의 시뮬레이션으로 구성된 앙상블 예보가 만들어지며, 이를 통해 가능한 결과들을 더 풍부하고 정교하게 살펴볼 수 있다.



그래프는 앙상블 예측이 어떻게 작동하는지를 보여준다. 선들이 서로 가까이 모여 있을수록 예측의 확실성이 높다는 뜻이고 선들 사이의 차이가 클수록 가능한 결과의 불확실성이 크다는 것을 나타낸다.

영국기상청은 앙상블 예측 기법 활용을 선도해 왔으며, 초기에는 한 달 앞을 내다보는 예측에 이를 적용했다. 1986년까지 거슬러 올라가는 연구에서도, 예측 실험을 여러 번 반복 실행해 대기에서 일어날 수 있는 다양한 가능성을 이해하려는 시도가 이루어졌다. 초기 조건의 작은 변화만으로도, 특히 장기 예보에서는 예측 결과가 크게 달라질 수 있고, 때로는 단기 예보에서도 이런 현상이 발생한다. 앙상블 예측은 이러한 불확실성을 포착하고 전달하기 위한 방법이다.

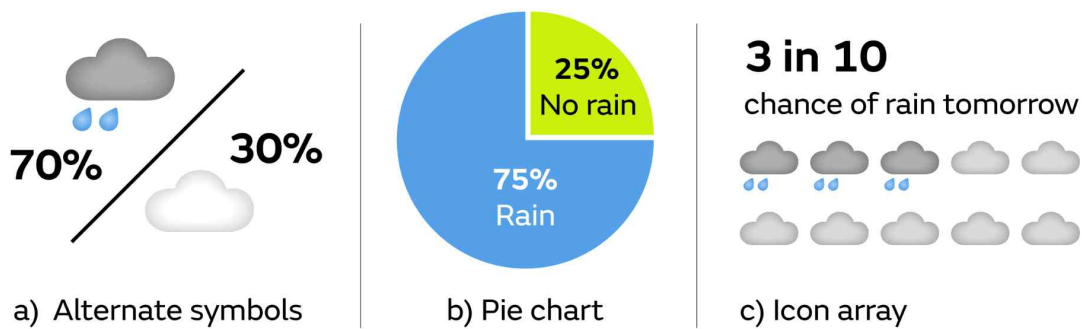
이번 연구의 저자인 영국기상청의 Ken Mylne 연구원은 “앙상블 예보는 오랫동안 단일 예측 모델을 보완하는 도구로 사용돼 왔으며, 기상예보관이 예보의 불확실성을 가늠하는데 도움을 주는 역할을 해왔습니다. 그러나 다년간 수행된 연구 결과를 보면, 앙상블 예보는 단일 결정론적 예측보다 예측 성능이 더 뛰어납니다. 앙상블에 더 중점을 둔다면, 불확실성의 범위를 더 잘 포착하여 대중이 더 나은 의사 결정을 내리는 데 필요한 정보를 제공할 수 있습니다”라고 말했다.

예보에서 확률을 이해하는 문제

이번 연구는 사람들이 과연 예보에 담긴 불확실성을 이해할 수 있는지에 대해서도

다루고 있다. 이는 새로운 방식의 일기 예보가 가진 장점을 온전히 살리기 위해 매우 중요한 요소이다.

불확실성에 대한 설명은 보통 기상 캐스터가 사용하는 표현을 통해 전달되지만, 많은 사람들이 날씨 앱에서 흔하게 접하는 방식은 '강수 확률 ○○(%)' 표시이다. 이것이 대부분의 사람들이 경험하는 앙상블 예보로, 특정 시간이나 하루 동안 비가 올 가능성을 퍼센트로 보여주며, 불확실성을 반영한 여러 모델 결과를 바탕으로 계산된다.



강수 확률을 빠르고 정확하게 이해할 수 있는 예시

Ken 연구원은 확률 예보에 대한 기존 가정이 반드시 맞는 것은 아니라고 설명했다. “지금까지 예보에서 확률을 표현하는 방식에 대한 논의는, 사람들이 확률을 이해하기 어렵고 불확실성을 드러내면 예보에 대한 신뢰가 떨어져 오히려 의사결정에 방해가 될 것이라는 가정에서 출발한 경우가 많았습니다. 그러나 이번 연구는 이러한 가정이 틀렸을 수 있다는 점을 시사합니다. 사람들은 확률 예보를 충분히 이해할 수 있고, 오히려 날씨와 관련된 결정을 내리는데 더 유용하다고 느낄 수 있습니다.”

미래의 일기 예보

영국기상청의 연구 및 혁신 전략은 불확실성을 포함한 예보를 핵심에 두는 방향으로의 전환을 강조하고 있으며, 연구 및 현업 예보, 기상 경보 전반에 걸쳐 앙상블 예보 활용을 확대하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 통해 사용자와 고객은 모든 시간 규모에서 위험을 고려한 더 나은 결정을 내릴 수 있게 된다. 정보를 바탕으로 위험에 기반한 의사 결정을 내릴 수 있을 것이다.

앙상블 예보를 사용자 친화적인 형태로 변환한 영국기상청 혼합 확률 예보 자료

(Met Office Blended Probabilistic Forecast data)는 이미 영국기상청 웹사이트와 앱 전반에 적용되어 제공되고 있다.

또한, 유튜브를 통해 제공되는 영국기상청의 심층 예보 콘텐츠인 *Deep Dive*와 *10 Day Trend* 등에서는 앙상블 예보를 정기적으로 제공하고, 예보의 미묘한 차이와 불확실성을 어떻게 표현하는지가 의사결정에 어떤 도움을 주는지 설명하고 있다.

영국기상청 정보데이터 책임자인 Charles Ewen은 “이 논문들은 최첨단 연구와 이러한 연구가 사용자와 고객에게 어떤 의미를 갖는지를 이해시키는 과정 사이의 간극을 메워줍니다. 모든 예측에는 본질적으로 불확실성이 있다는 점을 사용자에게 알리고 이해시키는 것이 매우 중요합니다. 앙상블 예보는 이런 불확실성을 계산하고, 유용한 방식으로 전달하는 방법입니다. 이를 통해 일반 대중부터 산업계, 정부 등에서 불확실성을 고려한 더 나은 의사 결정을 내릴 수 있습니다.” 라고 말했다.