# 인공지능의 발전과 미래, 그리고 농업수리구조물 운영 기술에의 활용 가능성

**이 준 혁**
주식회사 노트스퀘어
/ 대표이사
jlee@notesquare.co.kr

**윤 성 준**
주식회사 노트스퀘어
/ 팀장
stsilence@notesquare.co.kr

**곽 지 혜**
서울대학교
/ 박사과정
dbk02300@snu.ac.kr

## 1. 머리말

최근 생성형 인공지능 (Generative Artificial Intelligence)의 대표격인 ChatGPT가 등장하면서 우리 모두 인공지능의 능력과 가능성을 직접 체감할 수 있게 되었다. 바야흐로 인공지능 기술은 우리의 삶에 직접적인 변화를 가져오기 시작한 것이다. 2010년대 초까지만 해도 보이지 않는 곳에서 작동하던 인공지능 모델들은 이제 누구나 체감하고 직접 활용할 수 있을 정도로 우리 주변에서 쉽게 찾을 수 있다. 이에 따라 인공지능의 발전이 가져올 미래가 우리의 삶을 어떻게 바꾸어 놓을지 누구나 한 번씩 생각해 보게 되었다. 기술의 발전과 그것이 불러올 미래 사회의 모습을 그려보는 것은 수많은 대중매체에 등장할 만큼 흥미롭고 상상력을 자극하는 일이다. 4차 산업혁명이라는 말이 나올 정도로 강렬한 인상을 심어준 오늘날의 인공지능이 미래에는 어떤 모습으로 발전할지 생각해 본다면 변화된 우리 삶의 모습도 함께 그려지지 않을까?

대부분의 발전이 그러하듯이 인공지능의 발전 또한 끊임없는 문제 해결의 과정이었으며, 과학적인 측면의 발전과 기술적인 측면의 발전이 절묘하게 결합하여 오늘날의 수준에 이르게 되었다. 인공지능 발전사를 간략히 되짚어 보고 앞으로 해결해야 할 기술적 문제로 어떤 것들이 남았는지 이해한다면 미래 세대 인공지능의 모습을 점쳐볼 수 있을 것이다.

혹자는 인공지능이 최근 십 년간 크게 발전하여 어느 순간 완성된 형태로 튀어나왔다고 느낄 수 있다. 그러나 인공지능이 학문 분야의 하나로서 연구된 역사는 우리가 일반적으로 생각하는 것보다 훨씬 길다. 이는 본래 인공지능이 사람을 대신하여 문제를 해결할 도구로 시작되었기 때문으로, 인공지능의 역사는 동물이나 도구를 사용하면서 시작된 문명의 역사와 맥

을 같이한다고 할 수 있다. 인류는 자연과 사회에서 다양한 현상을 발견했고 그 원리를 이해하는 과정에서 과학을 발전시켰다. 과학적인 이해의 범위가 넓어지고 깊어짐에 따라 우리는 더욱 복잡하고 어려운 문제들에 직면하게 되었으며, 이 과정에서 인공지능이 인간을 대신할 가능성을 엿보게 되었다. 인류는 다양한 기계학습 기법을 개발해왔는데, 그중에서도 퍼셉트론 (Perceptron)과 딥러닝, 강화학습이 주목할 만한 발전을 이룩하였다. 퍼셉트론은 딥러닝의 기원이 되었고 딥러닝은 최근 알파고 (AlphaGo)와 같은 성공적인 모델들의 등장으로 더욱 발전하였으며 강화학습은 그 자체로도 주목할 만한 성과를 보여주고 있다.

한편, 우리가 고려해야 할 인공지능의 중요한 측면 중 하나는 인공지능이 내재하는 농업 분야에서의 혁신적인 활용 가능성이다. 농업은 우리 사회의 아주 중요한 부분 중 하나이며, 이 분야에서의 인공지능의 활용은 작물 생산, 작업 효율성 향상, 자원 관리, 예측 및 분석에 큰 도움을 줄 수 있다. 특히 농업수리구조물 운영 기술에 적용할 경우, 농업용수 사용을 크게 절약할 수 있고, 기존 관행에 의지하던 운영 체계에서 벗어나 극한 강우 및 가뭄 등 다양한 범위에서 발생할 수 있는 자연재해에 선제적으로 대처할 수 있다.

인공지능의 발전은 우리의 미래에 큰 변화를 가져올 것이며, 그중에서도 농업 분야에서의 혁신은 우리의 식량 생산과 환경 보전뿐 아니라 방재 측면에서 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 본 고에서는 인공지능의 발전사를 살펴봄으로써 향후 농업수리구조물 운영 기술에서의 활용 가능성도 다루어 보고자 한다. 또한, 앞으로 인공지능이 직면하게 될 기술적인 문제를 다루어 인공지능의 미래 모습을 고찰해보고자 한다.

## 2. 인공지능의 발전사

과학으로서의 인공지능은 인간의 지능을 모델로 삼아 문제 해결과 의사결정을 수행하는 컴퓨터 기반 시스템 개발 학문 분야를 의미한다. 인류가 개발한 많은 기술이 자연에서 영감을 얻어 탄생한 것처럼 1957년 제안된 퍼셉트론 또한 동물의 뇌를 모사하여 개발되었다. 퍼셉트론은 간단한 형태의 선형분류기로 인공신경망의 시초였다. 퍼셉트론은 1960년대에 실제로 구현되기도 하였으나 1980년대 중반까지 학계에서 큰 관심을 받지 못했고, 최근에 이르러서야 온갖 분야에서 주목받게 되었다. 이는 퍼셉트론을 비롯한 인공신경망의 발전과 컴퓨팅 파워, 데이터의 가용성 등 다양한 요인들이 결합하여 가능해진 결과라 할 수 있다.

오늘날 인공지능 분야에 비약적인 발전을 가져온 강화학습 역시 자연에서 영감을 받아 탄생하였으며 그 학문으로서의 역사가 길다. 강화학습은 행동심리학에서 모티브를 얻어 탄생한 것으로 일련의 행동과 그에 따른 보상을 기반으로 최적의 행동을 선택하는 기계학습 기법이다. 1950년대에 제어이론 분야에서 연구가 시작되었으며 요즘에는 이세돌과의 대국으로 유명한 알파고와 같은 성공적인 응용 사례를 통해 알려지게 되었다.

이처럼 오늘날 인공지능 분야를 선도하는 양대 축인 인공신경망과 강화학습은 그 학문적 기원과 역사가 수십 년에 달할 정도로 오래되었다. 그렇다면 현재의 인공지능으로 발전하기까지 왜 이렇게 오랜 시간이 걸린 것일까?

### 2.1 딥러닝

인공신경망의 경우 초기 연구에서 의미 있는 성과가 있었으나, 그렇다고 삶의 변화를 가져올 만

큼의 혁신은 아니었다. 동물의 뇌는 무수히 많은 뉴런과 시냅스로 구성되어 있는데 인공신경망은 이를 흉내 냈기 때문에, 학습에 지나치게 많은 연산이 필요했고 성능도 높지 않았다. 하지만 수십 년간 연구가 이어지며 인공신경망은 꾸준히 개선되어 왔으며, 무엇보다도 연산장치의 성능과 병렬처리 기술이 비약적으로 발전하여 느린 학습 속도의 문제가 해결되고 있었다. 2000년대 초, PC 게임 업계에서 사용되던 고성능 그래픽 연산장치를 이용한 인공신경망 연구는 각종 인공지능 대회를 휩쓸며 딥러닝이라는 이름으로 부활하게 되었다. 이후 딥러닝은 연산장치의 성능 발전과 빅데이터 시대를 맞아 관련 산업과 학문 분야에서 폭발적인 발전과 성장을 보여주며 인공지능 분야에 혁신을 가져오게 되었다.

덕분에 음성 인식이나 검색 엔진부터 스마트폰의 사진첩 애플리케이션까지 우리가 일상에서 쉽게 딥러닝 기술을 찾을 수 있게 되었고 몇몇 분야에서는 "사람과 같은 수준"을 뛰어넘은 성능을 보여주기에 이르렀다. 딥러닝 모델이 계속 발전한다면 미래의 인공지능은 정말 하나의 지성체와 같은 모습을 갖게 되지 않을까 하는 우려 섞인 기대가 나올 만하였다.

## 2.2 딥러닝의 한계

그러나 우리는 딥러닝만으로는 짧은 시일 내에 그런 인공지능이 만들어지지 않음을 경험하고 있다. 딥러닝 기법 이후의 인공신경망은 사람의 뇌와 유사하였지만 그만큼 많은 데이터가 필요하였기에 학습 데이터를 마련하는 데에 큰 노력과 비용이 들었고, 신경망 가중치의 조합이 어떤 역할을 하는지 알기 어렵다는 점에서 사람의 뇌와는 뭔가 다른 방식으로 학습하고 있다. 예를 들어, 개와 고양이를 본 적 없는 사람이 이 둘을 구분할 수 있도록 만드는 데에는 그저 몇 장의 개, 고양이 사진으로도 충분하지만, 동일한 능력을 갖춘 인공신경망을 만드는 데에는 수십만 장의 개, 고양이 사진이 필요하다. 심지어 이렇게 만들어진 인공지능은 오로지 개와 고양이를 구별하는 것만 가능하니 더 복잡하고 종합적인 문제를 해결할 수 있는 인공지능을 만드는 것은 훨씬 어려운 일이었다.

따라서 연구자들은 인공신경망을 만들 때마다 매번 번거롭게 학습시키는 것을 피하고자 사전 훈련된 모델 (pre-trained model)을 만들어 사용하였다. 이는 이미 훈련이 되어 있는 인공신경망의 가중치 값들을 그대로 가져와 새로운 인공신경망을 만드는 데 사용함으로써 학습에 드는 시간과 데이터의 양을 줄이기 위함이었다. 개와 고양이를 구분하는 문제의 사전 훈련된 모델에는 질감, 명암, 윤곽 등의 시각적인 패턴을 처리하는 일반지능이 포함되어 있다고 볼 수 있을 것이다.

대부분의 딥러닝 훈련이 이러한 형태로 이뤄지다 보니, 다음 단계는 자연스럽게 보다 더 많은 문제를 한꺼번에 해결할 수 있는 사전 훈련된 모델을 만들 수 있느냐는 의문으로 이어지게 되었다. 만약 전산화할 수 있는 모든 데이터를 처리할 수 있는 사전 훈련된 모델을 만들 수 있다면 그 모델이야말로 한 명의 사람과 같은 종합적인 인공지능이 될 수 있지 않을까?

## 2.3 초거대 AI 모델

인공지능 분야의 연구와 발전이 지속됨에 따라 이제는 어지간한 고성능 컴퓨터 한두 대로는 훈련할 수 없는 거대한 인공지능 모델이 속속 등장하고 있다. 인공지능 모델 자체의 규모로 인해 클라

우드 시스템에서만 학습이 가능하고 매우 큰 학습비용이 필요한 초거대 인공지능이 생겨난 것이다. 이러한 개념이 정립된 지 2-3년 정도 만에 우리의 삶에 이미 엄청난 변화를 가져오고 있다. 가장 대표적인 것으로 OpenAI에서 개발한 GPT 모델을 꼽을 수 있는데 이후 여러 차례 개량을 거쳐, 지금은 우리가 잘 아는 대화형 인공지능인 ChatGPT로까지 이어지게 되었다.

ChatGPT의 강력한 성능이나 기술적인 진보성은 단순히 초거대 모델의 등장이라는 표현으로는 설명할 수 없다. 사람과 대화하는 듯한 인공지능을 만드는 데에는 방대한 학습 잠재력이나 양질의 빅데이터를 동원한 학습으로도 한계가 있었기 때문이다. 사람들은 미세한 단어 선택의 차이, 문장 내 단어 배치의 차이에서 기계의 말이 자연스럽지 않다고 생각하였고, 딥러닝으로 이러한 차이를 제거하는 것은 쉽지 않은 일이었다. 이를 해결하기 위해 ChatGPT의 개발자들은 다수의 사람이 직접 인공지능이 만들어 낸 결과를 판단하여 더욱 자연스러운 결과를 낼 수 있도록 모델을 강화하는 방법을 사용하였다. 인공지능이 사람처럼 말하게 하는 데에 강화학습이 중요한 역할을 차지하게 된 것이다.

## 2.4 강화학습

강화학습은 인공지능이 특정한 행동을 선택하고 그에 따른 피드백을 받아 최적의 행동을 선택하도록 만드는 기계학습 방법이다. ChatGPT의 학습 초기에는 사람들 (라벨러)이 직접 피드백을 제공하였지만, 사람들의 평가 자료가 어느 정도 쌓이면서 사람들의 평가를 모사하는 모델을 만들기까지 하였다. 이 모델은 ChatGPT에 피드백을 매우 빠르게 제공함으로써 방대한 양의 학습데이터를 소화할 수 있게 되었다. 결국 ChatGPT 의 훈련 과정은 사람이라는 수치화할 수 없는 미지의 지성체에 수많은 대화를 시도함으로써 사람들이 가장 그럴듯하게 생각할 만한 대화를 하는 모델을 만드는 것이었다. 강화학습의 목적은 사람을 설득할 수 있는 기계를 만드는 것으로 이해할 수 있지만, 그 방식은 결국 사람의 심리를 모사하는 기계를 만드는 것과 유사하였다고 이해할 수 있다.

이는 알파고, 알파스타와 같이 정해진 룰 속에서 가장 성공적인 게임을 하는, 그래서 사람이 하는 것을 흉내 내는 모델을 만들어 내는 강화학습의 방법론과 차이가 있어 보인다. 알파고만 하더라도 바둑의 기보를 바탕으로 효율적인 훈련이 이루어졌고, 이 기보들을 단순히 암기해서 활용하는 인간스러운 바둑을 하는 것이 아닌가 하는 비판이 있었다.

하지만 이세돌과의 대국 직후 개발된 알파제로(AlphaZero)와 같이 바둑의 기보를 전혀 사용하지 않고 새로운 형태의 바둑을 하는 모델을 만들어 내면서 바둑에서는 더 이상 인간이 이길 수 없는 초월된 지능의 가능성을 보여주었다. 이는 인공지능의 개발이 비록 인간 지능의 모방에서 출발하더라도 궁극적으로는 새로운 지능을 만드는 것까지 나아갈 수 있음을 보여주었다.

즉, 인간의 지능을 흉내 낸 인공지능이라 할지라도 인간이 과거에 제시한 문제 해결 방법을 반복하는 것에 그치지 않고 새로운 해결 방법을 제시할 만큼의 지능을 갖출 수 있게 된 것이다.

## 2.5 강화학습으로 해결하고 있는 현재의 문제들

최근 딥마인드에서 해결한 문제는 매우 흥미롭다. 먼저 수학적인 해결책을 제시해 주는 강화학

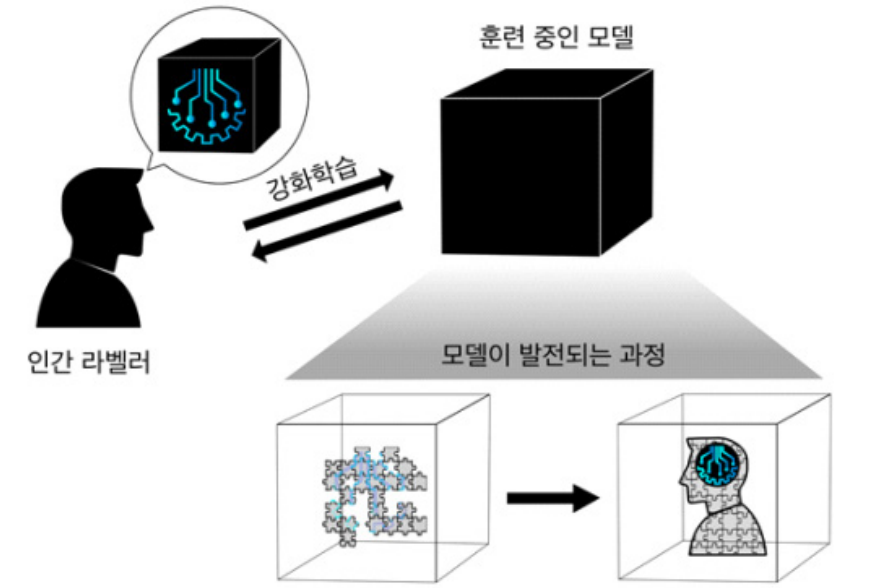


**그림 1. 인간 라벨러가 모델 (블랙박스)을 강화학습하는 과정은 인간 라벨러에게는 똑똑한 인공지능 모델을 만드는 것으로 생각될 수 있지만, 완성된 모델은 인간 라벨러를 흉내내고 있으며 어느 정도 고도화된 이후에는 인간 라벨러와 구분할 수 없는 정도의 지능을 가지게 될 것이다.**

습 모델을 만들더니 (알파텐서, AlphaTensor), 최근에는 인간이 수십 년 동안 최적화한 컴퓨터 알고리즘을 더 효율적으로 만든 모델을 제시하였다 (알파데브, AlphaDev). 이러한 발전들은 아직 우리의 실생활과는 접점이 적고 직접 체감하기에는 부족한 점진적인 변화로 보일 수 있다. 하지만 과거 인공지능이 폭발적인 발전을 하기 위해 오랜 시간 정체된 것과 같은 느린 발전을 한 것처럼 더욱 발전된 궁극적인 목표를 향해 다가가는 데 필요한 단계를 이미 거치고 있는 것일지도 모른다.

오늘날의 인공지능이 일반지능의 수준으로까지 발전해 나가는 과정 동안 수많은 어려움을 맞이하게 될 것이고, 그러한 어려움을 돌파하는 데에 강화학습이 큰 역할을 할 것은 명백해 보인다. 비록 지금까지 인공지능이 발전해 온 역사에서 엿볼 수 있듯이 갑작스럽게 모든 문제를 해결하는 단 하나의 해결책이 등장하기보다는 다양한 분야에 걸쳐 점진적으로 이루어진 과학적, 기술적 성과가 모여 인공지능의 발전으로 이어질 가능성이 높다.

## 3. 농업수리구조물 운영 기술에의 적용 가능성

최근 강화학습이 인공지능 분야에 가져온 발전으로 비추어 볼 때, 다른 여러 분야 및 문제에 대해 강화학습을 적용할 가치는 충분하다. 농업수리구조물 운영 분야에서도 강화학습은 혁신적인 활용 가능성을 품고 있다. 농업수리구조물은 댐, 수로, 저수지 및 관개 시스템과 같이 농업 생산에 필수적인 요소들을 포함하고 있으며, 이들을 효율적으로 운영하는 것은 농작물 생산과 물 관리에 중요한 역할을 한다. 따라서 농업수리구조물의 최적 운영안을 찾아내기 위해 여러 방법이 활발히 연구되고 있다.

농업수리구조물 운영 방법의 최적화를 위해서 다양한 시나리오와 알고리즘이 제시되었으나, 알고리즘 개발자의 선입견을 반영하거나 시나리오가 고려하지 않은 상황에 대해서 최적의 운영 조건을 찾을 수 없다는 단점이 존재한다. 강화학습 등의 인공지능 기법을 도입하면 전문가의 직관을 배제하고 모델 스스로 최적의 운영 조건을 찾아낼 수 있으므로 농업수리구조물의 운영 최적화 문제를 해결하는 데에 도움이 될 수 있다.

또한, 인공지능은 감시 및 센서 데이터를 분석하여 농업수리구조물의 상태를 실시간으로 모니터링하고 문제 발생 시 조기 경고를 제공할 수 있다. 이로써 농업수리구조물의 유지 보수 및 수리 작업을 효율적으로 계획하고 수행할 수 있다.

인공지능은 물 관리와 자원 할당을 최적화하는 데에도 도움을 줄 수 있다. 강화학습과 예측 모델을 활용하여 농업수리구조물의 물 공급과 분배를 최적화하면 농업용수의 낭비를 줄이고 농작물에 필요한 적절한 양의 물을 제공할 수 있다. 이러한 방식으로 인공지능은 농업수리구조물 운영 기술에서의 효율성을 향상시키고, 농작물 생산을 안정화하는 데에 기여할 수 있다. 이와 같이 인공지능은 치수 및 이수 분야를 망라하여 농업수리구조물 운영을 최적화하는 데에 기여함으로써 농업 분야에서의 식량 생산을 지속 가능하게 유지하고 환경 보호를 강화하는 데에 중요한 역할을 수행할 것이다.

그러나 농업수리구조물 운영 최적화를 위한 인공지능의 적용에 앞서 선행되어야 할 몇 가지 과제가 존재한다. 농업수리구조물 운영 기술에 인공지능을 적용하는 것은 매우 유용해보이나 아직 해결해야 할 고려 사항들이 있다. 먼저, 농업수리구조물 운영을 최적화하기 위해서는 다양한 데이터가 수집되어야 한다. 센서를 통한 데이터 수집뿐 아니라, IoT 기술을 활용하여 농업수리구조물의 현재 상태, 기상 조건, 작물 생육 상태 등의 정보를 실시간으로 수집하는 것이 중요하다. 이때, 품질과 신뢰성이 보장된 데이터를 활용하여야 한다. 또한, 농업 현장에 인공지능을 적용하기 위해서는 시설 관리자들의 교육이 선행되어야 한다. 마지막으로, 지속적인 인프라 개발과 소프트웨어 및 기술 업그레이드가 요구되므로 정부의 지속적인 관리와 투자가 이루어져야 한다.

## 4. 마치면서

인공지능의 발전은 현재와 미래의 기술 발전 방향에 큰 영향을 미쳐왔으며, 미칠 것으로 기대된다. 이미 우리는 딥러닝과 강화학습을 통해 인간과 유사한 지능을 개발하고, 이러한 기술을 통해 다양한 분야에서 성과를 이루어내고 있다. 뉴런과 시냅스의 연결구조를 흉내 낸 수치모델이 만들어졌고, 딥러닝이 시작되며 한층 커진 모델이 인간의 뇌처럼 영상을 처리하고 음성을 처리할 수 있게 되었다. 또한 강화학습을 사용함으로써 인간이 학습하는 방법과 유사하게 지능을 발전시켜 나가게 되었고, 사람이나 또 다른 인공지능과의 상호작용을 통해 학습하며 지금은 사람과 대화하는 수준에까지 이르렀다.

인공지능이 미래에는 인간의 사고방식을 완전히 학습하고 이해하는 모델로 발전할 것으로 예상되며, 이는 인간과 더 효과적으로 상호작용함으로써 인간의 요구를 이해하고 협력할 것이다. 또한, 인공지능은 인간의 능력을 뛰어넘는 모델로 구현될 가능성도 있으며, 다양한 영역에서 인간의 능력을 보완하고 새로운 문제 해결방법을 제시하는 데에 도움을 줄 것이다.

농업 분야에서 인공지능의 활용은 지속가능하

고 효율적인 농업을 통해 더 많은 식량을 생산하고 환경을 보호하는 데에 기여할 것이다. 우리는 이러한 미래를 꾀하며 계속해서 농업과 인공지능의 융합을 추진하고 지속가능한 미래를 구현하기 위해 노력해야 한다. 앞으로의 도전에 대한 고민, 그리고 노력이 미래를 밝게 만들 것이라 기대한다.

**감사의 글**

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농업기반 및 재해대응기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (320046–5)