

# 과수농가 관리 최적화를 위한 생성형 AI 기반 의사결정 지원시스템 설계

김승재, 정병열\*\*, 여현\*

\*국립순천대학교

\*\* 국립순천대학교 지능형 스마트 농업 Grand ICT 연구센터

ksj1216@scnu.ac.kr, \*\*out7310@naver.com, \*yhyun@scnu.ac.kr

## Designing a generative AI-based decision support system to optimize orchard management

Kim Seung Jae, Jeong Byeongyeol\*\*, Yoe Hyun\*

\*Sunchon National Univ.

\*\*AI based Smart Agriculture Grand ICT Research Center

### 요약

최근 몇 년간 예측 불가능한 날씨 패턴을 초래하는 기후변화로 인해 전 세계 농업 생산성에 상당한 영향을 미치게 되며, 이는 농업인들의 이슈 중 하나로 도출되고 있다. 본 논문에서는 기후 변화에 적극적으로 대응하고 과수 농가의 생산성을 극대화하기 위해 생성형 AI 기반 의사결정 지원 시스템을 설계하는 과정을 제시한다. 본 시스템은 실시간 환경 데이터와 기상 정보를 통합하여 과수원의 운영을 최적화하며, TensorFlow와 Keras를 사용한 RNN 딥러닝 모델을 통해 작물의 생육 조건 예측 및 필요한 물과 비료의 공급량을 산정한다. 또한, React Native와 Node.js를 사용하여 개발된 모바일 애플리케이션을 통해 농장 관리자는 언제 어디서나 데이터를 모니터링하고 의사결정을 지원받을 수 있다. 이 시스템은 농업 생산성 향상, 자원 사용 최적화, 그리고 변화하는 기후 조건에 효과적으로 대응할 수 있는 농업 관리 방안을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

### I. 서론

최근 몇 년간 예측 불가능한 날씨 패턴을 초래하는 기후변화로 인해 전 세계 농업 생산성에 상당한 영향을 미치게 되며 농업인들의 이슈 중 하나로 도출되고 있다.[1] 특히 과수 농가의 경우 기후 조건에 따라 연간 생산량의 차이가 발생하는 만큼 매우 민감한 사항으로 작용한다[2]. 온도변화, 강수량의 부족 혹은 과다로 인한 기후변화의 피해는 연간 수확량과 품질에 직접적인 영향을 미치게 된다[3]. 이러한 문제에 효과적으로 대응하기 위해서는 정확한 기상 정보와 데이터 기반의 의사결정 서비스가 필수적이다. 따라서 본 논문은 기상청 AWS(Automatic Weather Station) 데이터를 활용하여 과수원의 운영을 최적화하고, 기후 변화에 적극적으로 대응할 수 있는 생성형 AI 기반 의사결정 지원 시스템을 설계하는 과정을 제안한다. 해당 시스템은 실시간 기상 데이터를 분석하여 과수원 관리에 필요한 전략적 조치를 대화형식으로 제공함으로써 농장주에게 편의성을 제공할과 동시에 농업 생산성을 향상시키고 자원의 효율적 사용을 하는데 기여하고자 한다. 본 논문의 순서로는 2장에서 생성형 AI 기반 의사결정 지원 시스템의 구성도 및 세부 항목을 정의하며, 3장에서는 설계 과정을 제안한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 기대효과로 마무리 하고자 한다.

### II. 시스템 구성도

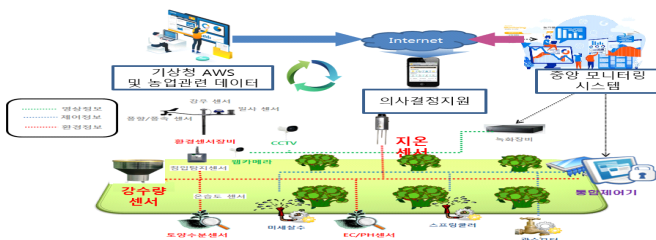


그림 1 과수농가 생성형 AI 기반 의사결정 지원시스템 구성도[4]

본 논문에서 제안하는 과수농가 관리 최적화를 위한 생성형 AI 기반 의사결정지원시스템의 구성도는 그림 1과 같다. 상단 오른쪽의 중앙 모니터링 시스템은 DB와 연동된 서버 기반의 데이터 처리 및 저장시스템으로써, 모든 데이터 소스로부터 수집된 데이터를 통합, 처리, 저장을 수행한다. 이외에 데이터 분석을 수행함으로써 농장주의 의사결정지원을 위한 정보를 생성하며, 시스템 전체를 모니터링하고 관리하도록 설계하였다. 중앙 모니터링 시스템의 DB로 수집되는 데이터 소스는 크게 세 가지 분류로 구성하였다. 과수 농장 데이터(영상, 제어, 환경 데이터 등), 공식 기상 정보 API를 통해 수집되는 실시간 기상 데이터인 기상청 AWS 데이터, 정부 및 지자체 플랫폼에서 제공하는 농업 관련 데이터를 연동하도록 설계하였다. 이는 특정 환경 정보를 제공하여 시스템이 정확한 분석을 수행할 수 있도록 한다. 데이터 처리 및 분석을 위해 RNN 기반의 분석 알고리즘 및 모델을 구축하였으며, 수집된 데이터를 기반으로 고급 분석을 수행하여 유용한 정보를 추출하고, 농장 운영에 필요한 의사결정을 지원하는 솔루션을 제공하도록 설계하였다. 모바일 어플리케이션 인터페이스에서는 농장주가 생성형 AI와 PC를 통해 대화하는 것 뿐 아니라 모바일 기기 상에서도 손쉽게 데이터를 조회하고 의사결정 지원을 받을 수 있도록 대화형 인터페이스를 제공하도록 설계하였다. 이는 실시간 알림, 데이터 시각화, 과수원 관리 조치 추천, 질문에 대한 응답 등의 기능을 포함한다. 시스템은 기본적으로 TCP 통신을 지원하도록 설계하였으며, 모바일 어플리케이션 인터페이스를 고려하여 WiFi 및 클라우드 기반의 데이터 전송이 가능하도록 5Ghz 대역의 무선통신 기술[5]을 탑재하였다. 마지막으로 전체적인 의사결정 지원 시스템에서는 인공지능 기반의 결정 지원 알고리즘으로써, 중앙 모니터링 시스템에서 최종 분석된 결과를 바탕으로 최적의 농장 관리 및 운영을 위한 의견을 농장주에게 제공하도록 설계하였다. 이는 농작물의 생육환경, 생산성 향상 및 자원 사용 최적화 등에 중점을 두었다.

### III. 생성형 AI 기반의 의사결정 지원시스템 설계과정

본 장에서는 생성형 AI 기반의 의사결정 지원시스템의 설계과정을 제안하고자 한다. 먼저, 생성형 AI 기반 의사결정 지원시스템의 설계과정은 첫 단계로, 계절별 환경 변화를 파악할 수 있는 데이터를 확보하기 위해 그림 2와 같이 전남 고흥에 위치한 석류 농가에서 6개월 간 과수농장에 설치된 온도, 습도, 토양 센서로부터 수집된 데이터를 수집하였다.



그림 2 데이터 수집 농가(석류 농가)

또한 그림 3과 같이 기상청 API를 통해 지역별 날씨 정보를 일간 단위로 수집하도록 설계하였으며, 전처리 후 데이터베이스에 저장하고 군집화, 회귀 분석, 시계열 분석 등과 같은 통계적 기법을 사용할 수 있도록 학습을 진행하였다.

```
import requests
import json

# 기상청 API 정보 설정
API_KEY = 'your_api_key_here'
BASE_URL = 'http://apis.data.go.kr/1360000/VilageFcstInfoService_2.0'
SERVICE = 'getVilageFcst' # 예보 조회 서비스
DATE = '20240517' # 조회하고 싶은 날짜
TIME = '0600' # 발표 시간
GRID_X = 60 # 격자 X
GRID_Y = 127 # 격자 Y

# API 요청 URL 구성
url = f'{BASE_URL}/{SERVICE}?serviceKey={API_KEY}&dataType=json&numOfRows=10&pageNo=1'

# API 요청 및 응답
response = requests.get(url)
data = response.json()
```

그림 3 기상청 API 데이터 수집

그림4와 같이 TensorFlow와 Keras를 사용한 RNN기반의 딥러닝 모델은 이러한 데이터를 기반으로 작물의 생육 조건을 예측하고, 최적의 물 공급량, 비료 공급량 등을 산정하는 등의 의사결정을 지원하도록 학습을 진행하였다.

```
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, LSTM

# 모델 구성
model = Sequential([
    LSTM(50, return_sequences=True, input_shape=(weather_data.shape[1], 1)),
    LSTM(50),
    Dense(1)
])

# 모델 컴파일
model.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')

# 데이터 형태 변환 및 모델 트레이닝
weather_data = weather_data.values.reshape(-1, weather_data.shape[1], 1)
model.fit(weather_data, epochs=20, batch_size=32)
```

그림 4 TensorFlow 및 keras 기반 학습

다음으로 그림 5와 같이 의사결정 지원 시스템 구현을 위해 AI 모델의 예측 결과를 기반으로 의사결정 로직을 설계하였다. 의사결정 지원 시스템은 실시간 데이터와 AI 모델의 예측을 통합하여 최적의 농작업 시기, 물리적 조건 관리 권장사항 등을 제공하도록 설계되었다.

```
def decision_support(prediction, threshold_values):
    decisions = {}
    # 예측된 데이터를 기반으로 작물 관리 권장사항 결정
    if prediction['temperature'] > threshold_values['temp_high']:
        decisions['action'] = 'Increase irrigation'
    elif prediction['temperature'] < threshold_values['temp_low']:
        decisions['action'] = 'Decrease irrigation'

    if prediction['humidity'] > threshold_values['humidity_high']:
        decisions['fertilization'] = 'Delay fertilization'
    elif prediction['humidity'] < threshold_values['humidity_low']:
        decisions['fertilization'] = 'Proceed with fertilization'
```

그림 5 의사결정 로직 구현을 위한 작물 관리 권장사항 결정

마지막으로 농장에서 모바일 애플리케이션을 활용하여 모니터링 및 의사결정 지원을 받기 위한 시스템과 연동된 모바일 어플리케이션을 개발하였다. 농장 관리를 위한 모바일 애플리케이션은 React Native와 Node.js를 사용하여 개발되었으며, MongoDB를 데이터베이스로 활용하였다. 이 앱은 AWS를 통해 호스팅되며, REST API를 통해 실시간 데이터 모니터링과 AI 기반 의사결정 지원 기능을 제공한다. OAuth 2.0을 통한 보안 인증을 구현하여 사용자와 데이터의 안전을 보장하도록 하였다.

### IV. 결론

본 논문은 기후 변화와 환경적 요인에 민감한 과수 농가의 관리를 최적화하기 위해 생성형 AI 기반 의사결정 지원 시스템을 설계하는 과정을 제시하였다. 이 시스템은 과수 농가에서 수집된 환경 데이터와 기상청 API를 통한 날씨 정보를 통합하여, 농작물의 생육 조건을 예측하고 물 및 비료 공급량을 산정하는 기능을 제공한다. RNN 기반의 딥러닝 모델은 TensorFlow와 Keras를 사용하여 구축되었으며, 이를 통해 데이터의 시계열 분석과 함께 군집화 및 회귀 분석이 수행되었다.

또한, 모바일 애플리케이션을 통해 농장 관리자는 실시간 데이터 모니터링과 AI 예측을 바탕으로 한 의사결정 지원을 받을 수 있도록 설계하였다. 결론적으로, 이 시스템은 농업 생산성을 향상시키고 자원을 최적화하며, 변화하는 기후 조건에 효과적으로 대응할 수 있도록 지원하는데 기여할 것으로 기대되며, 향후 이 연구는 지속 가능한 농업 관리 방안을 제공할 수 있는 기반을 마련하고자 업데이트를 진행할 계획이다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 지역지능화혁신인재양성사업입입(IITP-2024-2020-0-01489)

### 참고 문헌

- [1] 반기성, “기후변화가 가져오는 식량위기... 예측과 대응은?”, YTN사이언스, 2023 (<https://science.ytn.co.kr/program/view.php?mcd=0082&key=202309121630242005>)
- [2] 김창길, 박현태, 이상민, 주현정, 권호상, 로버트멘델존, “기후변화에 따른 농업부문 영향 분석”, 한국농촌경제연구원, pp. 1-173, 2008
- [3] 김명현, “기후변화가 농산물에 끼치는 영향”, 참여연대, 2020 (<https://www.peoplepower21.org/magazine/1735464>)
- [4] 여현, 양종열, 주혜진, 류종길, 김현준, 김승재, 박주영, “노지분야 ICT 융복합 장비규격 및 서비스 요구사항 - 제 2부 스마트 과수원”, TTA, 2019, TTA.KO-10.1174-part1
- [5] 최영환, 윤동원, “5GHz 비 면허 대역에서 LTE-LAA와 WLAN 공존 망 성능 분석”, 전기정보통신기술논문집, pp.1-69, 2016 (<https://scholarworks.bwise.kr/hanyang/handle/2021.sw.hanyang/194382>)