

제주특별자치도 농업기술원 - 원예연구과 AI 자동화 계획서

1. 부서 현황 분석

주요 업무

- 감귤 품종 개발 및 재배기술 연구
- 아열대 과수 도입 및 적응성 연구
- 시설원예 최적화 기술 개발
- 원예작물 병해충 방제 연구
- 토양 개량 및 시비 기술 연구
- 수확 후 처리 및 저장 기술 개발
- 원예작물 품질 평가 및 분석
- 농업인 기술 지도 및 교육

직원별 현재 업무 및 자동화 대상

과장 (1명)

- 현재 업무: 연구과 총괄, 연구 기획, 대외 협력
- 자동화 대상:
 - 원예 연구 통합 현황 대시보드 실시간 모니터링
 - 연구 성과 분석 및 차기 연구 방향 자동 제안
 - 연구 예산 효율성 분석 및 배분 최적화
 - 국내외 원예 연구 동향 분석 및 정책 수립

감귤연구팀장 (1명) + 감귤연구팀원 (5명)

- 현재 업무: 감귤 품종 개발, 재배기술 연구, 생산성 향상 기술
- 자동화 대상:
 - 감귤 생육 상태 실시간 모니터링 및 진단
 - 감귤 품질 자동 분석 및 등급 판정
 - 최적 수확 시기 예측 및 알림
 - 감귤 병해충 조기 감지 및 방제 계획

시설원예팀장 (1명) + 시설원예팀원 (4명)

- 현재 업무: 시설원예 환경 제어, 에너지 절약 기술, 생산성 향상
- 자동화 대상:
 - 시설 내 환경 자동 제어 및 최적화
 - 작물별 생육 단계 자동 진단
 - 에너지 사용량 최적화 및 절약 방안
 - 시설원예 생산성 예측 및 개선 방안

병해충방제팀장 (1명) + 병해충방제팀원 (3명)

- 현재 업무: 병해충 발생 조사, 방제 기술 개발, 농약 잔류 분석
- 자동화 대상:
 - 병해충 발생 예측 및 조기 경보
 - 이미지 분석 기반 병해충 자동 진단
 - 최적 방제 시기 및 방법 자동 제안
 - 농약 사용량 최적화 및 잔류 예측

토양연구팀장 (1명) + 토양연구팀원 (3명)

- 현재 업무: 토양 분석, 시비 기술 개발, 토양 개량 연구
- 자동화 대상:
 - 토양 상태 실시간 모니터링 및 분석
 - 작물별 최적 시비 계획 자동 생성
 - 토양 개량 효과 예측 및 평가
 - 정밀농업 기반 토양 관리 시스템

품질분석팀장 (1명) + 품질분석팀원 (2명)

- 현재 업무: 원예작물 품질 분석, 성분 분석, 안전성 검사
- 자동화 대상:
 - 비파괴 품질 분석 및 자동 등급 판정
 - 성분 분석 결과 자동 해석 및 평가
 - 품질 기준 준수 여부 자동 검증
 - 품질 향상 방안 자동 제안

2. AI 자동화 대상 업무별 계획

A. 스마트 감귤 연구 및 관리 시스템

현재 문제점

- 감귤연구팀 5명이 200ha 시험포장 관리로 업무 과중
- 육안 관찰 중심의 생육 진단으로 객관성 부족
- 품질 평가의 주관적 판단 및 시간 소요
- 수확 적기 판단의 어려움 및 손실 발생

AI 자동화 방안

DeepSeek R1 활용:

- 드론 및 고정 카메라를 통한 감귤 생육 실시간 모니터링
- 감귤 과실 크기, 색상, 당도 자동 측정 및 분석
- 병해충 발생 자동 감지 및 확산 예측
- 최적 수확 시기 예측 및 품질 등급 자동 판정

Qwen3 Fine-tuning:

- 제주도 감귤 품종별 특성 및 재배 환경 학습
- 기후 변화에 따른 감귤 생육 패턴 분석
- 감귤 품질 향상을 위한 최적 재배 기술
- 감귤 수출 품질 기준 및 관리 방안

구현 절차

1. 감귤 생육 모니터링 시스템 구축 (5개월)

- **1개월차: 모니터링 인프라 구축**
 - 시험포장 내 IoT 센서 네트워크 설치
 - 토양 수분, 온도, pH, 영양분 실시간 측정
 - 기상 관측소 및 미기후 모니터링 시스템
 - 드론 자동 비행 시스템 및 영상 수집
- **2개월차: 생육 진단 AI 모델 개발**
 - 드론 영상 기반 나무별 생육 상태 분석
 - 잎 색깔 변화를 통한 영양 상태 진단
 - 꽃 개화량 및 착과량 자동 계수
 - 가지 생장량 및 수형 변화 추적
- **3개월차: 과실 품질 분석 시스템**
 - 근적외선 분광 기반 당도 비파괴 측정
 - 과실 크기 및 모양 자동 측정
 - 과피 색상 분석을 통한 성숙도 판정
 - 과실 내부 품질 예측 모델 개발
- **4개월차: 병해충 진단 시스템**
 - 잎과 과실의 병해충 증상 자동 감지
 - 병해충 종류 및 발생 단계 자동 분류
 - 피해 정도 정량화 및 확산 예측
 - 방제 적기 및 방법 자동 제안
- **5개월차: 통합 관리 플랫폼**
 - 감귤 생산 전 과정 통합 모니터링
 - 실시간 데이터 시각화 대시보드
 - 이상 상황 자동 알림 시스템
 - 농업인 대상 모바일 서비스

2. 수확 최적화 및 품질 관리 시스템 (4개월)

- **1개월차: 수확 적기 예측 모델**
 - 품종별 최적 수확 시기 예측 알고리즘
 - 기상 조건을 고려한 수확 스케줄 최적화
 - 수확량 예측 및 출하 계획 지원
 - 수확 작업 효율성 분석

- **2개월차: 자동 선별 시스템**
 - 컴퓨터 비전 기반 감귤 자동 선별
 - 크기, 모양, 색상별 등급 자동 분류
 - 결점과 자동 감지 및 제거
 - 포장 단위별 품질 균일성 관리
- **3개월차: 저장 및 유통 관리**
 - 저장 중 품질 변화 예측 모델
 - 최적 저장 조건 자동 제어
 - 유통 단계별 품질 추적 시스템
 - 유통기한 예측 및 관리
- **4개월차: 품질 보증 시스템**
 - 출하 전 품질 검사 자동화
 - 안전성 검사 결과 자동 분석
 - 품질 보증서 자동 발급
 - 이력 추적 시스템 연동

직원별 업무 변화

감귤연구팀장:

- 기존: 시험포장 관리 및 연구 계획 (주 38시간)
- 변화: AI 분석 결과 기반 연구 전략 수립 (주 28시간)

감귤연구팀원 5명:

- 기존: 현장 조사 및 데이터 수집 (1명당 주 40시간)
- 변화: AI 지원 정밀 연구 및 분석 (1명당 주 30시간)

기대효과

- 생육 모니터링 효율성 80% 향상
- 품질 평가 정확도 60% 개선
- 수확량 예측 정확도 45% 향상
- 연구 데이터 품질 및 양 3배 증가

B. 지능형 시설원에 관리 시스템

현재 문제점

- 시설원예팀 4명이 30개 시설하우스 관리
- 시설 내 환경 제어의 경험 의존적 운영
- 에너지 사용량 최적화 어려움
- 작물별 최적 환경 조건 설정의 복잡성

AI 자동화 방안

DeepSeek R1 활용:

- 시설 내 환경 데이터 실시간 분석 및 자동 제어
- 작물 생육 단계별 최적 환경 조건 자동 설정
- 에너지 사용량 패턴 분석 및 절약 방안 도출
- 시설원에 생산성 예측 및 최적화

Qwen3 Fine-tuning:

- 제주도 기후 특성을 고려한 시설원에 관리
- 아열대 작물 재배 환경 최적화 기술
- 시설원에 에너지 절약 및 친환경 재배
- 고품질 원예작물 생산 기술 체계

구현 절차

1. 스마트 환경 제어 시스템 (4개월)

- 1개월차: 환경 모니터링 시설 구축
 - 온도, 습도, CO2, 광량 실시간 센서 설치
 - 토양 환경 모니터링 시스템 구축
 - 시설별 미기후 분석 및 특성 파악
 - 무선 통신 네트워크 및 데이터 수집
- 2개월차: 자동 제어 시스템 개발
 - 환경 조건 자동 제어 알고리즘 개발
 - 작물별 최적 환경 설정 자동화
 - 기상 예보 연동 사전 제어 시스템
 - 비상 상황 대응 자동 제어
- 3개월차: 생육 관리 시스템
 - 작물 생육 단계 자동 진단
 - 생육 상태에 따른 환경 조건 자동 조정
 - 관수 및 시비 자동 제어
 - 병해충 발생 위험도 평가
- 4개월차: 통합 관리 플랫폼
 - 다중 시설 통합 모니터링
 - 실시간 알림 및 대응 시스템
 - 모바일 기반 원격 제어
 - 데이터 분석 및 리포트 생성

2. 에너지 최적화 시스템 (3개월)

- 1개월차: 에너지 사용 패턴 분석
 - 시설별 에너지 사용량 실시간 모니터링
 - 시간대별, 계절별 사용 패턴 분석

- 에너지 효율성 평가 지표 개발
- 절약 가능성 분석 및 목표 설정
- **2개월차: 에너지 절약 시스템**
 - AI 기반 냉난방 최적 제어
 - 조명 시스템 자동 조절
 - 환기 시스템 효율성 최적화
 - 신재생 에너지 활용 최적화
- **3개월차: 비용 절감 분석**
 - 에너지 비용 절감 효과 분석
 - 투자 대비 효과 분석
 - 에너지 절약 기술 개발
 - 친환경 인증 지원 시스템

직원별 업무 변화

시설원예팀장:

- 기존: 시설 환경 관리 및 연구 (주 36시간)
- 변화: AI 기반 시설원예 기술 개발 (주 26시간)

시설원예팀원 4명:

- 기존: 시설 관리 및 환경 조절 (1명당 주 38시간)
- 변화: AI 지원 연구 및 기술 개발 (1명당 주 28시간)

기대효과

- 시설 관리 효율성 70% 향상
- 에너지 사용량 25% 절감
- 작물 생산성 35% 증가
- 환경 제어 정확도 50% 개선

C. 병해충 통합 관리 시스템

현재 문제점

- 병해충방제팀 3명이 광범위한 조사 및 방제 업무
- 병해충 발생 예측의 어려움
- 농약 사용량 최적화 어려움
- 새로운 병해충 발생 시 신속한 대응 한계

AI 자동화 방안

DeepSeek R1 활용:

- 이미지 인식 기반 병해충 자동 진단
- 기상 데이터 기반 병해충 발생 예측
- 최적 방제 시기 및 방법 자동 결정

- 농약 저항성 관리 및 방제 전략 수립

Qwen3 Fine-tuning:

- 제주도 주요 원예작물 병해충 특성 학습
- 친환경 방제 기술 및 생물학적 방제법
- 기후변화에 따른 병해충 발생 양상 변화
- 농약 안전 사용 기준 및 잔류 관리

구현 절차

1. 병해충 진단 시스템 (4개월)

- 1개월차: 이미지 데이터 수집 및 분석
 - 주요 병해충 이미지 데이터베이스 구축
 - 병해증상별 분류 및 라벨링
 - 현미경 이미지 자동 분석 시스템
 - 포장 상태 병해충 진단 모델
- 2개월차: AI 진단 모델 개발
 - 컴퓨터 비전 기반 병해충 분류 모델
 - 발생 단계별 진단 정확도 향상
 - 복합 감염 진단 알고리즘
 - 새로운 병해충 감지 시스템
- 3개월차: 현장 적용 시스템
 - 모바일 앱 기반 현장 진단 도구
 - 드론 기반 광역 병해충 탐지
 - 실시간 진단 결과 분석
 - 전문가 검증 시스템 연동
- 4개월차: 통합 진단 플랫폼
 - 다양한 진단 도구 통합
 - 진단 이력 관리 및 분석
 - 농업인 대상 진단 서비스
 - 연구 데이터 자동 수집

2. 예측 및 방제 시스템 (3개월)

- 1개월차: 발생 예측 모델
 - 기상 데이터 기반 발생 위험도 예측
 - 지역별 병해충 발생 패턴 분석
 - 조기 경보 시스템 구축
 - 확산 경로 예측 모델
- 2개월차: 방제 계획 수립
 - 최적 방제 시기 자동 결정

- 방제 방법별 효과 예측
- 농약 사용량 최적화
- 방제 비용 효과 분석
- **3개월차: 통합 관리 시스템**
 - 방제 실행 계획 자동 생성
 - 방제 효과 모니터링
 - 저항성 관리 전략 수립
 - 친환경 방제 기술 개발

직원별 업무 변화

병해충방제팀장:

- 기존: 병해충 조사 및 방제 계획 (주 35시간)
- 변화: AI 기반 방제 전략 개발 (주 25시간)

병해충방제팀원 3명:

- 기존: 현장 조사 및 방제 작업 (1명당 주 38시간)
- 변화: AI 지원 정밀 방제 및 연구 (1명당 주 28시간)

기대효과

- 병해충 진단 정확도 85% 향상
- 방제 비용 30% 절감
- 농약 사용량 40% 감소
- 방제 효과 50% 개선

D. 정밀 토양 관리 시스템

현재 문제점

- 토양연구팀 3명이 광범위한 토양 분석 업무
- 토양 분석 결과 해석의 전문성 요구
- 시비 계획 수립의 복잡성
- 토양 개량 효과 평가의 장기성

AI 자동화 방안

DeepSeek R1 활용:

- IoT 센서 기반 토양 상태 실시간 모니터링
- 토양 분석 결과 자동 해석 및 개선 방안 제시
- 작물별 최적 시비 계획 자동 생성
- 토양 개량 효과 예측 및 평가

Qwen3 Fine-tuning:

- 제주도 토양 특성 및 화산회토 관리 기술

- 작물별 양분 요구량 및 시비 기술
- 유기물 시용 및 토양 개량 효과
- 친환경 토양 관리 및 지속가능한 농업

구현 절차

1. 토양 모니터링 시스템 (4개월)

- 1개월차: 토양 센서 네트워크 구축
 - pH, EC, 질소, 인산, 칼리 실시간 측정
 - 토양 수분 및 온도 모니터링
 - 유기물 함량 및 미생물 활성 측정
 - 무선 센서 네트워크 구축
- 2개월차: 토양 데이터 분석 시스템
 - 토양 분석 결과 자동 해석
 - 토양 등급 및 비옥도 자동 평가
 - 양분 불균형 진단 시스템
 - 토양 문제점 자동 진단
- 3개월차: 시비 계획 자동 생성
 - 작물별 생육 단계 고려 시비 계획
 - 토양 조건에 따른 비료 종류 선택
 - 시비량 및 시비 시기 최적화
 - 시비 효과 예측 모델
- 4개월차: 통합 토양 관리
 - 토양 이력 관리 시스템
 - 토양 개량 계획 수립
 - 지속가능한 토양 관리 전략
 - 농업인 토양 관리 지원

2. 정밀농업 시스템 (3개월)

- 1개월차: 변량 시비 시스템
 - GPS 기반 포장 내 위치별 토양 관리
 - 변량 시비 장비 연동 시스템
 - 시비 효율성 극대화 알고리즘
 - 시비 비용 절감 효과 분석
- 2개월차: 토양 개량 관리
 - 토양 개량제 선택 및 사용량 결정
 - 토양 개량 효과 모니터링
 - 장기 토양 개량 계획 수립
 - 토양 건강성 평가 시스템

- **3개월차: 통합 관리 플랫폼**
 - 정밀농업 데이터 통합 관리
 - 농업인 대상 토양 관리 서비스
 - 토양 관리 효과 분석 리포트
 - 연구 데이터 자동 수집 분석

직원별 업무 변화

토양연구팀장:

- 기존: 토양 분석 및 연구 계획 (주 34시간)
- 변화: AI 기반 토양 관리 기술 개발 (주 24시간)

토양연구팀원 3명:

- 기존: 토양 채취 및 분석 (1명당 주 36시간)
- 변화: AI 지원 정밀 연구 및 기술 개발 (1명당 주 26시간)

기대효과

- 토양 분석 효율성 **75%** 향상
- 시비 정확도 **60%** 개선
- 비료 사용량 **25%** 절감
- 토양 개량 효과 **40%** 증대

E. 자동화 품질 분석 시스템

현재 문제점

- 품질분석팀 2명이 다양한 원예작물 품질 분석
- 분석 장비 운영의 전문성 요구
- 분석 결과 해석 및 평가의 시간 소요
- 품질 기준 설정 및 관리의 복잡성

AI 자동화 방안

DeepSeek R1 활용:

- 분석 장비 자동 운영 및 데이터 수집
- 분석 결과 자동 해석 및 품질 평가
- 품질 기준 자동 설정 및 업데이트
- 품질 향상 방안 자동 제안

Qwen3 Fine-tuning:

- 제주산 원예작물 품질 특성 및 기준
- 수출용 원예작물 품질 관리 기술
- 기능성 성분 분석 및 활용 방안
- 안전성 검사 및 인증 시스템

구현 절차

1. 자동 분석 시스템 (3개월)

- 1개월차: 분석 장비 자동화
 - 분석 장비 자동 운영 시스템 구축
 - 시료 전처리 자동화 장비 도입
 - 분석 조건 자동 설정 시스템
 - 분석 결과 자동 수집 및 저장
- 2개월차: 결과 해석 시스템
 - 분석 결과 자동 해석 알고리즘
 - 품질 등급 자동 판정 시스템
 - 기준 초과 항목 자동 감지
 - 이상 결과 자동 재검 시스템
- 3개월차: 통합 분석 플랫폼
 - 다양한 분석 장비 통합 관리
 - 분석 이력 관리 시스템
 - 품질 데이터 통계 분석
 - 분석 보고서 자동 생성

2. 품질 관리 시스템 (2개월)

- 1개월차: 품질 기준 관리
 - 작물별 품질 기준 자동 설정
 - 시장 요구도 반영 기준 업데이트
 - 품질 기준 준수 여부 자동 확인
 - 품질 인증 지원 시스템
- 2개월차: 품질 향상 지원
 - 품질 문제점 자동 진단
 - 품질 향상 방안 자동 제안
 - 재배 기술 개선 권고 사항
 - 품질 관리 교육 자료 생성

직원별 업무 변화

품질분석팀장:

- 기존: 품질 분석 및 평가 (주 32시간)
- 변화: AI 기반 품질 관리 체계 구축 (주 22시간)

품질분석팀원 2명:

- 기존: 분석 업무 및 결과 해석 (1명당 주 35시간)
- 변화: AI 지원 고도 분석 및 연구 (1명당 주 25시간)

기대효과

- 분석 효율성 80% 향상
- 분석 정확도 30% 개선
- 품질 관리 비용 40% 절감
- 품질 기준 준수율 95% 달성

3. 통합 시스템 아키텍처

기술 스택

- AI 플랫폼: DeepSeek R1 + Fine-tuned Qwen3
- IoT 플랫폼: AWS IoT + LoRa/5G 통신
- 데이터 처리: Apache Kafka + Spark Streaming
- 컴퓨터 비전: OpenCV + TensorFlow
- 모바일: Flutter + PWA
- 시각화: D3.js + Chart.js

데이터 통합 및 보안

- 연구 데이터 통합 관리 및 버전 관리
- 연구 성과 지식재산권 보호
- 농업인 데이터 개인정보 보호
- 연구 데이터 품질 관리 및 검증

4. 도입 일정

1단계: 감귤 및 시설원에 시스템 (9개월)

- 감귤 생육 모니터링 및 품질 관리 시스템
- 시설원에 환경 제어 및 에너지 최적화
- 기본 데이터 수집 및 AI 모델 학습

2단계: 병해충 및 토양 관리 시스템 (7개월)

- 병해충 진단 및 방제 시스템 구축
- 정밀 토양 관리 시스템 개발
- 품질 분석 자동화 시스템 구축

3단계: 통합 운영 및 고도화 (4개월)

- 시스템 통합 및 최적화
- 농업인 서비스 확대
- 성과 분석 및 시스템 개선

5. 성과 지표 (KPI)

정량적 지표

- 연구 효율성: 75% 향상
- 데이터 수집량: 10배 증가
- 분석 정확도: 50% 개선
- 연구 기간: 40% 단축

정성적 지표

- 연구 품질 향상 및 객관성 확보
- 농업인 기술 지원 서비스 강화
- 국제 경쟁력 있는 연구 성과 창출
- 스마트 농업 기술 실용화 촉진

6. 연계 효과

농업기술원 내 연계

- 친환경연구과와 데이터 공유
- 농산물원종장과 품종 정보 연계
- 감귤육종센터와 품종 개발 협력
- 각 농업기술센터와 기술 이전

시너지 효과

- 제주 원예농업 경쟁력 강화
- 수출 농업 품질 관리 체계 구축
- 기후변화 대응 농업 기술 개발
- 지속가능한 농업 시스템 구축

작성일: 2025년 6월 26일