

# AI/로봇 자동화 시스템 기반 스마트 농식품 유통 물류 시스템 설계

최현오, 여현, 이명훈\*

\*순천대학교

wishind@scnu.ac.kr, yhyun@scnu.ac.kr, \*leemh777@scnu.ac.kr

## Design of smart distribution logistics system based on AI/robot automation systemsystem design

Choe Hyeon O, Yoe Hyun, Lee Meong Hun\*

\*Sunchon National Univ.

### 요 약

최근 농업환경 및 시장의 변화에 따라 농식품 유통에 품질측정 및 선별 시스템의 수요는 크게 증가하고 있다, 기존 물류 업체 현장과는 다름으로 물류 업체의 시스템과 솔루션을 그대로 반영하기에는 어려움이 있다. 특히 최근 저가 제품을 내세운 중국 업체들의 진출로 국내 시장은 더욱 큰 위협을 받고 있는 상황이다. 본 논문에서는 농식품 유통의 입고부터 출하까지 모든 과정을 AI와 로봇을 적용하여 스마트 유통 물류 시스템을 설계하고자 한다. 농작물의 입고부터 출하까지 전 물류 공정은 모니터링 관제를 통해 데이터화하며, 모든 공정 간 이송은 AMR 솔루션을 적용하였다. AI 이미지 학습 기반 품질선별 알고리즘을 적용한 선별 시스템으로 품질을 분류하고, 농작물의 선별은 모두 병렬형 선별 로봇과 자동화 시스템으로 진행된다. 본 시스템을 도입한다면 물류 공간 및 인원의 효율적인 운영과 함께 재고 부담을 최소화하고, 물류 창고의 결품과 분실로 인한 매출 차질과 손실을 최소화하고 재고 보유 기간과 비용 절감을 기대할 수 있다.

### I. 서론

최근 농업환경 및 시장의 변화에 따라 농식품 유통에 품질측정 및 선별 시스템의 수요는 크게 증가하고 있다, 국내 농식품 종합유통센터는 유통센터의 규모 및 물류 흐름 등이 기존 물류 업체 현장과는 다름으로 물류 업체의 시스템과 솔루션을 그대로 반영하기에는 어려움이 있다[1]. 일부 시스템을 적용하고 있는 곳에서도 대다수 해외 기업이 국내 시장을 독점하고 있으며, 특히 최근 저가 제품을 내세운 중국 업체들의 진출로 국내 시장은 더욱 큰 위협을 받고 있는 상황이다[2].

이에 AMR 솔루션을 사용하는 물류 현장의 특성을 반영하여 농식품 산지 종합유통센터 내에서 물류 이송 시간 단축 및 작업 효율의 향상을 위해 동적 환경에서도 강한 자율주행 기술을 적용한 스마트 유통 물류 시스템 연구가 필요하다[3]. 따라서 본 논문은 농식품 유통의 입고부터 출하까지 모든 과정을 AI와 로봇을 적용하여 스마트 유통 물류 시스템을 설계하고자 한다.

본 논문의 2장에서는 AI 이미지 기반 농작물 선별 시스템과 국내 유통 물류센터 디지털 플랫폼 기술을 조사하였다. 그리고 3장에서는 AI 및 로봇을 기반으로 스마트 농식품 유통 물류 시스템을 설계하였고, 마지막으로 4장에서 본 연구의 기대효과 및 활용 방안에 관해 서술하였다.

### II. 관련연구

#### II-1. AI 이미지 기반 농작물 선별 시스템

기존의 작물 상태 측정법은 작물에 손상을 주고 시간과 노동력을 많이 필요로 하는 방법으로, 가시적으로 작물의 이상 증후를 확인 시 적절한 대처방안의 시기를 놓치게 되는 경우가 발생한다. 국내의 경우 작물을 선별하기 위해 근적외선을 이용한 과일의 당도선별 기술과 분광 카메라를 적용한 작물

선별 시스템을 선별기에 사용하고 있음

근적외선의 경우 국내에서 주로 사용되고 있는 분야는 대부분이 과채류로서 감귤, 사과, 수박 등 선별기에 비파괴 품질검사가 시행되고 있으나 대부분 근적외선만을 과일에 투과해 얻은 검정선으로 예측모델을 개발해 사용하고 있다. RGB 이미지는 겉모양이나 색상, 형태에 관한 분석을 시행할 수 있지만 내부 품질을 파악하기 어렵고 전체 스펙트럼을 획득하는데 한계가 있다. 하지만 분광 기술은 농식품 성분의 정량분석이나 품질 등급 판별에 활용되고 있는 기술로 형상에 영향을 받지 않고 내부 품질 및 상태를 비파괴적으로 측정 분석할 수 있다[4].

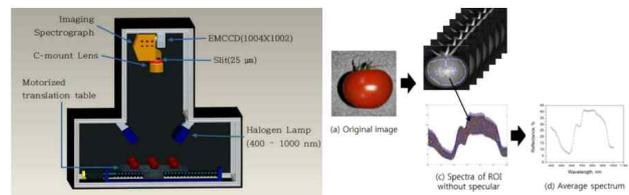


그림 1 분광 이미지 측정 및 분광이미지 추출 프로세스

Fig 1. Spectral image measurement and spectral image extraction process

#### II-2. 국내 유통 물류센터 디지털 플랫폼

청주시는 코로나19로 인한 소비자 방문 감소, 민간 농산물 배송업체의 온라인을 통한 거래 비중이 높아지면서 도매시장 경쟁력 축소, 2025년 외곽 지역으로 현재의 도매시장이 이전함에 따라 구매자의 시간과 교통비용의 증가 및 소비자 접근성 악화 등에 대응하기 위해 청주 도매시장 디지털 물류 플

플랫폼을 개발할 계획 세웠다. 도매시장 거래 방식을 현재의 아날로그에서 디지털 방식으로 전환하고, 데이터 수집·분석·공동활용체계 구축, 규모의 경제를 활용한 도매시장 농산물 물류 개선을 추진했다[5].



자료: 청주시 2021.

그림 2 청주시 도매시장 디지털 물류 플랫폼 구성도 관리 시  
Fig 2. Cheongju City Wholesale Market Digital Logistics Platform Configuration

### III. 시스템 설계

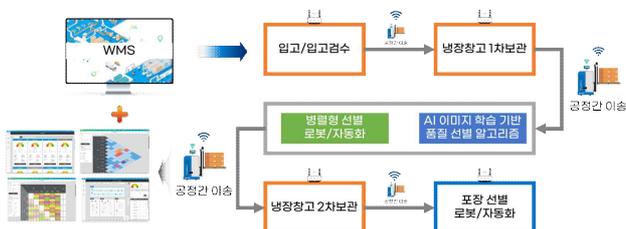


그림 3 AI/로봇 자동화 시스템 기반 스마트 농식품 유통 물류 시스템  
Fig 3. AI/robot automation-based smart agricultural food distribution logistics system

본 논문에서는 제안하는 시스템 구성도는 그림 3과 같다. 농작물을 농가에서 출하하여 각 지역 조합 유통 물류 창고로 이송한다. 이후 대규모 유통창고에 입고한다. 입고부터 출하까지 전 물류 공정은 모니터링 관제를 통해 데이터화하며, 모든 공정간 이송은 AMR 솔루션을 적용하였다.

농작물의 입고 및 검수를 마친면 1차 냉장창고에서 선별을 위해 대기하며, 품목별로 구분된다. 농작물이 품질선별장에 들어오면 그림 4와 같이 AI 이미지 학습 기반 품질선별 알고리즘을 적용한 선별 시스템으로 품질을 분류하게 된다.

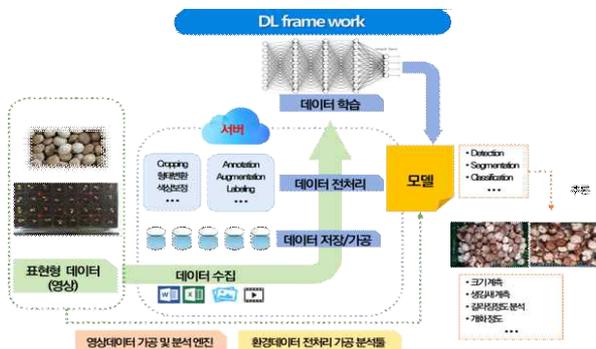


그림 4 AI 이미지 학습 기반 품질선별 알고리즘 구성도

Fig 4. AI image learning-based quality selection algorithm configuration diagram

농작물의 선별은 모두 병렬형 선별 로봇과 자동화 시스템으로 진행된다.

품질 선별이 끝나면 출하 기간에 맞춰 2차 냉장보관하고, 출하 포장장에서 포장 선별 로봇 자동화 시스템을 거쳐 출하까지 진행된다.

본 설계를 기반으로 현지 유통센터 운영 기반 자동화 요소 및 기능 리스트 분석, 요구사항 도출하였고, 유통센터 운영 프로세스 및 스마트 공정 적용 요소 또한 분석하였다. 타 분야 유통센터의 자동화 기술에 대비 기술 적용이 늦은 농수산물에 대한 첨단 기술 적용 시기가 매우 빨라질 것으로 판단된다. 수작업으로 진행되던 유통 작업 공정 및 데이터베이스 관리가 강력한 IT와 운영 시스템으로 데이터의 투명화가 가능하여 실패 및 로스에 대한 기회비용을 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

### IV. 결론

본 논문에서는 AI 및 로봇을 농식품 유통 물류센터에 적용하여 유통 물류 자동화 시스템을 설계하였다. AI 이미지 분석을 통해 입고된 농작물의 품질을 선별하였고, 모든 이동 과정간 AMR 솔루션으로 신속 정확하게 모든 공정을 진행하도록 하였다. 기존 자동 분류시스템에서 검출하지 못한 품질 이상을 선별할 수 있으며, 운반/적재, 자동 선별 포장 관리 및 출하 등의 작업의 대부분을 작업자에 의존함으로써 인한 과도한 노동 부하를 자동화 시스템으로 대체하였다. 이러한 방법을 통해 물류 공간 및 인원의 효율적인 운영과 함께 재고 부담을 최소화하고, 물류창고의 결품과 분실로 인한 매출 차질과 손실을 최소화하고 재고 보유 기간과 비용 절감을 기대할 수 있다.

향후 본 논문의 시스템을 구현화 하여 통합 유통 물류 프로세스 시스템에 연동하는 방안으로 발전하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터사업의 연구결과로 수행되었음" (RS-2024-00259703)

### 참고 문헌

- [1] 김종훈, 정진용, 권기혁, 강주선. "농식품 물류관리를 위한 UHF 대역의 게이트형 RFID 시스템 개발," 한국농업기계학회지, vol. 33, no. 3, pp. 204-209, 2008.
- [2] 김동욱. "대중국 농식품 수출확대 지원체계 구축방안 연구." 국내석사학위논문 동국대학교, 2015. 서울
- [3] 신행봉, 차보남, "공정 자동화를 위한 싱글 휠 드라이브 모바일 로봇의 견실제어에 관한 연구," 한국산업융합학회 논문집, vol. 19, no. 2, pp. 81-87, 2016.
- [4] 김대용, 모창연, 강점순, 조병관, "가시광 및 근적외선 투과분광법을 이용한 감염 씨감자 온라인 선별시스템 개발," 비파괴검사학회지, vol. 35, no. 1, pp. 1-11, 2015.
- [5] 최재성, 정은. "디지털 물류서비스 실증 지원사업-사업관리 및 운영," 국토교통부, 2021