

Robots Can Now Choose Good Strawberries and Package Them

# 딸기 선과 · 팩 포장을 로봇으로 실현

마쓰우라 / (주)야스가와 전기 이사 기술개발 본부 아그리 메카트로닉스 개발부 부장  
 코사키 / 기술개발본부 아그리 메카로닉스 개발부

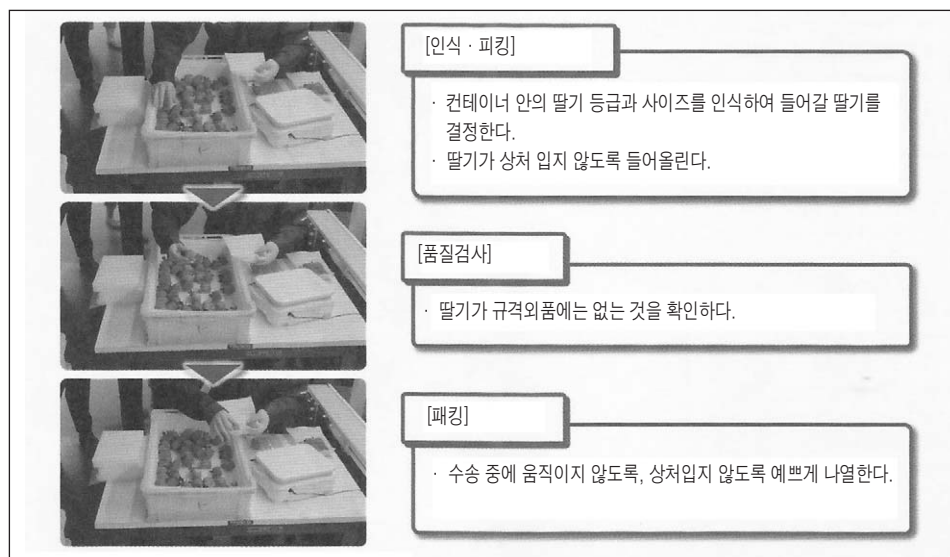
## 1. 도입

현재 농업 취업인구의 과반수가 65세 이상이 되어 금후 한층 고령화, 농업종사자의 대폭 감소가 예상되는 가운데 지역 농업 · 사회를 유지 · 발전시키기 위해서는 식품 산업이나 농업 분야에서 일어나는 생산 · 가공작업의 경감, 또는 안전한 농축산물의 공급 체제가 갖춰져야 한다.

이를 위해 당사는 로봇이나 모션 기술을 베이스로 농업현장의 개발을 계획하여 노동력 부족의 해결이나 현장노동의 작업경감, 생산성 향상 등을 추진하여 새로운 사업 모델을 창조하는 것으로 일본 농업의 발전과 음식의 안정공급을 추진한다.

이번 호에서는 딸기(아마오우)의 선과 및 팩포장 작업의 로봇 AI 자동화 대책을 소개한다.

[그림 1] 딸기 선과 공정에 대하여



[사진 1] 딸기 선과 로봇



**[과제]**

현재, 딸기의 생산은 생산 면적의 감소 뿐만 아니라 후의 선과에 있어서 딸기의 형태식별(딸기의 형상 등에 의한 동등 분류), 품질 검사(상처, 벌레 먹음 등), 또한 팩포장 등의 공정이 있어, 작업자의 숙련도에 의존하고 있는 현상이다.

구체적으로는 [그림 1]에 나타난 것과 같이 각 공정에서 작업자에 의한 판단이 필요하며 인력 부족이나 숙련도에 의해 생산성이 달라진다고 한다. 게다가 추확 후 신선한 상태에서 출하 등의 스피드감도 필요하다.

**1. 선과 로봇**

**1-1. 개요**

선과장에서는 컨테이너에 포장된 딸기를 받아서 작업자가 하역한 컨테이너 안의 딸기를 팩에 포장하는 작업(이후 팩 포장 작업으로 칭한다)을 행하고 있다.

본 작업은 컨테이너 안의 딸기의 등급과 사이즈(중량)를 육안으로 판별하여 결정한다. 규정 중량을 만족하도록 팩에 포장하는 것이다. 팩 포장된 딸기는 후공정으로 랩핑 및 상자 포장되어 출하되어 점두에 진열된다. 당사는 선과장에 있어서 이러한 일련의 공정 가운데 현재 팩 포장 작업의 자동화를 목적으로 [사진 1]에 나타난 것과 같이 선과 로봇의 개발에 착수하고 있다.

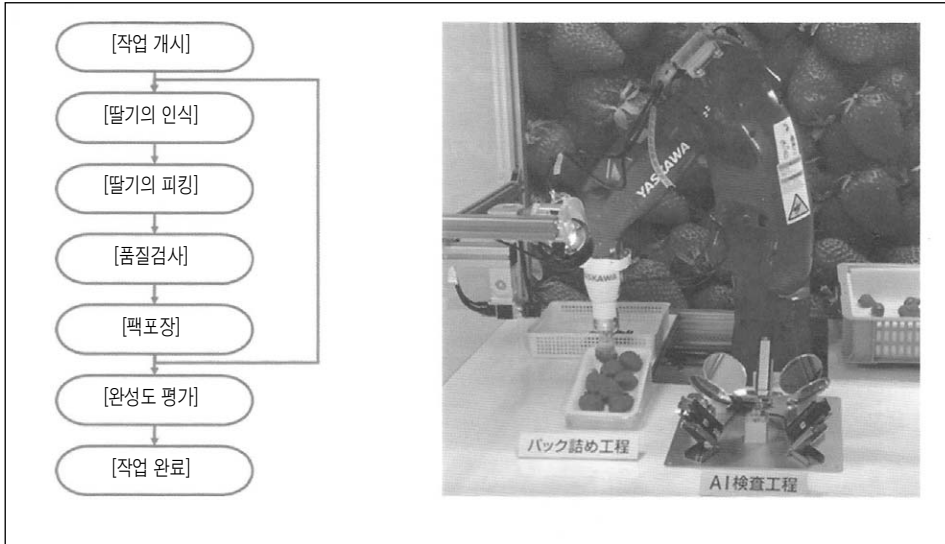
**1-2. 팩 포장 공정**

팩 포장 작업을 로봇이 행할 때의 동작 플로를 [그림 2]에 나타내었다. 선과 로봇은 작업자가 육안으로 행하고 있던 등급이나 사이즈(중량)의 판단(판별·추정)과 진열의 평가를 AI로 추론하여 미관상 좋은 팩에 딸기를 포장한다.

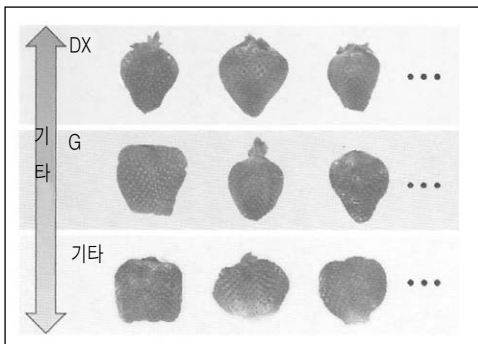
또한 팩에 포장하기 전에 딸기 전주위의 품질 검사를 행하여 규격품 외에는 혼입되지 않도록 확인한다.

각 공정의 상세는 1-2-1~1-2-4 항에 나타냈다.

[그림 2] 산과 로봇에 의한 팩 포장 과정



[그림 3] 딸기의 과형 기준 (과형의 좋음)



1-2-1. 딸기 인식

딸기의 인식공정에서는 팩에 포장하는 딸기의 등급과 사이즈가 골고루 되도록 각각의 등급 및 사이즈(중량)를 판별한다.

[그림 3]에 나타난 바와 같이 딸기의 등급은 과형에 의해 결정되고 있으며 등급이 높은 것에서 [DX], [G] 등으로 분류된다. 등급 당으로 팩을 나누므로 컨테이너에서 로봇이 픽하기 전에 AI로 각 딸기의 등급을 판별하고 있다.

딸기를 포장한 후, 팩 전체의 중량은 출하 규격 가운데 정해져 있어 여러 개의 딸기를 포장한 결과의 팩 중량이 규격에 맞도록 컨테이너에서 픽하기 전에 각각의 딸기의 중량을 AI로봇으로 추정하는 기술을 개발하고 있다.

[그림 4] 품질검사 대상의 예

곰팡이		광택없음	
충해		과숙	
병해		착색이상	
상처		기형	
열과		비뿔어짐	

1-2-2. 딸기 선과

등급 판별의 결과와 추정된 각각의 딸기의 중량으로 본 공정에서는 우선 같은 팩

World Packaging

에 포장할 딸기 조합을 계산한다. 게다가 선별한 조합 가운데서도 각 딸기의 사이즈(중량)에는 제각각이므로 팩에 나열할 때에는 보기 좋게 배치를 계산하여 픽할 순번을 결정한다. 딸기는 부드럽기 때문에 상처입지 않도록 유연한 도구로 접촉의 힘가감을 억제하여 집을 필요가 있다.

### 1-2-3. 품질 검사

품질 검사 공정에서는 규격 외의 품이 섞이지 않도록 딸기 전주위를 검사한다. (그림 4)에 나타난 바와 같이 규격품 외의 품종은 [상처], [곰팡이], [병] 등 10종류 정도 되며 카메라에서 검사할 때에 찍히는 개수나 찍는 방향이 다르므로 AI를 사용해 검사를 한다.

### 1-2-4. 팩 포장 · 완성도 평가

팩 포장 공정에서는 수작업과 동등하게 예쁘게 포장하기 위해 로봇으로 딸기를 하나하나 포장한다. 딸기는 각각의 형태가 다르므로 이미 팩에 포장된 딸기나 팩 전체에 있어서 위치 관계를 카메라로 촬영하여 외관을 AI로 평가하여 놓는 위치를 조정하면서 팩에 포장하도록 로봇을 제어하고 있다.

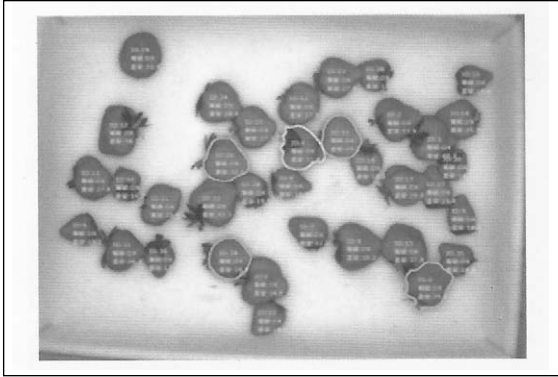
## 2. AI를 이용한 기술 개발

전과 로봇의 실현을 향하여 1,2절에서 설명한 각 공정에서 필요한 요소 기술로써 3항목의 개발을 행하고 있다. 각 기술에 의해 2,1~2,3절에서 각각 설명한다.

### 2-1. 등급 · 사이즈(중량)의 판별

AI를 사용한 등급 판별 및 중량 추정에서는 어느 쪽도 다량의 학습 데이터를 필요로 한다. 실제의 컨테이너 안의 딸기를 활용하여 학습 데이터를 준비할 경우, 딸기 하나하나에 등급과 사이즈(중량)의 라벨을 붙여 작업을 행할 필요가 있으며 상당히 많은 시간을 필요로 한다. 또한 다양한 형태, 사이즈에 대응할 필요가 있으므로 복수의 컨테이너에서 취득한 데이터만으로는 충분한 성능의 AI를 생성하는 것이 어렵다. 여기서 시뮬레이션 기술을 이용해 다시 3D카메라로 촬영하여 데이터화한 딸기를 컨테이너안의 이곳저곳의 위치 · 모양으로 배치하여 형태나 사이즈를 변경하는 것으로 다양한 배리어이션의 학습 데이터를 생성한다. 이렇게 생성된 데이터를 기존의 AI에 학습시켜 등급이나 중량의 추론의 정도를 향상시킨다. 수거된 컨테이너 안의 딸기의 위치나 형태가 통일되어 있지 않으면 같은 딸기라 할지라도 컨테이너 안에서의 위치나 모양에 의해 컨테이너 위에서 카메라

[사진 2] 등급·중량의 추정결과(팩에 포장된 조합을 원으로 표시)



로 촬영 시 다르게 보인다. 시물레이션 기술에 의해 여러 가지 배리에이션의 데이터를 생성하여 그것을 기반으로 학습한 AI기술을 이용하는 것으로 이러한 다양성에 대응하여 보기에 좋은 팩을 만들기 위해서 필요한 딸기의 조합을 고르는 것이 가능하다. 등급 및 중량의 추정결과의 예를 [사진 2]에 나타내었다.

## 2-2. 품질 검사

품질 검사에 있어서도 규격 외가 되는 결함 부위의 보는 방향이 여러 가지라서 AI를 이용하여 검출하고 있다.

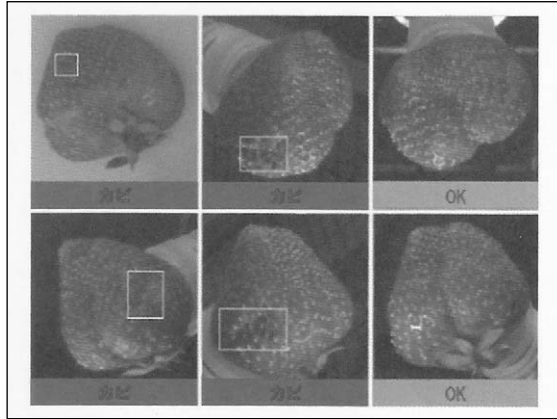
만일 딸기의 규격 외의 품이 컨테이너에 포함된 경우는 팩에 혼입되지 않도록 확실하게 제거할 필요가 있다. 하수된 컨테이너에 있어서 규격 외의 품은 거의 식별되지 않으므로 AI로 학습하기 위한 충분한 데이터를 수집하는 것이 곤란하다. 여기서 품질 검사에 필요한 학습 데이터 준비에서도 시물레이션 기술을 활용하고 있다. 품질검사에서는 당사의 관계회사인 주식회사 에이아이큐브가 개발한 외관 검사용 AI 개발 플랫폼 [Alliom-Vision]으로 제공되고 있는 유의 화상 생성 기능을 활용하는 것으로 데이터 부족을 해결하는 것이 가능하다. 유의 화상 생성 기능에서는 규격 외 품의 결함 부위를 학습하여 합격품 데이터에 학습한 결함 부위를 조합하여 데이터의 증폭을 행하고 있다.

본 기능에 의해 데이터 수를 작은 규격 외의 품에 대하여도 검출 정도가 높은 AI를 개발하는 것이 가능하다. 딸기의 품질 검사에서는 어디에 규격 외가 되는 결함 부위가 존재하는지 모른다. 이를 위해 딸기의 전 주위를 촬영하기 위해서는 복수의 거울을 조합하여 거울을 통해 고른 딸기를 촬영하여 AI에 의한 검사를 행하고 있다. 품질검사에서 검출된 결함의 예를 [사진 3]에 나타내었다.

## 2-3. 팩 포장

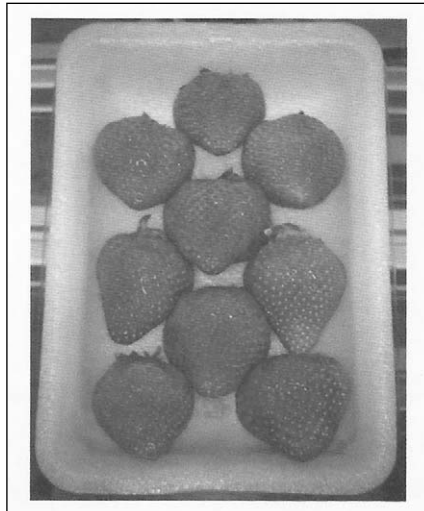
로봇에게 있어서 하나하나 형태나 사이즈가 다른 부정형인 딸기를 사람과 같이 보기 좋게 포장하는 것은 상당히 난이도가 높은 작업이다. 또한 외형이라고 하는 감성적인 지표는 팩

[사진 3] 품질검사로 결함의 검출 예




에 포장하는 딸기의 순번이나 색  
미, 팩 내부의 딸기의 형태 등에  
의해 받아들여지는 인상이 다르  
며 그 평가 결과도 작업자에 의  
해 다양하다. 여기에서 감성적인  
지표인 외형을 AI에 의해 수치화  
하여 정량적으로 평가하는 기술  
의 개발을 행하고 있다. 외형을  
수치화하는 것으로 데이터에 기  
초하여 외형이 좋게 하도록 로봇  
을 제어하는 것이 가능하게 되었

[사진 4] 로봇이 포장한 팩의 예



다. 현재 [사진 4]에 나타난 것과 같이 일정  
의 외형으로 로봇의 레벨업을 목표로 기술개  
발을 진행하고 있다.

## II. 마무리

본서에서 소개한 작업은 제조업 분야에서 축  
적한 로봇이나 모션 기술을 바탕으로 다양한  
산업 환경에 맞춰 개발하여 미래의 인력 부족  
문제 해결에 기여하는 분야이다. 마지막으로  
본 작업에 관해서는 전국 농업협동조합 연합  
회, 후쿠오카현 등과 공동으로 진행하고 있으  
며 관계각처에 감사의 말씀을 전한다. 

MEMBERS

**KOPA**  
KOREA PACKAGING ASSOCIATION INC.

(사)한국포장협회

**(사)한국포장협회**  
**회원가입 안내**

TEL. (02)2026-8655  
E-mail : kopac@chollian.net