

# 영상처리를 이용한 수확 후 오이 정상과와 곡과 분류 방법

박근호\*, 김선형\*, 강동길\*, 정수호\*\*, 이지은\*\*\*

\*한국전자기술연구원

\*\*전라남도농업기술원

\*\*\*경상북도농업기술원

e-mail:{root,sh.kim,dgkang}@keti.re.kr,{aosi274,syje}@korea.kr

## Classification Method for Normal and Curved Cucumber After Harvest Using Image Processing

Keunho Park\*, Seonhyeong Kim\*, Dongkil Kang\*, Sooho Jung\*\*, Jieun Lee\*\*\*

\*Korea Electronics Technology Institute

\*\*Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services

\*\*\*Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services

### 요약

국내 시설원에 기반의 농업시장이 세계 시장과의 경쟁에서 우위를 차지할만한 경쟁력을 갖추기 위해서는 작물의 생산 및 노동비용의 절감과 품질의 향상을 동시에 이루어야 한다. 본 논문에서는 영상처리 기술을 이용하여 백다다기 품종의 오이를 대상으로 상품에 해당하는 정상과와 피클 및 김치용으로 소비되는 하품인 곡과를 분류하는 방법을 제안한다. 정상과와 곡과를 대상으로 한 128개의 샘플 영상의 분석결과 전체 평균에서 정밀도 94.31, 재현율 94.52, 그리고 F1-score는 94.41의 결과를 내었다. 이 기술을 컨베이어 벨트를 활용하는 스마트 팩토리에 적용하여 백다다기 오이의 선별을 객관적, 자동화할 수 있어 노동비용의 절감과 농작물 생산 품질의 향상에 도움이 되고자 한다.

### 1. 서론

국내 시설원에 기반의 농업시장이 세계 시장과의 경쟁에서 우위를 차지할만한 경쟁력을 갖추기 위해서는 작물의 생산 및 노동비용의 절감과 품질의 향상을 동시에 이루어야 한다. 이러한 이유로 스마트팜의 도입이 시급하나 현재 우리나라의 농업환경에서는 시설원에 전체 재배면적을 기준으로 스마트팜의 보급률이 1%대에 그치고 있으며, 인구 고령화 및 농업 분야 종사인구 감소가 가속화됨에 따라 국내 농업시장은 큰 위기를 맞이하고 있다[1].

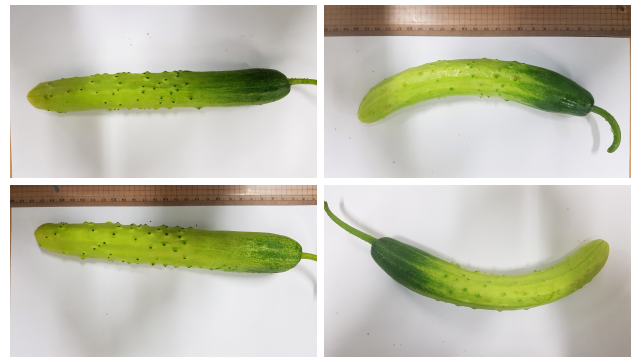
농업에서의 노동의 범위는 단순히 재배에서만 그치지 않고 작물 수확 후 분류, 포장과 같은 가공, 그리고 유통을 포함한다. 이를 해결하기 위해 최근 세계적으로 첨단 제조업을 국가 경쟁력의 근간으로 인식하고 인공지능, 빅데이터, 5G, 로봇 같은 4차 산업의 기술로 무장한 스마트 팩토리가 떠오르고 있다. 대형 시설원에 농장들은 농장 내 IoT 환경을 구축함으로써 빅데이터, AI 등 새로운 디지털 기술들을 활용하여 노동비용의 절감과 품질의 향상을 도모할 수 있다[2].

본 논문에서는 영상처리 기술을 이용하여 백다다기 품종의 오이를 대상으로 상품에 해당하는 정상과와 피클 및 김치용으로 소비되는 하품인 곡과를 분류하는 방법을 제안한다. 이 기술을 컨베이어 벨트를 활용하는 스마트 팩토리에 적용하여

백다다기 오이의 선별을 객관적, 자동화할 수 있어 노동비용의 절감과 농작물 생산 품질의 향상에 도움이 되고자 한다.

### 2. 오이 정상과와 곡과 분류 방법

본 논문에서는 백다다기 품종의 오이를 대상으로 영상처리를 기반으로 정상과와 곡과를 분류하는 연구를 수행하였다. 연구의 정확성을 평가하기 위해 경상북도농업기술원에서 정상과 74개, 곡과 54개, 총 128개의 오이 영상을 수집하였다. 그림 1은 정상과와 곡과 오이의 예시에 해당한다.

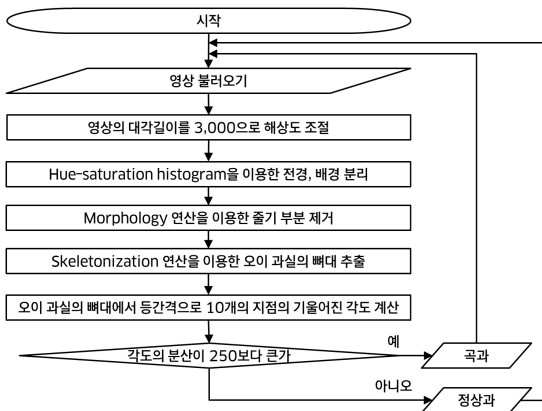


정상과

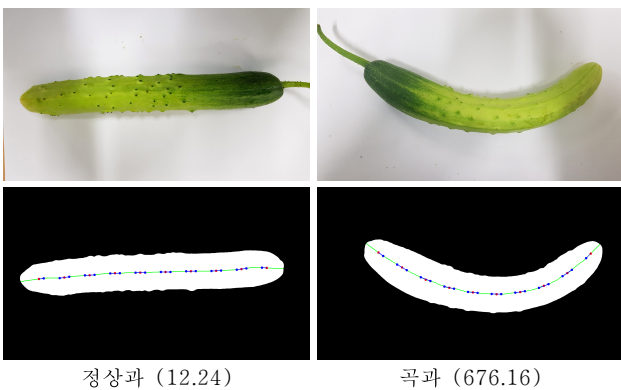
곡과

[그림 1] 오이 정상과와 곡과의 예시

영상처리를 이용하여 오이의 정상과와 곡과를 분류하는 방법의 알고리즘은 그림 2와 같다. 처음 오이 영상을 입력받으면 영상의 대각길이를 3,000 픽셀로 해상도 조정을 수행한다. 이후 hue-saturation 히스토그램[3]을 이용하여 영상에서 오이의 과실과 줄기 부분을 한꺼번에 추출한다. 이를 추출하는 hue 값은 50~140이고, saturation 값은 17~100이다. 추출된 오이는 과실과 줄기 부분이며 줄기 부분을 제거하고 스켈레톤 추출에 앞서 과육에 붙은 돌기를 부드럽게 하여 스켈레톤 추출을 용이하게 하기 위해 morphology 연산을 수행한다. 지름의 크기가 101인 원형의 필터를 이용하여 연산을 수행하였고, 침식(erosde) 연산 수행 후 팽창(dilate) 연산을 수행하여 오이의 과실 부분을 최종 추출하였다. 오이 과실을 스켈레톤 추출(skeletonization)[4]을 수행하여 오이 과실의 뼈대(skeleton)를 추출한다. 오이 과실의 뼈대에서 등 간격으로 10개의 지점에서 뼈대와 접하는 직선의 각도를 구하여 모든 각도들의 분산을 구하여 수치화 한다.



[그림 2] 오이 정상과와 곡과 분류 알고리즘 흐름도



[그림 3] 오이 정상과와 곡과의 분석 결과 예시

그림 3의 왼쪽 정상과는 오이 과실의 뼈대에서 구한 10개의 지점에서 뼈대와 접하는 직선의 각도가 일정하므로 분산 값이 낮다. 하지만 곡과의 경우 그림 3의 오른쪽과 같이 오이 과실의 뼈대에서 구한 10개의 지점에서 뼈대와 접하는 직선의 각도가 일정하지 못하므로 높은 분산 값을 보임을 알 수 있다. 이 분산 값을 기준으로 250보다 크면 곡과, 그렇지 않으면

정상과로 분류한 결과의 혼돈행렬은 표 1과 같다.

[표 1] 오이 곡과와 정상과 분류 혼돈행렬 결과

	정상과	곡과
정상과	70	4
곡과	3	51

혼돈행렬 결과를 정성적으로 평가하기 위해 분류성능평가 지표를 계산한 결과는 표 2와 같다. 분류성능평가지표는 정밀도(precision), 재현율(recall), 그리고 F1-score 세 가지를 사용하였고 각 평가지표의 수식은 다음과 같다[5].

$$\text{precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

$$\text{recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

$$F1\text{-score} = 2 \times \frac{\text{precision} \times \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (3)$$

수식 (1)과 수식 (2)에서 TP는 참양성, FP는 거짓양성, 그리고 FN은 거짓음성을 나타낸다.

정상과의 경우 정밀도 95.89, 재현율 94.59, 그리고 F1-score 95.24의 결과를 내었고, 곡과는 정밀도 92.73, 재현율 94.44, 그리고 F1-score 93.58의 결과를 내었다. 전체 평균을 가지고 평가해 보았을 때 정밀도 94.31, 재현율 94.52, 그리고 F1-score는 94.41의 결과를 내었다.

[표 2] 실험결과의 분류성능평가지표

평가지표	정상과	곡과	평균
정밀도	95.89	92.73	94.31
재현율	94.59	94.44	94.52
F1-score	95.24	93.58	94.41

### 3. 결론

농업에서의 노동의 범위는 단순히 재배에서만 그치지 않고 작물 수확 후 분류, 포장과 같은 가공, 그리고 유통을 포함한다. 최근 인공지능, 빅데이터, 5G, 로봇 같은 4차 산업의 기술로 무장한 스마트 팩토리가 떠오르고 있으며, 대형 시설원에 농장들은 농장 내 IoT 환경을 구축함으로써 빅데이터, AI 등 새로운 디지털 기술들을 활용하여 노동비용의 절감과 품질의 향상을 도모할 수 있다. 본 논문에서는 영상처리 기술을 이용하여 백다다기 품종의 오이를 대상으로 상품에 해당하는 정상과와 피클 및 김치용으로 소비되는 하품인 곡과를 분류하는 방법을 제안한다. 연구결과 정상과와 곡과를 대상으로 한 128개의 샘플 영상의 전체 평균에서 정밀도 94.31, 재현율 94.52, 그리고 F1-score는 94.41의 결과를 내었다. 이 기술을 컨베이어 벨트를 활용하는 스마트 팩토리에 적용하여 백다다기 오이의 선별을 객관적, 자동화할 수 있어 노동비용의 절감과 농작물 생산 품질의 향상에 도움이 되고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421003-04)

참고문헌

- [1] 고광은, 박현지, 장인훈, “딥러닝과 확률모델을 이용한 실시간 토마토 개체 추적 알고리즘”, 로봇학회논문지, 제 16권 1호, pp. 49-55, 2021년.
- [2] 서창성, 정신진, 김석찬, “기업의 생산성 향상을위한 스마트 팩토리 구축”, 한국통신학회지(정보와통신), 제 35권 6호, pp. 43-49, 2018년.
- [3] 이권, 이철희, “LBP와 HSV 컬러 히스토그램을 이용한 내용 기반 영상 검색”, 방송공학회논문지, 제 18권 3호, pp. 372-379, 2013년.
- [4] Waleed Abu-Ain et al., "Skeletonization Algorithm for Binary Images," *Procedia Technology*, vol. 11, pp. 704-709, 2013.
- [5] K. Park et al., "Classification of apple leaf conditions in hyper-spectral images for diagnosis of Marssonina blotch using mRMR and deep neural network", *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 148, pp. 179-187, May, 2018.