

# 스켈레톤 추출과 컨투어를 이용한 유채 씨방 길이 측정 방법

박근호\*, 최강인\*, 안형근, 김기연, 정성환\*

\*한국전자기술연구원, 국립종자원

{root, cki9210}@keti.re.kr, {hgahn, kimky12}@korea.kr, shjeong@keti.re.kr

## Rapeseed Ovary Length Measurement Method Using Skeletonization and Contour

Park Keunho\*, Choi Kangin\*, Kim Kee-yeun, Ahn Hyung-geun, Jeong Sunghwan\*

\*Korea Electronics Technology Institute, Korea Seed & Variety Service

### 요약

본 논문은 비전 기술을 기반으로 유채의 씨방 길이를 측정하는 특성조사기준에 관한 연구를 수행하였다. 굴곡된 특성을 가진 유채 씨방 길이를 측정하기 위해 컨투어와 스켈레톤 추출을 이용하여 유채 씨방의 픽셀 길이를 계산한 후, 캘리브레이션 방법을 이용하여 실제 유채 씨방의 실제 길이를 계산하였다. 작물 형질 분석 전문가들이 실측하여 구성한 테스트 샘플을 이용하여 전체 평균 4.5mm의 오차를 결과로 도출하였다.

### I. 서론

특성조사기준이란 식물신품종 보호법 시행규칙 제47조 제2항의 규정에 따른 출원품종의 재배에 있어서 구별성, 균일성 및 안정성을 확인하기 위한 특성별 조사기준 및 방법을 의미하며, 특성조사기준의 내용으로는 조사기준의 목적 및 대상 범위, 종자의 제출량 및 횟수, 특성검정방법과 같은 기본적인 사항뿐만 아니라 질적·양적 형질, 표준품종 및 대조품종을 포함한다[1]. 조도와 같은 환경의 영향으로 현재 질적·양적 형질 조사를 위해 현재 현장에서 시료 채취 후 실내로 이동하여 분석 및 기록을 수행하고 있으며 작업 대부분이 수작업으로 이루어지고 있다. 자동화를 위해 ImageJ[2] 등과 같은 오픈소스 프로그램 등을 이용하여 일부 형질에 한해 분석 및 기록을 수행하고 있으나 오픈소스 프로그램의 원래 개발 목적이 라는 한계를 극복하지 못하고 굴곡 특성을 가지는 시료와 같은 경우 분석에 자동화를 도입하지 못하고 있는 것이 현실이다.

본 논문에서는 굴곡 특성을 가진 시료 중 하나인 유채 씨방을 영상분석 기술을 이용하여 길이를 측정하는 연구를 진행하였다. 제안된 연구방법은 스마트폰, ASMR 등 다양한 디지털 영상 수집장치를 이용하여 1회 촬영에 다수의 작물의 양적 형질 중 하나인 길이를 측정할 수 있다.

### II. 영상분석 기술을 이용한 유채 씨방 길이 측정

본 논문에서는 비전 기술을 기반으로 유채의 씨방 길이를 측정하는 연구를 수행하였다. 비전 기술을 기반 유채 씨방 길이 측정 방법의 정확도를 평가하기 위해 국립종자원 제주지원에서 유채 씨방을 15개 채집하였고, 이의 길이를 작물 형질 분석 전문가 3인에게 측정을 의뢰하여 전문가들 3인이 측정한 유채 씨방 길이의 평균값을 실측 데이터로 사용하였다.

그림 1은 영상분석에 사용된 유채 씨방의 실측 길이 영상이다. 영상 상단에 위치한 500원권 동전, 신용카드, 자는 영상의 픽셀 길이와 실제 길이를 캘리브레이션 하기 위한 지표로 사용되었고, 유채 씨방 하단에는 유채 씨방 각각의 실측 길이를 cm단위로 라벨링 하였다.

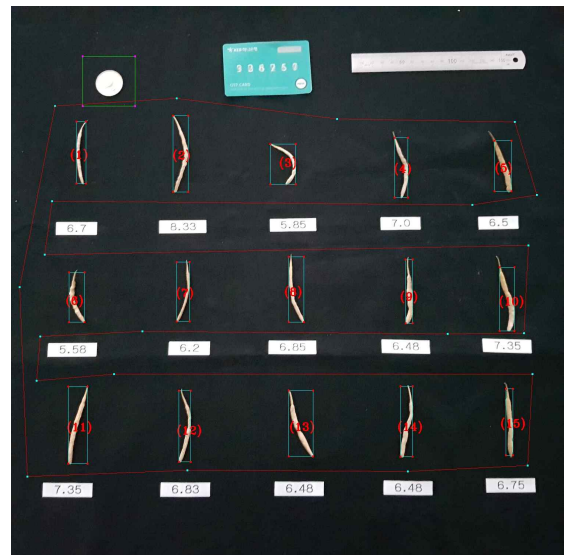


그림 1 영상분석에 사용된 유채 씨방의 실측 길이 영상

영상분석 기술을 이용하여 유채 씨방 길이를 측정하는 알고리즘은 그림 2와 같다. 처음 유채 씨방 촬영 영상을 입력받으면, 입력 영상을 Otsu 알고리즘을 이용하여 이진화한다. 이후 픽셀 길이와 실제 길이를 캘리브레이션 하기 위해, 그리고 유채 씨방 객체를 정확하게 검출하기 위해 캘리브레이션 지표 관심영역과 유채 씨방 관심영역을 각각 지정한다. 앞서 지정한 관심영역에서 캘리브레이션 지표를 검출하고 이를 이용하여 캘리브레이션 지수  $r$ 을 계산한다. 마찬가지로 앞서 지정한 관심영역에서 유채 씨방 객체를 검출한다. 유채 씨방 별로 스켈레톤 추출(skeletonization)[1]을 수행하는데, 유채 씨방 객체별 컨투어(contour)  $c$ 를 계산하고 객체의 두께가 1이 될 때까지 침식 연산을 반복해주는 방법을 이용한다. 반복연산의 마지막 결과물인 컨투어  $c$ 를 이용하여 유채 씨방의 픽셀 길이를 계산하고, 이를 앞서 구한 캘리브레이션 지수  $r$ 과의 연산을 이용하여 유채 씨방의 실제 길이를 계산한다.

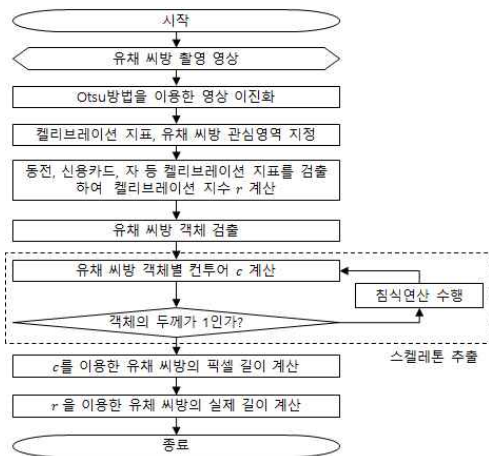


그림 2 유체 씨방 길이 측정 알고리즘 흐름도

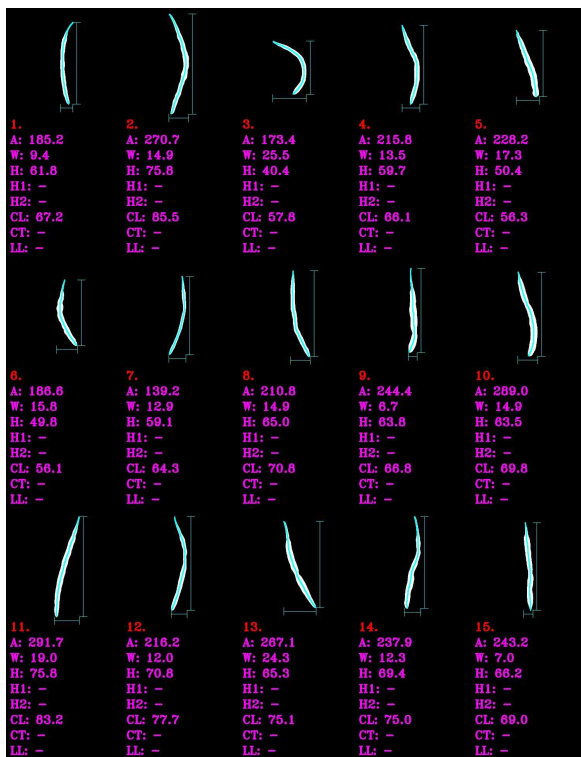


그림 3 영상분석을 이용한 유체 씨방 길이 측정 결과

8-이웃(8-neighborhood) 연결성을 고려한 이진화된 영상의 컨투어를 찾는 방법은 다음과 같다.

1. 영상을 상하좌우로 스캔하면서 객체 픽셀을 찾는다. 발견한 객체 픽셀을 시작으로 컨투어 추적을 시작하며 초기 컨투어 추적 진행 방향은 3시 방향으로 설정
2. 컨투어 추적 진행 방향에 객체 픽셀이 있는지 판단함
3. 진행 방향에 객체 픽셀이 있다면 컨투어 추적 방향을 반시계방향으로 -90도 변화시키고 해당 픽셀으로 이동하여 2번의 과정을 수행
4. 진행 방향에 객체 픽셀이 없으면 컨투어 추적 방향을 시계방향으로 45도 변화시키고 2번의 과정을 수행하되 모든 방향에 대하여 객체 픽셀이 없으면 한 픽셀짜리 객체로 간주하고 컨투어 추적을 종료
5. 컨투어 추적 중, 현재 픽셀 위치가 컨투어 추적 시작 좌표와 같고 진행 방향이 3시 방향인 경우 컨투어 추적을 종료

영상분석 기술을 이용하여 유체 씨방 길이를 구한 결과는 그림 3과 같다.

각 유체 씨방 객체별 분석 형질 중 6번째 형질이 길이에 해당한다. 유체 씨방은 대체로 굴곡을 가진 형태의 객체이기 때문에 세 번째 형질과 같이 단순히 높이 값만 측정하게 되면 정확한 계측이 불가능하다. 따라서 제안된 알고리즘을 이용하여 측정하면 실측 길이와 유사한 높은 정밀도를 가지는 형질 측정이 가능하다.

표 1은 그림 1에 라벨링된 유체 씨방의 실측 길이, 그림 2에 표시된 영상 분석 기술을 이용하여 측정된 길이, 그리고 두 값의 오차를 나타낸다. 유체 씨방 객체 중 가장 큰 오차를 가지는 객체는 14번 객체로 10.3mm의 오차를 내었고, 가장 작은 오차를 가지는 객체는 1번 객체로 0.2mm의 오차를 내었다. 제안된 영상분석 기술을 이용한 유체 씨방 길이 측정 방법은 주어진 샘플을 가지고 평가한 결과 전체 평균 4.5mm의 오차를 내었다.

표 1 유체 씨방 실측 길이, 영상분석 측정 길이, 그리고 오차

번호	실측 길이(mm)	영상분석 측정 길이(mm)	오차(mm)
1	67.0	67.2	0.2
2	83.3	85.5	2.2
3	58.5	57.8	0.7
4	70.0	66.1	3.9
5	65.0	56.3	8.7
6	55.8	56.1	0.3
7	62.0	64.3	2.3
8	68.5	70.8	2.3
9	64.8	66.8	2.0
10	73.5	69.8	3.7
11	73.5	83.2	9.7
12	68.3	77.7	9.4
13	64.8	75.1	10.3
14	64.8	75.0	10.2
15	67.5	69.0	1.5
평균			4.5

### III. 결론

본 논문에서는 비전 기술을 기반으로 유체의 씨방 길이를 측정하는 연구를 수행하였다. 국립종자원 제주지원에서 유체 씨방을 15개 채집하고 작물 형질 분석 전문가들이 실측하여 테스트 샘플을 구성하였다. 컨투어와 스켈레톤 추출을 이용하여 유체 씨방의 픽셀 길이를 계산한 후, 동전, 신용카드, 자 등의 켈리브레이션 지표를 이용하여 계산한 켈리브레이션 지수  $r$ 과의 연산을 이용하여 유체 씨방의 실제 길이를 계산하였다. 실험 결과 15개의 테스트 샘플 데이터 중 각각 0.2mm, 10.3mm라는 최소, 최대 오차를 내었고 전체 평균 4.5mm의 오차를 결과로 도출하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 농림축산식품부, 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원, (재)스마트팜 연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (421003041HD030)

### 참 고 문 헌

- [1] 박찬웅, 최근진, 소은희, 고희중, "한국 식물신종보호제도의 발전 방향에 대한 고찰," Korean Journal of Breeding Science, vol. 48, pp. 11-21, March 2016.
- [2] Abramoff M.D. et al. "Image processing with ImageJ," Biophotonics international, vol. 11, pp.36-42, 2004.
- [3] Waleed Abu-Ain et al. "Skeletonization Algorithm for Binary Images," Procedia Technology, vol. 11, pp. 704-709, 2013.