

# 기계시각을 이용한 대립종자의 씨눈위치 판정알고리즘 개발

## Development of an algorithm for the embryo location of seed by using machine vision

손재룡\*, 김동역, 장유섭, 장익주<sup>1</sup>

농업기계화연구소, <sup>1</sup>경북대학교

Son J. R., Kim, D. U., Jang Y. S., Jang I. J.

National Agricultural Mechanization Research Institute of RDA, <sup>1</sup>Kyung Pook National University

### 서론

씨앗으로부터 싹이 트고 새순이 나서 작물이 자라게 될 때 작물과 작물사이의 간격이 일정하게 위치해 있을 때 모든 작물에 동일한 광합성 및 영양분이 골고루 섭취되어 건전모 생산 및 충실한 열매가 결실된다. 그러기 위해서는 여러 가지 생육환경조건을 최적으로 유지하여야 함은 물론이거니와 우선적으로 해결하여야 할 과제로서 파종할 때 일정한 씨앗의 파종위치와 방향 등이 요구된다. 특히 인력파종이 아닌 기계파종으로 작업을 할 경우 일정 간격으로 파종은 가능하나 씨앗의 씨눈이 한쪽 방향으로만 향하게 하는 정렬파종은 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기계시각을 이용하여 대립종자의 씨눈 위치가 공급 방향을 기준으로 앞 또는 뒤쪽 어느 쪽에 위치해 있는지를 검출함으로써 보다 정밀한 기계 개발을 완성하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 공시재료 및 시험방법

대립종자는 그림 1에서 보는바와 같이 싹이 트고 식물의 줄기가 형성되는 부위를 주공 혹은 씨눈이라고 불리는데 본 연구에서는 기계시각으로 이 부위를 자동 판정하고자 하였다. 실험에 사용된 공시재료는 참박, 특토좌, 흑종으로서 품종에 따라 색상과 형상이 상이하고, 특히 참박의 경우는 씨눈쪽에서 뒤쪽으로 가면서 볼록해지다가 다시 오목하게 들어가고, 씨눈 반대쪽에서는 가운데 부분이 오목하게 들어가는 형상을 띄고 있다. 이와 같은 참박종자의 기하학적인 특성은 특토좌나 흑종의 씨앗이 일반적인 형태인데 비해 매우 특이한 형상을 하고 있다.

씨눈위치 판정을 위해 구성된 영상처리시스템은 영상을 입력하기 위한 Color CCD 카메라와 입력된 영상을 저장하고 처리하기 위한 영상처리보드 그리고 데이터처리 및 프로그램을 위한 컴퓨터 등으로 구성하였다. 영상처리 프로그램은 윈도우즈 기반의 Visual C++6.0으로 컴파일하여 실행하였고, 각종 영상처리함수들은 영상처리보드에서 제공되는 MIL 6.0 라이브러리를 이용하였으며, 여기서 제공되지 않는 영상처리 함수들

은 사용자가 직접 함수를 만들어 사용하였다.

품종별 20개씩 종자를 선별하였고 한 프레임에 20개의 종자가 한꺼번에 카메라에 입력되도록 하였다. 또한 기계적으로 자동 공급되는 종자는 반드시 수평(0°)으로 공급되지 않을 수 있기 때문에 종자의 공급자세는 이송장치의 전진방향과 수평이 되는 0°와 그것을 기준으로 10° 및 30°로 각각 변화시켜 가면서 판정정도를 조사하였다.



그림 6. 공시재료

## 2. 영상처리알고리즘

씨논의 판정을 위한 영상처리 단계는 『영상입력 → 이치화(종자추출) → 라벨링(종자 계수) → 특징점 추출(종자의 x, y방향 최대/최소값 좌표검출) → 영상처리 영역설정(씨논 쪽/반대 쪽) → 면적값 추출(씨논 쪽/반대 쪽) → 씨논 판정』의 순서로 하였다.

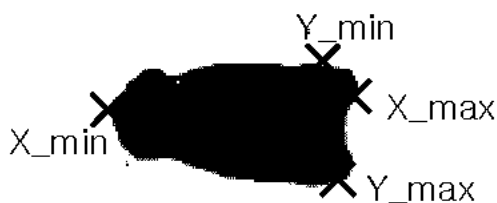


그림 2. 특징점 추출

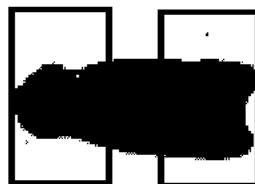


그림 3. 씨논 판정을 위한 영상처리영역 설정

CCD 카메라로부터 입력된 대립종자는 히스토그램에 의한 문턱값 처리로 종자를 추출하여 2진영상을 생성하고, 그림 2와 같이 x, y 방향에 대해서 평면상의 최대/최소값을 검출하는 특징점 추출과정을 거친다. 대립종자는 기하학적인 형상으로 볼 때 씨논쪽의 형상이 반대쪽에 비해 약간 뾰족한 형상(그림 1 및 그림 2 참조)을 띄고 있기 때문에 그림 3과 같이 두 개의 관심영역을 설정한다. 관심영역내의 gray 값은 0과 255 두 단계의 값이 존재하게 되는데 여기서는 0의 값을 가지는 값이 종자에 해당하는 부분이 된다.

따라서 그림 4와 같이 그 영역내에 존재하는 모든 pixel들에 대해서 0의 값을 가지는 gray 값의 개수를 더하여 s1과 s2의 각각에 대해서 총 화소수를 비교한다. 이 때 s1보다 s2의 값이 크면 s1쪽이 씨논이라고 판정을 하게된다.

## 결과 및 고찰

카메라에서 입력된 대립종자는 그림 5에서 보는 바와 같이 한꺼번에 20개의 씨앗이 한 프레임에 입력되었으며, 각 종자들의 씨눈 방향은 서로 동일하지 않는 임의로 위치시켰다. 씨눈판정을 위해 2치화 수행, 관심영역설정 그리고 특징점 추출 등의 작업을 수행하기 위한 버퍼를 별도로 설정하였고, 씨눈판정에 대한 결과는 화면 하단에 리스트박스를 만들어 출력하도록 영상처리프로그램을 개발하였다.

표 1에서는 품종별 및 공급 자세별 씨눈판정 정도에 대한 시험결과로서 참박의 경우 공급자세가 30°일 경우에는 77.8%의 정확도를 나타냈지만, 0°와 15°일 때는 100% 검출 정확도를 나타내었다. 또한, 특토좌의 경우 공급자세 30°에서 89.5%, 0도와 15도에서는 100%의 판정 정확도가 나타났다. 한편, 흑종의 경우에 있어서는 공급자세 30°에서 94.4%이었고 나머지는 100%의 정확도를 나타냈다.

이와 같이 특토좌나 흑종에 비해서 참박의 경우에 있어서 공급자세가 30도일 때 판정오차가 크게 나타나게 되는데, 이것은 참박 종자의 특성상 형상이 특이하기 때문이다. 특히 씨눈의 반대쪽에서 가운데 부분이 오목하게 들어가 있어서 2치화 영상으로 관심영역을 설정할 때 그 부분이 관심영역내에 포함되어 있다. 따라서 관심영역내에 존재하는 0의 gray 값을 적분하여 씨눈을 판정함에 있어서 참박이나 흑종과는 달리 씨눈 반대쪽의 오목한 부분으로 인해 씨눈 부분의 관심영역내에 존재하는 총 화소수의 값이 씨눈 반대편에 있는 관심영역내의 총 화소수 값 차이를 비교할 때 참박과 흑종에 비해 상대적으로 적게 차이가 발생하기 때문이다. 더욱이 공급자세가 많이 경사지게 되면 그렇지 않은 경우 보다 씨눈쪽과 반대쪽의 영상면적차이가 더욱 작아지게 되어 이에 따른 오차로 판단되었다.

그러나, 정렬파종장치의 공급부에서 종자가 공급될 때 기계적인 메카니즘으로 30°이상 기울어지는 것을 방지할 수 있고, 본 연구 결과에 따르면 최대 15°까지 기울어진다 해도 씨눈의 위치를 자동으로 판정할 수 있기 때문에 향후 파종장치의 한 부분으로서 사용할 수 있을 것으로 판단되었다.

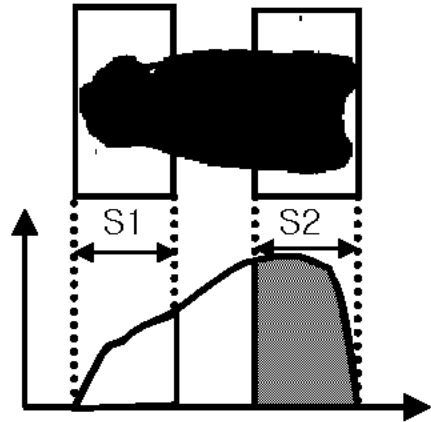


그림 4. 관심영역의 gray값 적분

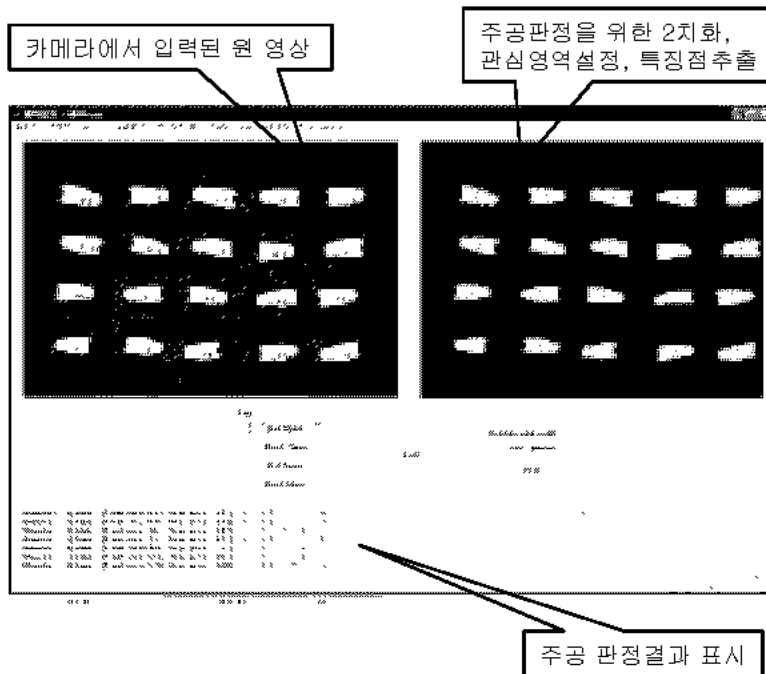


그림 5. 씨눈판정을 위한 영상처리프로그램 화면

표 1. 품종 및 공급자세에 따른 씨눈판정결과

품종 및 공급자세	참 박			특초좌			흑 종		
	0°	15°	30°	0°	15°	30°	0°	15°	30°
판정성공율 (%)	100	100	77.8	100	100	89.5	100	100	94.4

## 요약 및 결론

대립종자의 자동정렬과종자의 씨눈위치 자동판정장치를 개발하기 위한 연구로서 수행된 이 연구는 기계시각을 이용하여 대립종자의 씨눈 위치가 공급 방향을 기준으로 앞 또는 뒤쪽 어느 쪽에 위치해 있는지를 검출하기 위함이다.

참박, 특초좌, 흑종에 대한 씨눈위치를 판정하기 위하여 종자의 공급자세에 따른 판정정도를 조사하였다. 참박의 경우 공급자세가 30°일 경우에는 77.8%의 정확도를 나타냈지만, 0°와 15°일 때는 100% 검출 정확도를 나타내었다. 또한, 특초좌의 경우 공급자세 30°에서 89.5%, 0도와 15도에서는 100%의 판정 정확도가 나타났다. 한편, 흑종의 경

우에 있어서는 공급자세 30°에서 94.4%이었고 나머지는 100%의 정확도를 나타냈다. 따라서 정렬파종장치의 공급부에서 종자가 공급될 때 기계적인 메카니즘으로 30°이상 기울어지는 것을 방지할 수 있고 15°까지 기울어진 다 해도 씨눈위치를 판정할 수 있기 때문에 향후 파종장치의 한 부분으로서 사용할 수 있을 것으로 판단되었다.

## 인용문헌

1. 손재룡. 2001. 칼라 영상처리에 의한 결주 및 불량모 인식. 한국농업기계학회지 26(3): 253 262.
2. 손재룡. 2002. 홍삼 내공검출을 위한 X 선 영상처리기술(I). 한국농업기계학회지 27(4):341 348.
3. 손재룡. 2003. 홍삼 내공검출을 위한 X 선 영상처리기술(II). 한국농업기계학회지 28(1):45 52.
4. 조남홍. 2001. 기계시각에 의한 풋고추 온라인 등급판정 알고리즘 개발. 한국농업기계학회지 26(6): 571 578.