

OpenCV를 이용한 표현체 특성관리 시스템 구현⁺

(Implementation of Phenotype Trait Management System using OpenCV)

최 승 호¹⁾, 박 건 하²⁾, 양 오 석²⁾, 이 창 우²⁾, 김 영 옥³⁾, 이 은 경³⁾, 백 정 호³⁾,
김 경 환³⁾, 이 홍 로^{4)*}

(Seung Ho Choi, Geon Ha Park, Oh Seok Yang, Chang Woo Lee, Young Uk Kim,
Eun Gyeong Lee, Jeong Ho Baek, Kyung Hwan Kim, and Hong Ro Lee)

요 약 농업에서 가장 기본이 되는 종자는 생산과 효율을 높이는 중요한 요소다. 우수한 유전자를 가진 종자를 통해 농업의 생산성 향상을 기대할 수 있고, 작물의 생존 및 번식을 증진시킬 수 있다. 하지만 현재 우수한 종자의 선별은 대부분이 수작업에 의존하고 있기 때문에 많은 시간과 인력을 요구한다. 제안된 연구에서는 종자의 표현체 특성을 추출하기 위해 컴퓨터 영상처리기술을 이용하여 적은 인력과 비교적 짧은 시간으로 종자의 특징을 추출할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 다량의 종자가 포함된 영상으로부터 개별 종자를 검출하고, 검출된 개별 종자마다 대표색상, 면적, 둘레, 진원도 (Roundness)와 같은 다양한 특징을 추출하고 저장한다. 입력 영상의 규칙성 때문에 제안된 시스템의 개별 종자추출의 정확도는 콩 종자의 경우 99.12%, 벼 종자의 경우 99.76%이다. 추출된 데이터는 향후 전문가의 의견을 반영한 각종 데이터 분석을 위한 기초자료로 활용되며 종자별 표현형 특성을 결정하는 기초자료로 사용될 것이다.

핵심주제어: 영상처리, 수치 데이터, 표현체 특성

Abstract The seed, the most basic component, is an important factor in increasing production and efficiency in agriculture. Seeds with superior genes can be expected to improve agricultural productivity, crop survival, and reproduction. Currently, however, screening of superior seeds depends mostly on manual work, which requires a lot of time and manpower. In this paper, we propose a system that can extract the characteristics of seed phenotypes by using computer image processing technology, so that even a small number of people and a short period of time are needed to extract the characteristics of seeds. The proposed system detects individual seeds from images containing large quantities of seeds, and extracts and stores various characteristics such as representative colors, area, perimeter and roundness for each individual seed. Due to the regularity of input images, the accuracy of individual seed extraction in the proposed system is 99.12% for soybean seeds and 99.76% for rice seeds. The extracted data will be used as basic data for various data analyses that reflect the opinions of experts in the future, and will be used as basic data to determine the expressive nature of each seed.

Keywords: Image processing, Numerical data, Phenotype trait

* Corresponding Author: boiselee@kunsan.ac.kr

+ 이 논문은 농촌진흥청 차세대 바이오그린21사업(PJ01451202)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Manuscript received September 18, 2020 / revised October 06, 2020 / accepted October 08, 2020

1) 군산대학교 컴퓨터정보공학과, 제1저자

2) 군산대학교 컴퓨터정보공학과, 참여저자

3) 국립농업과학원 유전자공학과, 참여저자

4) 군산대학교 컴퓨터정보공학과, 교신저자

1. 서 론

농업에서 가장 기본이 되는 종자는 생산과 효율 등을 높이기 위한 가장 기본적인 요소이며, 농업 연구에서 가장 노동력을 필요한 작업은 수확된 농산물을 선별하는 작업이다. 수작업의 비효율을 개선한 사전연구로는 농산물을 선별하기 위해 흑백 영상처리 시스템을 이용하여 과일 영상을 획득하고, 획득한 영상에 대해 히스토그램을 작성하여 과일 색에 대한 분포를 파악한 연구가 있다 (Lim, 2003). Lim (2003)의 방법에서는 과일 선별을 위해서 영상 실험을 통해 얻은 기하학적인 특성값을 가지고 통계적 예지 검출 방법에 토대를 둔 과일의 형상, 크기, 색깔, 흠집 등을 조사하는 알고리즘에 관한 연구가 진행되었다. 과일 선별을 위한 Lim (2003)의 방법은 영상 처리 과정을 통하여 하나의 과일에 대한 기하학적 특성값을 계산하는 연구로 한 번에 수십에서 수백 개의 개체를 처리하는 응용에는 부적합하다.

과일뿐만 아니라 곡물에도 색채 선별기에 적용 가능한 영상처리방법과 시스템을 개발하고 검증 실험이 된 연구가 있다 (Min, et al., 2004). Min et al (2004)의 방법에서는 실시간 영상처리 및 표시를 위해 DSP (Digital signal processing)와 FPGA (Field programmable gate arrays)를 이용한 임베디드 시스템으로 개발하여 영상 고도처리 알고리즘을 적용 및 향상된 기법을 제시하였다. 이로 인해 불량 유전자와 우수한 유전자의 종자를 선별하는 것이 가능해졌고, 다양한 곡물의 종류 변화에 따른 불량품 선별에 개발된 영상가시화 기법을 응용 및 적용하였다.

씨앗의 색깔과 모양에 대한 객관적인 데이터 세트를 갖는 것은 거의 불가능하다. 이러한 문제를 극복하기 위해 최근 영상을 사용한 식물 표현형 연구가 수행되었다 (Baek, et al., 2019). Baek, et al (2019)의 방법에서는 종자 영상을 획득하고 영상을 처리 및 분석하여 표현형과 관련된 정보를 식별하는 방법이다. 이와 관련하여 최근에는 식물의 구조, 생리적 상태 등 식물 형질의 고 처리량 분석법에 대한 영상 분석이 새

로운 연구 분야로 개발되고 있다.

다른 연구로는 종자의 영상을 분석하여 영상 분석 기반 콩 종자 표현체 연구 형태적 특성을 파악함으로써, 대량 샘플을 고속으로 분석할 수 있는 시스템을 구축하였다 (Baek, et al, 2020). 콩 종자의 형태 및 종피색 분석을 위해 이미지 소프트웨어 (Image J)를 이용하여 다수의 콩 종자가 있는 사진에 대해 배경과 종자를 분리하고 개별 종자 각각에 대한 영상으로 다시 분리한다. 종자 영상과 함께 촬영된 눈금자로 길이를 측정하고, 색상표를 통해 색을 보정 하는 등 데이터에 대한 전처리를 수행한다 (Lee, 2020).

본 연구는 이미지 처리 기법을 사용하여 이미지에서 콩/벼 종자를 검출하여 분리하고, 분리된 개별 종자에서 장/단축 길이, 면적, 넓이, 둥글기, 색상 등의 종자 표현체 특성 데이터를 추출한다. 추출된 데이터는 테이블, 이미지 등의 GUI를 이용하여 사용자에게 가시화한다.

본 연구의 구성은 2장에서 활동 다이어그램을 통해 제안된 시스템의 흐름도를 설명하고, 3장에서는 종자 특성 추출 시스템의 구현 설명한다. 4장에서는 본 시스템을 검토하며, 5장에서 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 제안된 표현체 특성관리 시스템

제안된 시스템은 벼/콩 종자 영상을 대상으로 그 특성을 추출하는 시스템이다. 제안된 시스템의 작업 흐름 중 관심 영역 (Region of interest: ROI)과 영상 이진화 방식은 수동과 자동 방식으로 나뉜다. 수동 방식은 사용자가 직접 ROI를 지정하고 임계값을 설정하여 이진화하며, 자동 방식은 제안된 활동 다이어그램인 Fig. 1을 통해 설명한다.

Fig. 1에서 작업 흐름은 먼저 입력 영상으로부터 개별 종자를 검출하기 위해 종자 영상을 불러오고, 종자 영상을 이진화하기 위한 임계값을 설정한다. 임계값 설정은 종자 영상의 색상에 대해 히스토그램값을 추출하고, 히스토그램값에서 배경 색상을 제외한 종자 색상 영역을 탐지하여 임계값을 설정 후 이진화한다. 그 후 이진화 된 영상에서 상 하단

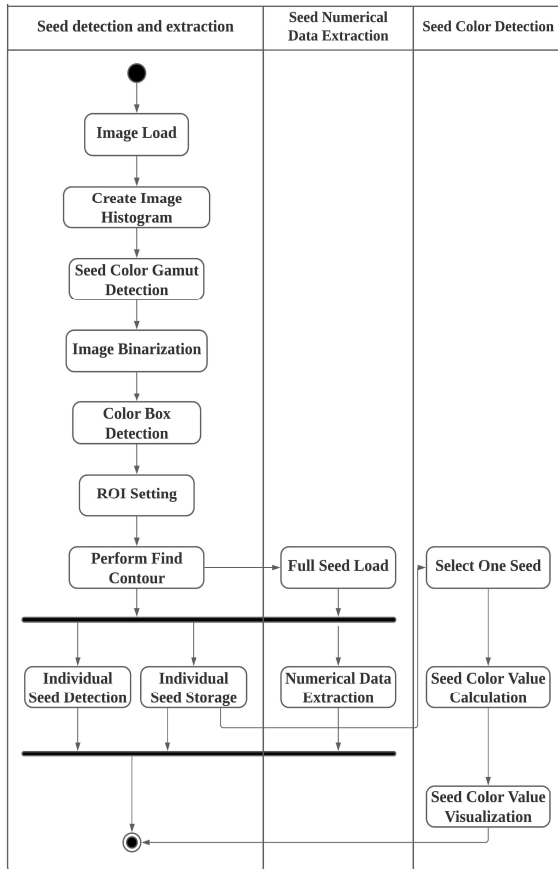


Fig. 1 Activity Diagram for Phenotype Trait Management System

에 존재하는 색상박스를 탐지하여 필요 없는 영역을 제거 후 종자가 존재하는 부분에만 ROI를 지정한다. ROI가 지정된 종자 영상에서 윤곽선을 찾아 개별 종자를 검출 및 추출하고 전체 종자의 가장 긴 축 (Long axis), 가장 짧은 축 (Short axis), 면적 (Area), 둘레 (Perimeter), 진원도 (Roundness), 둥글기 (Roundness2), 응집도 (Compactness)와 같은 수치 데이터를 추출한다. 저장된 개별 종자를 선택하면 종자 색상 값을 계산하여 종자의 대표색상을 가지화한다.

제안된 시스템에 사용할 영상 데이터는 Fig. 2과 같다. Fig. 2에서 두 영상의 크기는 6000x4000으로 콩 종자 영상은 상단에 색상박스가 있고, 하단에는 10개에서 25개의 종자가 나열되어 있다. 벼 종자 영상은 하단 또는 상

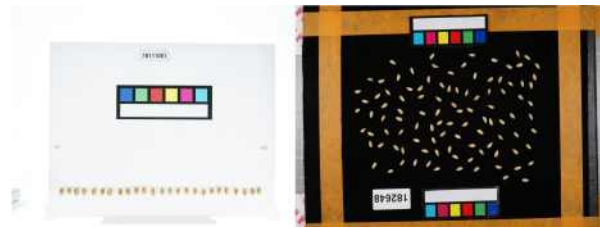


Fig. 2 Example of Image Data

하단에 색상박스가 있고, 주황색 테이프 안에 100개에서 200개 사이의 종자가 나열되어 있다. 종자는 모두 수작업으로 나열하여 놓았다. 콩의 경우에 배경은 흰색을 사용하였으며, 벼의 경우에는 검은색을 사용하였다. 앞서 설명한 방법으로 종자를 나열한 뒤 디지털카메라로 촬영하여 데이터를 획득하였다.

3. OpenCV를 이용한 종자 특성 추출

제안된 시스템은 종자의 세심한 검정을 위해 디지털카메라 영상 데이터를 이용하고, 표현체 특성을 추출하기 위해 OpenCV 함수를 통해 종자 영상을 이진화한다. 콩/벼 종자가 존재하는 영상에서 개별 종자를 추출하여 길이, 둘레, 면적, 둥글기, 응집도 등의 수치 데이터와 종자의 색상을 추출하는 시스템을 개발한다. 종자의 색상은 정확한 탐지를 위해서 HSV로 변환하여 수행한다 (OpenCV Team, 2020).

Fig. 3은 제안된 시스템의 사용자 인터페이스이다. Fig. 3에서 사용자 인터페이스는 ①, ②, ③ 세 개의 구역으로 나뉜다. ①구역은 ③구역의 입력을 통해 추출된 개별 종자 영상을 불러오는 파일 뷰이다. ②구역은 ③구역을 이용하여 불러온 종자 영상을 보여주는 디스플레이 뷰이고, ③구역은 사용자가 종자 영상을 불러오고 OpenCV를 이용해 불러온 종자 영상을 처리하는 설정 뷰이다. ③구역의 구성은 영상불러오기, 영상이진화, 윤곽선 검출, 일괄처리, 수치데이터계산, 관심영역추출(ROI), 종자 선택, 임계값 설정 기능을 수행하는 프로그램 제어부의 구현이다.

3.1 종자추출

영상의 종자검출을 위한 이진화 임계값 설정과 ROI 지정은 수동과 자동 방식으로 나뉜다. 수동 방식은 사용자가 직접 사용자 인터페이스를 이용하여 임계값을 설정하고 ROI를 지정하는 방식이다. 자동 방식의 경우 Fig. 4를 통해 자세히 설명한다. Fig. 4에서 첫 번째로 (a)의 영상처럼 종자가 존재하는 일부분을 추출하고, 그 부분의 히스토그램값을 추출한다. 추출한 히스토그램에서 배경 색상을 영역을 제외한 종자 색상 영역을 탐지하여 임계값을 설정하고, 이진화 과정을 거치면 그 결과가 Fig. 4 (b)와 같다. 그 후 종자가 존재하는 부분만 ROI를 설정하기 위해 (b)의 영상 상 하단에 존재하는 색상박스를 탐지 후 관심의 대상이 되는 영역만 남기고 나머지 불필요한 영역을 제거한다. 그 결과는 Fig. 4의 (c)와 같다. 잘라낸 영상에서 윤곽선 탐색을 수행하여 (d)의 영상처럼 ROI를 지정하고 정의된 ROI 영역 내에서만 종자를 검출한다.

Fig. 5는 사용자 인터페이스를 이용하여 Fig. 4 종자검출 절차를 수행하여 검출된 개별 종자마다 번호를 부여 후 중앙을 확대한 결과이다.

Fig. 5에서 검출한 개별 종자에 빈 공간을 최소로 하는 사각형을 그린 후 사각형의 기울어진 각도를 구하여 Fig. 6과 같이 세로로 회전시켜 저장한다.

3.2 수치 데이터 및 대표색상

수치 데이터는 Fig. 6과 같이 회전시켜 저장한 개별 종자에 윤곽선 탐색을 수행 후 Fig. 7

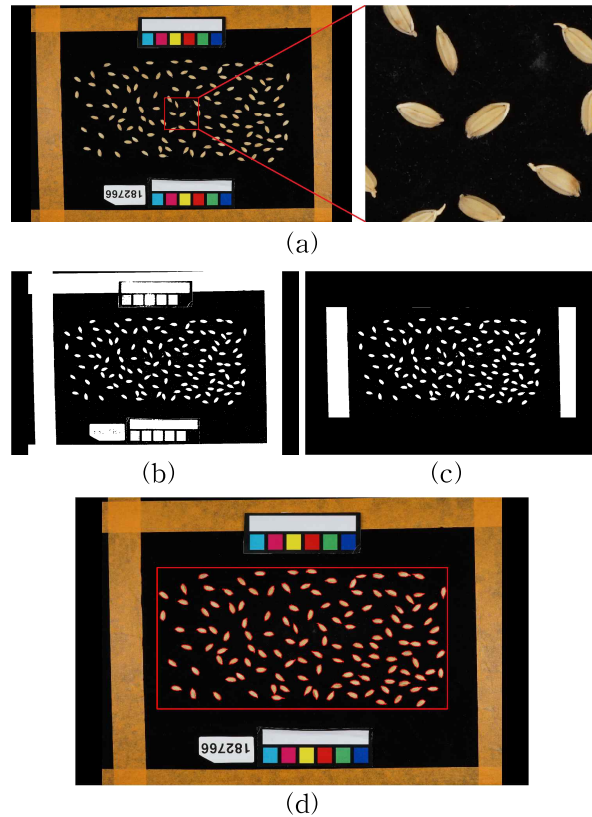


Fig. 4 Procedure for Seed Detection

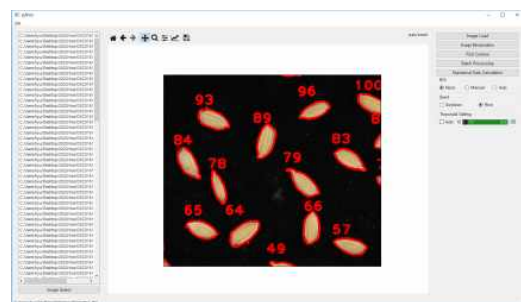


Fig. 5 Detection Result of Rice Seeds



Fig. 3 User Interface of Proposed Method

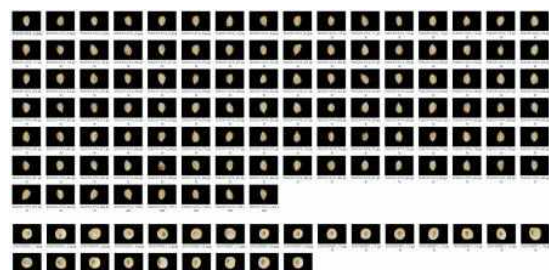


Fig. 6 Saved Seed Images

```

def LongAxis(contour):
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
    return h

def ShortAxis(contour):
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
    return w

def get_area(contour):
    return cv2.contourArea(contour)

def get_perimeter(contour):
    return cv2.arcLength(contour, True)

def get_roundness(area, perimeter):
    return 4 * math.pi * area / perimeter^2

def get_roundness2(convex_area, convex_perimeter):
    return 4 * math.pi * convex_area / convex_perimeter^2

def get_compactness(area, convex_area):
    return area / convex_area
    
```

Fig. 7 Function for Numerical Data Extraction

의 함수를 이용하여 계산한다.

Fig. 7에서 첫 번째로 가장 긴 축과 가장 짧은 축은 회전된 종자의 너비와 높이이다. 면적은 추출된 종자 윤곽선의 면적 값이고, 둘레는 윤곽선의 폐곡선 둘레를 나타낸다. 진원도는 추출된 종자 윤곽선의 둥근 정도이고, 둥글기는 Convex Hull의 둥근 정도이다. 응집도는 종자의 조밀한 정도를 나타낸다. Fig. 8은 벼 종자의 수치 데이터의 추출 결과이다.

Fig. 9는 Fig. 3의 ①구역에서 종자 선택 시 결과로 위의 구역은 현재 선택한 종자의 영상이고, 아래의 구역은 대표색상 및 HSV 값이다. 대표색상은 RGB 채널로 색상 값을 구할 시 정확한 색상이 추출되지 않아 정확한 색상 값을 구하기 위해 HSV 채널로 변환하였고, 종자 영상의 H, S, V 각 채널의 가장 많은 값을 계산하여 구하였다.

4. 실험결과

제안된 시스템은 10개에서 25개의 콩 종자와 100개에서 200개의 벼 종자가 존재하는

No.	Long axis	Short axis	Area	Perimeter	Roundness	Roundness2	Compactness
DSC01474_1	136.0000	60.0000	6341.5000	339.5219	0.6913	0.7797	0.9778
DSC01474_2	128.0000	61.0000	6119.0000	327.6224	0.7164	0.8001	0.9763
DSC01474_3	119.0000	58.0000	5363.5000	307.8650	0.7111	0.8249	0.9777
DSC01474_4	130.0000	62.0000	6172.0000	332.4508	0.7017	0.8033	0.9760
DSC01474_5	128.0000	64.0000	6487.5000	333.8650	0.7314	0.8288	0.9815
DSC01474_6	140.0000	64.0000	6708.5000	361.6640	0.6445	0.7762	0.9691
DSC01474_7	148.0000	61.0000	7088.0000	371.2792	0.6461	0.7443	0.9735
DSC01474_8	135.0000	62.0000	6460.0000	346.5929	0.6758	0.7711	0.9735
DSC01474_9	136.0000	65.0000	7164.0000	352.1076	0.7261	0.8162	0.9819
DSC01474_10	126.0000	57.0000	5488.0000	319.6224	0.6751	0.7851	0.9729
DSC01474_11	140.0000	60.0000	6154.5000	347.8061	0.6393	0.7345	0.9698
DSC01474_12	126.0000	53.0000	5572.0000	322.7939	0.6720	0.7687	0.9838
DSC01474_13	133.0000	61.0000	6374.0000	334.9361	0.7140	0.8063	0.9825
DSC01474_14	129.0000	63.0000	5881.5000	328.8356	0.6835	0.7912	0.9673
DSC01474_15	131.0000	64.0000	6460.0000	334.5929	0.7251	0.8229	0.9808
DSC01474_16	138.0000	68.0000	7241.5000	364.4924	0.6850	0.8218	0.9621
DSC01474_17	151.0000	65.0000	6928.0000	371.9066	0.6294	0.7427	0.9509
DSC01474_18	125.0000	62.0000	5860.0000	323.7645	0.7025	0.8115	0.9757
DSC01474_19	143.0000	64.0000	6936.0000	367.7645	0.6444	0.7618	0.9737
DSC01474_20	140.0000	68.0000	7187.0000	365.0782	0.6776	0.7928	0.9714
DSC01474_21	141.0000	58.0000	5999.0000	357.7945	0.5890	0.7269	0.9381
DSC01474_22	136.0000	69.0000	7170.0000	363.4214	0.6822	0.8117	0.9688
DSC01474_23	139.0000	68.0000	7063.0000	358.0488	0.6923	0.8076	0.9702
DSC01474_24	127.0000	56.0000	5661.0000	317.6224	0.7051	0.7867	0.9802
DSC01474_25	153.0000	66.0000	7071.5000	387.8061	0.5909	0.7197	0.9387

Fig. 8 Example of Numerical Data Extracted from Rice Seeds

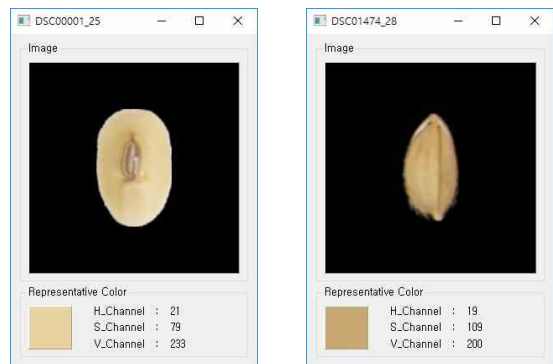


Fig. 9 Representative Color of Seed

6000x4000 크기의 디지털카메라 영상 데이터를 이용하였다. 영상 데이터에 영상처리기술을 이용하여 개별 종자검출 및 추출과 길이, 둘레, 면적, 둥글기, 진원도, 응집도, 대표색상을 추출하였다. 본 실험에서는 임계값 및 ROI 설정을 자동 방식만을 이용하였고, 한 장의 종자 영상에서 개별 종자 특성 추출이 완료되기까지 3초에서 10초의 시간이 소요된다.

Table 1은 종자검출 알고리즘을 이용하여 전체 종자 영상에 대해서 일괄처리한 결과이다.

Table 1에서 콩 종자 영상 1,901개를 대상으로

로 본 연구의 종자검출을 하였을 때 전체 종자 44,678개 중 44,678개 모두 검출하였고, 그중 44,288개를 정확하게 검출하였으며, 390개가 오검출되었다. 벼 종자는 414개 영상을 대상으로 본 연구의 종자검출을 하였을 때 전체 종자 49,452개 중 49,430개를 검출하였고 22개가 미검출되었다. 검출된 49,430개 종자 중 44,288개를 정확하게 검출하였으며, 94개가 오검출되었다. 오검출은 추출된 종자의 영상이 잘려서 원래의 모양을 잃거나, 그림자 혹은 두 개의 이상의 종자가 같이 추출되어 저장된 경우에 해당하였고, 본 연구의 프로그램을 실행하여 추출된 종자를 수작업으로 확인하였다.

종자추출 시 Fig. 10과 같이 종자가 오검출되는 경우가 발생한다.

Fig. 10에서 (a)는 하단의 숫자박스에 의해 ROI가 잘못 지정되어 종자가 검출되지 않았고, (b)는 하나의 종자에 색의 차이가 큰 두 개의 색이 존재하여 종자가 제대로 검출되지 않았다. (c)와 (d)는 종자가 배경, 그림자의 색상과 비슷하여 오검출되었고, (e)는 두 개 이상의 종자가 겹쳐져 있어서 오검출되었다.

제안된 시스템은 1초에 대략 20개의 종자 특성 추출이 가능하다. 적은 양의 종자 특성 추출 시에는 문제가 되지 않으나, 대량의 종자 특성 추출 시 상당히 많은 시간이 소요된다. 이를 개선하기 위해 영상처리 알고리즘을 수정하여 시간을 단축하고, 오검출된 종자를 정확하게 검출할 방법을 찾을 필요가 있다.

5. 결론

제안된 시스템은 종자별 표현체 특성을 추출하기 위해 영상처리기술을 이용하여 다량의 종자검출 및 추출, 대표색상과 수치 데이터를 추출하는 시스템을 개발하였다. 100개에서 200개의 콩/벼 종자가 찍힌 한 장의 영상에서 6초에서 8초 내로 개별 종자 및 수치 데이터를 추출할 수 있었고, 맞춤형 장비를 통해 수치 데이터의 신뢰성을 높일 수 있었다. 또 사용자에게 GUI를 제공하여 표현체 특성을 쉽게 추출할 수 있고, 추출한 개별

Table 1 Experimental Results

	Soybean	Rice
Number of Seed Images	1,901	414
Number of Seeds Detected	44,678	49,430
Number of Seeds Not Detected	0	22
Number of Seeds Correctly Detected	44,288	49,336
Number of Erroneous Seeds	390	94
Total Number of Seeds	44,678	49,452
Accuracy	99.12%	99.76%

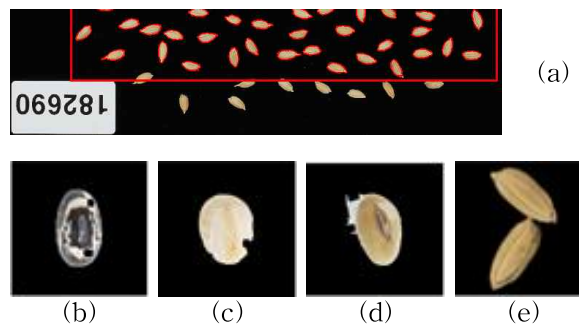


Fig. 10 Example of False Detection

종자 저장 시 종자를 회전시켜 일렬로 나열하여 저장함으로써 직관성과 일관성 및 추출된 수치 데이터의 정확도를 높일 수 있었다.

본 연구는 현재 콩/벼 두 종자만 특성 추출이 가능하나 추후 추출 가능한 종자의 종류를 늘려 시스템의 범용성을 늘리고, 영상처리에 대한 알고리즘을 개선하여 처리시간을 단축할 계획이다. 또 빅데이터와 딥러닝을 접목시켜 종자 영상의 실시간 처리 및 저장과 분석을 통해 표현체 정보를 빠르게 추출하고, 빅데이터에 저장된 정보와 비교하여 현 종자의 유전적 특성을 파악하는데 활용할 수 있는 방향으로 연구할 계획이다.

References

Baek, J. H., Lee, E. Y., Kim, N. H., Lee, H. S., Kim, S. L., Choi, I. C., Ji, H. S., and Kim, K. H. (2019). Development of Seed Traits Information Extraction Program, *Collection of Dissertations from the General Academic Conference of the Korean Society of Information and Communication*, Oct, 24-26, Busan, Korea, 23(2), pp. 569-571

Baek, J. H., Lee, E. Y., Kim, N. H., Kim, S. L., Choi, I. C. Ji, H. S., Chung, Y. S., Choi, M. S., Moon, J. K., and Kim, K. H. (2020). Development of Seed Traits Information Extraction Program, *Sensors*, 20(248), <https://doi.org/10.3390/s20010248>

Lee, S. W. (2020). An Image Analysis-based Study of Soybean Seed Expressions, *News of the Korea Soybean Society*, 348, 5-7.

Lim, D. H. (2003). General Research Papers: Development of a Fruit Sorting System using Statistical Image Processing. *The Korean Journal of Applied Statistics*, 16(1), 129-140.

Min, B. R., Kim, W., Kim, D. W., and Lee, D. W. (2004). Determination of Transferring Period of Several Plants using Image Processing, *Journal of Bio-Environment Control*, 13(3), 178-184.

OpenCV Team. (2020). OpenCV Docs, <https://docs.opencv.org/4.4.0/> (Accessed on Jul, 18th, 2020)



최 승 호 (Seung Ho Choi)

- 학생회원
- (현재) 군산대학교 컴퓨터정보통신공학부 학부생
- 관심분야: 데이터베이스시스템, 객체지향 시스템, 딥러닝, 영상처리, Big Data, Smart Farm



박 건 하 (Geon Ha Park)

- 학생회원
- (현재) 군산대학교 컴퓨터정보통신공학부 학부생
- 관심분야: 데이터베이스시스템, 객체지향 시스템, 딥러닝, 영상처리, Big Data, Smart Farm



양 오 석 (Oh Seok Yang)

- 학생회원
- 군산대학교 컴퓨터정보공학과 공학사
- (현재) 군산대학교 컴퓨터정보공학과 석사과정
- 관심분야: 데이터베이스시스템, 객체지향시스템, GIS, IoT, Big Data, Smart Farm



이 창 우 (Chang Woo Lee)

- 정회원
- 경일대학교 컴퓨터공학과 공학사
- 경북대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 경북대학교 컴퓨터공학과 공학박사

- (현재) 군산대학교 공과대학 컴퓨터정보통신공학부 정교수
- 관심분야: 컴퓨터비전, 머신러닝, 패턴인식



김 영 옥 (Young Uk Kim)

- 군산대학교 컴퓨터정보과학과 공학사
- 군산대학교 컴퓨터정보공학과 석사과정
- (현재) 농촌진흥청 국립농업과학원 연구원

- 관심분야: 딥러닝, 데이터베이스시스템, 객체지향시스템, 영상처리, GIS, IoT, Big Data 처리, Smart Farm



이 홍 로 (Hong Ro Lee)

- 정회원
- 전북대학교 전기공학과 공학사
- 전북대학교 전기공학과 공학석사
- 전북대학교 전자공학과 공

학박사

- (현재) 군산대학교 공과대학 컴퓨터정보통신공학부 정교수
- 관심분야: 객체지향시스템, GIS, 스마트시티, IoT



이 은 경 (Eun Gyeong Lee)

- 가톨릭대학교 생명공학과 공학사
- 전북대학교 농학과 농학석사
- 전북대학교 농학과 농학박사과정
- (현재) 농촌진흥청 국립농업

과학원 연구원

- 관심분야: 표현체, 유전자기능, 빅데이터



백 정 호 (Jeong Ho Baek)

- 정회원
- 군산대학교 컴퓨터정보과학과 공학사
- 군산대학교 컴퓨터정보공학과 공학석사
- 군산대학교 컴퓨터정보공학과

공학박사

- (현재) 농촌진흥청 국립농업과학원 농업연구사
- 관심분야: 표현체, 유전자기능, 빅데이터



김 경 환 (Kyung Hwan Kim)

- 경북대학교 미생물학과 이학사
- 경북대학교 미생물학과 이학석사
- 경북대학교 미생물학과 이학박사

- (현재) 농촌진흥청 국립농업과학원 농업연구관
- 관심분야: 표현체, 유전자기능, 지방산생합성