

디지털영상 기반 과일 선별 시스템

구민정*, 황동국**, 이우람**

A fruite grader system base on Digital image

KMin-jeong Koo*, Dong-kuk Hwang**, Woo-ram Lee**

요약

현재 글로벌화에 따른 과일 소비성향이 다중화, 고급화를 추구하고 있으며 국내 생산과일의 생존은 고급화에 의한 맛에 대한 경쟁력 제고가 필요하다. 과일을 맛과 크기에 따라 등급을 세분화 한 차별화된 마케팅이 요구되므로 수익과 생산성 증대를 위하여 개별농가에서의 대략적, 영세적인 선별에서부터 탈피한 체계적이고 규모화된 자동화 생산과정이 필요하다. 그러나 현재 사용되고 있는 선과기는 회전 드럼식 방식으로 크기 등급을 선별할 때 과실의 손상을 야기하고 당도측정을 위해 사용되는 광센서는 1억원에 달하는 선별장비 비용을 초래하므로 본 논문에서는 디지털이미지를 이용하여 과일의 크기를 측정하여 등급을판정하고 당도 측정 또한 과실의 파손없이 분류하는 과일 선별 시스템을 제작한다.

▶ Keyword : Fruite grader, Digital image, Size information, Color information¹⁾

제1저자 : 구민정

* 영동대학교 컴퓨터공학과, ** 충북대학교 대학원 컴퓨터공학과

1. 서론

오늘날 과일 수입이 다종화 고급화 되어 있는 추세속에 국내 생산과일의 생존은 고급화에 의한 맛에 대한 경쟁력 재고가 필요하다. 과일을 맛과 크기에 따라 등급을 세분화 한 차별화된 마케팅이 요구되므로 수익과 생산성 증대를 위하여 개별농가에서의 대략적, 영세적인 선별에서부터 탈피한 규모화, 단지화된 자동화 품목과 지역을 중심으로 상향식의 생산자조직이 결성되어 있으며 이러한 조직에 과일 선과 시스템의 도입이 필요하다.

현재 과수 농가에서 사용되는 고가의 선과시스템은 가격 경쟁력이 떨어지므로 저렴한 선과시스템 도입해야 한다. 기존의 선과기는 분류 과일의 개수에 따라 저울을 갖추어 선별하는 긴 공정이 필요하거나, 과일의 무게를 감지하는 회전드럼기등의 고가의 장비가 필요하지만, 본 논문은 결정된 카메라들로부터 과일 영상을 획득하여 과일을 선별하므로 과실의 파손이 없게 되고, 과일의 숙성도는 광센서를 이용하는 대신 획득된 디지털 영상의 색상정보를 이용하여 분류하므로 고비용의 설비가 감소된다. 과일의 크기와 색상을 인식하기 위한 3개의 카메라와 선과정보를 계산하기 위한 컴퓨터시스템을 연결하여 선별된 결과를 감시 장비에 도시하므로 기존의 선과시스템보다 작은 공간이 소요된다[1].

II. 관련연구

현재 거점 산지유통센터에 도입되는 선별기들은 외국산 기종이 채택되는 경우가 많다. 지금까지 국내 산지유통센터에 설치되던 국산 선별시스템은 대부분이 3억~4억이하의 기종들이 대부분이었고, 국내의 선별기 업체의 기술 또한 이 수준에 맞추어져 있다.

1990년대 초, 사과와 색택과 중량 선별을 위해 미국에서 제작된 사과 선별기를 수입하여 4개의 청과물유통센터에 설치한 적이 있으며, 가격이 3억원 이상인 고가의 선별시스템이었으나 제대로 가동되지 못하고 고철로 전락하였다. 원인은 선별기를 이용하여 선별했을 때 국내과일이 쉽게 멍이 들어 버리기 때문이었다. 따라서 처리속도를 늦추거나 양을 적게 투입함으로써 조심스럽게 선별할 수밖에 없었다. 고가에 선별 정밀도가 높고 속도가 빠른 선별기라 할지라도 국내과일에 손상을 가져오는 기기는 무용지물이다. 또한 아주 긴 선별 라인 중에서 사용되지 않는 라인도 발견 되었으며 필요 없는

라인도 일부 추가가 되어 있다. 현재 시중에서 유통되는 선별기는 1억~8천여 만원의 가격이며 광센서를 통해 당도가 측정되어지고 있으며 무게감지센서를 통해 무게에 따라 크기를 분류하고 있다. 국내 영세 과수 농가 활성화 시키기 위해 본 과제는 디지털카메라를 통해 과일의 크기를 식별하고 당도를 색상으로 구분하여 저가의 선과기를 개발하는데 근간이 될 것이다[2].

III. 과일선별 시스템

선과시스템은 과수 농가의 가격 경쟁력을 높이기 위한 필수 사항이나 고비용 설비로 인하여 설치가 쉽지 않다. 본 과제는 선과시스템의 비용 절감, 효율적 공간 이용 및 선별과정 중 과일 파손을 방지하기 위해 디지털 영상만을 이용하여 선과시스템의 핵심인 과일 특징(색상정보, 크기정보)을 추출하는 알고리즘을 개발한다.

- 1) 선별시스템에 최적인 카메라의 3개, 위치를 배치한다.
- 2) 분석된 각각의 영상에서 크기정보와 색상정보를 추출한다.
- 3) 추출된 정보를 다음 과정에서 이용할 수 있도록 일정 형태로 바꾸고 이를 감시 장비에 도시한다.

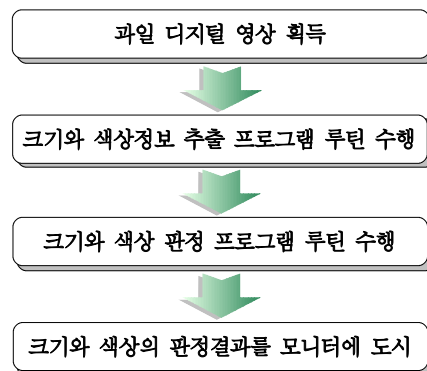


그림 1. 과일 선별 시스템 처리 과정

1. 과일의 크기 선별

디지털영상 기반 과일 선별 시스템은 디지털카메라로 과일이 디지털 영상을 획득하였으며 사용된 과일은 동시(감)를 이용하여 실험하였다. 아래는 과일의 크기를 선별하기 위한 과정이다.

- 1) 영상획득 : 디지털 카메라로부터 3개의 위치 디지털이미지를 받아 들인다.
- 2) 배경제거 : 동시(감)이외의 영역을 이미지에서 제거한다.
- 3) 이진화 : 빛의 간섭을 제거하기 위한 전단계로써 이진화를 통해 동시(감)이외의 영역인 필요 대상을 추출한다.
- 4) 프로젝션 : 빛의 간섭인 불필요한 영역을 제거한다.
- 5) 표준편차에 따른 구간 추출 : 표준편차에 따른 구간을 추출하기 위해 신뢰도를 이용하여 정확도를 높였다.
- 6) 가로, 세로, 높이 등의 인자 추출 : 동시감의 실제 크기인 가로×세로×높이의 값을 추출한다[3].

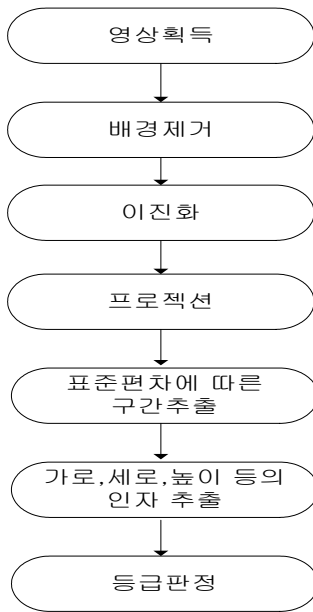


그림2 과일 크기 계산 알고리즘

2. 과일의 당도 선별

과일의 당도를 측정하기 위하여 동시(감)에 대한 3개의 디지털이미지를 RGB의 색상정보의 히스토그램으로 나타내어 히스토그램 상의 Red, Green, Blue 영역을 이용하여 숙성도 판별에 사용하였다.

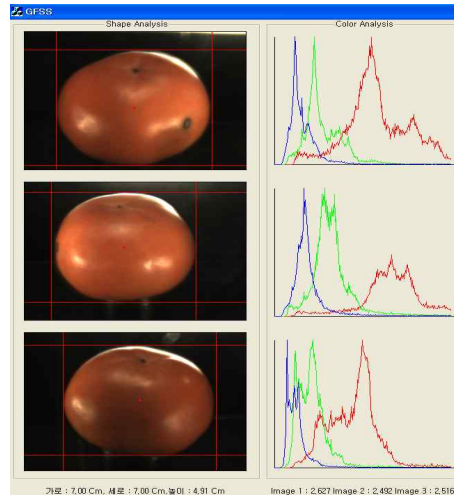


그림3 동시(감)의 3개 이미지의 RGB 히스토그램

- 1) RGB 영역 계산 : 각각의 Red, Green, Blue의 영역을 계산한다.
- 2) Red 영역 : 수치가 높을 수록 완숙된 과실이다.
- 3) Green, Blue 영역 : 수치가 높을 수록 덜 익을 과실이다.
- 4) 당도 등급 판정 기준 인자 : 샘플 정보 수집 결과 일반적으로 Red 영역이 2.3배~4배의 영역을 나타내었고, 동시(감) 재배 전문가의 등급 선정 기준에 따라 동시(감)을 입력시킨 결과 전문가의 육안으로 상, 중, 하 등급으로 나뉜 동시들은 Red영역이 상품일때 2.5배이상 구간에 분포했으며, 중품은 2.5배 미만 ~2.3배이상 구간에 분포했으며, 하품은 2.3배 미만 ~1배 초과까지의 구간이며 나머지는 상품의 가치가 없다는 것을 알게 되었다. 따라서 Red영역의 배수로 등급을 판정하였다.

IV. 실험결과

실험환경으로는 디지털 카메라를 3대를 PC에 연결하여 디지털 이미지를 수신하여 과일의 크기와 당도의 계산하여 등급별로 화면에 표시한다.

동시의 입체면적 3600 인지하기 위해 3개의 카메라가 배치되며 외부조명을 차단하기 위한 암실 역할의 기둥이 배치되었으며, 동시를 인식할 수 있도록 조명 4개를 동시와 함께 지면에서 10cm 정도 띄워 입체정보가 정확하게 PC에 입력되도록 하였다.

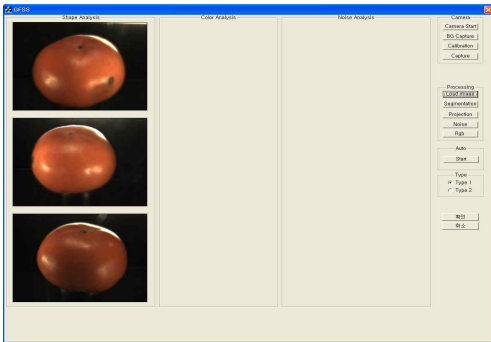


그림4. 이미지 로딩

그림 4는 동시를 3개의 디지털 카메라로부터 입력 받아 PC의 모니터에 도시된 상태이며 3개의 이미지의 pixel의 정보로 동시의 크기(가로×세로×높이)의 인자를 구할 수 있게 된다. 그림 5는 과일이미지 물체영역 추출 완료된 상태로 흰색이 동시 영역이다. 그림 6은 크기를 상, 중, 하로 구분하기 위한 과정으로 붉은 선이 크기를 나타내고 있으며, 그림. 7은 훼손된 과일 (곤충피해, 물리적 충격)검출해 주고 있다. 그림 8은 숙성도를 구분하여 등급판정하기 위한 과정으로 크기, 노이즈, 컬러 분석 완료 후 왼쪽의 사진의 하단에 “등급: 상”으로 결과가 분석되어져 있다.

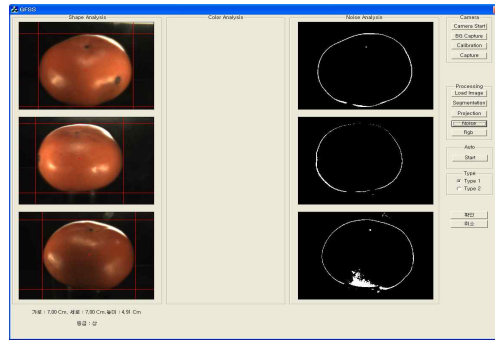


그림7. 노이즈 분석

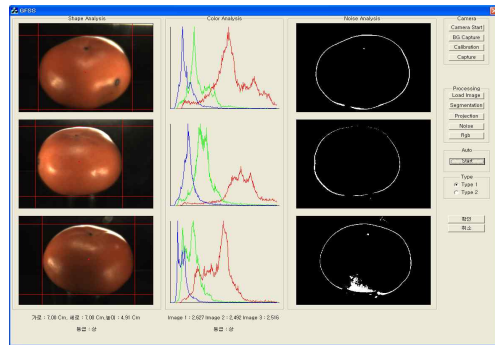


그림8. 노이즈 분석 및 등급 판정 결과 화면

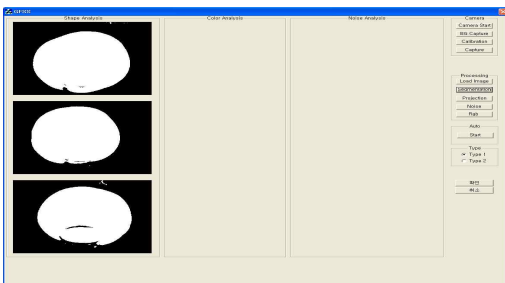


그림 5. 물체영역 추출

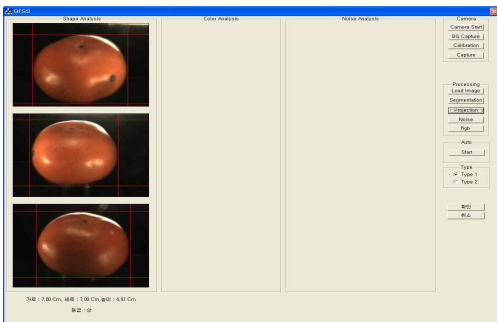


그림 6. 과일 크기 분석

V. 결 론

기존의 선과기는 분류 과일의 개수에 따라 저율을 갖추어 선별하는 긴 공정이 필요하거나, 과일의 무게를 감지하는 회전 드럼기등의 고가의 장비가 필요하지만, 본 과제는 결정된 카메라로부터 과일 영상을 획득하여 과일을 선별하므로 과실의 파손이 과일의 원형이 보존되었다.

과일의 숙성도는 광센서를 이용하는 대신 획득된 디지털 영상의 색상정보를 이용하여 분류하므로 고비용의 설비가 감소되었고, 과일의 크기와 색상을 인식하기 위한 3개의 카메라와 선과정보를 계산하기 위한 컴퓨터시스템을 연결하여 선별된 결과를 감시 장비에 도시하므로 기존의 선과시스템보다 작은 공간이 소요되어 비용 절감 효과를 가져왔다.

앞으로 각 과일별로 샘플 선별기준을 상, 중, 하 등급 수치를 획득한다면 모든 과일로 확장하여 선별이 가능하다.

참고문헌

- [1] Bennedsen.B.S, D.L.Peterson, 2005, An optical method for detectng watercore and mealiness in apples, Tran, of the ASAE, Vol.48 No.6 pp1819-1826.
- [2] 황인근, VIS/NIS 분광 분석법에 의한 사과(후지)의 온 라인 당·산도 선별 시스템개발, 서울대학교 박사학위 논문, 2000.
- [3] Choi, K., G. Lee, Y. J. Han, and J. M. Bunn, 1995, Tomato maturity evaluation using color image analysis. Trans. of ASAE 38(1), pp171-176.