

스마트 온실 산란광에 따른 토마토 영상 색 공간 분석 연구

서다솜*, 강예지*, 홍영기*, 최인찬*, 김국환*, 권경도*, 김정철*

*국립농업과학원 스마트팜개발과

e-mail:kkcmole@korea.kr

A Study on Tomato Image Color Space Analysis according to Scattered Light of Smart Greenhouse

Dasom Seo*, Yeji Kang*, Youngki Hong*, Inchan Choi*, Gookhwan Kim*, Kyungdo Kwon*, KyungChul Kim*

*Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Sciences

요 약

최근 딥러닝을 과수 인식, 자동 수확, 자동 방제 등 농업 분야에 적용한 사례가 증가하고 있다. 본 논문은 딥러닝 기반 토마토 성숙도 인식 모듈 개발을 위한 기초연구로, 온실 내에서 사용하기 적합한 색 공간을 찾고자 한다. 온실은 실내 환경이지만 태양광이 투과 및 산란하는 특성을 가지기 때문에, 영상 취득 시 조명의 영향을 많이 받는다. 토마토 성숙도 인식을 위해서는 영상에서 토마토 영역의 정확한 색상 검출이 중요하다. 때문에, 조명의 영향을 최대한 제거하는 색상 검출을 위해 RGB 색 공간 외에도 HSV, LAB 등 다양한 색 좌표계에서 영상을 비교하고 적합한 색 공간을 선택하고자 한다.

1. 서론

2. 영상 취득

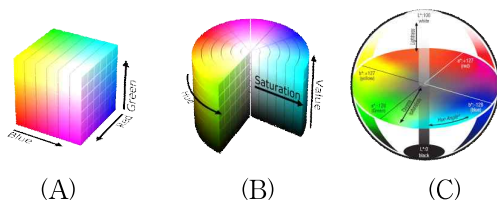
최근 농촌 인구 고령화 및 농업 노동력 감소로 인해 농업용 로봇 도입 등 농업 자동화의 필요성이 대두되고 있다. 때문에, 온실에서 재배되는 작물을 인식하고 성숙도를 측정하는 등, 시설 원예 작물 재배에 딥러닝을 적용하는 연구가 활발하게 진행되고 있다 [1-3]. 또한, 사람마다 수확 시기 판단이 상이하기 때문에, 수확 작물의 품질 균일성이 떨어진다. 이에 컴퓨터 비전을 활용한 수확 작물 품질 균일성을 향상하고자 한다.

본 논문에서는 토마토 성숙도 및 수확 시기 예측을 위한 영상에 적합한 색 공간을 선정하고자 한다. 토마토는 온실 재배 작물로, 온실 내부는 산란광, 차광막 등 조명의 변화가 크다. 그림 1은 각각 RGB, HSV, LAB 색 공간으로, 각 색 공간 채널별 영상을 비교하여 조명의 영향이 가장 적고 성숙도 구별이 뚜렷한 색 공간을 선정하고자 한다.

토마토 성숙단계 별 영상 수집을 위해 동일 작물에 대한 착과부터 완숙까지의 영상데이터를 수집하였다. 주로 착과 후 적산온도가 1000 ℃가 되는 시점에 완숙이 된다 [4]. 적산온도 1000 ℃에 도달하기 위해서는 착과 후 45~50일이 소요된다.

[표 1] 토마토의 성숙단계

성숙도	외관상태	적색 비율(%)
녹숙기	착색이 안된 상태 (녹색)	0
변색기	착색 시작 단계	3 - 10
채색기	연한 적색과 녹색 혼재	11 - 30
도색기	연한 적색과 황색 혼재	30 - 60
담적색기	연한 적색	61 - 90
완숙기	착색 완료 (적색)	90 -

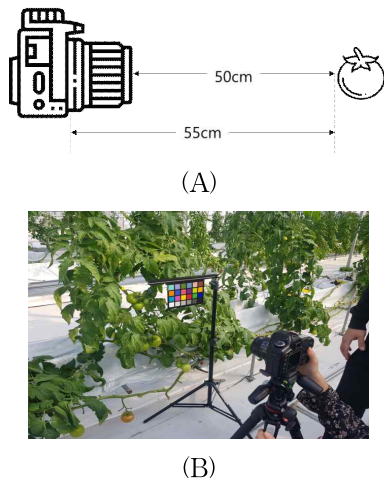


[그림 1] 색 공간 (A) RGB (B) HSV (C) LAB

토마토의 성숙단계는 표 1과 같이 외관의 적색의 착색 정도를 기준으로 정한다.

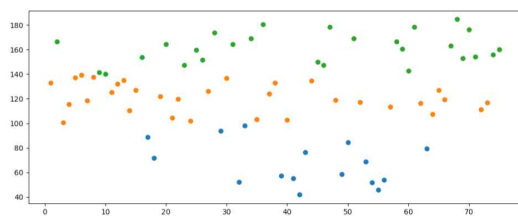
영상 취득은 약 40일간 고정된 작물 2개 그룹에 대해 진행했으며 촬영에는 Canon D5 카메라를 사용했다. 정확한 조명의 영향 확인을 위해 셔터 속도와 ISO 감도를 고정하고 노출 보정이 없는 상태로 촬영했다. 고정된 셔터 속도와 ISO 감도는 각각 1/20초와 200이다. 카메라는 토마토와 렌즈 사이의

수직 거리가 50cm (이미지 센서까지 55cm)가 되도록 설치했다. 카메라 설치 환경은 그림 2와 같다.



[그림 2] 카메라 설치 환경 (A) 구조도 (B) 실제 촬영환경

노이즈가 심한 영상을 제외하고 총 75장을 취득했으며, 영상을 그레이 영상으로 변환한 후 평균 밝기를 계산했다. 평균 밝기는 그레이 영상의 각 픽셀값을 모두 더한 후, 영상 크기로 나누어 구한다. 취득된 영상들의 평균 밝기는 그림 3과 같으며, 영상 전체의 밝기 평균은 123.8이다. 같은 위치, 같은 시간대에 촬영했음에도 불구하고 밝기 평균이 41.93부터 184.54까지 141.61의 차이를 보인다.



[그림 3] 취득된 영상별 평균 밝기

3. 색 공간 분석

각 RGB 영상을 HSV와 LAB 색 공간으로 변환하여 세 가지 색 공간을 비교하였으며, 토마토의 익은정도를 판단하기 위해서는 적색과 녹색이 중요하기 때문에, RED 및 GREEN 색상 표현을 담은 RGB 영상의 R, G 채널, HSV 영상의 H 채널, LAB 영상의 A 채널을 비교하였다. 그림 4는 촬영한 영상의 각 채널을 비교한 것이다. 조도 영향 비교를 위해 같은 속도의 평균 밝기 76.55와 147.15의 두 가지 영상을 사용했다.

RGB 영상은 색상과 밝기 정보를 함께 표현하기 때문에, R 채널과 G 채널은 밝기 그룹별로 큰 픽셀 값 차이를 보인다. 반면에 HSV 영상의 Hue 채널과 LAB 영상의 A 채널은 색상 정보만 표현하기 때문에 조명의 영향이 적다. HSV 영상과 LAB 영상 모두 조명의 영향이 크지 않지만, Hue 채널에서

붉은색과 초록색의 색상 차이가 0.3으로 적으나, A 채널에서는 각각 1에 수렴하고 0에 수렴하기 때문에 정규화 시 초록색과 붉은색의 구별이 뚜렷하다.

Input	Red	Green	Hue	LAB-A

[그림 4] 색 공간별 채널 비교

4. 결론

본 논문에서는 토마토 숙도 예측 모델 개발을 위해 적합한 색공간을 선정하기 위해 산량광에 대한 시계열 데이터 비교 분석을 하였다. 취득한 영상의 평균 밝기를 계산하여 서로 다른 밝기의 영상을 각각 RGB, HSV, LAB 영상으로 변환한 후, R, G, H, A 채널을 비교했다. 비교 결과 R 채널과 G 채널은 조명의 영향을 크게 받아 같은 대상에 대해 밝기 별로 다른 값을 출력했고, H 채널과 A 채널은 조명과 관계없이 일정한 색상 값을 출력했다. 특히, A 채널이 초록색과 붉은색의 구별이 뚜렷하므로 LAB 영상이 토마토 성숙도 예측 모델 개발에 적합할것으로 판단된다.

사사

본 논문은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 스마트팜연구사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호 : 421031-04)

참고문헌

- [1] Ko, K., Jang, I., Choi, J. H., Lim, J. H., & Lee, D. U., "Stochastic Decision Fusion of Convolutional Neural Networks for Tomato Ripeness Detection in Agricultural Sorting Systems," Sensors, vol. 21, no. 3, 917, 2021.
- [2] P. Das and J. P. S. Yadav, "Automated Tomato Maturity Grading System using CNN," 2020 International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC), pp. 136-142, 2020.
- [3] 고광은, 박현지, 장인훈, "딥러닝과 확률모델을 이용한 실시간 토마토 개체 추적 알고리즘," 로봇학회 논문지 제 16권, 1호, 2021.
- [4] "일본, 토마토 이른 수확에도 추숙(追熟)으로 숙성," 일본 농업신문, 1월 30일, 2019.