

# 비전 센서를 이용한 수소수 살포 여부에 따른 상추 성장 속도 분석

박근호, 김선형, 김병준, 김동훈, 김서정, 이광형, 이수아, 정성환  
한국전자기술연구원

{root, sh.kim, jun0420, scott3554, clickmiss123, lightbro, ssuyoi, shjeong}@keti.re.kr

## Analysis of Lettuce Growth Rate According to Whether Hydrogen Water Was Sprayed Using a Vision Sensor

Keunho Park, Seonhyeong Kim, Byoungjun Kim, Donghoon Kim,  
Seojeong Kim, Gwanghyeong Lee, Sua Lee, Shunghwan Jeong  
Korea Electronics Technology Institute

### 요약

수소 분자가 이온으로 바뀌지 않고 분자 상태 그대로 녹아 있는 물을 수소수라고 한다. 국내외에서 수소수의 효과에 대한 임상실험 결과를 바탕으로 수소수의 효능에 대해 주장하는 연구가 발표되었다. 본 논문에서는 상추를 대상으로 토경재배 환경에서 수소수를 살포한 실험군과 대조군의 성장속도를 비교하여 수소수가 성장속도에 미치는 영향을 분석하는 연구를 수행하였다. 원근변환을 이용하여 카메라와 작물의 거리에 따라 발생하는 위상오차를 보정하였고 색조-채도 히스토그램을 이용하여 찾아낸 상추 영역 범위를 이용하여 작물 잎사귀에 해당하는 전경과 그 밖의 배경을 분류하여 작물의 면적을 산출하였다. 특정 기간 동안 수집한 5세트의 데이터를 가지고 실험한 결과 실험결과 실험군과 대조군의 평균 성장속도의 차이는 최대 0.86%, 최저 0.1%의 값을 보였다.

### 1. 서론

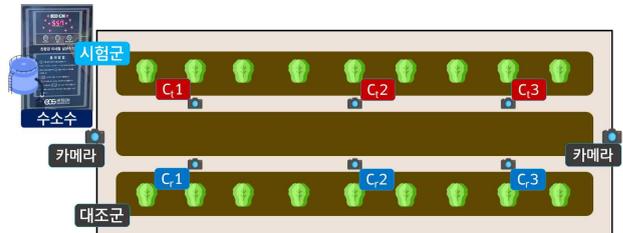
수소 분자가 이온으로 바뀌지 않고 분자 상태 그대로 녹아 있는 물을 수소수라고 한다. 일본에서 수소가 인체의 유해한 활성산소를 효과적으로 제거하며 수소수가 노화 방지와 피부에 좋다는 연구가 진행되어 왔으며, 국내에서도 수소수의 효과에 대한 임상실험 결과를 바탕으로 수소수의 효능에 대해 주장하는 연구가 발표되었다. 하지만 수소수에 포함된 수소가 매우 적을 뿐만 아니라 그 수소가 몸에 제대로 흡수된다고 보기 어렵다는 이유 때문에 대부분의 과학자들이 수소수의 효능에 대해 부정적이다[1].

본 논문에서는 상추라는 작물을 대상으로 토경재배 환경에서 수소수를 살포한 실험군과 그렇지 않은 대조군의 성장속도를 비교하여 수소수가 성장속도에 미치는 영향을 분석하는 연구를 수행하였다. 분석의 객관성을 확보하기 위해 그림 1과 같은 환경을 조성하여 비전센서를 이용한 분석알고리즘을 개발하였고 이를 바탕으로 무인 환경에서 분석을 진행하였다.

### 2. 상추 성장 속도 분석

#### 2.1. 원근변환 (perspective transform)

원근변환은 3차원 공간에서의 값을 2차원 공간으로 투영하거나, 서로 다른 2차원 공간의 매핑관계를 모델링하기 위한 변환 방법이다[2].



\*농가 주소 : 남원시 아영면 두락리 915-2

[그림 1] 데이터 수집 환경

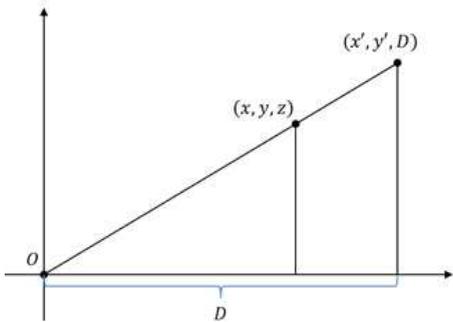
그림 2에서  $O$ 는 관찰자의 위치이며 사물의 실제 위치는  $(x, y, z)$ 이고 투영된 지점에서의 위치는  $(x', y', D)$ 으로 나타낼 수 있다. 그러면 삼각형의 닮음을 이용하여,

$$\frac{y'}{y} = \frac{D}{z} \quad (1)$$

$$\frac{x'}{x} = \frac{D}{z} \quad (2)$$

으로 표현 할 수 있다.  $z$ 를 1으로 고정하였을 때  $y = y'/D$ ,  $x = x'/D$ 가 되며, 호모그래피는 8자유도를 가지므로 4쌍이 좌표를 통해 변환관계를 정의할 수 있다. 호모그래피 함수는 다음과 같이 표현된다.

$$w \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$



[그림 2] 관측점, 실제 지점, 투영점의 관계

## 2.2. 색조-채도 히스토그램 (hue-saturation histogram)

영상을 RGB 색 공간에서 HSI 색 공간[3]으로 변화하면 Hue와 Saturation 값을 얻을 수 있다.

$$Hue = \cos^{-1} \frac{0.5 \times ((R-G) + (R-B))}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \quad (4)$$

$$Saturation = 1 - \frac{3}{R+G+B} \min(R,G,B) \quad (5)$$

색조에 해당하는 Hue는 빨강, 파랑, 녹색과 같이 서로 구별되는 색 고유의 특성을 의미하고, 채도에 해당하는 Saturation은 색의 진하고 엷음을 나타낸다.

배경이 색상 차이가 두드러진 객체를 분별해내기 위해 영상의 픽셀별로 얻어진 Hue와 Saturation의 값을 2차원 히스토그램으로 구성할 수 있는 이를 색조-채도 히스토그램이라고 한다.

## 2.3. 수소수 살포 여부에 따른 성장 속도 분석

본 논문에서 수소수 살포에 따른 상추의 성장 속도 분석을 위해 표 1과 같이 2022년 6월부터 7월까지 전라북도 남원시에서 토경 방식으로 상추를 재배하는 농가에서 데이터를 수집하였다. 1시간 간격으로 수집된 5세트의 영상 데이터를 영상 처리 기술을 바탕으로 성장량을 분석하여 수소수 살포 여부에 따른 작물의 성장 속도를 비교하는 연구를 수행하였다.

성장속도를 분석하기 위해 수집된 각 세트의 영상 데이터는 그림 3의 (a)와 같이 한차례 수확이 끝난 상추 배지를 시작으로 그림 3의 (b)와 같이 다음 차례의 수확 이전까지를 종료

시점으로 한다. 이는 상추 포기들이 성장하는 한 주기의 시계열 영상 데이터 집합으로 배지 상단에 위치한 영상 수집 장치가 1시간 간격으로 영상 데이터를 수집하여 그림 4와 같은 방법으로 데이터 분석을 진행한다.

[표 1] 세트별 데이터 수집 기간

세트	데이터 수집 기간(Y.MM.DD_HH)
(a)	22.06.15_06 - 22.06.16_12
(b)	22.06.16_13 - 22.06.20_09
(c)	22.07.04_10 - 22.07.07_10
(d)	22.07.07_12 - 22.07.11_09
(e)	22.07.25_12 - 22.07.28_08



(a) 데이터 수집 시작



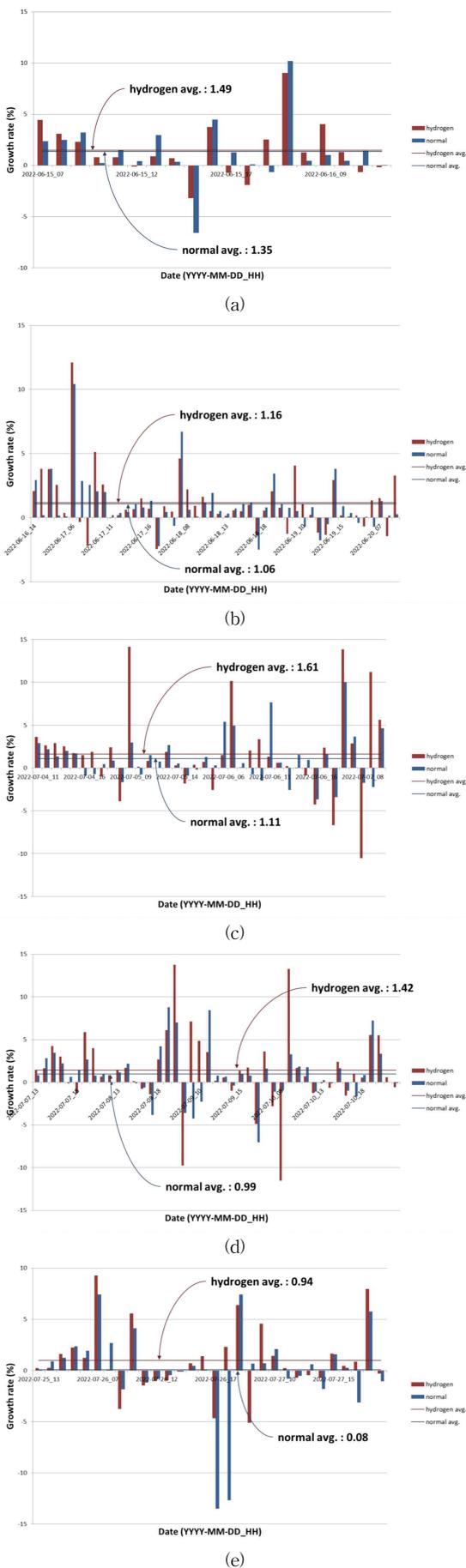
(b) 데이터 수집 끝

[그림 3] 데이터 수집의 시작과 끝 지점 예시



[그림 4] 비전 센서를 이용한 상추 성장 속도 분석 방법

비전 센서를 이용한 상추 성장 속도를 분석하는 알고리즘의 개요는 그림 3과 같다. 원본영상에서 관심영역을 추출하여 색조-채도 히스토그램으로 변환하여 상추 영역에 해당하는 색조-채도 히스토그램 상의 범위를 찾아낸다. 분석결과 Hue의 경우 120° 이상 또는 200° 이하, 그리고 Saturation의 경우 60 이상 220 이하의 범위가 상추 영역에 해당한다. 상추의 실제 면적을 구하기 위해 상추 배지의 관심영역에 표시해놓은 표시자를 실제 영역에 해당하는 면적만큼 원근변환을 수행하는 방식으로 카메라와 작물의 거리에 따라 발생하는 위상오차를 보정하였다. 이후 색조-채도 히스토그램을 이용하여 찾



[그림 5] 비전 센서를 이용한 상추 성장 속도 분석 결과

아닌 상추 영역 범위를 이용하여 작물 잎사귀에 해당하는 전경과 그 밖의 배경을 분류하여 작물의 면적을 산출하였다. 산출된 면적을 바탕으로 시간에 따른 변화량을 수식 (6)을 이용하여 계산하여 작물의 성장 속도를 분석하였다.

$$R_t = \frac{A_t - A_{t-1}}{A_t} \times 100 \quad (6)$$

비전 센서를 이용하여 상추의 성장속도를 분석해낸 결과는 그림 5와 같다. 실험에 사용된 모든 세트에서 수소수를 살포한 실험군 집합이 수소수를 살포하지 않은 대조군 집합보다 높은 평균 성장속도를 보임을 알 수 있다. 실험군의 최고, 최소 평균 성장속도는 각각 1.61%, 0.94%였으며, 대조군의 최고, 최소 평균 성장속도는 각각 1.35%, 0.08%이다. 또한 실험군과 대조군의 평균 성장속도의 차이는 최대 0.86%, 최저 0.1%의 값을 보였다.

### 3. 결론

본 논문에서는 상추를 대상으로 토경재배 환경에서 수소수를 살포한 실험군과 그렇지 않은 대조군의 성장속도를 비교하여 수소수가 성장속도에 미치는 영향을 분석하는 연구를 수행하였다. 특정 기간 동안 수집한 5세트의 데이터를 바탕으로 연구를 수행하였다. 원근변환을 이용하여 카메라와 작물의 거리에 따라 발생하는 위상오차를 보정하였고 색조-채도 히스토그램을 이용하여 찾아낸 상추 영역 범위를 이용하여 작물 잎사귀에 해당하는 전경과 그 밖의 배경을 분류하여 작물의 면적을 산출하였다. 실험결과 실험군과 대조군의 평균 성장속도의 차이는 최대 0.86%, 최저 0.1%의 값을 보였다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421003-04)

### 참고문헌

- [1] "A panacea for hydrogen water, is it real?," Mutual Aid For Scientists & Engineers, last modified Apr. 26. 2018, accessed Sep. 26. 2022, [https://www.sema.or.kr/webzine/180426/sub\\_06.html](https://www.sema.or.kr/webzine/180426/sub_06.html).
- [2] Parent, R., Computer Animation: Algorithms and Techniques, Morgan Kaufmann, 2001
- [3] Agoston, Max K., Computer Graphics and Geometric Modeling: Implementation and Algorithms, London: Springer, 2005