

# ICT 융합기술을 이용한 식물의 생육 분석 시스템 설계

김영춘\*, 조문택\*\*, 김갑수\*\*\*, 이충식\*\*, 김용균\*\*\*\*

\*공주대학교 기계자동차학부

\*\*대원대학교 전기전자과

\*\*\*아세아시멘트

\*\*\*\*대원대학교 방사선과

e-mail:mtcho@daewon.ac.kr

## Design of plant growth analysis system using ICT convergence technology

Young-Choon Kim\*, Moon-Taek Cho\*\*, Kab-Soo Kim\*\*\*\*, Chung-Sik Lee\*\*, Yong-Kyun Kim\*\*\*

\*Dept. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

\*\*Dept. of Electrical & Electronics Engineering, Daewon University College

\*\*\*Asia Cement Co.

\*\*\*\*Dept. of Radiological Science, Daewon University College

### 요약

본 논문에서는 ICT 기반 식물공장의 생육분석시스템을 설계함으로써 주문 생산 및 계획생산을 통한 농산물의 신선도의 증대와 IT, BT 산업과의 융·복합을 통한 새로운 시장의 창출하였으며, 자동제어, 로봇개발로 농작업의 편리성 증진 및 작업공간의 쾌적성을 증진시켰다. 그리고, 도시민들에게 식물 생장의 전 과정을 체험하고 학습할 수 있는 기회 제공으로 도심 속 오아시스처럼 삭막한 도시생활에 지친 사람들에게 삶의 여유 제공 및 자원의 효율적 재활용을 통하여 환경 오염 방지를 하였으며, 기후에 영향을 받지 않고 연중 안정적으로 다양한 농산물을 생산하여 공급하는 시스템의 구축을 통한 설계 시스템을 제안하였다.

## 1. 서론

식물 재배영역에서 영상처리를 활용하여 생산에 적용하는 사례가 늘어나고 있다. 특히 대량의 직접도가 높은 생산시설의 경우 사람에 의한 관리가 용의하지 않으므로, 비전 시스템에 의한 식물 질병 관리, 수확시기 및 생산정보 시스템화 등이 이루어지고 있다.

식물의 성장에 있어서 여러 종류의 빛의 파장을 이용하여 식물 잎의 각 기관에서의 이상 징후에 의한 파장의 반사, 흡수 및 형광발광 등에 관한 연구가 이루어지고 있다.[1]~[2]

식물공장은 인공 생태계의 식물생산시스템으로 인공적으로 생육 환경을 제어하고, 제조공장과 같이 생산계획에 따라 균일품질의 농산물 생산하는 시설이다. 이런 식물공장의 활성화가 잘 이루어지지 않고 있는데, 현안 문제로는 높은 구축 비용을 제외하고도 운영비 즉 높은 생산 원가, 생산기술의 표준화 미확립 즉 수익성이 떨어진다는 것이다. 이를 극복하기 위한 방안이 필요하며, 이는 시설/생산/운영의 표준화를 통해 해결 할 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 장소의 한계극복, 태양을 대신하는

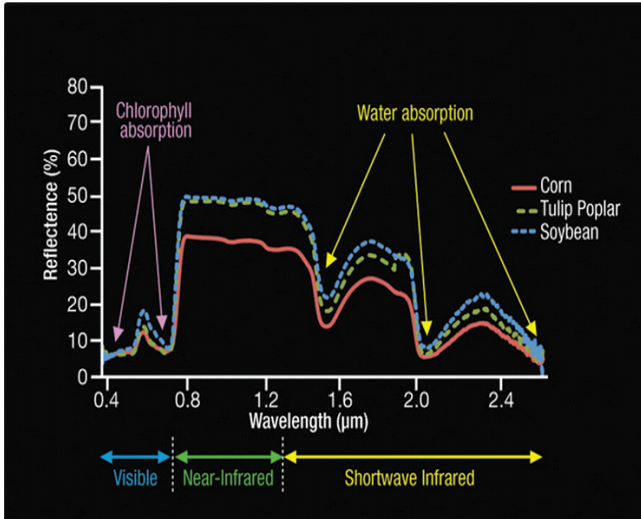
광, 자동화, 양액공급시스템, 온도 등의 핵심기술과 태양광 발전, 지열공조 등을 ICT 기반으로 식물공장의 생육분석시스템을 설계함으로써 주문 생산 및 계획생산을 통한 농산물의 신선도를 증대시켰고 IT, BT 산업과의 융·복합을 통하여 새로운 시장을 창출하였으며 자동제어, 로봇개발 등으로 농작업의 편리성 증진 및 작업공간의 쾌적성 증진시켰다.

## 2. 잎의 반사율과 굴절을 측정

그림 1은 빛의 파장대별 흡수율을 나타낸 것으로 가시광선 영역과 NIR 영역을 포함하여 수분에 의한 흡수영역인 1.4[ $\mu$ m] 파장의 반사율을 활용하여 식물 잎의 정상적인 대사활동과 질병에 의한 비정상적인 활동의 변화를 측정하여 인지하는 것을 목표로 하였다.

입력 시료(식물의 잎)에 대하여 외부 광원을 최대한 차단하고, 준비된 선택적 특정 파장의 광원에 의한 빛의 반사율을 측정하기 위해서는 굴절을 측정 장치를 설계하였다. 굴절을 측정기의 특징으로 경통에 의한 외부광 영향 차장, 파장대별 LED 교체에 의한 용의한 광원 교체, 그리고 하프미러의 편광

효과에 의한 외부 산란 빛 제거가 가능하며, 선택적 파장대별 식물 잎의 반사율 측정이 가능한 시스템을 설계하였다.

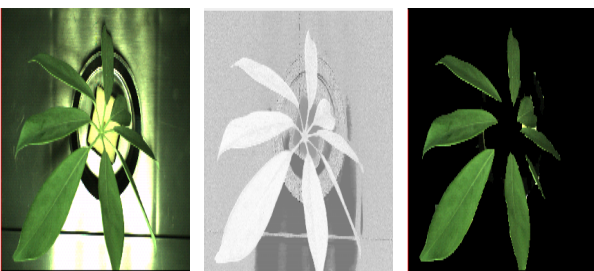


[그림 1] 파장대별의 반사율

### 3. 영역화와 반사율

영역화는 칼라 분포도에 대한 클래스화된 영역에 대하여 관심 대상인 식물 잎에 대하여 영역화를 하게 된다.

그림 2와 같이 입력 영상의 LUV 칼라 스페이스 공간에서 식물 잎에 해당하는 UV 벡터를 k-means 또는 SVM에 의하여 구한 다음 이를 흑백영상으로 변환 후 영역화를 하면 그림 2의 우측과 같은 잎 영역만을 추출할 수 있게 된다. 이렇게 추출된 영역을 기억하고 조명의 파장대별로 기억된 영역에서의 반사율 분포를 구할 수 있게 된다.



[그림 2] 원영상, L을 배제한 UV=(0.174, 0.348)영역화

영역화를 통하여 식물 잎의 관심대상부분을 정한 다음 각 광원의 파장대별 영상을 취득하여 그 반사율을 구할 수 있게 된다. 이 후 건강한 잎과 스트레스성 잎의 파장대별 변화를 추정할 수 있게 된다.

그림 2의 선택적 파장의 굴절을 영상획득을 각 파장대별 획득하면 영상내의 특정 픽셀 좌표의 파장대별 굴절을 분포를 3차원공간으로 투영할 수 있다.

### 4. ICT 융합 식물공장 설계

식물공장은 인위적으로 환경을 제어하여 온도와 습도, 탄소 배출량 등을 조절하게 되고 식물이 최적의 성장을 할 수 있는 환경을 만들어 준다. 식물의 이동과 모니터링이 모두 컴퓨터를 통해 이루어진다. 이러한 시스템의 장점 중 하나는 바로 다양한 가능성이다. 그러나, 가장 문제가 되고 있는 것은 식물공장이 냉각을 위해 많은 에너지와 전기를 필요로 한다는 것이다. 식물공장의 성공을 위해서는 에너지를 절감할 수 있는 기술이 선행되어야 한다.

따라서, 밀폐된 공간에서 생육환경제어와 생산 자동화를 통하여 공산품과 같이 농산물을 생산하는 新농법인 인공생태계의 식물생산 시스템이 필요하다. 이 시스템은 공산품과 같이 동일한 규격의 농산물을 계획 생산하는 신농법으로 식물공장은 스마트 조명, 지능형 식물재배 시스템, 모니터/제어 네트워크, 식물공장 관리 시스템으로 구성하였다. 또한, 에너지의 효율화를 위해 스마트 조명을 적용하였고, 표준화된 모듈 구조로 지능형 식물재배 시스템을 구성하였으며, 모니터링/제어네트워크를 적용시켰다. 또한, 식물공장 ERP을 위한 식물공장 관리 시스템으로 설계하였다.

### 4. 결론

본 논문에서 제시한 ICT기반 식물공장의 통합운영 관리시스템의 개발로 주문 생산 및 계획생산을 통한 농산물의 신선도가 증대시켰고, 자동제어, 로봇개발 등으로 농작업의 편리성 증진 및 작업공간의 쾌적성 증진하였다. 또한, 기후에 영향을 받지 않고 연중 안정적으로 다양한 농산물을 생산하여 공급을 통해 농가의 경쟁력 향상 및 이익증대에 기여가 될 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] 류현욱, 이경희, 이규희 외 1명, “식물공장 내 LED 광질과 광량이 딸기 런너 발생에 미치는 영향”, 한국원예학회, 225-225, 2022.11.
- [2] 박훈동, 노희선, 박철순 외 2명, “클라우드 기반 스마트 온실, 식물공장 농작업, 생산이력 및 경영관리 플랫폼”, 한국원예학회 학술발표, 72-72, 2022.11.
- [3] 노용승, 김인경, 유용권, “식물공장 시스템에서 LED 광질 및 광량에 따른 톨립 절화의 생육 및 품질”, 한국원예학회 학술발표, 123-124, 2022.5.