

스마트폰 조도센서를 활용한 식물공장 LED 제어 시스템 설계

곽태진, 심상헌, 임아름, 신창선
순천대학교 정보통신공학과

{kwaktaejin11, eternal_sh2, skrg0302}@naver.com, csshin@sunchon.ac.kr

Design of plant factory LED control system using light sensor in smart phone

Tae-Jin Kwak, Sang-Heon Shim, Ah-Reum Lim, Chang-Sun Shin
School of Information and Communication Engineering,
Sunchon National University

요 약

본 논문에서는 식물공장 내에 조도 변화를 측정하여 최적의 생육환경을 자동적으로 제어할 수 있도록 스마트폰 어플리케이션과 스마트폰에 내장된 조도센서의 결합을 통한 LED 제어 시스템을 제안한다. 스마트폰에 내장된 조도센서와 어플리케이션에 실행을 통해 외부 환경의 조도를 측정하고 무선 통신을 이용하여 식물공장 내 LED를 자동으로 제어한다. 제안된 시스템은 식물공장 내 LED의 스마트제어를 통한 전력낭비와 이산화탄소 배출량을 줄임으로써 제조원가 감소 및 품질향상에 기여할 수 있다.

1. 서론

식물공장의 등장하게 된 배경은 인구증대, 에너지 자원의 고갈, 토양의 황폐화와 이상기후에 의한 농업 생산의 불확실성과 세계 식량 대란이라는 위험한 문제점에서 비롯되었다.[1] 그런 가운데 기존 농업방식에 비해 연중 안정적인 생산이 가능하고 재배 작물의 규격화, 정량화 및 개선된 시장 대응 능력을 보유할 수 있는 특징을 가진 식물공장이 등장하게 되었다.[3] 식물공장은 일정한 시설 내에서 빛, 온도, 습도, 공기(이산화탄소 농도), 물, 영양분 등 식물 배양에 필요한 모든 환경 조건을 인공적으로 통제, 제어하는 농작물을 생산 시스템을 의미한다.[3] 현재의 식물공장은 태양광을 전혀 이용하지 않고 인공 광만을 활용하는 완전 제어형과 태양광을 보광의 개념으로 활용하는 태양광 병행형으로 구분할 수 있다. 현재 완전 제어형은 밀폐된 공간 안에서의 특수공조시설과 함께 환경제어가 비교적 용이하며 생육관리 및 생산성이 안정적이거나 태양광 병행형은 완전 제어형에 비해 외부에 영향을 받아 환경제어가 어렵고 생육관리와 생산성도 다소 떨어지는 점이 있다. 또한, 더 큰 문제점은 인공광원비, 즉 식물공장 운영비용의 절반가까이 되는 인공광원의 전력 소비이다. 이를 위해 생육에 적합한 조도를 식물공장 내의 센서 모니터링을 통해 인공 광 제어를 통한 불필요한 인공광원의 전력낭비를 줄여야 할 것이다. 따라서 본 논문에서는 스마트폰 단말기 내에 조도센서를 활용한 식물공장 LED 제어 시스템을 제안한다. 이를 통해 식물공장 내의 LED의 제어를 통해 불필요한 전력의 낭비를 줄이고 조도센서 정보를 실시간으로 제공받아 생육의 환경 분석 자료로도 활용이 가능

하다.

2. 관련연구

2.1 국외 관련연구

일본은 1970년대부터 식물공장 연구를 활발하게 진행하였다. 완전 제어형 식물공장은 1974년에 히타치 제작소 중앙연구소에서 시도하였는데, 상업화가 용이한 샐러드용 채소를 재배하면서 정밀한 식물생장 데이터를 측정하는 등 기초자료 확보에 주력하였다. 이러한 과정에서 식물공장의 기초 데이터를 확보한 일본은 1985년에 실용화 연구를 위해 태양광 이용형과 완전 제어형이라는 두 가지 형태의 실제 생산설비를 이용한 연구를 진행하였다. 그리고 1985년에 "회전식 양상추 식물공장"을 쓰쿠바 국제과학박람회에 전시한 바 있다.[4] 일본에는 전국적으로 50여개소의 식물공장이 운영되고 있으며, 시장에 유통되는 양상추의 약 1% 정도가 식물공장에서 생산되는 것으로 알려졌다. 특히 농림수산성은 2008년부터 정책적으로 식물공장을 지원하기 위해 시설투자에 대한 일부 보조를 실시하고 있다.[4] 일본 정부가 농상공연계시책을 추진하고 있는 방향에 부응하여 식물공장이 신 성장산업으로 부각되고 있다. 특히 식물공장은 농업과 IT, BT, ET 등 산업기술과의 융합이라는 점에서 기술력을 가진 제조업체의 새로운 사업영역으로 인식되고 있으며, 특히 조명기구나 기계설비 업체가 식물공장 사업에 진출하는 사례가 많다.[2]

시시에스(CCS)사는 LED조명기기를 제조하는 기업으로, 자회사인 '페어리엔젤(Fairy Angel)'을 설립하여 교토시에서 식물공장과 레스토랑을 함께 운영하고 있다. 또한 미쓰



그림 1. 일본식물공장 운영 형태

비시화학과 공동으로 태양전지를 이용한 에너지절감형 식물공장시스템을 2015년까지 실용화하기 위한 실증시험에 착수하였다. 에스펙(ESPEC)사는 오사카에 본사를 둔 환경제어와 계측기기 기술을 가진 기업으로, 자회사인 'ESPECMIC'에서 미니식물공장과 레스토랑 병설 식물공장 등을 제작하여 판매하고 있다. PASONA그룹은 도쿄 본사의 1층에 식물공장을 비롯한 다양한 형태의 신기술이 활용되는 도심농원을 상설 전시하고 있다. 마루베니 그룹은 양액재배가 아닌 특수토양을 사용한 식물공장시스템을 개발하고, 오카사지사 빌딩 지하에 형광등 + LED 병용형 식물공장 쇼룸을 설치하여 운영하고 있다. [2]

이 밖에도 여러 기업이 '농업의 공업화'라는 인식을 가지고 첨단과학기술을 식물공장에 접목시키기 위한 연구개발과 실용화를 추진하고 있으며, 자체 기술로 개발한 식물공장 플랜트를 아시아와 중동국가 등에 수출하는 방안도 모색하고 있다.[2]

2.2 국내 관련연구

우리나라에서 식물공장이 본격적으로 도입된 것은 1990년대 초로 당시 농림부가 첨단기술 농업의 일환으로 유리온실 지원 사업을 시작하여 식물공장의 기초 연구가 진행되었다. 이후 1996년에 농촌진흥청 농업공학연구소에서 식물공장 시스템을 연구하여 한국형 식물공장 시스템을 확립하고자 노력하고 있다. 2008년에 aT센터에서 개최된 "농림수산과학기술대전"에서 농촌진흥청이 식물공장시스템 모형을 전시하였고, 여기에서 LED를 이용한 작물 재배 기술이 널리 알려지게 되었다.[5] 농촌진흥청에서는 수직형 및 복층형 식물공장을 설치해 각종 작물의 생육 자료 축적 등에 활용할 예정이고 수직형 식물공장의 사업모델을 2015년 무렵까지 개발하기 위한 연구도 추진하고 있다. 2009년 9월에 농촌진흥청은 남극 세종과학기지에 컨테이너 박스형 식물공장을 보냈다. 이 식물공장은 -40℃ 이하에서도 채소재배가 가능한 이동식 식물공장으로서 4.3 m² (1.3평)의 작은 공간에서 하루 1 kg의 신선한 채소를 생산할 수 있도록 설계되어 있다.[5]

(재)전주생물소재연구소에서는 지난 몇 년 동안 완전폐쇄형 식물공장을 연구하여 LED를 광원으로 하여 인삼과 고추냉이(와사비) 재배에 성공하였다. 이 연구를 바탕으로 협력업체인 (주)NBM사와 공동으로 지식경제부 지원사업으로 구축한 90m² 규모의 식물공장은 LED를 광원으로 하



그림 2. 전주생물소재연구소 완전제어형 식물공장

면서 파장대별로 광량자밀도까지 자유롭게 조절할 수 있는 첨단시설을 구축하였고, 이 시설을 이용한 식물의 광반응 연구에 대한 많은 결과가 기대된다.[5]

또한 전주시 송천동에는 실용화단계의 식물공장을 약 220 m² 규모로 구축하여 지난 3월 말에 개장하기에 이르렀다. 이 식물공장에서는 갖가지의 기술요인을 세부적으로 설계하여 적용함으로써 국내에서는 처음으로 시도되는 완전폐쇄형 식물공장이라 할 수 있는데, 상추, 양상추, 시금치 등 엽채류를 비롯하여 인삼 등을 실증재배 하는 시설로 이용하고 있다. 아울러 식물공장에서 차지하는 운용비용 전기료의 절감을 위하여 에너지효율화를 위한 실험을 진행하고 있는데, 온도 조절을 위한 냉방기 가동을 하지 않는 기술을 개발 중이다.[5]

이 외에 전북대학교, 포항공대, 경희대학교 등 소수의 대학과 농촌진흥청 산하 연구기관에서 LED광원이 작물에 미치는 영향을 조사하고 있는 수준이며, 몇몇 회사에서 LED 광원이 식물에 미치는 영향을 확인하고, 식물재배용 LED 모듈을 제작하여 시판하고 있으나 이는 연구용에 머무르고 있으며, 식물공장이 지니고 있는 다습한 환경 및 장시간 광조사 등과 같은 식물공장의 특성에 적합한 식물공장 광원용 생산기술 역시 미비한 실정이다.[5]

3. 시스템 구성도

본 시스템 구조는 크게 두 부분으로 이루어져 있다. 첫째, 스마트폰 LED제어기로서 스마트폰에 내장된 조도센서를 통해 외부환경의 조도를 어플리케이션 내부의 생육적합 조도 판별 알고리즘을 통해 정보를 블루투스 통신을 통해 식물공장 LED 시스템으로 전송한다. 둘째, 식물공장 LED 시스템으로서 스마트폰 LED 제어기로부터 정보를 받아 생육에 적합한 조도일 때 작동하지 않고 생육에 적합하지 않은 조도일 때 동작을 수행하여 필요한 환경 조건에서만 동작을 하여 불필요한 전력 낭비 및 생육에 적합한 조도를 유지해주기 위한 시스템이다. 그림 3은 전체 시스템의 구성도 보여주고 있다.

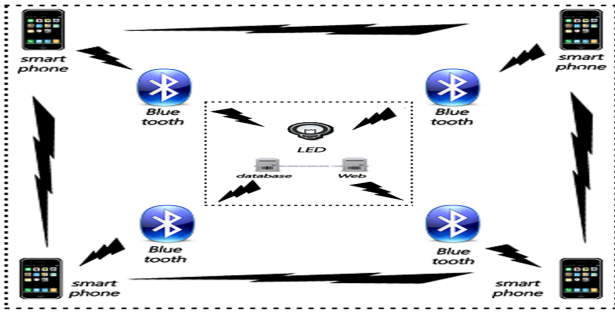


그림 3. 시스템 구성도

스마트폰 LED 제어기는 외부환경의 조도를 측정하는 조도센서와 블루투스 통신모듈을 탑재하고 있다. 스마트폰 LED 제어기의 블루투스 모듈은 외부환경의 조도에 대한 조도센서의 데이터 값과 내부 동작 알고리즘을 식물공장 LED 시스템에 전송하게 된다.

식물공장 LED 시스템은 스마트폰 LED 제어기를 통해 전송받은 조도 값을 데이터베이스에 저장하고 GUI를 통해 정보를 모니터링 한다.

3.1 스마트폰 LED 제어기 설계

스마트폰 LED제어기는 LED 제어 어플리케이션 및 조도 센서, 생육 적합 조도 판별 알고리즘으로 구성된다.

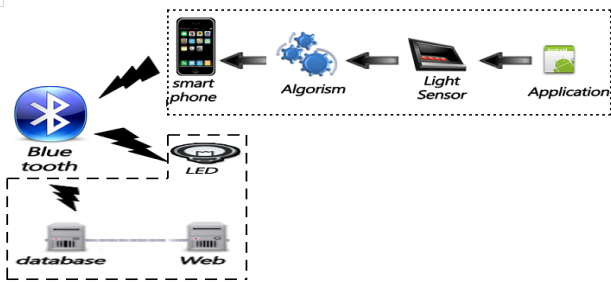


그림 4. 스마트폰 LED 제어기 구성도

조도센서는 LED 제어 어플리케이션의 실행을 통해 조도 센서가 동작하여 외부환경의 조도를 측정하고 그 값을 생육 적합 조도 판별 알고리즘에 전달하여 알고리즘의 판단에 따라 데이터 값을 산출하고 블루투스 통신모듈을 통해 전송하게 된다.

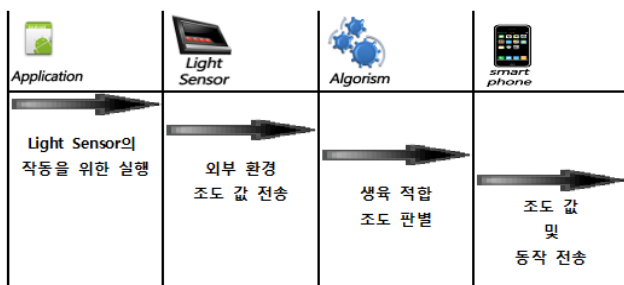


그림 5. 스마트폰 LED 제어기 동작과정

3.2 식물공장 LED 시스템

스마트폰 LED제어기에서 블루투스 통신모듈을 통하여 전송된 데이터 값은 LED ON/OFF 동작을 통해 실행된다. 또한 이 데이터 값은 데이터베이스에 저장되고, GUI를 통해 모니터링 할 수 있다.

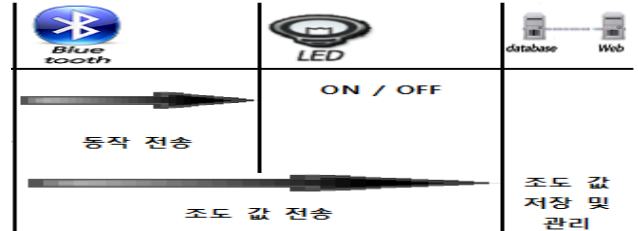


그림 6. 식물공장 LED 시스템

4. 결론

본 논문에서는 주로 태양광의 보광 개념으로 인공광원을 운영하는 태양광 병용형 식물공장을 대상으로 보광이 필요할 시 스마트폰 어플리케이션과 스마트폰 내장 조도센서의 결합을 통한 LED 제어 시스템을 제안하였다. 이를 위해 스마트폰 LED 제어기 어플리케이션과 조도센서 값을 이용한 알고리즘과 블루투스 통신모듈을 이용해 LED를 제어하고 외부환경의 조도변화에 최적화된 반응을 이끌어 내어 인공광원의 전력낭비와 이산화탄소배출량을 줄임으로써 제조원가 감소 및 품질향상에 기여하고 외부환경의 조도 값의 데이터베이스화를 통한 생육과 인공광원의 상관관계 및 문제점을 모니터링 할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

"본 연구는 순천대학교 공학교육혁신센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음"

참고문헌

- [1] 김재훈, "식물공장 시스템의 동향과 발전방향", 『Journal of Plant Biotechnology』
- [2] 김정호."일본 식물공장 시사점", 『세계농업뉴스 제118호 (2010년 6월) pp.3-17』
- [3] 진석용."농업과 제조업의 만남, 식물공장", 『LG Business Insight 2010 9 15 • w22 pp.31-38』
- [4] 김정호."식물공장의 동향과 전망", 『한국농촌경제진흥원 연구보고서 2009.9』
- [5] 두홍수,"식물공장의 연구 및 사업화 현황과 전망", 『BIOIN 스페셜 ZINE 2010년 18호』