

스마트온실 P-밴드 강화를 통한 온실 환경 제어 연구

김현준 *여현

*순천대학교

khu9386@gmail.com, yhyun@scnu.ac.kr*

Research on greenhouse environmental control through smart greenhouse P-band enhancement

Kim Hyun Jun, Yoe Hyun*

*Sunchon National Univ.

요약

국내의 스마트팜 기술은 많이 보편화되고, 농업 시설의 현대화가 많이 추진되었으나, 농업 선진국의 기술을 모방하여 시스템적인 내용을 고도화 시키는데 주력하고 있어, 국내 기후의 계절적 특성을 고려한 외부 환경의 불안정성을 고려한 스마트온실 내의 온도 변화에 대한 연구는 미흡한 수준이다. 온실 내의 급격한 온도 변화는 작물에게 스트레스 요인으로 작용되며, 크게는 생산성 저하까지 초래할 수 있다. 본 논문에서는 온실 내 설정된 온도를 균일하게 유지하고, 최적의 생육환경을 만들기 위한 P-밴드제어와 이에 따른 알고리즘을 설계하고 해당 결과를 온실과 테스트베드에 적용한 후 최종 결과를 도출하는 것으로 하였다.

I. 서론

국내 기후는 봄, 여름, 가을, 겨울 계절의 다양함이 존재하며, 각 계절별 새벽 기온과 낮, 오후의 일교차의 폭이 크게 나타나는 특징이 있다. 국내의 기후와 해외의 기후에는 차이가 있음에도 불구하고, 우리 농업은 아직 농업선진국의 시스템을 국내에 적용하기 위한 전체적인 시스템 기술만을 벤치마킹하듯에만 열중하고 있어, P-밴드와 같이 외부 환경의 불안정성을 고려한 연구의 진척은 아직 미흡한 수준이다[1]. 스마트온실 내부에 작물의 성장하고, 균일한 성장, 수확량 등을 얻기 위해서는 일정한 온도를 유지하는 것은 중요하게 작용한다. 계절별 급속하게 변화하는 국내와 같은 기후에서의 온실 내부의 온도 변화는 작물의 큰 스트레스 요인으로 작용될 수 있다[2]. 해당 문제를 해결하기 위하여 복합환경제어기를 개발 설치하는 기업에서는 P-밴드, 비례제어, 적분제어 등의 방식을 통하여 온실 내부의 온도를 일정하게 유지하기 위하여 일부 연구를 수행하고 있는 것으로 보이나, 세부적인 연구는 미흡한 수준이다. 국내 온실의 농가에서는 외부 환경 변화에 대응하지 못하거나, 지나치게 빠른 제어로 인해 온실 내부의 안정성을 저해하고, 균일하게 작물의 성장온도를 맞추지 못하는 상황이 종종 발생하며, 이로인하여 작물의 원활한 생산에 자질이 생기는 경우가 있다. 이와같은 상황을 개선하고자 환경 제어 시스템에서의 활용성과 불안정한 외부 환경을 고려하여 온실 내부의 온도를 조절하는 P-밴드 제어 방식에 대한 연구를 수행하였다. 본 논문의 구성은 2장에서 온실에서의 P-밴드제어 구조 설계를 소개하며, 3장에서는 스마트 온실에서의 P-밴드를 적용 및 온실 환경의 변화에 대한 결론을 도출하며 향후 연구 방향을 제시하도록 한다.

II. 스마트온실 P-밴드제어 구조 설계

스마트온실에서 P-밴드는 온실 내에 설정한 적정 온도 값을 유지하는 제어 방법으로 활용된다. 일정 주기를 통하여 외부 기상센서를 통하여 수집된 데이터는 외부 온도에 따른 내부 온도 변화를 감지하고, 해당 변화에 따라 온도를 조절하는 환기(구동장치 일괄)장비를 통하여 온실의 내부 온도를 제어한다. 온실의 온도는 설정된 일정한 값을 기준으로 현재 온실 내부의

온도에 따라 온실 창의 열림 정도를 결정한다. 예로, 설정한 온도가 25℃이며, 외부 온도가 29℃이고, 내부 온도가 21℃ 일 경우, 설정 온도를 맞추기 위하여 측창 또는 천창을 개폐하여 4℃의 차이를 보완한다. 이때, 창을 어느정도 개폐하여야 해당 온도를 섬세히 맞출 수 있는지에 대한 연구가 필요하다[3]. 본 연구에서 구성된 P-밴드제어를 위한 천·측창 개폐 구조는 그림 1과 같다.

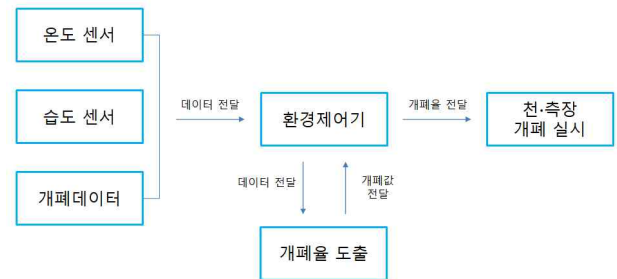


그림 1. 스마트온실 P-밴드 제어를 위한 구조

Fig 1. Structure for Smart Greenhouse P-band Control

각 온도, 습도, 천창·측창 등의 데이터를 바탕으로 환경제어기는 적정 개폐율을 도출하도록 설계하였다. 개폐율 도출은 수식 1을 활용하였다. 현재 온도에서 목표온도를 뺀 값을 P-밴드값으로 나눈 후 백분율을 곱하면 환기창의 열림정도를 도출할 수 있다. 수식에 의해 도출된 값은 제어기를 통하여 각 천·측창에게 전달되며 개폐를 실시한다[4]. 예로, 온실의 목표온도가 25℃이고 현재온도가 29℃일 경우 환기창은 80% 열리게 된다.

$$\frac{P\text{-밴드값}}{\text{현재온도} - \text{목표온도}} * 100\% = \text{환기창의 열림정도}$$

수식 1. 적정 개폐율 도출을 위한 P-밴드값 도출식

Fig 1. Formula for deriving P-band values for proper opening and closing rates

또한, 온실의 특성상 창을 개폐한 바로 직후에는 외부 공기의 유입이 빠르게 이루어지다가, 일정 개폐율에 다다랐을때는, 공기의 유입이 비교적 느려지는 현상도 발생하는데, 이때 일정부분 개폐한 직후 온실의 대기가 안정권에 들어서는 시간 또한 고려할 필요가 있으며, 해당 현상은 시간폭 제어를 통하여 일정한 온도를 유지할 수 있도록 그림 2와 같이 알고리즘을 설계하여 적용하였다[4].

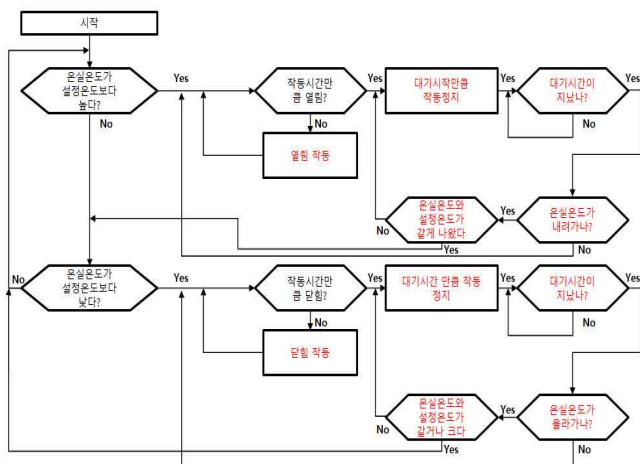


그림 2. 스마트온실 P-밴드 제어를 위한 구조
Fig 2. Structure for Smart Greenhouse P-band Control

온실의 온도를 설정하고 온도보다 높을 경우 설정한 작동시간과 개폐율 만큼의 열림 작동을 수행하고, 온도의 편차를 최소화하기 위하여 대기 시작만큼의 작동 정지 명령을 추가하였으며, 대기 시간이 지난 이후 온실의 온도가 하락했는지, 혹은 상승했는지에 대한 판단을 내린다. 온실의 온도가 설정 온도보다 낮을 경우도 같은 형식으로 수행하였다.

스마트온실의 창을 개폐할 때의 속도가 중요 요소로 작용하였다. 천·측 창을 개폐할 때, 빠른 속도로 창을 여닫을 경우 공기의 흐름이 강하게 작용하며, 반대로 천천히 열 경우 흐름이 약하게 작용한다. 해당 연구 내용을 바탕으로 시간폭 제어를 수행하였다. 온실온도가 설정값과 상이할 경우 창을 서서히 1%씩 개폐를 수행하며, 1%당 5초의 대기시간을 두었다. 이후 대기시간이 지난후에도 설정값과의 온도차이가 발생할 경우 다시 1%씩 개폐를 수행하는 방향으로 수행하였다. 초기 연구 수행 당시 해당 방식으로 개폐를 수행한 결과 온실의 온도가 설정값과 동일할 때, 측·천창을 닫기 시작하였으며, 창이 닫히는 시간 동안 발생하는 공기의 흐름으로 온실 내부 온도에 +1℃의 오차범위가 차이가 발생하였다. 해당 문제를 해결하기 위하여 실제 설정 온도를 -1℃ 낮추어 연구를 계속 지속하였다. 또한, 온실의 온도가 떨어져 온도 상승이 필요한 경우에는 난방기를 일부 작동하였다. 난방기의 경우 초기 난방을 시작할때는 온도 변화의 폭이 크지 않으나, 일정 부분 달궈진 이후에는 급격하게 훈기가 돌아 금세 더워지는 특성이 있어, 해당 온도 변화에 대한 폭을 유지하기 위하여 난방기 10분 작동 이후 5분의 대기시간 조절을 반복하여 가급적 일정한 온도 변화를 주기위하여 노력하였다[5].

III. 결론

위의 연구에 대한 결과를 도출하기 위하여, 해당 알고리즘과 수식을 적용하지 않은 기존의 온실과, 해당 수식을 적용한 테스트베드의 일 평균 온실 내 온도차이를 비교하였다. 해당 연구결과를 적용하여 온실 내의 온도를 측정된 결과 적용하지 않은 온실보다 구동기의 사용량과 개폐율이

더 낮게 나타난 것으로 확인되었으며, 하루 평균의 기온 변화 폭은 그림 3과 같이 나타났으며, 충분한 기대 효과가 있을 것으로 보였다.

본 논문에서는 온실의 P-밴드제어를 활용한 온실 내의 온도 변화의 폭을 줄이기 위한 연구를 수행하였으며, 천·측창을 제어할 때 대기시간을 활용하여 온도 변화의 폭을 줄이고자 노력하였다. 결과, 대기시간을 둔 경우 급속도로 열었을 때 보다 안정적인 공기의 흐름이 있었으며, 해당 알고리즘을 사용하지 않은 개폐보다 균일한 온도 설정이 가능할 것으로 보였다. 알고리즘과 P-밴드제어 수식을 활용한 결과, 활용하지 않은 온실보다 균일한 그래프의 곡선을 보였다. 해당 연구 결과는 온도의 변화가 큰 국내의 온실에 적용 가능할 것으로 판단되며, 기존 보다 안정적이고 효율적인 작물 생산량 증대 및 품질 확보를 유지할 수 있을 것으로 기대한다.

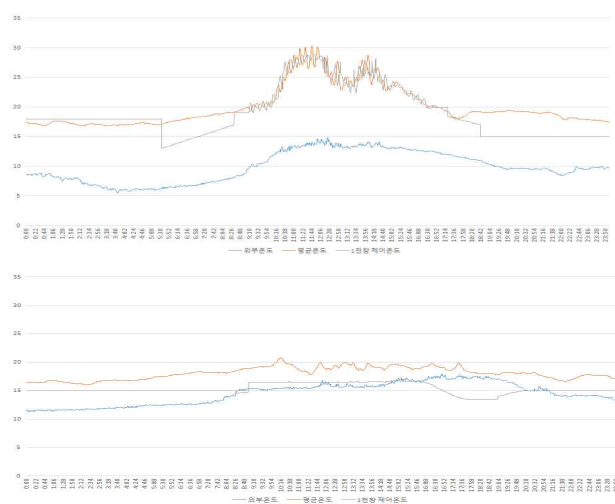


그림 3. P-밴드제어 활용 온실과 미활용 온실 온도 변화 폭
Fig 2. Temperature variation between greenhouses with and without P-band control

ACKNOWLEDGMENT

“본 결과물은 2023년도 전라남도 재원으로 전남인재평생교육진흥원 지원을 받아 수행되었음”

참 고 문 헌

- [1] 이형석, 안호섭, 정수호, 조연진, 조혜성, 정종모, 김희근. “유리온실 천창개폐율 제어를 위한 온도비례제어 값이 파프리카 생육에 미치는 영향” 한국원예학회 학술발표요지 41권, 202-202, (2023).
- [2] 김병철. “스마트 농업을 위한 ICT 융합형 농업 자동화 기계 설계.” Journal of Digital Convergence 2-14, (2016).
- [3] 김연중, “스마트 농업의 현황과 발전 방향.” 한국농촌경제연구원 정책연구보고서, 1-15, (2013),
- [4] Chung Tae Sang, Min Young Bong, Moon Gyeong Kyu..“Temperature Control of Greenhouse Using Ventilation Window Adjustments by a Fuzzy Algorithm” Journal of Bio-Environment Control,10(1),42-49.(2001).
- [5] 경남호, 정병목, 배철호, 신기식, 서항석. “실내기후실험실 온도 추종을 위한 공조기 제어”.대한설비공학회 학술발표대회논문집,666-671, (1997).