

영상 기반의 실시간 유량 감지를 통한 아쿠아포닉스 환경 유지 시스템 설계

이현섭 · 차주형 · 배성준 · 박지은 · 장시웅 · 김진덕
동의대학교

Aquaponics through real-time flow detection Environmental management system design

Hyoun-Sub Lee · Joo-Hyoung Cha · Seong-Jun Bae · Ji-Eun Park

Si-Woong Jang · Jin-Deog Kim

Dong-Eui University

E-mail : lhskm@deu.ac.kr

요 약

지속적으로 악화되고 있는 공기, 토양 및 수질 등 주요 환경오염과 코로나 팬데믹에 의한 생활 패턴의 급진적인 변화로 인해 온라인 유통에 의한 친환경 식재료의 시장이 급성장하고 있으며 다양한 형태의 농업 기술들이 ICT 융합기술과 함께 등장하고 있다. 이중 대표적인 농업 생산 시스템으로 아쿠아포닉스를 들 수 있으며 친환경과 순환 농법을 통해 장소에 구애받지 않고 친환경 농산물을 생산할 수 있음에 따라 많은 관심을 받고 있다. 아쿠아포닉스 농법에서 가장 중요한 것이 민물 어류 양식을 통해 지속해서 안정적인 영양분을 식물로 공급해야 하는 부분으로 양식 시스템에 문제가 발생할 경우 전체 생산 시스템에 치명적인 문제를 야기할 수 있다. 본 논문에서는 아쿠아포닉스의 양식 환경에서 발생할 수 있는 문제에 대하여 설명하고 이를 해결할 수 있는 시스템에 대하여 제안한다.

키워드

Aquaponics, Smart farm, Aquaculture, Measurement of crop volume, Farm system control

I. 서 론

최근 환경오염과 친환경 먹거리에 대한 관심의 증대로 인해 ICT 기술을 융합한 차세대 농업 기술의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 특히, 주변 환경 모니터링 기술[1]을 적용한 데이터 기반의 스마트팜이나 실내 수경재배 시스템 등 다양한 기술들의 등장이 이를 대변할 수 있다.

특히, 수생생물 중 하나인 물고기와 작물 간의 공생 관계를 활용한 아쿠아포닉스는 순환식 농업 기법으로, 기존의 친환경 생산방식인 수경재배 및 전통적인 노지 생산방식과 비교하면 효과적인 생산이 보장된다. 또한, 화학비료와 농약 사용이 없음에 따라 발생하는 환경오염 문제에서는 훨씬 우월한 대표적 친환경 농법으로 볼 수 있다. 이러한 아쿠아포닉스 시스템에서는 효율적인 노동력과 비

용 감소를 위해 ICT 기술을 접목하여 시스템 관제를 수행한다. 이 과정에서 다양한 센서들이 사용되거나 물고기 양식의 수질 및 총수량을 관리하는 센서들의 경우 오류가 발생하였을 때 즉시 대응하지 않으면 전체 시스템에 치명적인 문제를 가져올 수 있다. 본 논문에서는 기존 아쿠아포닉스 시스템의 구조에 관해 설명하고 양식에서 발생할 수 있는 문제를 제시하며 이를 해결할 수 있는 방법을 제안한다.

II. 아쿠아포닉스 시스템 구성

아쿠아포닉스 시스템은 수경 재배와 민물 어류 양식이 동시에 진행이 될 수 있는 생산 시스템으로 그림 1과 같이 수경 재배에 필요한 주요 영양

소인 질산염이 양식 민물 어류의 배설물 및 분비물과 수중 박테리아의 결합으로 생성이 되어 공급되는 순환 구조로 구성된다.

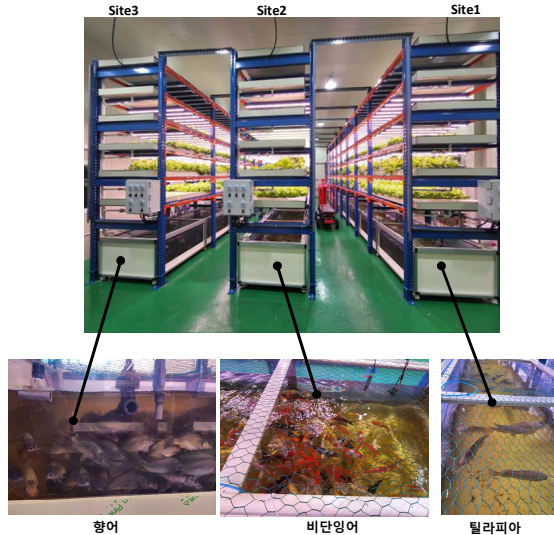


그림 1. 전체 시스템의 구조

양식 물고기의 관리 및 수질의 관리, 총수량 관리를 위해서 그림 2와 같이 센서 트랜스미터를 구성하고 이를 통해 수생 환경을 관리한다.



그림 2. 교육 영상의 형태소 빈도수 테이블

그리고 최적의 생육환경 추출을 위해 카메라 센서를 기반으로 한 비전 시스템을 탑재하여 정상적인 생물 성장을 추적하는 구조로 되어 있다. 기존 식물의 성장 정보 측정연구인 [2]은 식물의 높이를 촬영하는 카메라와 식물의 면적을 촬영하는 카메라를 두어 알고리즘에 의해 식물의 최적화 높이를 측정하는 방법과 최적화 면적을 측정하는 방법을 제시하고 있으나 개개의 식물에 대한 측정으로 비용이 많이 소요되며, 만약 식물의 종류가 다양할 때는 각각의 식물 측정에 맞는 알고리즘을 개발하

고 적용해야 하는 문제가 있다.

또한, 엣지 컴퓨팅과 인공지능 기술을 농업생산 시스템에 적용한 연구[3]에서 제시한 VegeCareAI 시스템을 통해 식물의 성장 조건을 고려한 품종 분류, 병충해 분류기능 및 PlanetVillage[4], Kaggle[5]를 활용하여 딥러닝 학습 및 분류 알고리즘 등도 생산관리에 다양하게 적용되어 활용된다.

III. 실시간 유량 감지 시스템 구성

다양한 센서들을 기반으로 시스템을 관제하고 관리함에 따라 실제 관리를 위한 노동력이 많이 감소하여 육묘를 이관하거나 수확하는 시점이 아니면 모든 시스템은 자동으로 동작한다. 이 과정에서 생육환경을 추적하는 카메라 센서나 공기 질 및 순환을 담당하는 센서들의 경우에는 큰 동작의 오류가 발생할 가능성이 작지만, 물속에 들어있는 유량 측정 센서와 PH, DO 센서의 경우 박막 센서 타입으로 구성되어 있음에 따라 오류 발생 가능성이 상대적으로 증가한다.

이를 해결하기 위해 주기적으로 교정을 하거나 센서 값의 변화량을 추적하여 이상 유무를 판단해야 하는데 수질 관련 값들의 경우 문제 발생 이후 상당 시각이 흘러도 큰 문제가 되지 않지만, 유량 센서의 경우에 수조 내의 총수량의 급격한 감소를 즉시 잡아내지 못하면 아쿠아포닉스 시스템 유지에 치명적인 상황이 발생한다. 이를 해결하기 위해 그림 3과 같이 생육 환경 추적을 위한 카메라 센서를 활용하여 주기적으로 총수량을 감시하는 시스템을 구성할 경우 유량 센서의 오작동으로 발생하는 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 결 론

노동력을 집약할 수 있는 형태로 아쿠아포닉스를 구성할 경우 기존 노지 재배와 큰 차이가 없다. 아쿠아포닉스를 적용하는 것은 최소한의 노동력과 비용으로 최대한 고품질의 농산물을 생산하는 것을 목표로 한다. 이런 목표를 달성하기 위해서는 단순히 운전 가능한 시스템이 필요한 것이 아니라 시스템의 오류가 발생하더라도 최소한의 유지를 보장할 수 있는 폴트 톨러런스 기반의 시스템이 필요하다.

본 논문에서 제안한 카메라 기반의 총수량 감지 시스템의 경우 기존의 주 센서 기능이 정상 동작하지 않을 경우를 대비하여 시스템의 안정화를 2 단계에 걸쳐 관리하는 시스템이다. 모든 자동화된 시스템의 경우 시스템 유지를 위해 많은 센서가 사용되지만, 센서의 특성상 생명주기가 길지 않고 다양한 환경요인으로부터 센서의 정확도가 훼손되는 경우가 많이 발생한다. 특정 센서가 전체 시스

템의 유지에 있어서 매우 중요한 역할을 한다면 이를 보조하거나 대체 할 수 있는 기능을 통해 시스템의 안정화를 같이 고려해야만 상용화가 가능한 시스템을 구성할 수 있을 것으로 판단된다.

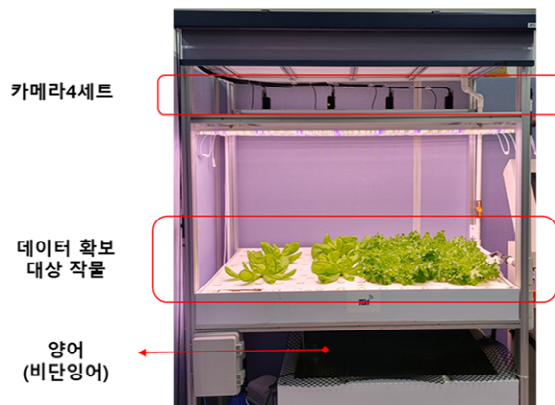


그림 3. 생육 환경 추적 카메라를 활용한 총수량 검수 시스템 구조

즉, 오류 발생에 대한 부분을 고려하여 폴트 톨러런스 구조로 시스템을 구성하여 최소한의 시스템 유지를 수행할 수 있도록 구성하는 것이 본 논문의 핵심 제안이다.

이를 위하여 생산 작물의 배지의 크기를 좌우 상하 부분에 유량의 이미지를 추적할 수 있도록 일부 변경을 해야 되는 상황이 필요하나 전체 생산량의 극히 일부의 손해를 통해 시스템의 안정성을 확보할 수 있는 측면이 크기 때문에 카메라 기반의 총수량 감지 시스템은 아쿠아포닉스 환경에서는 꼭 필요한 요소로 볼 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2020-0-01791)

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

References

[1] G.R. Lee, Y.S. Kim "A study on the development of an environmental monitoring system for micro data centers" The Journal of the Convergence on Cultural Technologies, Vol.8. No. 2, pp.355-360, 2022. <https://doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.2.355>

[2] Y.C. Kim, M.T. Cho, H.J. Joo, "A Study on the Development of Plant Growth Monitoring System Using Plant Measurement Algorithms", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 6 pp. 2702-2706, 2012. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.6.2702>

[3] M Ikeda, N Ruedeeniraman, L Barolli, "An intelligent VegeCareAI tool for next generation plant growth management", Journal of Internet of Things, Vol. 15, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100381>

[4] D.P. Hughes , M. Salath'e, "An open access repository of images on plant health to enable the development of mobile disease diagnostics through machine learning and crowdsourcing", Computing Research Repository, 2015. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1511.08060>

[5] Data science community, <https://www.kaggle.com>