

아쿠아포닉스 생산 관리를 위한 지능형 성장 측정 시스템

이현섭 · 김진덕

동의대학교

Smart Growth Measurement System for Aquaponics Production Management

Hyounsup Lee · Jindeog Kim

Donggeui University

E-mail : jdk@deu.ac.kr

요 약

지속적으로 악화되고 있는 공기, 토양 및 수질 등 주요 환경오염과 코로나 팬더믹에 의한 생활 패턴의 급진적인 변화로 인해 온라인 유통에 의한 친환경 식재료의 시장이 급성장하고 있다. 그리고 사회 구조 변화에 따른 인구 고령화 및 농업 관련 인구 감소하고 있는 가운데 아쿠아포닉스는 노후 경제 활동 자립, 환경 보호, 건강하고 안전한 먹거리 확보 등 문제들을 해결할 수 있는 시스템으로 부각되고 있다.

본 논문에서는 기존 아쿠아포닉스 시스템에 여러 ICT 기술을 융합하여 최적 생육환경도출 및 정량 생산예측을 위한 지능형 아쿠아포닉스 생산관리 모듈 중 지능형 식물 성장 측정 시스템을 설계하고자 한다. 특히 고성능의 처리 자원을 갖지 않는 생산 현장에 적합한 시스템 설계에 주안점을 두고, 생산 환경과 학습 데이터 및 판단 시스템을 위한 모듈 구성 방안을 제안하고자 한다.

ABSTRACT

The market for eco-friendly food materials by online distribution is rapidly growing due to major environmental pollution such as air, soil, and water quality, and radical changes in living patterns caused by COVID-19. In addition, because of the aging population and the decrease in agricultural-related population due to social structural changes, aquaponics is emerging as a system that can solve problems such as independence of old economic activities, environmental protection, and securing healthy and safe food.

This paper aims to design an intelligent plant growth measurement system among intelligent aquaponics production management modules for optimal growth environment derivation and quantitative production prediction by converging various ICT technologies into existing aquaponics systems. In particular, the focus is on designing systems suitable for production sites that do not have high-performance processing resources, and we propose a module configuration plan for production environments and training data and prediction systems.

키워드

Aquaponics, Growth Measurement System, Optimal Growth Environment

1. 서론

100세 시대에 따른 인구 고령화와 출산을 감소에 따른 인구 감소, 지속적인 산업화에 따른 농업, 수산업 등의 먹거리와 관련된 1차 산업 종사자 감소 등의 사회구조 변화로 노후 대비는 물론 농업의 꾸준한 생산성 유지가 동시에 요구되고 있다.

또한 지속적으로 악화되고 있는 공기, 토양 및

수질 등 주요 환경오염과 코로나 팬더믹에 의한 생활 패턴의 급진적인 변화로 인해 온라인 유통에 의한 친환경 식재료의 시장이 급성장하고 있다. 이에 따라 비대면 소비 형태인 친환경 농산물 온라인 판매점의 매출실적 증가하고 있다[1].

이러한 가운데 아쿠아포닉스는 노후 경제 활동 자립, 환경 보호, 건강하고 안전한 먹거리 확보 등 문제들을 해결할 수 있는 시스템으로 부각되고

있다.

아쿠아포닉스는 순환 시스템에 의한 물 사용 최소화과 공간 절약형으로 제작하며, 양식 어류용 사료만 투입하므로 화학비료를 사용하지 않으며, 토양 및 수질의 오염을 발생시키지 않는 대표적인 친환경 사업이라 할 수 있다.

그러나 기존 제어 시스템은 일부 자동화가 적용되어 있지만, 문제가 발생하면 관리자에게 정보를 전달하는 수준과 발생데이터의 수기 및 독립적 관리로 인해 데이터 활용을 위한 별도의 피드백이 없다는 한계가 있다. 또한 컴퓨팅 자원의 제한이 있다는 문제점이 있다.

이 논문에서는 최적의 생육환경 도출 및 정량생산 예측을 위한 지능형 아쿠아포닉스 생산관리를 위한 전체 시스템에서 생장 식물의 성장 관리 시스템을 설계하고자 한다. 이를 위해서는 IoT 기반의 아쿠아포닉스 시스템, 원격지의 아쿠아포닉스를 연동할 수 있는 네트워크 구조, 머신러닝 방식을 도입한 데이터 분석 모듈이 요구된다.

전술한 바와 같이 고성능의 처리 자원을 갖지 않는 생산 현장에 적합한 시스템 설계에 주안점을 둔다.

II. 스마트 아쿠아포닉스 시스템

아쿠아포닉스는 식물 재배 관련 대표적인 친환경 재배 방법인 수경재배와 민물 어류 양식이 결합된 친환경 재배 및 양식 방식이다. 기본 원리는 수경 재배에 필요한 주요 영양소인 질산염이 양식 민물 어류의 배설물 및 분비물과 수중 박테리아의 결합으로 생성이 되어 공급이 되는 순환 구조이다.

2.1 시스템 구조

이 논문에서 설계하고자 하는 식물 성장 측정 시스템을 포함하고 있는 스마트 아쿠아포닉스의 전체 시스템은 센서제어부, 네트워크부, PasS부로 나뉜다.

그림 1과 같이 센서제어부는 저전력 무선 센서 트랜스미터, 로컬 제어기 등으로 구성되면, 센서에는 온도, 전기전도도, 산성도, 용존 산소량 등을 측정한다. 네트워크부는 Single Site 및 Multi Site의 네트워크 플로우를 구축하며, Cloud 환경을 이용한다.

PasS부는 기계학습 기반의 재배 환경 및 조건 최적화 모듈과 클라우드 기반의 생산관리 모듈로 구성된다.

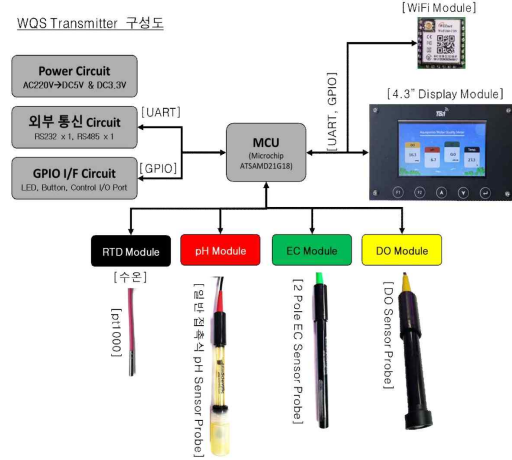


그림 1. 센서제어부와 네트워크 모듈

2.2 성장 측정 시스템

컴퓨터 비전을 기반으로 식물의 성장 정도를 측정하기 위한 기법을 다양하다.

우선 작물 면적과 부피 정보 추출하여 성장 정도를 측정하는 알고리즘을 활용하는 기법이다. 작물 영상으로부터 영상 분석을 통해 작물의 생육 정도를 측정하는 과정은 ROI(Region of Interest) 설정, 작물면적 추출, 작물 부피 추출 등을 토대로 성장 정도를 측정한다[2,3].

한편, 이 논문에서 2차원 이미지의 분류 자동화에 최적화된 딥러닝인 CNN(Convolutional Neural Network)을 활용한다. 비전 영상의 유사도를 추출한 후 클러스터링을 통해 그룹화하며, CNN을 이용하여 식물의 성장 정보를 판단할 수 있다. 이 기법은 대상 작물에 따라 별도의 학습 데이터가 필요하면 그림 2와 같이 상추의 성장 이미지를 학습 데이터로 사용한다.



그림 2. 카메라 촬영 식물 학습 데이터(시간별)

그러나 일반적인 아쿠아포닉스 환경은 고성능의 CPU나 GPU, 대용량의 메모리를 갖추고 있지 않으므로 제한된 환경에서는 CNN의 연산의 주요 시간을 차지하는 MAC(Multiply and Accumulation)을 줄이는 방안인 Depthwise Separable Convolution을 사용하는 것이 필요하다.

III. 결론

이 논문에서는 스마트 아쿠아포닉스 식물 성장 시스템에서 IoT 센싱 데이터 기술, 네트워킹 기술, PasS기술 등을 융합하여 최적의 식물 생육 환경을 도출하기 위한 기초 데이터인 식물 성장 정도를 파악하기 위한 기법을 제안하였다. 특히 리소스가 제한된 환경인 점을 고려하였으며, 이를 토대로 알고리즘에 의한 성장 측정 시스템과 딥러닝에 의한 시스템의 차이를 향후 연구할 필요가 있다.

References

- [1] J.Y. Moon, G.E. Gwon, H.Y. Kim, J.H. Moon, "Building a Smart Farm in the House using Artificial Intelligence and IoT Technology," in Proceeding of the Korea Information Processing Society, Vol. 27, No. 2, pp. 818-821, 2020
- [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
- [3] A Rizkiana, A.P. Nugrobo, N.M. Salma, S. Afif, R.E. Masithoh, L Sutiarto, T. Okayasu, "Plant growth prediction model for lettuce (*Lactuca sativa*.) in plant factories using artificial neural network," in Proceeding of International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 733 (2021)