

IoT 기술을 활용한 오토팜 시스템 구현

차은영*, 김소민*, 심수민*, 이경승*

*한양여자대학교 소프트웨어융합과

sts07129@naver.com, mino2708@naver.com, tlatnals1013@naver.com,

rudtmd1523@naver.com

Implementing an AutoFarm System using IoT Technology

Eun-Young Cha*, So-Min Kim*, Su-Min Sim*, Gyeong-Seung Lee*

*Dept. of Software Convergence, Han-Yang Women's University

요 약

최근 미래형 농업으로 주목받고 있는 ‘아쿠아포닉스(Aquaponics)’는 물고기 양어 기술(Aquaculture)과 수경 농법(Hydroponic)을 융합한 친환경적인 순환형 생산 시스템이다. 하지만 양식 환경과 수경재배 환경이 서로 성장하는 데에 영향을 주기 때문에 농업인이나 일반인이 사용하기에 난도가 높고, 초기 투자비가 많이 든다는 점에서 국내 도입에 대한 문제점이 제기되고 있다.[1] 본 논문에서는 IoT 기술을 이용해 아쿠아포닉스의 단점을 보완할 기술적 대안과 국내 도입 문제 해결방안으로서 오토팜(AutoFarm) 시스템을 제안한다.

1. 서론

최근 미래형 농업으로 주목받고 있는 ‘아쿠아포닉스(Aquaponics)’는 양어가 성장하는 물인, 사육수 내에 생성되는 각종 무기물질들을 식물이 성장 영양소로 흡수하면서 사육 수질정화와 식물 성장이 지속적으로 이루어지며 사육수를 계속 재사용하면서 수산양식과 농작물 재배를 동시에 실시할 수 있는 생태계 물의 순환을 기반으로 한 유기 생산법이다.[2]

농업과 제4차 산업혁명기술(ICT, Cloud, Big data, Mobile)을 융합한 스마트 팜에 대한 연구개발은 정부와 기관, 기업, 대학에서 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 아쿠아포닉스 농법에 대한 논문은 10건 이내이며 R&D 연구개발은 2건, 관련 연구를 진행하는 기관은 경기도 농업기술원뿐이다. IoT 기술을 이용한 시스템 개발로 정확한 데이터를 수집·분석하여 생육환경에 대한 연구가 필요하다.[3] 또한 물이 지속적으로 순환하는 형태이기 때문에 양식 환경과 농작물 성장 환경이 맞지 않으면 농작물에 병해충이 생기거나, 양어가 폐사하는 경우가 생길 수 있다. 따라서 생육환경에 맞는 온도와 습도, 사육수의 PH 값을 농작물과 양어에 따라 적절하게 유지하는 것이 가장 중요하다.

본 논문에서는 아두이노와 여러 가지 환경 측정 센

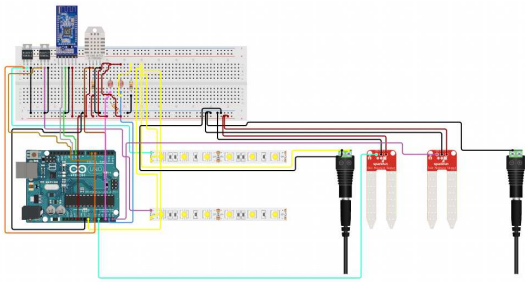
서(PH 센서, 온습도 센서, 토양 습도 센서, 수위 센서, 조도 센서)를 이용한 사육수 자동순환 시스템과 센서 값을 기반으로 수중 펌프, LED, 솔레노이드 밸브를 활용한 환경 유지 시스템을 구현하고 시스템을 제어, 실시간 모니터링, 데이터 수집·분석할 수 있는 웹앱 시스템을 개발하였다.

2. 환경 측정 시스템 구성

환경 측정 시스템은 첫 번째로 온도와 습도, 조도, 토양습도와 같이 농작물의 성장 환경을 측정하고 그에 따른 LED를 제어할 수 있는 농작물 환경 측정·제어 시스템과 두 번째로 수온을 측정하고 자동 먹이 급여기를 제어할 수 있는 양식장 환경 측정·제어 시스템, 마지막으로 사육수의 PH 값에 따른 사육수 자동 순환 시스템으로 나누었다.

농작물과 양식 시스템 중 어느 한 곳에 문제가 생기면, 큰 피해를 줄 수 있는 오토팜 특성상, 시스템 관리·유지를 용이하게 할 수 있도록 세 가지 시스템으로 분리하여 구현하였다.

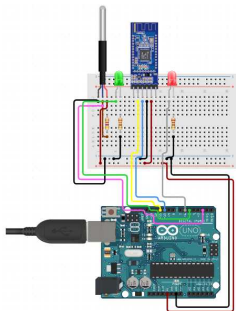
2-1. 농작물 환경 측정·제어 시스템



(그림 1) 농작물 환경 측정 시스템 회로도

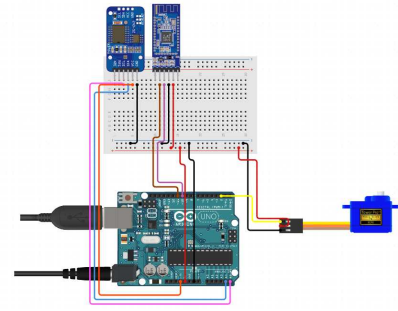
(그림 1)과 같이 아두이노와 온습도 센서 (DHT-11), 토양습도 센서(FC-28), 조도 센서, LED를 연결하여 농작물 재배장에 설치한다. 블루투스 (HC-06) 모듈을 이용하여 휴대폰과 블루투스 통신이 가능하기 때문에, 사용자는 농작물의 생육환경 데이터를 실시간 모니터링하고, LED를 제어할 수 있다. 사용자가 자동화를 원할 경우, 조도 값에 따라 LED가 자동으로 작동할 수 있다.

2-2. 양식장 환경 측정·제어 시스템



(그림 2) 수온 측정 시스템 회로도

(그림 2)과 같이 아두이노와 수온 센서, HC-06 모듈, LED를 연결하여 양식장에 설치한다. 수온이 25도가 넘어가면 붉은 LED에 불이 들어오고, 수온이 20도 보다 낮아지면 푸른 LED에 불이 들어온다. 수온이 적절한 온도가 유지되면 불이 들어오지 않는다. 수온의 상태를 적절, 주의, 위험 3가지 단계로 나누어 설정하고 사용자는 수온의 상태를 휴대폰을 통해 확인할 수 있으며, 양어의 종류에 따라 적절한 온도를 직접 설정할 수 있다.



(그림 3) 자동 먹이 급여기 회로도

(그림 3)은 아두이노와 RTC 모듈, 서보모터를 연결한 모습이다. HC-06모듈과 사용자의 휴대폰이 블루투스 통신으로 연결되며, 사용자가 양식장에 급여를 원할 경우, 서보모터가 회전하며 먹이 급여를 하는 방식이다. 동시에 RTC 모듈로 급여 시간대를 기록할 수 있고, 사용자는 이를 확인할 수 있다.

3. 사육수 자동순환 시스템

3-1 알고리즘



(그림 4) 자동 환수 시스템 알고리즘

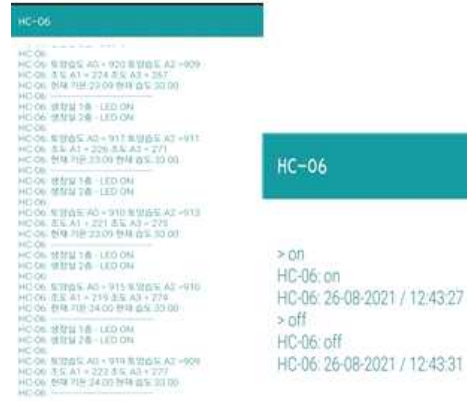
위 그림은 양식장과 농작물 자동 환수 시스템으로 3단계로 나눌 수 있다.

PH 값이 7 이하일 경우에 릴레이 모듈 1번과 2번 모두 off 상태로, 연결된 전원을 공급하지 않는다. 또한 수중 펌프와 솔레노이드 밸브 역시 모두 off 상태로 진행한다.

PH 값이 7 이상, 수위센서 값이 0보다 작을 경우,

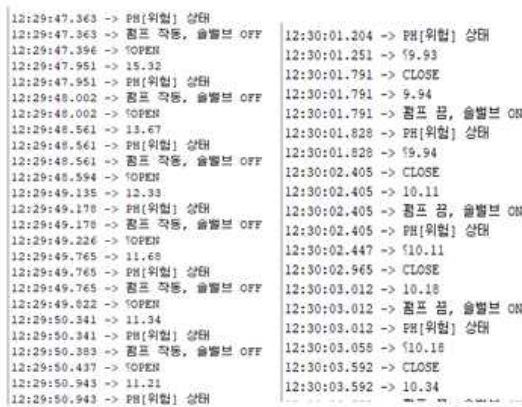
(그림 5)와 같이 물의 수질 상태를 [위험]으로 판단하여 릴레이 모듈 1번을 on 상태로 설정하고 수중 펌프를 작동시킨다. 이때, 수중 펌프가 작동하여 양식장의 물을 농작물 층으로 보낸다.

두 개의 수위센서 값이 0보다 클 경우에 농작물에 일정 물의 양이 찼다고 판단되면 릴레이 모듈 1번을 off 상태로 설정한다. 이때, (그림 5)와 같이 릴레이 모듈 1번은 off 상태로 전환함에 따라 수중 펌프가 중단되고, 릴레이 모듈 2번은 on 상태로 솔레노이드 밸브가 OPEN 한다. 열린 솔레노이드 밸브를 통해 물이 다시 양식장으로 흘러 들어가며, 재사용·순환한다. 부가적으로 (그림 6) 와 같이 조도 센서 값이 낮아지면 LED가 켜지고, 온·습도가 높아지면 사용자에게 상태를 알려준다.

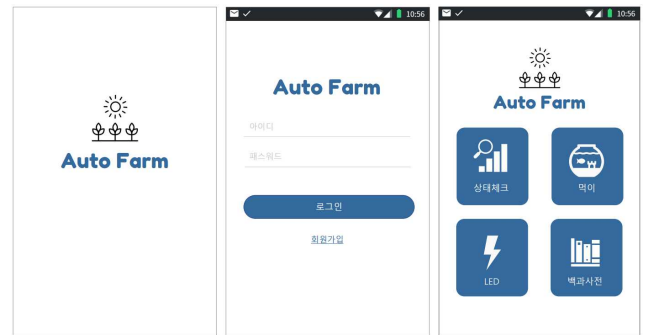


(그림 6) 실시간 모니터링 기능 결과 화면

4. 애플리케이션 구조 및 구현



(그림 5) 자동 환수 시스템 결과 화면



(그림 7) 오토팜 애플리케이션

3-2 결과화면 프로그래밍

본 논문은 IoT 기술을 활용한 오토팜 시스템 구현에 사용된 시스템은 블루투스 통신, 애플리케이션으로 구현되어 있다. 데이터 값을 아두이노 보드를 이용하여 PC로 전송하고, 아두이노 보드와 스마트폰 애플리케이션 사이에 통신을 위해 HC-06모듈을 사용하여 블루투스를 사용하였다. [4]

사용해 본 결과 화면은 그림 4, 5와 같이 확인할 수 있다. (그림 6) 왼쪽 결과 화면은 토양습도센서(FC-28), 온·습도 센서(DHT-11), 조도센서, LED 등의 데이터 값을 실시간으로 모니터링할 수 있다. 이 외에도 자동 먹이 급여기, 수온 센서, PH 센서, 수위센서의 데이터 값도 모니터링할 수 있다. (그림 6) 오른쪽 결과 화면은 자동 먹이 급여 기능이다. 사용자가 스마트폰으로 특정 시간에 먹이를 급여할 수 있으며, on, off 상태로 급여와 급여 중단을 확인할 수 있다.

1) 로그인

Client가 ID와 Password를 입력하게 되면, autoFarm 데이터베이스 users에 저장된 userId와 userPw의 목록과 대조하여 일치하는 사용자를 찾아낸다.

2) 회원가입

Client가 회원가입 페이지에 접속하게 되면 ID와 Password, 사용자명과 농장 이름을 입력하고, 농장이 위치한 지역(시/도, 군/구)을 선택하게 되면 자동으로 autoFarm 데이터베이스 users에 입력한 내용이 저장된다.

3) 상태 체크

사용자는 양식장과 농작물의 상태를 파악할 수 있다. 양식장에 설치된 ph 센서와 수온 센서를 통해 시간당 수치를 알 수 있다. 물의 순환을 돕는 수중 펌프와 솔레노이드 밸브의 ON/OFF도 시간마다 확인이 가능하여 어느 때에 열리고 닫혔는지 확인이 가능하다. 농작물의 환경에서는 토양습도센서(FC-28)와 조도센서, 온 습도센서(DHT-11)를 통해 실시간으로 농작물 환경의 상태를 체크할 수 있으

며, 조도 수치에 따라 LED의 ON/OFF 제어 및 사용자가 임의로 LED를 제어할 수 있다. 양식장 환경상태는 autoFarm 데이터베이스의 fishCheck에 저장되며, 농작물의 환경상태는 plantsCheck에 저장된다. 양식장과 농작물의 환경상태는 데이터베이스에 누적된 데이터를 토대로 그래프화 시켜 사용자가 더 편리하게 수치의 변화를 확인할 수 있으며, 데이터가 설정된 위험수치로 측정이 되고, 별도로 사용자의 확인이 필요할 경우 알람을 보내 사용자의 관리를 받을 수 있게끔 한다.

4) 먹이 급여

먹이 급여는 양어에게 동일한 시간에 정량의 먹이를 제공한다. Client가 먹이 공급 시간을 설정하게 되면 그에 맞추어 자동으로 먹이를 준다. 먹이가 공급된 날짜와 시간을 각각 autoFarm 데이터베이스 feed의 feedTime와 feedDate로 나누어 저장한다. 사용자는 먹이가 공급된 날짜와 시간, 먹이양을 확인할 수 있으며, 양어의 수와 성장 속도에 맞추어 먹이 양도 조절할 수 있다.

5) 백과사전

사용자에게 오토팜에서 양식 및 재배가 가능한 농작물과 양어와 관련한 다양한 정보를 제공한다. 농작물, 양어의 종류와 설명과 함께 난이도를 표시하여 초보자와 숙련자에게 맞는 농작물과 양어의 종류를 찾을 수 있도록 도움을 준다.

5. 결론

5-1. 결론 요약

본 논문에서는 미래형 농업으로 주목받는 아쿠아포닉스를 실시간으로 모니터링하고 자동순환 시스템을 이용해 환경을 유지하고 데이터를 수집·분석할 수 있는 웹앱을 만들었다. 기존 아쿠아포닉스의 경우 직접적으로 IoT 기술을 접목시켜 쓰이는 경우는 거의 없었다. 우리는 사용자의 편의성과 근본적인 문제를 해결시키기 위해 사용자가 아두이노와 여러 가지 환경 측정 센서들, 자동순환시스템을 기반으로 양어의 생육환경과 식물의 생육환경을 서로 맞춰줄 수 있는 솔루션을 제공할 수 있으며 이러한 환경들의 값을 데이터베이스로 받아 웹앱에 저장하여 실시간으로 모니터링할 수 있다는 점 또한 큰 장점이다.

5-2. 향후 연구과제

오토팜(AutoFarm)은 농업과 양식업, 두 가지 기술을 융합한 기술이기 때문에 전문적인 인력을 필요

로 한다. 향후 연구 과제는 오토팜을 통하여 양식업과 농업을 동시에 할 수 있는 고급 인적 자원이 확보되었으며 귀농, 귀촌인들은 오토팜을 체험농장으로 어린이나 청소년들에게 수확하기, 밥 주기 등 체험과 채소 직거래, 농촌 관광 등으로 연계한 수익 창출이 가능하며 오토팜을 축소화시켜 가정에서도 이용할 수 있도록 연구에 임할 것이다.

참고문헌

- [1] 현상용, 신(新) 양식인들을 위한 양식형 아쿠아포닉스의 국내 도입과 과제, 한국수산과학회 양식분과, 2020.7, 164p
- [2] 하현주, 정관식, 아쿠아포닉스의 국내 도입 가능성에 관한 연구, 수산해양교육연구, 2017.8, 1226p
- [3] 김경현, 한동욱, IoT를 활용한 가정용 열대어 아쿠아포닉스에 관한 탐색적 연구. 한국콘텐츠학회논문지, 2021.4. 425p
- [4] 김용환, 송종근, 김태용, 장원태, 아두이노를 활용한 신체 측정 디바이스 구현, 동서대학교 컴퓨터공학부, 2020, 6, 520p

- 본 논문은 과학기술정보통신부

정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다. -