

# 스마트 Aquaponix 시스템 설계

최양일\*, 김병준\*\*, 정희태\*\*

\*(주)Winxen

\*\*부산외국어대학교 ICT창의융합학과

\*e-mail:chomin308@gmail.com

\*\*e-mail:htchung@bufs.ac.kr

## Suppression Design of Smart Room Garden·Aquaculture System using PIC

Yang-il Choi\*, Byeong-Jun Kim\*\*, Kyoo-Jae Shin\*

\*Corporation Winxen

\*\*Dept of ICT Creative Design, Busan University of Foreign Studies, BUFS

### 요 약

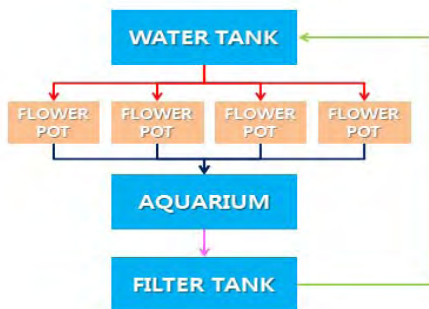
In this paper, we propose a smart indoor garden-aquaculture system using PIC. In the proposed smart indoor garden-aquaculture system, the aquaponics system circulates the nutrient solution of the aquarium, the filtrate tank, and the flowerpot. The automated control system that controls the state of the nutrient solution through the various sensors and controls the pump and valve is designed. As a result of the verification of the smart indoor garden-aquaculture system proposed in this paper, it was confirmed that the environment suitable for the survival of fish and plants was maintained by monitoring water temperature, DO, pH measured in real time. The water level in aquarium and flower pot was controlled through automatic operation of the Electric vale and pump.

### 1. 서론

식물재배는 사람들의 정서순화와 인테리어를 목적으로 많이 쓰이고 있다. 아쿠아포닉스 방식의 실내정원·양식시스템을 만들어 초·중·고등학교 교실에 배치하면 정서 안정 및 자존감 상승 등 다양한 교육적인 효과를 낼 수 있다. 또한 학생들에게 IoT, 센서, 프로그래밍에 대한 전반적인 지식을 실제적인 경험을 통해 학습할 수 있다. 이러한 스마트 실내정원·양식시스템은 PIC를 이용한 시스템 구성으로 구현할 수 있다. 각종 센서를 통해 DO 및 온도, PH 등의 수치를 입력 받고, 해당 값들을 모니터링 하여 펌프 및 밸브를 활용한 순환 시스템 제어가 가능하다.

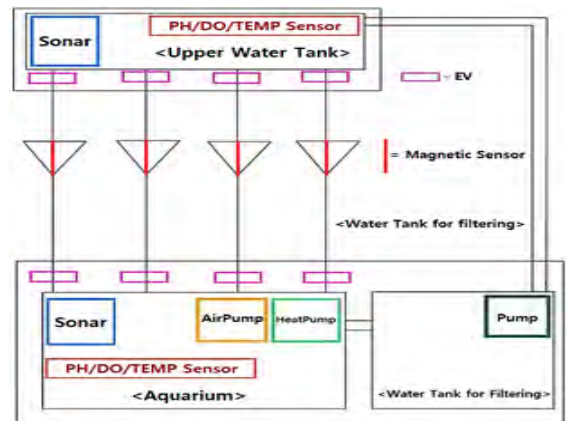
### 2. 설계 및 목표

#### 2.1 스마트 실내정원·양식시스템 구조 설계



(그림 1) Water Flow Circulation

스마트 실내정원·양식시스템의 전체 구조는 그림 1과 같다. 2층의 구조로 되어 있는데 상단부는 화분에 양액을 공급하는 물탱크가 위치하고 중간부분은 화분들이, 하단부에는 수족관과 여과 물탱크가 위치한다. 양액의 흐름은 그림 1과 그림2와 같이 진행된다.



(그림 2) 스마트 실내정원·양식시스템 구조

#### 2.2 스마트 실내정원·양식시스템 센서류

##### 2.2.1 Sensor equipment

그림 3.(a)과 같은 용존산소량 및 온도 센서를 사용하여 DO와 온도 데이터를 수집한다. 또한 그림 3.(b)와 같은 pH센서를 통해 양액의 pH를 측정하여 조절하고 수집할 수 있다.



(a) (b)

(그림 3) Sensor Equipment, (a) Dissolved Oxygen (DO) and Temperature Probe, (b) PH Probe

2.2.2 물높이 측정 센서

하단부 수족관과 상단부 물탱크의 경우 물높이 측정을 위해 그림4와 같은 Ultra sonic sensor를 사용하고 화분의 물높이는 그림5와 같은 Magnetic Sensor를 사용한다.



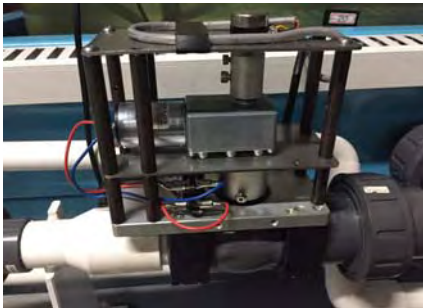
(그림 4) HC-SR04 Ultra Sonic Sensor



(그림 5) Magnetic Sensor

2.2.3 전동 벨브

그림6 전동벨브의 경우 DC모터로 조절되는 벨브로 가변 저항을 이용해 그 각도값에 따라 벨브를 조절한다.



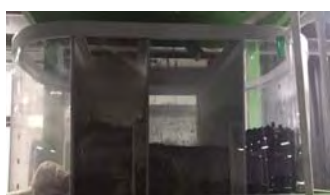
(그림 6) Electrical Driving Valve

2.2.4 펌프 및 여과기

필터용 물탱크에서 상단부 물탱크로 양액을 끌어올리기 위해서 그림7과 같은 펌프를 사용한다. 그림8과 같은 여과기는 수족관에서 생성된 암모니아의 독성을 없애고 식물의 영양공급원이 될 수 있는 질산염으로 전환한다.



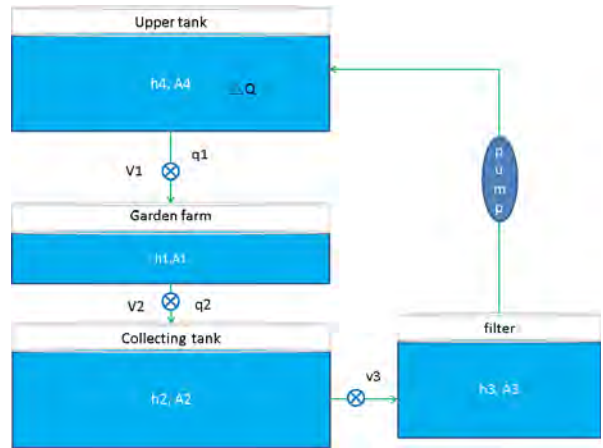
(그림 7) 펌프



(그림 8) 여과기

3. 시스템 제어 알고리즘 개발

3.1 시스템 제어 설계



(그림 9) 스마트 실내정원·양식시스템 밸브제어

그림 9와 같이 각 4개의 물탱크 사이에 벨브 들이 설치되어 있다. 벨브들은 수위 센서가 허용한계 수위를 측정해 열고 닫음을 작동해 센서 데이터를 제어 보드로 보내게 된다.

$$A_1 \frac{dh_1(t)}{dt} = \left[ \frac{\Delta Q - h_1}{V_1} - \frac{h_1(t)}{V_2} \right] \quad (1)$$

$$A_2 \frac{dh_2(t)}{dt} = \left[ \frac{\Delta Q - h_2}{V_2} - \frac{h_2(t)}{V_3} \right] \quad (2)$$

$$A_3 \frac{dh_3(t)}{dt} = \left[ \frac{(h_1(t) + h_2(t)) - h_3}{V_3} - \frac{h_3(t)}{Pump} \right] \quad (3)$$

식(1), (2), (3)에 의해 각각의 수위의 면적을 계산되고

$$\frac{dh_1(t)}{dt} = \frac{\left[ \frac{\Delta Q - h_1}{V_1} - \frac{h_1(t)}{V_2} \right]}{A_1} \quad (4)$$

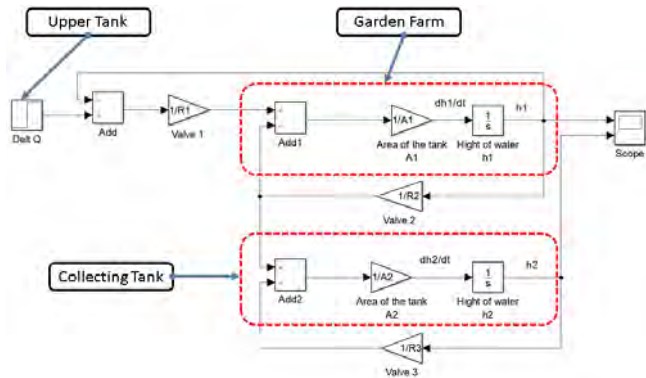
$$\frac{dh_2(t)}{dt} = \frac{\left[ \frac{\Delta Q - h_2}{V_2} - \frac{h_2(t)}{V_3} \right]}{A_2} \quad (5)$$

$$\frac{dh_3(t)}{dt} = \frac{\left[ \frac{(h_1(t) + h_2(t)) - h_3}{V_3} - \frac{h_3(t)}{Pump} \right]}{A_3} \quad (6)$$

식(4), (5), (6)에 의해 각 벨브의 수위를 결정 한다.

3.2 PID 제어기

그림 10은 각 탱크에서의 밸브, 수위, 유량을 조절하는 제어 흐름도 이다.



(그림 10) 유량 조절 PID 제어

3.3 용존산소량 및 온도 조절

5mg/L 이상의 산소량, 기준 온도인 25도를 유지하기 위한 flowchart는 그림11과 그림12에서 확인할 수 있다.

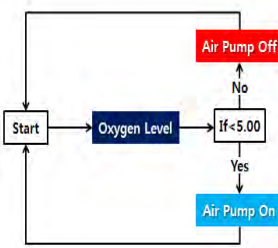


그림 11. Oxygen Control

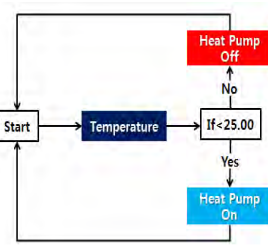
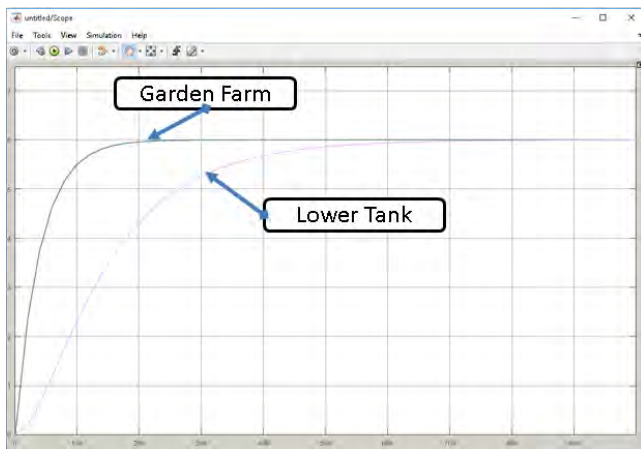


그림 12. Temperature Control

4. 모델의 시뮬레이션

4.1 수위 유량 시뮬레이션



(그림 13) 유량 조절 PID 제어

그림13에서 보는 것과 같이 응답시간이 Garden Farm 300sec, Lower Tank 700sec에서 유체는 완전히 탱크 쪽으로 도달 한다. 따라서 300sec에 Garden Farm에 물이 꽉차게 되면 밸브는 열리고 반면 Lower Tank는 그동안 닫고 있던 밸브를 700sec에 열리게 된다.

4. 결론

본 연구를 통하여 제조현장에서 수작업 및 종이문서로 진행하던 업무를 KIOSK등을 이용한 페이퍼리스 업무로 변경이 가능하며 N-Screen 기술을 이용하여 Any Device, Any Browser 환경 구축이 가능하여 별다른 프로그램 설치작업 없이 시스템 구축이 가능할 것으로 기대한다.

또한, 본 연구의 핵심 기술인 W3C 웹 표준 문서 XML을 이용하여 XML기반의 통합 EAI, Webservice등의 S/W 분야의 적용 범위를 넓힐 수 있고, 다양한 정보를 수집하고 제어 및 모니터링 할 수 있는 스마트 팜/양식장, 대시보드 등에서 적용하여 수집된 정보를 분석/가공하여 최적의 의사결정을 할 수 있는 데이터 제공이 가능하므로 보다 다양한 적용 사례에 대해 연구할 필요성이 있다고 생각된다.

사사표기

본 연구는 한국에너지기술평가원의 에너지인력양성사업 산업전문석사 인력양성의 “ ICT 공장자동화 인력양성”사업에 의하여 발표된 논문입니다.

참고문헌

[1] Prof.Kyoo Jae Shin and Muhammad Akbar "Design of Remote Operating for Smart Fish Farm Using MQTT", International Journal of Trend in Research and Development, vol.4(3), ISSN:2394-9333, pp.170-175, June. 2017.  
 [2] Yeo Kyung-Hwan·Rhee Han-Cheol·Lee Jung-Sup·Choi Gyeong Lee·Lee Seong-Chan "Hydroponics Diary", RDA Interrobang, No. 150, ISSN:2233-5056, pp.1-17, June. 2015.  
 [3] Lee,Yun Jeong, "The Impact of Indoor Planting Activity in the Elementary Schools to the Student Personality", Master thesis, Gwangju National University of Education, 2011.  
 [4] Ha, Heon Ju, "Eco food production aquaponics technology for the development of basic research", Master thesis, Chonnam National University, 2013.