

# 사물인터넷을 적용한 녹조제거 자동화 시스템 개발

## Development of Automatic Algal Bloom Remover System using IoT

이 현 승 \*, 유 태 수 \*\*, 정 석 태 \*\*\*, 임 순 자 \*★

Hyun-Seung Lee\*, Tae-Soo Yu\*\*, Suck-Tae Joung\*, Soon-Ja Lim\*★

### Abstract

In this paper, it proposes a method that uses an air pump to inject oxygen to water directly to prevent the growth of algae and cyanobacterium using MCU(Micro Controller Unit). MCU can control itself with modules of GPS, a sonic sensor, camera, conveyer belt and water pump to remove and prevent growths of algae. It can also be connected to the smart phone application software to track the system where it is and it can be controlled by the user interfaced with the smart phone application.

### 요 약

본 논문에서는 자동화 시스템을 이용하여 지속적으로 녹조를 제거하고 워터펌프를 이용하여 산소를 물속에 주입하여 녹조 생성이 잘 이루어지지 않도록 하는 시스템을 개발하였다. 제안한 녹조제거 자동화 시스템은 기계에 부착된 MCU(micro processor unit)를 이용하여 GPS와 초음파센서, 카메라등을 제어함으로 자동조정운행을 할 수 있고, 컨베이어 벨트, 워터 펌프등을 이용하여 녹조를 자동으로 제거할 수 있다. 또한 스마트폰의 어플리케이션과 연동하여 녹조제거 자동화 시스템의 위치를 추적하고 상황에 따라 사용자가 시스템을 직접 운영 할 수 있도록 하였다.

*Key words : Algae Bloom, GPS, IoT, Water pump, Ultrasonic sensor*

---

\* Dept. of Electronic Engineering, Wonkwang University

\*\* CEO of TableCup

\*\*\* Dept. of Computer and Software Engineering, Wonkwang University

★ Corresponding author

E-mail: [lsj633@wku.ac.kr](mailto:lsj633@wku.ac.kr), Tel: +82-63-850-6313)

※ Acknowledgment

This paper was supported by Wonkwang University in 2018.

Manuscript received Oct. 27, 2017; revised Jan. 04, 2018 ; accepted Mar. 14, 2018

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I. 서론

우리나라의 산업화와 경제성장으로 인해 각종 오염물질이 증가하여 강이나 호수로 유입되고, 유속이 거의 없는 물의 수온이 올라가게 되면 식물성 플랑크톤인 녹조류나 남조류가 크게 늘어나 물의 색깔이 녹색으로 변하게 된다. 녹조현상은 수온, 햇빛, 영양염류, 유속 등 4가지 요인에 큰 영향을 받는다. 질산염이나 인산염 같은 영양염류가 물속으로 많이 유입되고 일조량이 많아 수온이 올라가면서 남조류가 폭발적으로 증가하고 유속이 느려지면 유입된 오염원이 빠져나가지 못하고 축적되면서 조류가 더욱 빠르게 증식한다. 이 녹조로 인해 물고기들이 폐사하거나 녹조에서 발생하는 독소로 인해 식수로 이용하는 물이 오염되어 식수로 사용하지 못하는 경우들이 여름철만 되면 발생하고 있다[1-3]. 녹조 현상을 해결하고자 환경부나 여러 단체에서 의견들을 제시하고는 있지만 물고기나 사람들에게 피해를 줄 수 있는 약품을 사용하거나 초음파를 이용하여 물고기에게 악영향을 미치게 되고 전기적인 해결 방안은 위험요소가 많아 현실적으로 할 수 있는 방법은 사람이 녹조를 걷어 내거나 황토흙을 뿌리는 방법밖에는 없다[4-5]. 그러나 녹조를 걷어내고 황토흙을 뿌리는 것은 일시적이고 배를 운행하는 비용이나 황토 흙을 구매하는 비용, 인건비등 경제적인 문제들이 발생한다. 본 논문에서는 인력이 아닌 자동화 시스템을 이용하여 지속적으로 녹조를 제거하고 워터펌프를 이용하여 산소를 물속에 주입하여 녹조 생성이 잘 이루어지지 않도록 하는 시스템을 개발하였다.

## II. 본론

### 1. 녹조제거 자동화 시스템 방향 및 구성

본 연구에서 제안하는 녹조제거 자동화 시스템은 기존의 녹조제거를 위해 사용되는 인건비나 제반비용을 절감하고, 또한 효율적으로 녹조를 제거하기 위해서 사물인터넷 응용 기술을 적용한 자동 녹조제거 시스템을 설계하였다. 호수나 저수지 또는 강에서 배 모형으로 만들어진 기기가 물위를 자동으로 이동하면서 녹조를 처리하게 되고,

기기에 부착된 아두이노와 각종 센서를 통하여 자율 운행하도록 설계하였다. 그림 1은 녹조제거 자동화 시스템의 전체 블록도이다. 시스템에 부착된 모든 센서를 제어하고 운용할 수 있도록 센서의 개수를 고려하여 Arduino mega ADK board를 채택 하였다. Arduino mega는 Analog pin 15개, Digital pin 49개로 구성된다. 이 핀들에 센서가 연결되고 블루투스나 WIFI등 통신모듈에 의해서 스마트폰 Application과 연동 하여 사용할 수 있다.

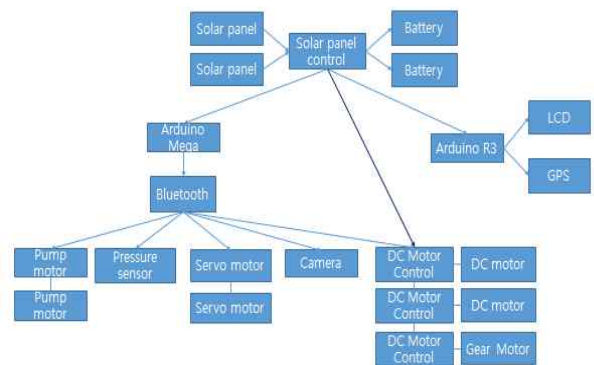


Fig. 1. System functional block diagram

그림 1. 녹조제거 시스템의 전체 블록도

### 가. 초음파 센서의 구성 및 운용

초음파 센서는 초음파를 통해 거리를 측정하여 전방 좌우 45°씩 감지를 하게 되고, 초음파 센서의 50cm 앞에 물체가 감지되면 감지된 신호를 아두이노에서 분석하여 서브모터를 작동시켜 프로펠러의 각도를 바꾸어줌으로 배의 방향을 조정하게 된다. 그림 2는 초음파 센서의 동작원리를 보여준다.

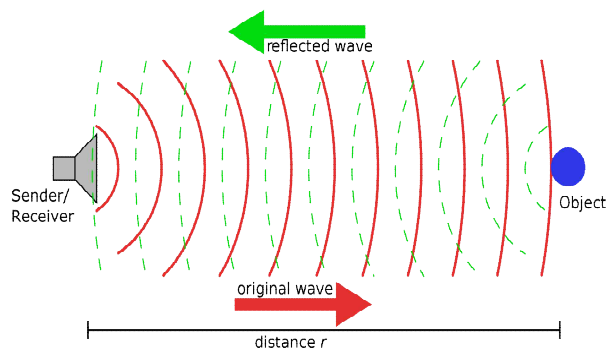


Fig. 2. Ultrasonic sensor operation method

그림 2. 초음파 센서의 동작원리

### 나. GPS 시스템의 구성 및 운용

자동화 녹조제거 시스템이 넓은 강이나 저수지 안에서 움직이게 될 때 운용자가 기기의 위치를 파악할 수 있도록 배 상단에 GPS 센서를 장착하여 실시간으로 LCD에 위치가 표시되고 또한, 스마트폰으로도 기기의 위치를 파악 할 수 있어서 실제 운용자가 멀리 떨어진 곳에서도 기기의 위치를 파악 할 수 있다. 그림 3은 자동화기기에 부착된 GPS 시스템과 스마트폰 어플에 나타난 자동화 시스템의 위치를 보여준다. LCD에 시스템의 위도와 경도가 표시되며 GPS운용에 있어 작동 유무를 눈으로 확인할 수 있게 하였다.

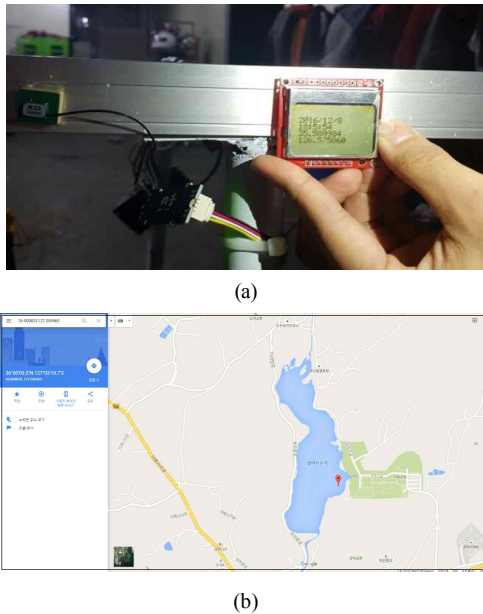


Fig. 3. GPS system (a) GPS sensor and LCD (b) The location of the automatic algal bloom remover system on the smart phone application.

그림 3. GPS 시스템 (a) GPS 센서와 LCD (b) 스마트폰 어플에 표시된 녹조제거 자동화 시스템의 위치

### 다. 카메라 센서 구성 및 운용

시스템에 부착한 카메라는 블루투스 연결을 통한 JPEG 압축 영상 무선 송신을 하며, 블루투스가 장착된 컴퓨터, 노트북, 스마트폰에서 영상을 수신 할 수 있다. 실시간 영상을 통해 시스템 이동시 전방을 확인 할 수 있고 카메라 부착 위치에 따라 시스템의 각 기능(컨베이어 벨트, 워터펌프 등)의 올바른 작동여부를 스마트폰 어플리케이션을 통해 확인 할 수 있다. 이를 통해 시스템 운

용중 기기에 문제가 발생하면 신속히 문제의 원인을 인지하여 해결 할 수 있도록 도와준다. 카메라의 해상도는 160×120이고 속도는 3~5프레임/초 이다. 그림 4는 Camera sensor module을 보여준다.



Fig. 4. Camera sensor module  
그림 4. 카메라 센서 모듈

## 2. 제안한 녹조제거 자동화 시스템 설계 및 제작

제안한 녹조제거 자동화 시스템은 기계에 부착된 MCU와 연결된 GPS와 초음파 센서, 카메라 등을 제어하여 자동조정운행 할 수 있고, 컨베이어 벨트, 워터 펌프등을 이용하여 녹조를 자동으로 제거할 수 있다. 또한 스마트폰의 어플리케이션과 연동하여 녹조제거 자동화 시스템의 위치를 추적 할 수 있고, 상황에 따라 사용자가 시스템을 직접 운영 할 수 있도록 개발하였다. 스마트폰 어플리케이션은 필요시 기기를 사용자가 직접 운용할 때 사용하며, 어플리케이션 버튼을 통해 프로펠러를 조정함으로 자동화 시스템의 좌우 동작 제어가 가능하도록 하였다. 그림 5는 스마트폰 어플리케이션을 이용해서 자동화시스템을 동작시키는 화면을 보여준다. 동작 시켜본 결과 자동화 시스템의 각 센서들이 계획된 대로 잘 동작하여 자율운행을 하였고, 스마트폰 어플리케이션을 통하여 기기의 위치를 파악할 수 있었다. 문제점은 자동화 시스템의 무게가 무거워서 배터리 소모가 크다는 것을 알 수 있었고 이를 해결하기 위해 가벼운 재료를 사용하여 시스템을 경량화 시키거나 모터의 전력용량을 사용 가능치 까지 줄여 배터리의 손실을 최소화 하는 것이 필요함을 알 수 있었다.

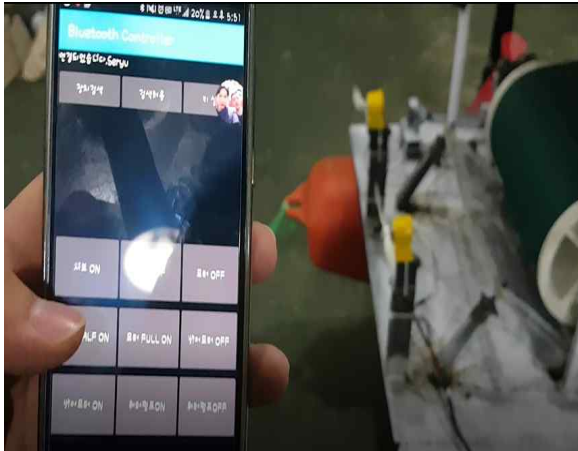


Fig. 5. Application for system control.  
그림 5. 시스템 제어를 위한 어플리케이션

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Servo.h>
Servo myservo; //Servo Motor
SoftwareSerial BTSerial(10, 11); // Bluetooth(RX, TX)
void loop(){
    digitalWrite(tig1, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(tig1, LOW);
    distance1 = pulseIn(ech1, HIGH)/58.2;
    delay(25);
    digitalWrite(tig2, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(tig2, LOW);
    distance2 = pulseIn(ech2, HIGH)/58.2;
    delay(25);
    if(distance1>10) //
    {
        if( distance2>10) // 0 0
        {
            myservo.write(90); // Straight
            delay(1000); }
        else // 0 1
        {
            myservo.write(0); //turn right
            delay(1000); } }
    else
    {
        if(distance2>10) // 1 0
        {
            myservo.write(180); // turn left
            delay(1000); }
        else // 1 1
        {
            myservo.write(90); // Straight
            delay(1000); } }
    Serial.println(distance1);
    Serial.println(distance2);
    Serial.println(""); }
}
```

Fig. 6. Arduino main source for application.  
그림 6. 아두이노 메인 소스

그림 6은 안드로이드 어플리케이션과 연동이 가능한 아두이노의 메인 소스이다. 그림 7은 제작된 녹조제거 자동화 시스템을 보여준다.



Fig. 7. Fabrication of the automatic algal bloom remover system.  
그림 7. 제작된 녹조제거 자동화 시스템

### III 결론

본 논문에서는 녹조를 효과적으로 제거하기 위해 사물인터넷을 이용한 녹조제거 자동화 시스템을 설계 제작하였다. 제안한 녹조제거 자동화 시스템은 기계에 부착된 MCU를 이용하여 GPS와 초음파센서, 카메라등을 제어함으로써 호수나 저수지 또는 강에서 물위를 자동조정운행 할 수 있고, 컨베이어 벨트, 워터 펌프등을 이용하여 녹조를 자동으로 제거할 수 있다. 또한 시스템 상단에 GPS 센서를 장착하여 실시간으로 LCD에 위치가 표시되고, 자동화 시스템이 운용자의 시야에서 벗어난 곳에서도 스마트폰의 어플리케이션과 연동하여 녹조제거 자동화 시스템의 위치를 추적할 수 있고, 필요한 상황에 따라 시스템을 직접 운영 할 수 있도록 하였다.

추후 연구 과제로는 자동화 시스템을 경량화하고 새로운 통신모드(RC 컨트롤러 등)를 택하여 통신 거리를 늘려 운용자의 사용 조종범위를 확대하며, 날씨와 환경에 따른 변화에도 자동화 시스템이 안정적으로 운용될 수 있도록 보완할 예정이다.

## References

- [1] H. W. Paerl, V. J. Paul, "Climate change: links to global expansion of harmful cyanobacteria," *Water Res.*, 46, pp. 1349 - 1363, 2012.DOI:10.1016/j.watres.2011.08.002
- [2] C. Y. Ahn, A. S. Chung, H. M. Oh, "Rainfall, phycocyanin, and N:P ratios related to cyanobacterial blooms in a Korean large reservoir," *Hydrobiologia*, 474, pp. 117 - 124, 2002.DOI:10.1023/A:1016573225220
- [3] S. W. Chung, J. Imberger, M. R. Hipsey, H. S. Lee, "The influence of physical and physiological processes on the spatial heterogeneity of a *Microcystis* bloom in a stratified reservoir," *Ecological Modelling*, 289, pp. 133 - 149, 2014. DOI:10.1016/j.ecolmodel.2014.07.010
- [4] McGowan, S. "Algal blooms," *Biological and Environmental Hazards, Risks, and Disasters*, pp. 543, 2016.DOI:10.1016/B978-0-12-394847-2.00002-4
- [5] G. Liu, C. Fan, J. Zhong, L. Zhang, S. Ding, S. Yan, S. Han, "Using Hexadecyl Trimethyl Ammonium Bromide (CTAB) modified clays to clean the *Microcystis aeruginosa* blooms in lake Taihu, China," *Harmful Algae*, 9(4), pp. 413-418, 2010.DOI:10.1016/j.hal.2010.02.004

## BIOGRAPHY

### Hyun-seung Lee (Member)



1998 : BS degree in  
Electronic Engineering,  
Wonkwang University.  
2000 : MS degree in  
Electricnic Engineering,  
Wonkwang University.

2014 : PhD degree in Electronic Engineering,  
Chungnam National University.

2014~ : Postdoctoral Research Fellow in  
Electronic Engineering, Chungnam National  
University.

### Tae-Soo Yu (Member)



2016 : BS degree in  
Electronic Engineering,  
Wonkwang University.  
2017~ : CEO of TableCup

### Suck-Tae Jung (Member)



1989 : BS degree in  
Computer Engineering,  
Chonnam University.  
1996 : MS degree in  
Computer Engineering,  
Tsukuba University.

2000 : PhD degree in Computer Engineering,  
Tsukuba University.

2000~ : Professor, Department of Computer  
and Software Engineering, Wonkwang University

### Soon-Ja Limi (Member)



1985 : BS degree in  
Electronic Engineering,  
Wonkwang University.  
1991 : MS degree in  
Electricnic Engineering,  
Wonkwang University.

2001 : PhD degree in Electronic Engineering,  
Wonkwang University.

2011~ : Professor, Department of Electronic  
Engineering, Wonkwang University