

HSV 색상 모델을 활용한 녹조 모니터링 시스템에 관한 연구

김태현* · 최준석* · 김경민* · 김동주* · 김경민*

*신라대학교

A Study on the Blue-green algae Monitoring System using HSV Color Model

Tae-hyeon Kim* · Jun-seok Choi* · Kyung-min Kim* · Dong-ju Kim* · Kyung-min Kim*

*Silla University

E-mail : odellia_s@naver.com · suk_zzang@naver.com · 92_min@naver.com · cjswo9674@naver.com · sillamin@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 HSV(Hue Saturation Value) 색상 모델을 활용하여 녹조를 감시하는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 무선 네트워크에 접속된 라즈베리 파이 서버의 카메라를 통해 영상을 추출하고 이를 HSV 색상 모델을 이용하여 분석하였다. 분석된 정보를 XML 데이터로 제공하기 위해 라즈베리 파이에 웹 서버를 구현하였다. 또한, 스마트 디바이스를 통해서 XML 데이터를 확인하도록 모바일 앱을 개발하였다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed the blue-green algae monitoring system using the HSV(Hue Saturation Value) color model. The proposed system is to extract the image data from the camera of raspberry pie server by an wireless network, and it is analyzed through the HSV color model. We implemented a web server to provide the information of the XML data which was analyzed from the raspberry pie server. Also, the mobile app was developed to view the XML data on smart devices.

키워드

HSV(Hue Saturation Value), Blue-green algae, Raspberry Pie, Mobile App

I. 서론

사물 인터넷 기술 (IoT, Internet of Thing)는 실세계에 존재하는 사물 (Physical Thing)과 사이버 환경에 존재하는 사물 (Virtual Things)이 인터넷을 통하여 정보를 주고받고 이러한 과정에서 다양한 서비스를 제공할 수 있는 미래 인터넷 인프라를 이야기 한다 [1].

앞으로의 미래 생활은 IoT 및 응용기술이 확대되어 적용될 것이며 모든 사물과 통신이 가능한 시대가 도래 할 것이라 예측이 가능하다. 이를 활용하면 언제 어디서나 다양한 데이터들을 수집이 가능하다고 예측할 수 있다.

지구 온난화, 무분별한 자원개발로 인한 산업화 확산 등에 따라 환경 재해 발생 빈도 및 피해 규모가 지속적으로 증가되고 있다. 이러한 환경 재해에 대한 예방을 위해서 정보통신기술을 기반으로 한 IoT 융합기술의 도입이 필요한 시점이다.

최근 이슈화되고 녹조문제는 물의 흐름이 정체된 상태에서 각종 오염물질과 온도의 상승으로 녹조류의 개체수가 급격히 증가하여 생기는 현상이다 [2]. 녹조문제를 초기에 해결하지 못하면 상당수 번지게 되어 용존산소량이 급격히 감소하여 녹조류 플랑크톤의 독성으로 인해 근처의 수생생물들은 집단폐사하게 된다. 또한 농업 용수로써 활용도 불가능하게 된다.

현재 녹조의 발견 및 검사는 인력을 사용하고 있지만 빠른 대응을 필요로 하는 상황에서 한계가 있다. 본 논문에서는 위와 같은 문제를 해결하기 위해 IoT 장비로 라즈베리를 사용하여 주기적으로 영상 정보를 획득하여 획득된 영상으로부터 HSV 컬러 모델을 통하여 영상을 분석하고 분석된 정보를 모바일 장비로 실시간으로 확인할 수 있는 녹조경보 시스템을 제안한다.

II. 시스템 구성 및 HSV 컬러 공간

2.1 시스템 구성

라즈베리파이의 파이 카메라를 이용하여 녹조를 탐지하는 방법은 그림 1과 같다. 초기 설정부분에서는 정확한 영상획득을 위한 파이카메라 설정단계로써 파이카메라의 화이트 밸런스 및 영상의 해상도, 영상포맷을 설정한다[3]. 카메라로부터 입력되는 RGB영상을 HSV컬러 영역으로 변환하고 변환된 컬러 영역에서 녹조에 해당하는 색상(Hue)을 픽셀 단위로 구별하여 영상에서 구별된 픽셀이 차지하는 비율을 구한다. 이것은 녹조가 차지하는 비율이며 해당 결과는 라즈베리파이 내에 텍스트 파일로 저장되고, 라즈베리파이 웹 서버를 구축하여 웹 서버는 텍스트 파일을 읽어서 XML형식으로 사용자에게 제공된다.

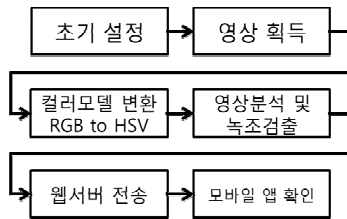


그림 1. 전체 시스템 구성

2.2 HSV 컬러 모델

파이카메라로 저장할 수 있는 영상의 포맷은 JPEG, BITMAP, PNG 등이 있으며 해당 포맷들은 RGB 모델을 기반으로 한다. 그러나 RGB 컬러 모델은 디스플레이 장치나 프린터와 같은 장치에 적합한 모델이며 컬러요소가 분리되어 있지 않기에 이를 활용하여 영상처리 알고리즘을 구현하기에는 무리가 있다. 그렇기에 RGB 모델을 직관적으로 확인 가능한 HSV 컬러 모델로 변환하는 과정을 거친다. HSV 컬러 모델은 Hue(색상), Saturation(채도), Value(명도)로 이루어지며 그림 2 [3]와 같은 형태를 지닌다. RGB 컬러 공간을 HSV 컬러 공간으로 변환하는 방법은 식 (1)과 같다 [4].

$$H = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [MIN(R,B,G)]$$

$$V = \frac{1}{3}(R+G+B) \tag{1}$$

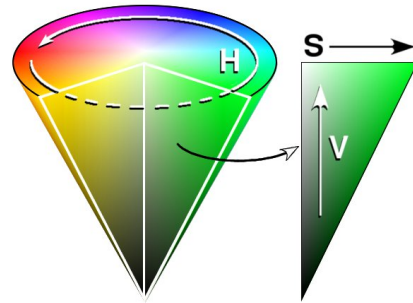


그림 2. HSV 색공간

III. 녹조 검출

그림 3은 녹조 검출을 위한 중간 과정이다. 비트맵 영상 획득을 위해 파이카메라로부터 20 초 간격으로 영상을 입력 받는다. 또한, 라즈베리파이의 연산 성능은 일반적인 데스크탑 대비 낮으므로 실험의 효율을 높이기 위해 영상의 크기를 가로 320픽셀, 세로 240픽셀로 제한한다.

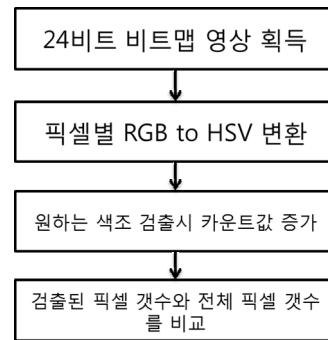


그림 3. 녹조 검출 흐름도

식 2에서 $f_n(H)$ 는 추출 영상을 HSV 모델화한 영상으로 (H)값이 임계값(th1,th2) 사이에 포함되면 녹조의 영역으로 인식할 수 있다.

$$f_n(H) = \begin{cases} 1, & th1 < if f_n(H) < th2 \\ 0, & th1 < if f_n(H) \\ 0, & if f_n(H) < th2 \end{cases} \tag{2}$$

IV. 실험 및 고찰

본 실험에서는 녹조의 검출을 위해서 그림 4와 같이 파이카메라에서 가로 320픽셀, 세로 240 픽셀의 배경 영상을 사용하였다. 녹조가 생성되기 전에는 그림 5와 같이 양호 상태를 앱으로 확인할 수 있고 녹조가 발생되기 시작하면 그림 6과 같이 단계별로 위험 정도를 알려준다.



그림 4. 배경영상

참고문헌

- [1] 김재호, 윤재석, 최성찬, 류민우, “IoT 플랫폼 개발 동향 및 발전방향”, 한국통신학회지(정보와통신) 30(8), pp. 29-39, 2013.7
- [2] 유경아, 이수형, “녹조 발생 현황과 적정 관리 방안”, 한국독성학회 심포지움 및 학술발표회, pp. 75-77, 2012.10
- [3] 한상훈, 조형제, “그림자 정보를 이용한 HSV 컬러 모델 기반의 전방 차량 검출 및 차선 정보 검출”, 멀티미디어학회논문지 5(2), pp.176-190, 2002.4
- [4] 이주신, “중첩된 윤곽선 영상의 화소색상 변화를 이용한 이동물체 검출”, 한국정보기술학회 논문지 제10 권 제 10 호 , pp. 39-46, 2012. 10.

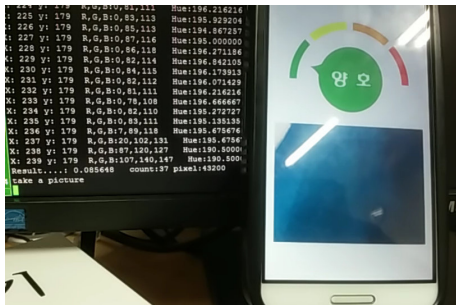


그림 5. 녹조가 없을 경우

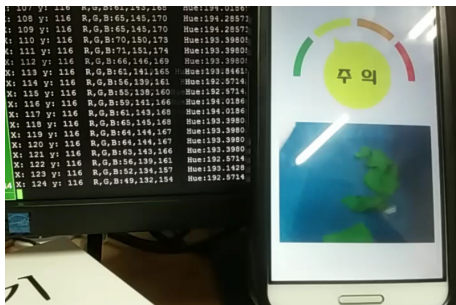


그림 6. 녹조가 생성된 경우

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 IoT 장비로 라즈베리파이를 사용하여 녹조 영상을 추출하고, HSV 컬러 모델 기반으로 추출된 녹조의 Hue 분포 값을 이용해 녹조를 검출하는 시스템을 제안하였다. 제안된 IoT 무인 녹조 관측 시스템이 지속적으로 영상 정보를 수집하고 이를 분석하여 녹조 발생여부를 모바일 장비를 통해서 확인할 수 있다.

앞으로 이러한 데이터를 지속적으로 축적하여 분석하여 축적된 데이터를 통해 녹조 예측 패턴 및 모델 개발로 확장하고자 한다.