

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0135772
(43) 공개일자 2022년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 21/94 (2006.01) G01J 1/02 (2006.01)
G01N 21/85 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
G01N 33/18 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06Q 50/06 (2012.01) G06T 7/90 (2017.01)
G08B 21/12 (2014.01) G08C 17/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 21/94 (2013.01)
G01J 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0041888

(22) 출원일자 2021년03월31일

심사청구일자 2021년03월31일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

맹승규

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 광개
토관 625호(군자동)

이예림

경기도 부천시 길주로561번길 39, 301호(여월동,
동서 그린뷰 5동)

(74) 대리인

유병욱

전체 청구항 수 : 총 11 항

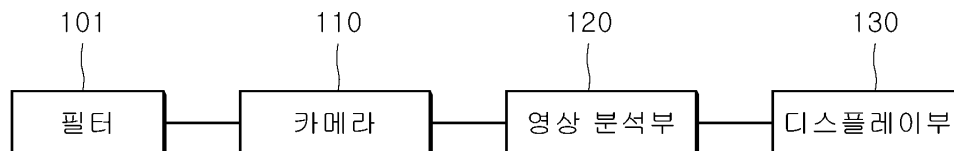
(54) 발명의 명칭 이미지 기반 수질 측정 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 시스템은 수도 공급 말단에 설치되어 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 필터의 표면을 촬영하는 카메라; 상기 카메라를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출하는 영상 분석부; 및 사용자가 수질 오염도를 판단할 수 있도록, 상기 추출된 명도 값에 따른 수질 변화 정도 또는 유충을 포함하는 생물의 흡착 유무를 시각적으로 표시하여 상기 사용자에게 보여주는 디스플레이부를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

G01N 21/85 (2013.01)

G01N 21/8851 (2013.01)

G01N 33/18 (2019.01)

G06N 3/08 (2013.01)

G06Q 50/06 (2013.01)

G06T 7/90 (2017.01)

G08B 21/12 (2013.01)

G08C 17/02 (2013.01)

G01N 2021/945 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

수도 공급 말단에 설치되어 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 필터의 표면을 촬영하는 카메라;
상기 카메라를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출하는 영상 분석부; 및
사용자가 수질 오염도를 판단할 수 있도록, 상기 추출된 명도 값에 따른 수질 변화 정도 또는 유층을 포함하는
생물의 흡착 유무를 시각적으로 표시하여 상기 사용자에게 보여주는 디스플레이부
를 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 카메라는
상기 필터의 표면을 주기적으로 촬영하거나 상기 수도 공급 말단의 수도 물 공급 온/오프와 연동하여 상기 필터
의 표면을 촬영하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 카메라는
촬영 시 주변 조명에 따른 노이즈를 제거하기 위하여, 파이썬 코딩으로 상기 카메라의 자동밝기조정기능을 해제
하고, 항상 같은 빛을 받는 환경을 만들기 위해 상기 카메라에 구비된 LED를 동작시켜 고휘도의 빛을 상기 필터
의 표면에 조사하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 디스플레이부는
상기 명도 값에 반비례하는 값으로 상기 수질 오염도를 계산하여 날짜별 또는 시간별로 구분하여 시각적으로 표
시하되, 상기 명도 값이 미리 설정된 기준 미만이면 해당 날짜 또는 시간의 수질 오염도를 위험 수준으로 표시
하여 상기 사용자에게 알람 제공하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 영상 분석부는
상기 영상 처리를 통해 상기 이미지에서 RGB 값을 측정하고, 상기 측정된 RGB 값을 HSV 값으로 변환하여 일정
시간 간격으로 상기 명도 값(V)을 추출하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 영상 분석부는

상기 추출된 명도 값 및 해당 날짜, 시간 정보를 상기 이미지와 함께 데이터화하여 수질 오염 관련 데이터를 생성하고, 상기 생성된 수질 오염 관련 데이터를 데이터베이스 서버에 저장해 빅데이터를 구축하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 영상 분석부는

상기 명도 값의 시간적 변화를 이용하여 상기 수질 오염도 및 그 변화 속도를 예측하고, 상기 예측의 결과를 상기 데이터베이스 서버에 저장하고 관리자에게 알려주는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 영상 분석부는

상기 수질 오염도 및 그 변화 속도를 예측 시, 상기 수도 공급 말단을 통해 공급된 수도물의 사용 유량 및 사용 시간을 포함하는 수도물 공급 특성을 반영하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 데이터베이스 서버는

상기 구축된 빅데이터를 이용한 딥러닝을 통하여 수질 오염 관련 학습 모델을 생성하고, 상기 생성된 학습 모델을 이용하여 공동 주택별, 공동 주택 내 동별, 층별, 라인별, 또는 지역별로 구분하여 수질 오염 정도를 예측하며, 상기 예측의 결과를 지역별 상수도 사업본부 또는 공동주택별 관리지원센터에 전송하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 데이터베이스 서버는

상기 예측의 결과에 기초하여 상기 공동 주택별로 해당 수질 오염 정도를 비교하거나 상기 지역별로 해당 수질 오염 정도를 비교하고, 상기 비교의 결과에 기초하여 해당 상수도관의 노후 상태 또는 수질 사고를 파악하여 해당 지역의 상수도 사업본부 또는 해당 공동주택의 관리지원센터에 전송하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 시스템.

청구항 11

카메라, 영상 분석부 및 디스플레이부를 포함하는 이미지 기반 수질 측정 시스템을 이용한 이미지 기반 수질 측정 방법에 있어서,

상기 카메라가 수도 공급 말단에 설치되어 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 필터의 표면을 촬영하는 단계;

상기 영상 분석부가 상기 카메라를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출하는 단계; 및

사용자가 수질 오염도를 판단할 수 있도록, 상기 디스플레이부가 상기 추출된 명도 값에 따른 수질 변화 정도를 시각적으로 표시하여 상기 사용자에게 보여주는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 기반 수질 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 수도 필터의 촬영 이미지를 기반으로 수질 오염도를 분석하여 사용자에게 제공할 수 있는 이미지 기반 수질 측정 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 물 수요는 증가하고 있으며 물 소비량은 1980년 이후 소비 패턴 변화 및 경제성장 등으로 매년 약 1%씩 증가하여 2050년에는 20~30% 확대될 것으로 예측된다. 물 소비량이 증가함에 따라 전 세계 물 관리 시장 규모는 2016년 기준 7,143억 달러에서 2016~2020년 연평균 3.0% 성장률로 증가하여 2021년 8,281억 달러에 달할 것으로 전망하고 있다.

[0003] 한국의 상하수도 보급률은 각각 98.1% 및 93.6%이나 운영 중인 관로의 노후화로 안전한 물에 대한 국민의 불안감이 여전한 상태이며, 국지적, 계절적 물 부족과 수질오염 문제가 지속적으로 발생하고 있다. 최근 인천 적수 사태와 유충 사태와 같은 먹는 물에 대한 연이은 사건 사고가 대표적이며, 이로 인해 시민들의 불안감을 상승시켜 가정용 필터 사용을 증가시키는 결과를 초래하였다. 이에 따라 많은 가정에서 수도물의 수질 변화에 따른 필터의 변색을 소비자들이 육안으로 확인할 수 있게 되었다.

[0004] 그러나 수질 악화에 따른 필터의 변색에 대한 객관적인 기준이 존재하지 않고, 가정에서 직접 수질 상태를 파악하기엔 많은 어려움이 따른다. 또한, 필터를 교체한다는 해결법밖에 없는 상태에서는 수도물 사용자들의 심리적 불안감을 해소하지 못한다.

[0005] 수도물 사용자들은 공급받을 수도물의 수질을 선택하지 못하기 때문에, 공공재인 수도물은 더욱이 모든 사람에게 공정하고 균일한 수질로 공급되어야 한다. 하지만, 다른 가정에서는 6개월에 걸쳐 천천히 변색되는 필터가 한 가정에서는 일주일 만에 변색이 진행된다면, 이는 아무리 수질 기준을 만족한다 해도, 분명히 공급되는 두 가정의 수도물의 수질은 동일하지 않음을 알 수 있다.

[0006] 일반 가정에서도 수도 필터를 통해 공급되는 수도물의 수질을 육안으로 확인을 할 수 있게 된 만큼 그저 수질 기준에만 만족하는 수도물이 아닌 사용자의 입장에서 그들의 심리적 불안감까지 해결할 새로운 수질 관리 지표가 요구되고 있다.

[0007] 이에 따라, 일반 사용자들도 쉽게 접근할 수 있으며 수도사업자 및 관리자들에게도 수도물의 수질 측정을 위해 일반 가정을 방문하는 임의채취(grap sampling)가 아닌 연속채취(continuous sampling)를 통하여 정확한 데이터를 전달할 수 있는 새로운 시스템의 개발이 필요하다.

[0008] 관련 선행기술로는 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0055320호(발명의 명칭: 가정용 수질 검사 키트를 이용한 수질 검사 방법, 공개일자: 2018.05.25.)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 일 실시예는 수도 필터의 촬영 이미지를 기반으로 수질 오염도 및 수질 변화를 분석하여 사용자에게 제공할 수 있는 이미지 기반 수질 측정 시스템 및 방법을 제공한다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 시스템은 수도 공급 말단에 설치되어 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 필터의 표면을 촬영하는 카메라; 상기 카메라를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출하는 영상 분석부; 및 사용자가 수질 오염도를 판단할 수 있도록, 상기 추출된 명도 값에 따른 수질 변화 정도 또는 유출을 포함하는 생물의 흡착 유무를 시각적으로 표시하여 상기 사용자에게 보여주는 디스플레이부를 포함한다.

[0013] 상기 카메라는 상기 필터의 표면을 주기적으로 촬영하거나 상기 수도 공급 말단의 수도물 공급 온/오프와 연동하여 상기 필터의 표면을 촬영할 수 있다.

[0014] 상기 카메라는 촬영 시 주변 조명에 따른 노이즈를 제거하기 위하여, 파이썬 코딩으로 상기 카메라의 자동밝기 조정기능을 해제하고, 항상 같은 빛을 받는 환경을 만들기 위해 상기 카메라에 구비시킨 LED를 동작시켜 고휘도의 빛을 상기 필터의 표면에 조사할 수 있다.

[0015] 상기 디스플레이부는 상기 명도 값에 반비례하는 값으로 상기 수질 오염도를 계산하여 날짜별 또는 시간별로 구분하여 시각적으로 표시되되, 상기 명도 값이 미리 설정된 기준 미만이면 해당 날짜 또는 시간의 수질 오염도를 위험 수준으로 표시하여 상기 사용자에게 알람 제공할 수 있다.

[0016] 상기 영상 분석부는 상기 영상 처리를 통해 상기 이미지에서 RGB 값을 측정하고, 상기 측정된 RGB 값을 HSV 값으로 변환하여 일정 시간 간격으로 상기 명도 값(V)을 추출할 수 있다.

[0017] 상기 영상 분석부는 상기 추출된 명도 값 및 해당 날짜, 시간 정보를 상기 이미지와 함께 데이터화하여 수질 오염 관련 데이터를 생성하고, 상기 생성된 수질 오염 관련 데이터를 데이터베이스 서버에 저장해 빅데이터를 구축할 수 있다.

[0018] 상기 영상 분석부는 상기 명도 값의 시간적 변화를 이용하여 상기 수질 오염도 및 그 변화 속도를 예측하고, 상기 예측의 결과를 상기 데이터베이스 서버에 저장하고 관리자에게 알려줄 수 있도록 한다.

[0019] 상기 영상 분석부는 상기 수질 오염도 및 그 변화 속도를 예측 시, 상기 수도 공급 말단을 통해 공급된 수도물의 사용 유량 및 사용 시간을 포함하는 수도물 공급 특성을 반영할 수 있다.

[0020] 상기 데이터베이스 서버는 상기 수질 오염 관련 빅데이터를 이용한 딥러닝을 통하여 수질 오염 관련 학습 모델을 생성하고, 상기 생성된 학습 모델을 이용하여 공동 주택별, 공동 주택 내 동별, 층별, 라인별, 또는 지역별로 구분하여 수질 오염 정도를 예측하며, 상기 예측의 결과를 지역별 상수도 사업본부 또는 공동주택별 관리지원센터에 전송할 수 있다.

[0021] 상기 데이터베이스 서버는 상기 예측의 결과에 기초하여 상기 공동 주택별로 해당 수질 오염 정도를 비교하거나 상기 지역별로 해당 수질 오염 정도를 비교하고, 상기 비교의 결과에 기초하여 해당 상수도관의 노후 상태 또는 수질 사고를 파악하여 해당 지역의 상수도 사업본부 또는 해당 공동주택의 관리지원센터에 전송할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 방법은 상기 카메라가 수도 공급 말단에 설치되어 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 필터의 표면을 촬영하는 단계; 상기 영상 분석부가 상기 카메라를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출하는 단계; 및 사용자가 수질 오염도를 판단할 수 있도록, 상기 디스플레이부가 상기 추출된 명도 값에 따른 수질 변화 정도를 시각적으로 표시하여 상기 사용자에게 보여주는 단계를 포함한다.

[0024] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수도 필터의 촬영 이미지를 기반으로 수질 오염도를 분석하여 사용자에게 제공할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수도물의 미세한 탁도 변화로 인하여 수도 필터의 색이 급격히 변화되어 사용자

의 수돗물에 대한 불신이 발생하는 미세한 수질 변화를 상수도 사업자 또는 관리사무소 운영자에게 쉽게 전달할 수 있으며, 일반 사용자들도 쉽게 접근할 수 있는 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수도 필터의 상태를 정확한 데이터로 기록할 수 있고, 측정된 이미지에서 유충이 인식되면 생물로 인한 오염을 사전에 대응할 수 있어 더 높은 수준의 수돗물 관리 시스템의 한 방법이 될 것으로 기대된다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수도 필터의 촬영 이미지로부터 얻은 명도 값을 이용하여 수질의 오염도 및 오염 속도를 계산하고 향후 수질의 오염도 및 그 변화 속도를 예측할 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수돗물의 오염 정도에 대해서 상수도 사업자 또는 공동주택 관리자에게 오염(수도관의 노후화 등으로 인한 오염)이 발생한 위치 정보(세대 정보, 관로 정보 등)뿐만 아니라 일시적으로 단기간에 발생 가능한 수질 사고(유충 및 적수 사고 등)에 관한 모니터링 정보를 제시함으로써 수돗물 오염 이력 관리와 수질 사고 모니터링 및 선제적인 대응이 가능하도록 한다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수돗물의 수질은 사용자 가정에 단순 방문하여 수돗물을 분석하는 임의채취(grab sampling)가 아닌 연속채취(continuous sampling)를 통하여 얻은 수질 변화 결과로 시료의 대표성이 매우 높다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 시스템을 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
 도 2는 수도 공급 말단에 설치된 필터를 촬영하는 카메라의 위치를 설명하기 위해 도시한 사용상태도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 추출된 명도 값을 시간에 따라 그래프로 표시한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 시스템을 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
 도 5는 도 4의 데이터베이스 서버의 상세 구성을 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
 도 6은 공동주택별로 수질 오염 정도를 비교하여 노후 상태를 확인하는 일례를 도시한 도면이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
 도 9 내지 도 15는 본 발명의 실시예들에 따른 실험예를 설명하기 위해 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0033] 또한, 이하 실시되는 본 발명의 바람직한 실시예는 본 발명을 이루는 기술적 구성요소를 효율적으로 설명하기 위해 각각의 시스템 기능구성에 기 구비되어 있거나, 또는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적으로 구비되는 시스템 기능 구성은 가능한 생략하고, 본 발명을 위해 추가적으로 구비되어야 하는 기능 구성을 위주로 설명한다. 만약 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 하기에 도시하지 않고 생략된 기능 구성 중에서 종래에 기 사용되고 있는 구성요소의 기능을 용이하게 이해할 수 있을 것이며, 또한 상기와 같이 생략된 구성 요소와 본 발명을 위해 추가된 구성 요소 사이의 관계도 명백하게 이해할 수 있을 것이다.

[0034] 또한, 이하의 설명에 있어서, 신호 또는 정보의 "전송", "통신", "송신", "수신" 기타 이와 유사한 의미의 용어는 일 구성요소에서 다른 구성요소로 신호 또는 정보가 직접 전달되는 것뿐만 아니라 다른 구성요소를 거쳐 전달되는 것도 포함한다. 특히 신호 또는 정보를 일 구성요소로 "전송" 또는 "송신"한다는 것은 그 신호 또는 정보의 최종 목적지를 지시하는 것이고 직접적인 목적지를 의미하는 것이 아니다. 이는 신호 또는 정보의 "수신"에 있어서도 동일하다.

- [0036] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 시스템을 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 시스템(100)은 카메라(110), 영상 분석부(120), 및 디스플레이부(130)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0039] 상기 카메라(110)는 수돗물에 포함되어 있는 이물질(입자성 물질)을 여과하기 위한 필터(101)의 표면을 촬영하여, 수돗물의 오염도를 분석하기 위한 이미지를 생성할 수 있다.
- [0040] 여기서, 상기 필터(101)는 도 2에 도시된 바와 같이 수도꼭지 등과 같은 수도 공급 말단(102)에 설치되고, 수돗물에 포함되어 있는 이물질을 여과시키기 때문에 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 용도로 활용될 수 있다.
- [0041] 이때, 상기 카메라(110)는 상기 필터(101)의 표면을 주기적으로 촬영하여 상기 필터(101)의 표면을 촬영할 수 있다. 예를 들어, 상기 카메라(110)는 상기 필터(101)의 표면을 매일 같은 시간에 반복하여 촬영하거나 2시간이나 3시간 등과 같이 일정 시간 간격으로 반복하여 촬영할 수 있다.
- [0042] 이와 달리, 상기 카메라(110)는 상기 수도 공급 말단(102)의 수돗물 공급 온/오프(On/Off)와 연동하여 상기 필터(101)의 표면을 촬영할 수 있다. 이를 위해, 상기 카메라(110)는 수도 계량기와 전기적으로 연결되고, 상기 수도 계량기가 동작하면 상기 수도 계량기로부터 온 신호를 수신하여 촬영 기능을 활성화(On)할 수 있다. 다만, 상기 수도 계량기는 전기 공급을 위한 장치가 필요하면, 본 실시예에서는 상기 수도 계량기에 설치 가능한 자가 발전 장치를 추가 설치함으로써 상기 수도 계량기에 전력을 공급할 수 있으며, 이를 통해 상기 카메라(110)에 전기 신호(On, Off)를 전송할 수 있다.
- [0043] 물론, 상기 카메라(110)는 상기 수도 계량기가 동작하지 않으면(또는 동작을 멈추면) 상기 수도 계량기로부터 오프 신호를 수신하여 촬영 기능을 비활성화(Off)할 수 있다.
- [0044] 다시 말해, 상기 카메라(110)는 상기 수도 계량기가 동작하면 상기 수도 공급 말단(102)의 수돗물 공급이 온인 것으로 판단하여 촬영 기능을 활성화시킴으로써 상기 필터(101)의 표면을 촬영할 수 있다.
- [0045] 그리고, 상기 카메라(110)는 상기 수도 계량기가 동작하지 않으면(또는 동작이 멈추면) 상기 수도 공급 말단(102)의 수돗물 공급이 오프인 것으로 판단하여 촬영 기능을 비활성화시킴으로써 상기 필터(101)의 표면 촬영을 정지할 수 있다.
- [0046] 이때, 상기 카메라(110)는 상기 촬영된 이미지에 포함된 노이즈를 제거하기 위한 전처리 작업을 수행할 수 있다. 왜냐하면, 상기 카메라(110)의 촬영 시 주변 조명에 따른 노이즈가 발생할 수 있기 때문이다.
- [0047] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 카메라(110)의 촬영 시 주변 조명에 따른 노이즈를 제거하기 위하여, 파이썬 코딩으로 상기 카메라(110)의 자동밝기조정기능을 해제하고, 항상 같은 빛을 받는 환경을 만들기 위해 상기 카메라(110)에 구비된 LED(도 2의 "111" 참조)를 동작시켜 고휘도의 빛을 상기 필터(101)의 표면에 조사하는 전처리 작업을 수행할 수 있다.
- [0048] 여기서, 상기 카메라(110)의 자동밝기조정기능을 해제하는 이유는 카메라(110) 자체의 자동밝기조정기능 때문에 어두운 필터임에도 밝게 찍히는 경우가 발생하기 때문이다. 참고로, 상기 카메라(110)에 구비된 LED(111)는 고휘도의 화이트(White) LED로 구현될 수 있다.
- [0049] 상기 영상 분석부(120)는 상기 카메라(110)를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출할 수 있다.
- [0050] 이를 위해, 상기 영상 분석부(120)는 상기 영상 처리를 통해 상기 이미지에서 RGB(Red, Green, Blue) 값을 측정하고, 상기 측정된 RGB 값을 HSV(Hue, Saturation, Value) 값으로 변환하여 일정 시간 간격으로 상기 명도 값(V)을 추출할 수 있다.
- [0051] 여기서, 상기 명도 값은 상기 이미지 전체의 평균 명도 값을 의미하며, 미세한 입자로 인하여 사람의 눈으로는 보이지 않는 필터(101)의 변색(미세한 변화)이 어느 정도인지를 측정할 수 있게 하는 기초 정보로서 활용될 수 있다. 따라서, 이를 활용하면 이미지 기반의 비접촉 방식으로 상기 필터(101)의 수질 변화(오염) 정도를 판단할 수 있다.

- [0052] 상기 영상 분석부(120)는 Python OpenCV(Open Source Computer Vision Library)와 같은 실시간 영상 처리에 중점을 둔 영상 처리 라이브러리를 통해서 색상에 관한 여러 가지 기능을 사용할 수 있는데, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 영상 처리 라이브러리의 cv2.COLOR_BGR2HSV라는 기능을 통해 상기 이미지의 모든 픽셀의 RGB 값을 HSV 값으로 변환한 후 그 모든 픽셀의 V값의 평균을 사용하여 상기 이미지로부터 상기 명도 값을 추출할 수 있다.
- [0053] 여기서, 상기 명도 값(V)은 흰색을 100%, 검은색을 0%로 하였을 때 밝은 정도를 나타내는 값으로, 이를 수질과 함께 모니터링한 탁도 값과 연계하여 수질 변화를 간접적으로 평가하기 위한 파라미터이다.
- [0054] 따라서, 상기 명도 값 V는 %의 단위로 계산되는데 상기 영상 처리 라이브러리의 cv2.COLOR_BGR2HSV 기능을 사용하면 % 단위의 명도 값 V를 0 ~ 255 사이의 값으로 전환할 수 있으며, % 단위에 맞추기 위해서 $V = V_{avg} / 255 * 100$ 와 같은 계산 과정을 통해 상기 % 단위에 적합한 값으로 변환할 수 있다.
- [0055] 상기 영상 분석부(120)는 상기 명도 값으로부터 오염도를 판단할 수 있다. 상기 필터(101)는 사용을 하면 할수록 색상이 점점 진해지며, 색상이 진해지면 진해질수록 그 명도 값은 점점 작아지게 된다. 따라서, 하얀색은 100%, 검은색은 0%라고 했을 때, 하얀색에서 노란색으로 변했다면 그 명도 값은 작아진다. 즉, 색이 진해지고 어두워질수록 그 명도 값은 작아지며 이는 필터(101)의 오염도를 나타낼 수 있다.
- [0056] 실제 실험에서, 상기 필터(101)는 하얀색인 100에서 70 정도의 값으로 변했을 때 그 기간(수도 사용 시간)이나 그 기간 동안의 공급량(수도 사용량) 등을 알 수 있으며, 따라서 그 이후로 어느 정도의 기간이 경과하게 되면 오염이 더 진행되어 50 정도의 값으로 작아짐을 알 수 있다. 이로써, 기간에 따른 오염 속도 값을 계산하여 수질 변화 속도를 예측할 수 있는 기술을 제공할 수 있으며, 이에 대해서는 본 발명의 다른 실시예에서 자세히 살펴보기로 한다.
- [0057] 한편, 상기 영상 분석부(120)는 상기 추출된 명도 값 및 해당 날짜, 시간 정보를 상기 이미지와 함께 데이터화하여 저장하고 이를 기록하여 빅데이터를 구축해 활용할 수 있다. 이와 관련해서는 본 발명의 다른 실시예에서 후술하기로 한다.
- [0058] 상기 디스플레이부(130)는 사용자가 수질 오염도를 판단할 수 있도록, 상기 추출된 명도 값에 따른 수질 변화 정도 또는 유출을 포함하는 생물의 흡착 유무를 시각적으로 표시하여 상기 사용자에게 보여줄 수 있다.
- [0059] 즉, 상기 디스플레이부(130)는 상기 명도 값에 반비례하는 값으로 상기 수질 오염도를 계산하여, 도 3에 도시된 바와 같이 시간별 또는 날짜별로 구분하여 그래프 등을 통해 시각적으로 표시할 수 있다.
- [0060] 이때, 상기 명도 값이 미리 설정된 기준 미만이면, 상기 디스플레이부(130)는 해당 날짜(예: Day 6) 또는 시간의 수질 오염도를 위험 수준(Danger)으로 표시하여 상기 사용자에게 알람 제공할 수 있다. 상기 알람의 제공은 오디오 장치의 경고음을 통해 청각적으로도 이루어질 수 있다.
- [0062] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 시스템을 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- [0063] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 시스템(400)은 카메라(410), 영상 분석부(420), 디스플레이부(430), 및 데이터베이스(DB) 서버(440)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0064] 상기 카메라(410)는 수돗물에 포함되어 있는 이물질(입자성 물질)을 여과하기 위한 필터(101)의 표면을 촬영하여, 수돗물의 오염도를 분석하기 위한 이미지를 생성할 수 있다.
- [0065] 여기서, 상기 필터(101)는 도 2에 도시된 바와 같이 수도꼭지 등과 같은 수도 공급 말단(102)에 설치되고, 수돗물에 포함되어 있는 이물질을 여과시키기 때문에 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 용도로 활용될 수 있다.
- [0066] 이때, 상기 카메라(410)는 상기 필터(101)의 표면을 주기적으로 촬영하여 상기 필터(101)의 표면을 촬영할 수 있다. 예를 들어, 상기 카메라(410)는 상기 필터(101)의 표면을 매일 같은 시간에 반복하여 촬영하거나 2시간이나 3시간 등과 같이 일정 시간 간격으로 반복하여 촬영할 수 있다.
- [0067] 이와 달리, 상기 카메라(410)는 상기 수도 공급 말단(102)의 수돗물 공급 온/오프(On/Off)와 연동하여 상기 필터(101)의 표면을 촬영할 수 있다. 이를 위해, 상기 카메라(410)는 수도 계량기와 전기적으로 연결되고, 상기 수도 계량기가 동작하면 상기 수도 계량기로부터 온 신호를 수신하여 촬영 기능을 활성화(On)할 수 있다.

다만, 상기 수도 계량기는 전기 공급을 위한 장치가 필요하면, 본 실시예에서는 상기 수도 계량기에 설치 가능한 자가 발전 장치를 추가 설치함으로써 상기 수도 계량기에 전력을 공급할 수 있으며, 이를 통해 상기 카메라(110)에 전기 신호(On, Off)를 전송할 수 있다.

- [0068] 물론, 상기 카메라(410)는 상기 수도 계량기가 동작하지 않으면(또는 동작을 멈추면) 상기 수도 계량기로부터 오프 신호를 수신하여 촬영 기능을 비활성화(Off)할 수 있다.
- [0069] 다시 말해, 상기 카메라(410)는 상기 수도 계량기가 동작하면 상기 수도 공급 차단(102)의 수도물 공급이 온인 것으로 판단하여 촬영 기능을 활성화시킴으로써 상기 필터(101)의 표면을 촬영할 수 있다.
- [0070] 그리고, 상기 카메라(410)는 상기 수도 계량기가 동작하지 않으면(또는 동작이 멈추면) 상기 수도 공급 차단(102)의 수도물 공급이 오프인 것으로 판단하여 촬영 기능을 비활성화시킴으로써 상기 필터(101)의 표면 촬영을 정지할 수 있다.
- [0071] 이때, 상기 카메라(410)는 상기 촬영된 이미지에 포함된 노이즈를 제거하기 위한 전처리 작업을 수행할 수 있다. 왜냐하면, 상기 카메라(110)의 촬영 시 주변 조명에 따른 노이즈가 발생할 수 있기 때문이다.
- [0072] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 카메라(410)의 촬영 시 주변 조명에 따른 노이즈를 제거하기 위하여, 파인션 코딩으로 상기 카메라(410)의 자동밝기조정기능을 해제하고, 항상 같은 빛을 받는 환경을 만들기 위해 상기 카메라(410)에 구비된 LED(도 2의 "111" 참조)를 동작시켜 고휘도의 빛을 상기 필터(101)의 표면에 조사하는 전처리 작업을 수행할 수 있다.
- [0073] 여기서, 상기 카메라(410)의 자동밝기조정기능을 해제하는 이유는 카메라(410) 자체의 자동밝기조정기능 때문에 어두운 필터임에도 밝게 찍히는 경우가 발생하기 때문이다. 참고로, 상기 카메라(410)에 구비된 LED(111)는 고휘도의 화이트(White) LED로 구현될 수 있다.
- [0074] 상기 영상 분석부(420)는 상기 카메라(410)를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출할 수 있다. 이를 위해, 상기 영상 분석부(420)는 상기 영상 처리를 통해 상기 이미지에서 RGB 값을 측정하고, 상기 측정된 RGB 값을 HSV 값으로 변환하여 일정 시간 간격으로 상기 명도 값(V)을 추출할 수 있다.
- [0075] 상기 영상 분석부(420)는 Python OpenCV(Open Source Computer Vision Library)와 같은 실시간 영상 처리에 중점을 둔 영상 처리 라이브러리를 통해서 색상에 관한 여러 가지 기능을 사용할 수 있는데, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 영상 처리 라이브러리의 cv2.COLOR_BGR2HSV라는 기능을 통해 상기 이미지의 모든 픽셀의 RGB 값을 HSV 값으로 변환한 후 그 모든 픽셀의 V값의 평균을 사용하여 상기 이미지로부터 상기 명도 값을 추출할 수 있다.
- [0076] 여기서, 상기 명도 값(V)은 흰색을 100%, 검은색을 0%로 하였을 때 밝은 정도를 나타내는 값으로, 이를 수질과 함께 모니터링한 탁도 값과 연계하여 수질 변화를 간접적으로 평가하기 위한 파라미터이다.
- [0077] 따라서, 상기 명도 값 V는 %의 단위로 계산되는데 상기 영상 처리 라이브러리의 cv2.COLOR_BGR2HSV 기능을 사용하면 % 단위의 명도 값 V를 0 ~ 255 사이의 값으로 전환할 수 있으며, % 단위에 맞추기 위해서 $V = V_{avg} / 255 * 100$ 와 같은 계산 과정을 통해 상기 % 단위에 적합한 값으로 변환할 수 있다.
- [0078] 상기 영상 분석부(420)는 상기 명도 값으로부터 오염도를 판단할 수 있다. 상기 필터(101)는 사용을 하면 할수록 색상이 점점 진해지며, 색상이 진해지면 진해질수록 그 명도 값은 점점 작아지게 된다. 또한, 유충이 발견되는 경우 명도 값의 저하로 사용자에게 알림 기능으로 이물질 검출결과 또는 이미지를 즉시 알려줄 수 있다. 따라서, 하얀색은 100%, 검은색은 0%라고 했을 때, 하얀색에서 노란색으로 변했다면 그 명도 값은 작아진다. 즉, 색이 진해지고 어두워질수록 그 명도 값은 작아지며 이는 필터(101)의 오염도를 나타낼 수 있다.
- [0079] 실제 실험에서, 상기 필터(101)는 하얀색인 100에서 70 정도의 값으로 변했을 때 그 기간(수도 사용 시간)이나 그 기간 동안의 공급량(수도 사용량) 등을 알 수 있으며, 따라서 그 이후로 어느 정도의 기간이 경과하게 되면 오염이 더 진행되어 50 정도의 값으로 작아짐을 알 수 있다. 이로써, 기간에 따른 오염 속도 값을 계산하여 수질 변화 속도를 예측할 수 있는 기술을 제공할 수 있다.
- [0080] 구체적으로, 상기 영상 분석부(420)는 상기 추출된 명도 값 및 해당 날짜, 시간 정보를 상기 이미지와 함께 데이터화하여 수질 오염 관련 데이터를 생성하고, 상기 생성된 수질 오염 관련 데이터를 상기 데이터베이스 서버(440)에 저장하여 빅데이터를 구축할 수 있다. 그리고, 상기 영상 분석부(420)는 상기 명도 값의 시간적 변화를 이용하여 상기 수질 오염도 및 그 변화 속도를 예측하고, 상기 예측의 결과를 상기 데이터베이스 서버(440)

에 저장하고 관리자에게 알려줄 수 있도록 한다.

- [0081] 상기 영상 분석부(420)는 상기 수질 오염도 및 그 변화 속도를 예측 시, 상기 수도 공급 말단(102)을 통해 공급된 수도물의 사용 유량 및 사용 시간을 포함하는 수도물 공급 특성을 반영함으로써, 상기 수질 오염도 및 그 변화 속도의 예측을 보다 정밀하게 수행할 수 있다.
- [0082] 이로써, 사용자는 상기 디스플레이부(430)를 통해 상기 필터(101)의 오염 정도에 관한 정보를 제공받을 수 있을 뿐만 아니라 교체 시기에 관한 정보도 제공받을 수 있으며, 수도 관리자(예: 상수도 사업자 또는 공동주택 관리지원센터)는 후술하는 데이터베이스 서버(440)를 통해 해당 수도관의 노후 상태 등에 관한 정보를 제공받을 수 있다. 뿐만 아니라 일시적으로 단기간에 발생 가능한 수질 사고(유출 및 적수 사고 등)에 관한 모니터링 정보를 제공받아 수도물 오염 이력 관리와 수질 사고 모니터링 및 선제적인 대응이 가능하도록 한다.
- [0083] 이를 위해, 본 실시예에서는 상기 카메라(410)에 사물인터넷(IoT) 기능을 탑재하여 IoT 카메라(410)와 USB LTE 라우터 기술을 결합한 시스템을 개발하여 이미지 파일을 중앙 서버(데이터 보관)로 무선 전송하고, 수신된 이미지 파일의 명도값을 수치화하여 필터 오염도로 데이터 변환하는 프로그램을 개발 및 활용할 수 있다.
- [0084] 상기 데이터베이스 서버(440)는 도 5에 도시된 바와 같이 데이터베이스부(510), 수질오염 예측부(520), 학습모델 생성부(530), 비교 판단부(540), 및 제어부(550)를 포함할 수 있다.
- [0085] 상기 데이터베이스부(510)는 상기 수질 오염 관련 데이터를 저장하여 빅데이터를 구축할 수 있다. 또한, 상기 데이터베이스부(510)는 상기 수질 오염도 및 그 변화 속도에 관한 예측 결과를 저장하고 관리자에게 알려줄 수 있도록 한다.
- [0086] 상기 수질오염 예측부(520)는 후술하는 학습모델 생성부(530)에 의해 생성된 학습 모델을 이용하여 공동주택별, 공동 주택 내 동별, 층별, 라인별, 또는 지역별로 구분하여 수질 오염 정도를 예측할 수 있다. 상기 수질오염 예측부(520)는 상기 수질 오염 정도에 관한 예측 결과를 지역별 상수도 사업본부 또는 공동주택별 관리지원센터에 전송할 수 있다.
- [0087] 상기 학습모델 생성부(530)는 상기 수질 오염 관련 빅데이터를 이용하여 딥러닝을 수행함으로써 수질 오염 관련 학습 모델을 생성할 수 있다. 상기 학습모델 생성부(530)는 상기 수질 오염 관련 빅데이터의 갱신 이벤트가 발생하는 경우, 갱신된 빅데이터를 반영하여 상기 수질 오염 관련 학습 모델을 갱신함으로써 상기 수질오염 예측부(520)의 수질 오염 예측 기능을 더욱 정확하게 향상시킬 수 있다.
- [0088] 상기 비교 판단부(540)는 상기 수질 오염 정도에 관한 예측 결과에 기초하여 상기 공동 주택별로 해당 수질 오염 정도를 비교할 수 있다. 또는, 상기 데이터베이스 서버(440)는 상기 수질 오염 정도에 관한 예측 결과에 기초하여 상기 지역별로 해당 수질 오염 정도를 비교할 수 있다.
- [0089] 예컨대, 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 비교 판단부(540)는 공동주택 A와 공동주택 B의 수질 오염 정도를 비교하고, 상기 비교 결과 상기 공동주택 A보다 상기 공동주택 B의 수질 오염 정도가 높은 경우, 상기 공동주택 A의 수도관(610)보다 상기 공동주택 B의 수도관(620)의 노후 상태가 더 심각한 것으로 파악하고, 그 파악 결과를 해당 지역의 상수도 사업본부 또는 해당 공동주택의 관리지원센터에 전송할 수 있다.
- [0090] 상기 제어부(550)는 상기 데이터베이스 서버(440), 즉 상기 데이터베이스부(510), 상기 수질오염 예측부(520), 상기 학습모델 생성부(530), 상기 비교 판단부(540) 등의 동작을 전반적으로 제어할 수 있다.
- [0092] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel

processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

- [0093] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0095] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- [0096] 여기서 설명하는 방법은 본 발명의 하나의 실시예에 불과하며, 그 이외에 필요에 따라 다양한 단계들이 아래와 같이 부가될 수 있고, 하기의 단계들도 순서를 변경하여 실시될 수 있으므로, 본 발명이 하기에 설명하는 각 단계 및 그 순서에 한정되는 것은 아니다. 이는 이하의 다른 실시예들에서도 마찬가지로 동일하게 적용될 수 있다.
- [0097] 도 1, 도 2 및 도 7을 참조하면, 단계(710)에서 상기 카메라(110)는 수도 공급 말단(102)에 설치되어 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 필터(101)의 표면을 촬영할 수 있다.
- [0098] 다음으로, 단계(720)에서 상기 영상 분석부(120)는 상기 카메라(110)를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출할 수 있다.
- [0099] 다음으로, 단계(730)에서 상기 디스플레이부(130)는 상기 추출된 명도 값에 따른 수질 변화 정도를 시각적으로 표시하여 상기 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0100] 다음으로, 단계(740)에서 상기 사용자는 수질 변화 정도를 시각적으로 표시한 그래프를 통해 수질 오염도를 판단할 수 있다.
- [0102] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 기반 수질 측정 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- [0103] 도 2, 도 4 및 도 8을 참조하면, 단계(810)에서 상기 카메라(410)는 수도 공급 말단(102)에 설치되어 시각적으로 수질 상태를 보여주기 위한 필터(101)의 표면을 촬영할 수 있다.
- [0104] 다음으로, 단계(820)에서 상기 영상 분석부(420)는 상기 카메라(410)를 통해 촬영된 이미지를 영상 처리하여 상기 이미지로부터 명도 값을 추출할 수 있다.
- [0105] 다음으로, 단계(830)에서 상기 영상 분석부(420)는 상기 명도 값의 시간적 변화를 이용하여 상기 수질 오염도 및 그 변화 속도를 예측할 수 있다.
- [0106] 다음으로, 단계(840)에서 상기 영상 분석부(420)는 상기 추출된 명도 값, 해당 날짜/시간 정보 및 예측 결과(상기 수질 오염도 및 그 변화 속도)를 상기 이미지와 함께 데이터화하여 수질 오염 관련 데이터를 생성하여 데이터베이스 서버(440)에 저장해 빅데이터를 구축할 수 있다.
- [0107] 다음으로, 단계(850)에서 상기 데이터베이스 서버(440)는 상기 구축된 빅데이터를 이용한 딥러닝을 통하여 수질 오염 관련 학습 모델을 생성할 수 있다.
- [0108] 다음으로, 단계(860)에서 상기 데이터베이스 서버(440)는 상기 생성된 학습 모델을 이용하여 공동 주택별 또는 지역별로 구분하여 수질 오염 정도를 예측하여 그 예측 결과(공동주택별/지역별 수질 오염 정도)를 지역별 상수도 사업본부 또는 공동주택별 관리지원센터에 전송할 수 있다.
- [0110] 이하에서는 본 발명의 실시예들에 따른 실험예를 도 9 내지 도 17을 참조하여 1차 실험과 2차 실험으로 나누어 설명하기로 한다.

- [0112] 1. 1차 실험
- [0113] 실험 시작 전 필터와 실험 종료 후 필터를 비교해 보면, 도 9에 도시된 바와 같이 각각 명도 값(V)이 71과 69로 나온 걸 알 수 있다. 이는 육안으로는 보이지 않는 미세한 필터의 변색이 카메라로 찍은 사진에서는 확인이 가능하다. 또한, 도 10에 도시된 바와 같이 시간이 경과함에 따라 명도 값은 안정적으로 감소함을 확인할 수 있다.
- [0115] 2. 2차 실험
- [0116] 새 필터로 교체 후 필터가 다 젖기까지 30 ~ 40분 정도가 소요되는데, 그 시간 동안 필터의 명도 값은 도 11에 도시된 바와 같이 각각 76, 74, 67로 나온 걸 알 수 있다. 즉, 각각의 명도 값이 시간이 경과함에 따라 크게 변한 것을 확인할 수 있다.
- [0117] 도 12에 도시된 바와 같이 9시간 20분 경과 후에는 66으로 내려가고 중앙 부분이 더 어두워진 것을 확인할 수 있다. 이후, 도 13에 도시된 바와 같이 24시간이 경과한 후에는 필터 우측 아래에 보면 카메라가 이동해 아래 LED의 빛 번짐이 나타남을 볼 수 있다. 이러한 LED의 빛 번짐으로 인하여 24시간 20분 경과 후에는 명도 값이 67로 증가함을 확인할 수 있다.
- [0118] 이후, 도 14에 도시된 바와 같이, 30시간 경과 후에는 명도 값이 58로 하락하였다. 도 15에 도시된 바와 같이 시간이 경과함에 따라 명도 값이 각각 72, 71, 70으로 변화였다.
- [0120] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CDROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0121] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0122] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

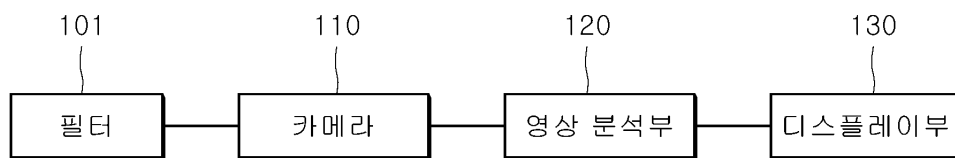
- [0123] 101: 필터
- 102: 수도 공급 말단
- 110, 410: 카메라
- 111: LED
- 120, 420: 영상 분석부
- 130, 430: 디스플레이부
- 440: DB 서버

- 510: 데이터베이스부
- 520: 수질 오염 예측부
- 530: 학습 모델 생성부
- 540: 비교 판단부
- 550: 제어부

도면

도면1

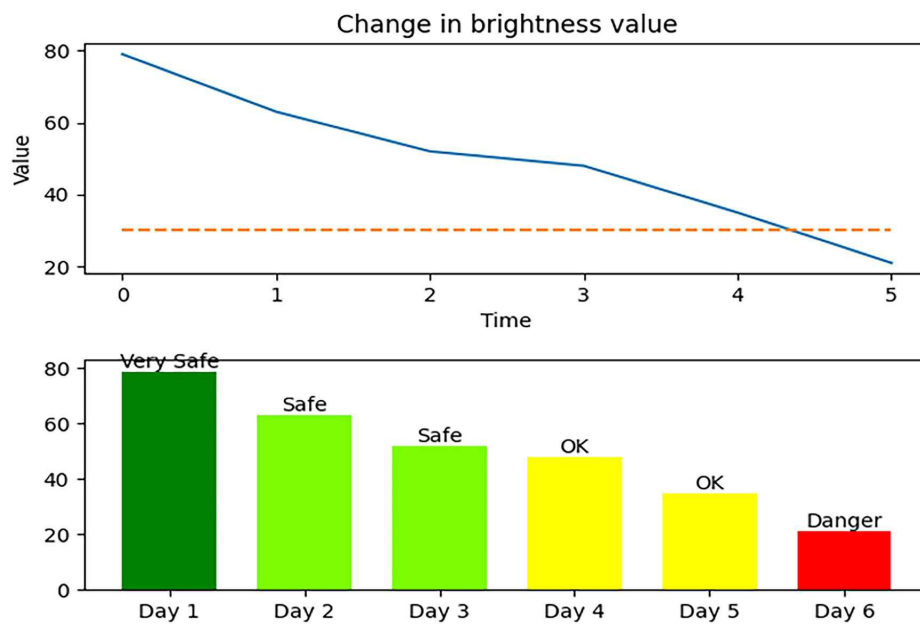
100



도면2

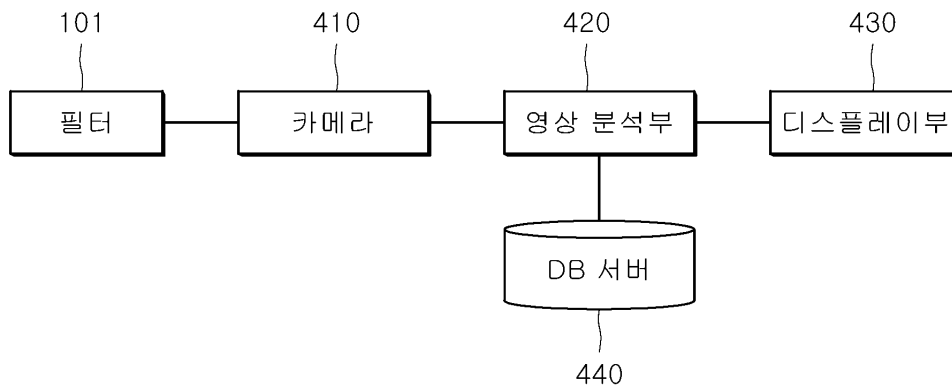


도면3

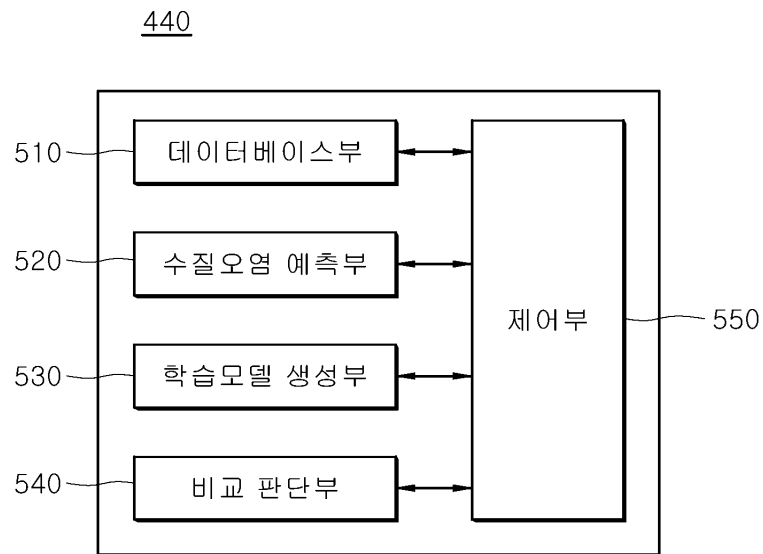


도면4

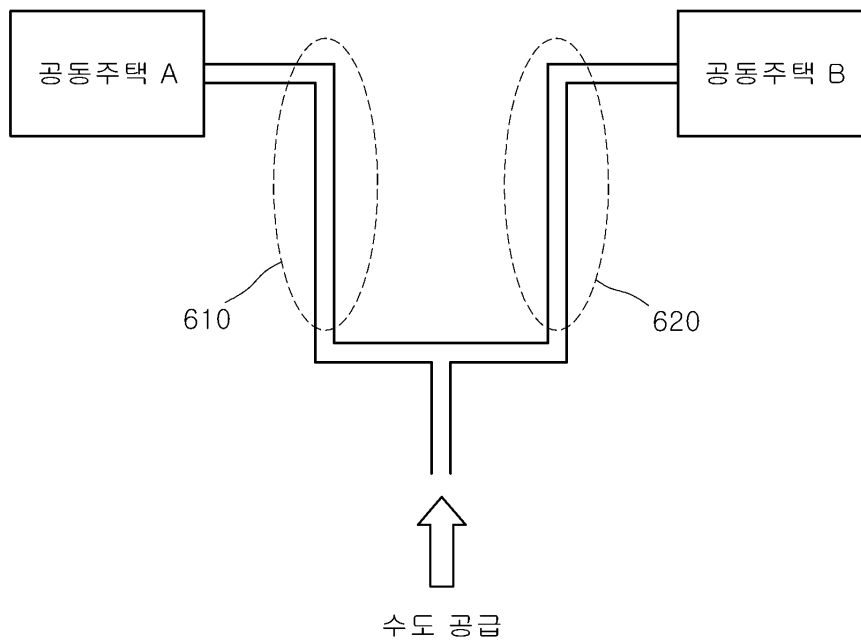
400



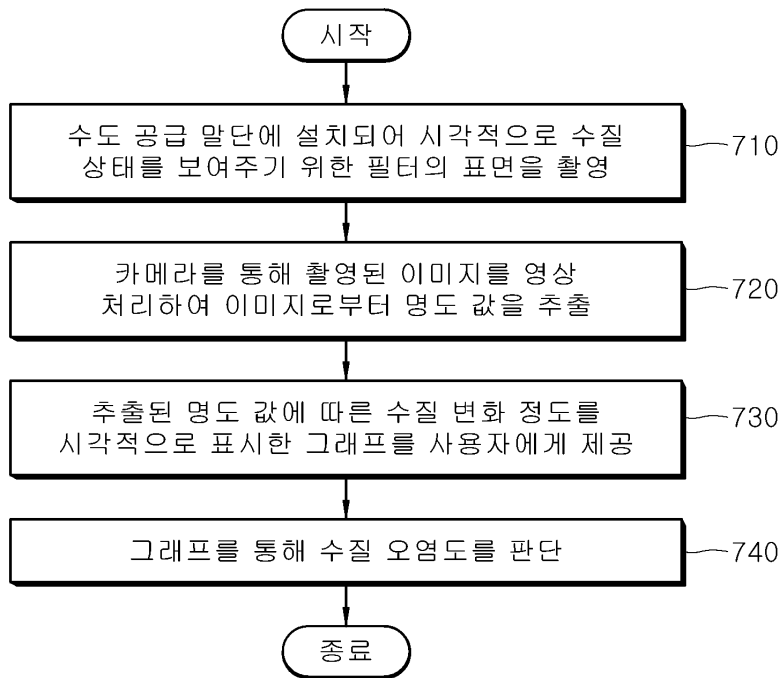
도면5



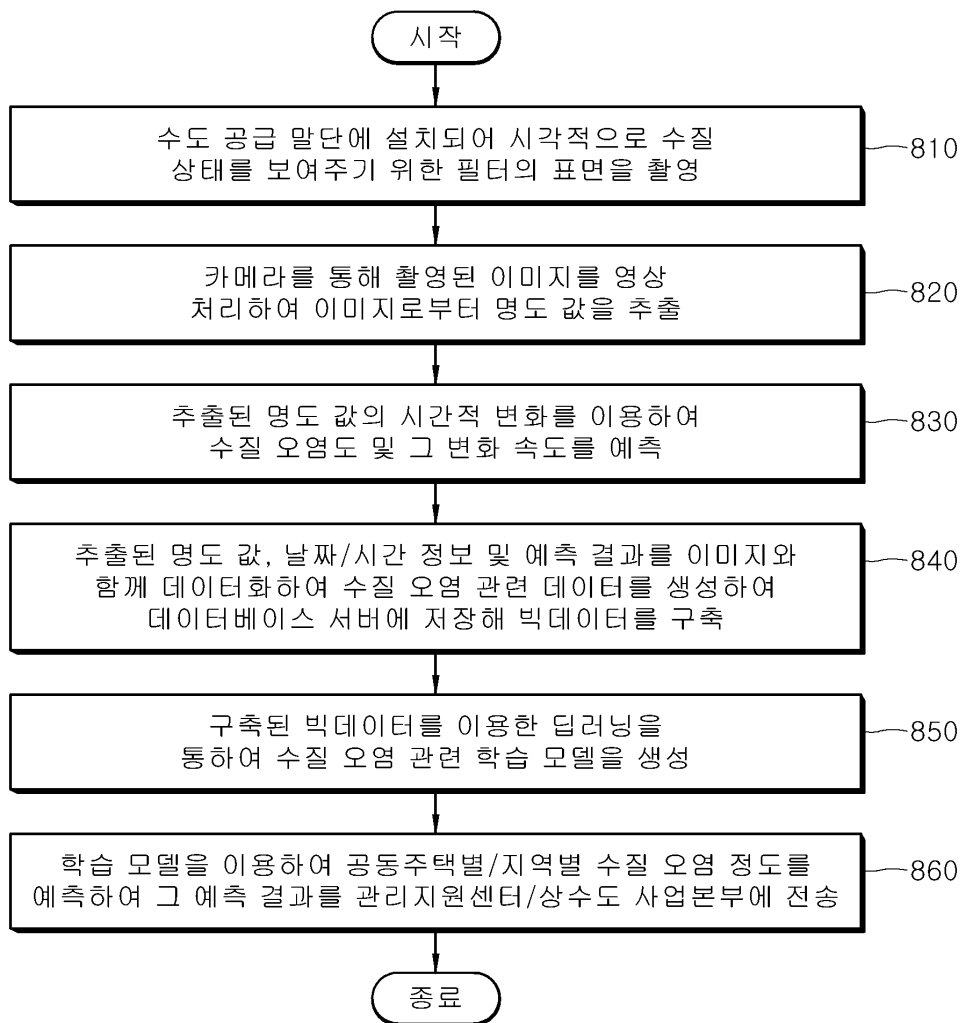
도면6



도면7



도면8

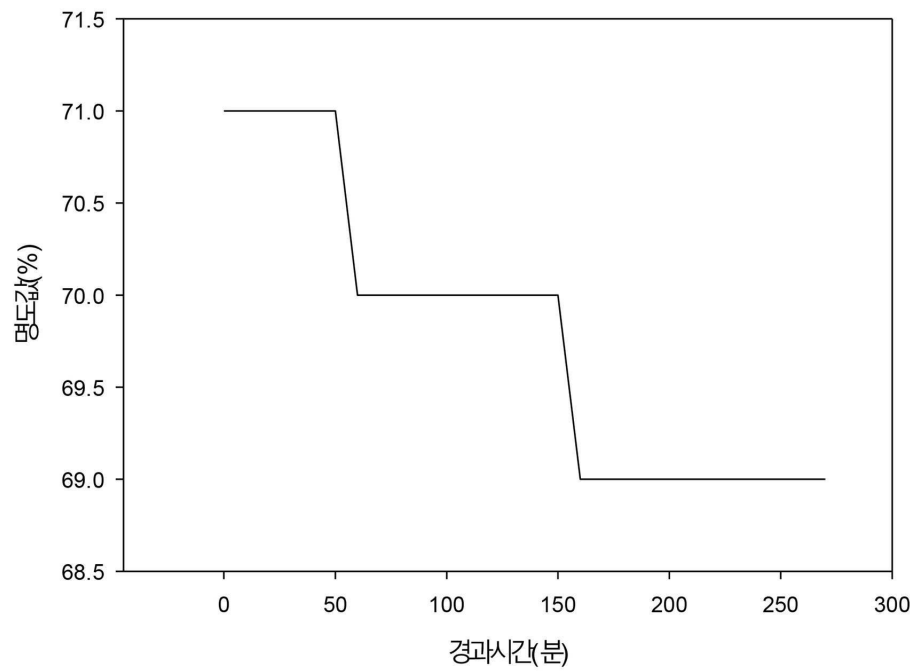


도면9



도면10

명도값(V) 변화 그래프



도면11

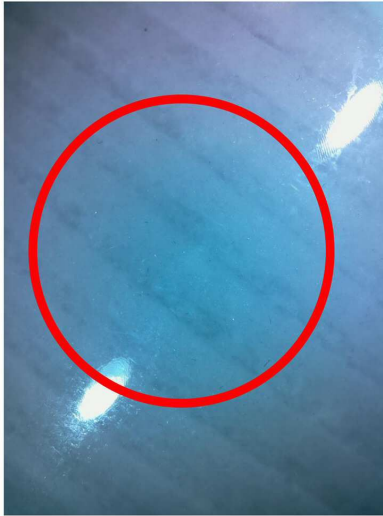


[40분 경과]
명도값(V) : 67

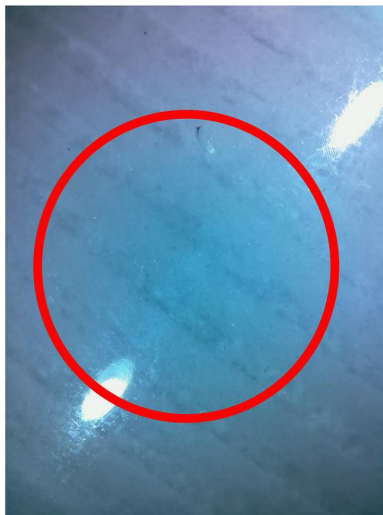
[20분 경과]
명도값(V) : 74

[0분 경과]
명도값(V) : 76

도면12



[9시간 20분 경과]
명도값(V) : 66



[1시간 경과]
명도값(V) : 67

도면13



[24시간 20분 경과]
명도값(V) : 67



[24시간 경과]
명도값(V) : 66

도면14



[30시간 경과]
명도값(V) : 58



[24시간 20분 경과]
명도값(V) : 67

도면15



[31시간 경과]
명도값(V) : 70

[30시간 40분 경과]
명도값(V) : 71

[30시간 20분 경과]
명도값(V) : 72