



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053727

(51)^{2022.01} G06T 7/00; G01N 21/65

(13) B

(21) 1-2022-08299

(22) 19/12/2022

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/06/2024 435

(73) Công ty CP Công nghệ Otanics (VN)

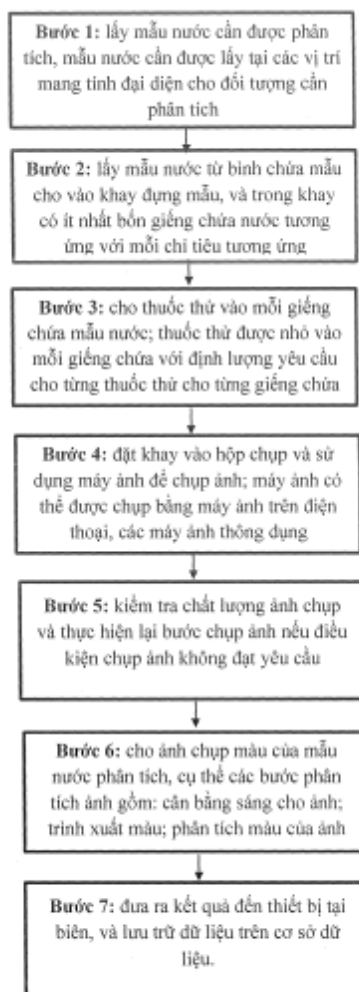
Khu công nghiệp phường 8, phường 8, thành phố Cà Mau, tỉnh Cà Mau, Việt Nam

(72) Vũ Văn Vân (VN); Đỗ Doãn Dung (VN); Nguyễn Nhất Tuấn (VN); Vũ Bảo Khánh (VN); Phạm Vĩnh Hòa (VN); Phan Anh Hào (VN); Thái Hoàng Phúc (VN); Phạm Thành Đạt (VN); Phạm Mỹ Thuận (VN).

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG PHÂN TÍCH CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG NƯỚC THÔNG QUA XỬ LÝ HÌNH ẢNH BẰNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

(21) 1-2022-08299

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo, gồm các bước: bước 1: lấy mẫu nước cần được phân tích; bước 2: lấy mẫu nước từ bình chứa mẫu cho vào khay đựng mẫu, trong khay đựng mẫu có ít nhất bốn giếng chứa nước tương ứng với bốn chỉ tiêu; bước 3 cho thuốc thử vào mỗi giếng chứa; bước 4 đặt khay vào hộp chụp và sử dụng máy ảnh để chụp ảnh; bước 5: kiểm tra chất lượng ảnh chụp khi chụp ảnh, và thực hiện lại bước chụp ảnh nếu điều kiện chụp ảnh không đạt yêu cầu; bước 6 cho ảnh chụp màu của mẫu nước phân tích; bước 7: kết quả phân tích được từ máy chủ được gửi ngược lại cho thiết bị tại biên để hiển thị kết quả, đồng thời kết quả cũng được lưu trữ ở một máy chủ dữ liệu nhằm truy xuất và giám sát lịch sử chất lượng nước. Hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo có cấu tạo bao gồm: khối thu thập dữ liệu, khối phân tích dữ liệu, khối truyền dữ liệu và khối lưu trữ, hiển thị.



HÌNH 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực nuôi trồng thủy sản, môi trường nước, cụ thể là phương pháp và hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phần mô tả sau của tình trạng kỹ thuật của sáng chế nhằm mục đích tạo thuận tiện cho việc hiểu sáng chế này. Tuy nhiên, cần phải thấy rằng việc đề cập ở phần này không phải là để xác nhận hoặc thừa nhận rằng bất kỳ nội dung nào được bộc lộ ở đây là phần đã biết hoặc là một phần của hiểu biết chung của sáng chế này được bộc lộ trước ngày nộp đơn hoặc ngày ưu tiên của đơn sáng chế này.

Hiện nay, trong quá trình vận hành ao nuôi tôm thì một trong những yếu tố quan trọng nhất là theo dõi, đánh giá và kiểm soát môi trường nước ao nuôi. Có nhiều yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến sự thay đổi các thông số môi trường nước ao nuôi, trong đó liều lượng sử dụng của các loại khoáng chất, hóa chất, thuốc, vi sinh,... là theo khuyến cáo của nhà cung cấp vì thế có khả năng người nuôi đang sử dụng quá hàm lượng cần thiết so với nhu cầu. Bên cạnh đó, lượng thức ăn từ việc cho ăn nhiều cử trong ngày và việc tôm không tiêu thụ hết sẽ dẫn đến dư thừa và tích tụ trong ao nuôi tôm tác động tiêu cực đến đặc tính tính chất của nước ao nuôi. Vì thế, việc kiểm soát chất lượng nước ao nuôi để giảm thiểu dịch bệnh, tôm chết và suy thoái môi trường đang là vấn đề gây áp lực nhất hiện nay trong ngành này.

Việc kiểm soát điều kiện môi trường ao nuôi tôm là một vấn đề cấp bách và là giải pháp có thể khắc phục được. Gần đây, có nhiều trường hợp tôm chết do điều kiện ao nuôi không được kiểm soát, hiện tượng này ngày càng làm giảm năng suất và thu nhập của người nuôi. Vì thế, làm sao xác định được lượng thức ăn, hóa chất, khoáng chất tối ưu cho tôm theo tình trạng tôm là chìa khóa để giảm giá thành nuôi tôm. Với sự phát triển của khoa học công nghệ, việc kiểm soát chất lượng nước ao tôm không còn là

vấn đề khó khăn như trước. Tuy nhiên, các phương pháp giám sát trực tuyến hoặc ngoại tuyến hiện tại không phù hợp vì chi phí cao, đòi hỏi kiến thức kỹ thuật và các phương pháp đề xuất còn hạn chế.

Bên cạnh đó, tuổi thọ của thiết bị cảm biến và sai số khi chúng đã phần được đặt trong môi trường khắc nghiệt. Hơn nữa, hoạt động nuôi tôm của Việt Nam rất mạnh mẽ với hàng triệu trang trại hộ gia đình và mỗi hộ có một vài ao, vì vậy thách thức đối với người nuôi là phải lắp đặt đầy đủ hệ thống giám sát. Ngoài ra, việc sử dụng bộ thử nghiệm (test kit) mang lại kết quả không chính xác và rời rạc và việc phân tích trong phòng thí nghiệm không phải lúc nào cũng có thể thực hiện được và có chi phí phân tích cao. Trong khi dữ liệu về chất lượng nước cho phép người nuôi đưa ra quyết định sáng suốt về chế độ cho ăn và các hóa chất, chất bổ sung sức khỏe, cũng như xác định các vấn đề liên quan đến điều kiện ao nuôi kém hoặc dịch bệnh. Do đó, nhu cầu một giải pháp hợp lý, kinh tế để cung cấp thông tin kịp thời về điều kiện chăm sóc ảnh hưởng như thế nào đến môi trường nước, cụ thể là các thông số vận hành cần kiểm soát định kỳ như: pH, Độ kiềm, TAN, NO₂⁻, PO₄³⁻, Khoáng chất (Ca, Mg, K)... trong nước nuôi tôm là hết sức cần thiết.

Từ những phân tích đã nêu, có nhu cầu tạo ra một phương pháp và hệ thống có thể phân tích, đánh giá được chất lượng nước bằng cách sử dụng ảnh chụp màu nước sau khi thêm thuốc thử, sau đó phân tích hình ảnh thu được dựa trên ứng dụng trí tuệ nhân tạo, sao cho ra được kết quả phân tích có độ chính xác cao và nhanh chóng so với các phương pháp sử dụng bộ thử nghiệm thông thường. Ngoài ra, sáng chế còn cho phép người sử dụng truy cập, giám sát từ xa một cách nhanh chóng và kịp thời để có các quyết định vận hành chuẩn xác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết được những nhược điểm nêu trên, sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo cụ thể:

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, đề xuất phương pháp phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo, gồm các bước:

bước 1: lấy mẫu nước cần được phân tích, mẫu nước cần được lấy tại các vị trí mang tính đại diện cho đối tượng cần phân tích và không chứa các thành phần chất rắn, dị vật, có kích thước lớn hoặc rong rêu, thức ăn nguyên hạt; và mẫu được lấy bằng bình lấy mẫu chuyên dụng, xử lý mẫu và bảo quản mẫu;

bước 2: lấy mẫu nước từ bình chứa mẫu cho vào khay đựng mẫu, trong đó khay đựng mẫu là một trong các bộ phận của thiết bị dùng để chụp ảnh mẫu nước, trong khay đựng mẫu có ít nhất bốn giếng chứa nước tương ứng với mỗi giếng chứa nước được dùng để thử ít nhất bốn chỉ tiêu tương ứng, bao gồm nhưng không giới hạn ở các chỉ tiêu sau: chỉ tiêu pH, kiềm, TAN, và NO_2 (Nitrit); trong đó, mỗi giếng chứa nước có thể chứa ít nhất 3ml mẫu nước; mẫu nước được bơm vào bằng xylanh hút mẫu chứa trong bình lấy mẫu cho vào các giếng của khay đựng mẫu;

bước 3: cho thuốc thử vào mỗi giếng chứa 3ml mẫu nước đang được chứa trong khay chứa mẫu ở bước 2, mỗi mẫu nước được chia thành bốn giếng chứa khác nhau trong một khay chứa mẫu; thuốc thử được nhỏ vào mỗi giếng chứa với định lượng yêu cầu cho từng thuốc thử cho từng giếng chứa;

bước 4: đặt khay vào hộp chụp và sử dụng máy ảnh để chụp ảnh; máy ảnh có thể được chụp bằng máy ảnh trên điện thoại, các máy ảnh thông dụng hoặc bất kỳ các máy ảnh chuyên dụng nào khác;

bước 5: kiểm tra chất lượng ảnh chụp: khi chụp ảnh, ứng dụng sẽ kiểm tra điều kiện chụp ảnh ánh sáng, hướng đặt khay, vị trí đặt máy ảnh và thực hiện lại bước chụp ảnh nếu điều kiện chụp ảnh không đạt yêu cầu;

bước 6: cho ảnh chụp màu của mẫu nước phân tích;

bước 7: kết quả phân tích được từ máy chủ được gửi ngược lại cho thiết bị tại biên để hiển thị kết quả, đồng thời kết quả cũng được lưu trữ ở một máy chủ dữ liệu nhằm truy xuất và giám sát lịch sử chất lượng nước.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo có cấu tạo bao gồm:

khối thu thập dữ liệu, khối phân tích dữ liệu, khối truyền dữ liệu và khối lưu trữ, hiển thị, trong đó khối thu thập dữ liệu để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối phân tích dữ liệu, khối thu thập dữ liệu sử dụng thanh màu hiệu chuẩn để làm cơ sở so sánh màu

của ảnh trên hình chụp, cụ thể:

khối thu thập dữ liệu gồm các thiết bị bao gồm hộp chụp ảnh kèm đèn chiếu, khay đựng mẫu có ít nhất bốn giếng chứa các mẫu nước, thuốc thử riêng biệt cho từng chỉ tiêu, thanh hiệu chuẩn màu và thiết bị chụp ảnh;

khối phân tích để phân tích hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu đến khối xử lý hình ảnh, phân tích màu nước và tính toán giá trị chỉ tiêu chất lượng nước;

khối trích xuất mức sáng thuộc khối phân tích dưới dạng hệ thống phần mềm, từ các mức sáng trong ảnh chụp tập hợp các điểm sáng khác nhau, hệ thống phần mềm này khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng;

khối trích xuất màu dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán phân tích histogram biểu đồ tần suất để trích xuất màu của các giếng chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu, tại mỗi giếng chứa mẫu nước, một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

khối trích xuất màu khởi chạy phân tích histogram tương tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu;

khối suy luận dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng neural network nơ ron nhân tạo, trong đó, các hyperparameter siêu tham số của kiến trúc mạng neural network nơ ron nhân tạo được tinh chỉnh tự động, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14 lớp, mỗi lớp có 31 neural, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization, hàm kích hoạt Mish, dropout;

khối truyền dữ liệu truyền và đưa ra kết quả giá trị chỉ tiêu đã được khối suy luận xử lý và đưa ra kết quả của từng thông số và lưu trữ trên khối lưu trữ và hiển thị để hiển

thị ở thiết bị tại biên và lưu trữ dữ liệu trên cơ sở dữ liệu dạng đám mây hoặc lưu trữ ở một máy chủ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để sáng chế được hiểu một cách dễ dàng hơn, các hình vẽ sau thể hiện một phương án thực hiện sáng chế, trong đó:

Hình 1 là hình vẽ dạng sơ đồ các bước thực hiện theo phương pháp phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo theo sáng chế;

Hình 2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo theo sáng chế;

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây là phần mô tả chi tiết phương án thực hiện ưu tiên theo sáng chế cùng với việc tham khảo các hình vẽ kèm theo. Phần mô tả chi tiết này chỉ nhằm mục đích minh họa các nguyên tắc chung theo sáng chế và các nguyên tắc này hoàn toàn không bị giới hạn bởi phần mô tả chi tiết này.

Theo hình 1, sáng chế theo phương án thực hiện ưu tiên, trong đó, phương pháp phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo bao gồm các bước:

bước 1: lấy mẫu nước cần được phân tích, mẫu nước cần được lấy tại các vị trí mang tính đại diện cho đối tượng cần phân tích và không chứa các thành phần chất rắn, dị vật, có kích thước lớn hoặc rong rêu, thức ăn nguyên hạt; và mẫu được lấy bằng bình lấy mẫu chuyên dụng, xử lý mẫu và bảo quản mẫu;

bước 2: lấy mẫu nước từ bình chứa mẫu cho vào khay đựng mẫu, trong đó khay đựng mẫu là một trong các bộ phận của thiết bị dùng để chụp ảnh mẫu nước, trong khay đựng mẫu có ít nhất bốn giếng chứa nước tương ứng với mỗi giếng chứa nước được dùng để thử ít nhất bốn chỉ tiêu tương ứng, bao gồm nhưng không giới hạn ở các chỉ tiêu sau: chỉ tiêu pH, kiềm, TAN, và NO_2 (Nitrit); trong đó, mỗi giếng chứa nước có thể chứa ít nhất 3ml mẫu nước; mẫu nước được bơm vào bằng xylanh hút mẫu chứa trong

bình lấy mẫu cho vào các giếng của khay đựng mẫu;

bước 3: cho thuốc thử vào mỗi giếng chứa 3ml mẫu nước đang được chứa trong khay chứa mẫu ở bước 2, mỗi mẫu nước được chia thành bốn giếng chứa khác nhau trong một khay chứa mẫu; thuốc thử được nhỏ vào mỗi giếng chứa với định lượng yêu cầu cho từng thuốc thử cho từng giếng chứa; khi mẫu tác dụng với thuốc thử sẽ xảy ra phản ứng tạo màu ứng với từng nồng độ của các thông số phân tích. Vì các thông số phân tích trên trong nước sẽ không gây màu. Vì vậy, khi chụp hình mà không có thuốc thử sẽ gần như giống nhau ở các nồng độ khác nhau;

bước 4: đặt khay vào hộp chụp và sử dụng máy ảnh để chụp ảnh; máy ảnh có thể được chụp bằng máy ảnh trên điện thoại, các máy ảnh thông dụng hoặc bất kỳ các máy ảnh chuyên dụng nào khác;

bước 5: kiểm tra chất lượng ảnh chụp: khi chụp ảnh, ứng dụng sẽ kiểm tra điều kiện chụp ảnh ánh sáng, hướng đặt khay, vị trí đặt máy ảnh và thực hiện lại bước chụp ảnh nếu điều kiện chụp ảnh không đạt yêu cầu;

bước 6: cho ảnh chụp màu của mẫu nước phân tích, cụ thể các bước phân tích ảnh gồm:

bước 6.1: cân bằng sáng của đèn trên diện tích khay đựng mẫu nước và thanh hiệu chuẩn màu, một tập hợp các điểm trái đều trên diện tích bề mặt đèn không bị che khuất được chọn và dùng để trích xuất mức sáng, từ các mức sáng ở tập điểm này, hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng;

bước 6.2: hệ thống phần mềm khởi chạy tiếp thuật toán phân tích biểu đồ tần suất màu – phân tích histogram để trích xuất màu của giếng chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu, tại mỗi giếng chứa mẫu nước. một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

hệ thống khởi chạy phân tích biểu đồ tần suất màu – phân tích histogram tương

tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu;

bước 6.3: hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng nơ ron nhân tạo - neural network, trong đó, các siêu tham số - hyperparameter của kiến trúc mạng nơ ron nhân tạo - neural network được tinh chỉnh tự động bằng phương pháp tìm kiếm ngẫu nhiên, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14 lớp, mỗi lớp có 31 neural nơ ron, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization là phương pháp hiệu quả khi huấn luyện một mô hình mạng nơ ron nhân tạo, chuẩn hóa các đầu ra của mỗi lớp với độ lệch chuẩn 1, hàm kích hoạt Mish, dropout đề cập đến việc bỏ qua các đơn vị ẩn và hiện trong 1 mạng nơ ron nhân tạo, dropout là việc bỏ qua các đơn vị (tức là 1 nút mạng) trong quá trình huấn luyện một cách ngẫu nhiên;

bước 7: kết quả phân tích được từ máy chủ được gửi ngược lại cho thiết bị tại biên để hiển thị kết quả, đồng thời kết quả cũng được lưu trữ ở một máy chủ dữ liệu nhằm truy xuất và giám sát lịch sử chất lượng nước.

Theo một phương án thực hiện khác, để thuốc thử được tối ưu khi cho vào các giếng chứa, đồng thời tương ứng với mỗi giếng chứa nước mẫu là sử dụng cho việc phân tích một chỉ tiêu khác nhau, sáng chế đề xuất các bước thực hiện sau:

bước 1: lấy mẫu nước cần được phân tích, mẫu nước cần được lấy tại các vị trí mang tính đại diện cho đối tượng cần phân tích và không chứa các thành phần chất rắn, dị vật, có kích thước lớn hoặc rong rêu, thức ăn nguyên hạt; và mẫu được lấy bằng bình lấy mẫu chuyên dụng, xử lý mẫu và bảo quản mẫu;

bước 2: lấy mẫu nước từ bình chứa mẫu cho vào khay đựng mẫu, trong đó khay đựng mẫu là một trong các bộ phận của thiết bị dùng để chụp ảnh mẫu nước, trong khay đựng mẫu có ít nhất bốn giếng chứa nước tương ứng với mỗi giếng chứa nước được dùng để thử ít nhất bốn chỉ tiêu tương ứng, bao gồm nhưng không giới hạn ở các chỉ tiêu sau: chỉ tiêu pH, kiềm, TAN, và NO_2 (Nitrit); trong đó, mỗi giếng chứa nước có thể chứa ít nhất 3ml mẫu nước; mẫu nước được bơm vào bằng xylanh hút mẫu chứa trong bình lấy mẫu cho vào các giếng của khay đựng mẫu;

bước 3: cho thuốc thử vào mỗi giếng chứa 3ml mẫu nước đang được chứa trong khay chứa mẫu ở bước 2, mỗi mẫu nước được chia thành bốn giếng chứa khác nhau

trong một khay chứa mẫu; thuốc thử được nhỏ vào mỗi giếng chứa với định lượng yêu cầu cho từng thuốc thử cho từng giếng chứa; khi mẫu tác dụng với thuốc thử sẽ xảy ra phản ứng tạo màu ứng với từng nồng độ của các thông số phân tích. Vì các thông số phân tích trên trong nước sẽ không gây màu. Vì vậy, khi chụp hình mà không có thuốc thử sẽ gần như giống nhau ở các nồng độ khác nhau; khác biệt ở chỗ là

thuốc thử được nhỏ vào mỗi giếng chứa với định lượng yêu cầu cho từng thuốc thử cho từng giếng chứa, cụ thể là:

tương ứng với giếng thứ nhất dùng để thử chỉ tiêu pH, nhỏ 0,2 ml thuốc thử pH;

giếng thứ hai dùng để thử chỉ tiêu Kiềm, nhỏ 0,2 ml thuốc thử kiềm;

giếng thứ ba dùng để thử chỉ tiêu TAN, trong đó dùng ba loại thuốc thử TAN khác nhau, nhỏ lần lượt 0,2 ml thuốc thử TAN loại một, 0,2 ml thuốc thử TAN loại hai, 0,2 ml thuốc thử TAN loại ba vào giếng thứ ba;

giếng thứ bốn dùng để thử chỉ tiêu NO_2 , trong đó dùng hai loại thuốc thử NO_2 khác nhau, nhỏ lần lượt 0,2 ml thuốc thử NO_2 loại một và 0,2 ml thuốc thử NO_2 loại hai;

trong đó, thuốc thử phải được bơm đúng và đủ với sai số là $\pm 5\%$, và sau khi cho thuốc thử vào từng giếng, cần có thời gian chờ phản ứng tương ứng với mỗi giếng chứa mẫu nước như sau:

giếng thứ nhất dùng để thử chỉ tiêu pH, có thời gian phản ứng ngay lập tức sau khi cho thuốc thử;

giếng thứ hai dùng để thử chỉ tiêu Kiềm, có thời gian phản ứng ngay lập tức sau khi cho thuốc thử;

giếng thứ ba dùng để thử chỉ tiêu TAN, có thời gian phản ứng là sau khi cho thuốc thử vào từ 7-10 phút;

giếng thứ bốn dùng để thử chỉ tiêu NO_2 , có thời gian phản ứng là sau khi cho thuốc thử vào từ 7-10 phút.

bước 4: sau thời gian chờ phản ứng, đặt khay vào hộp chụp và sử dụng máy ảnh để chụp ảnh; máy ảnh có thể được chụp bằng máy ảnh trên điện thoại, các máy ảnh thông dụng hoặc bất kỳ các máy ảnh chuyên dụng nào khác;

bước 5: kiểm tra chất lượng ảnh chụp: khi chụp ảnh, ứng dụng sẽ kiểm tra điều

kiện chụp ảnh ánh sáng, hướng đặt khay, vị trí đặt máy ảnh và thực hiện lại bước chụp ảnh nếu điều kiện chụp ảnh không đạt yêu cầu;

bước 6: cho ảnh chụp màu của mẫu nước phân tích, cụ thể các bước phân tích ảnh gồm:

bước 6.1: cân bằng sáng của đèn trên diện tích khay đựng mẫu nước và thanh hiệu chuẩn màu, một tập hợp các điểm trải đều trên diện tích bề mặt đèn không bị che khuất được chọn và dùng để trích xuất mức sáng, từ các mức sáng ở tập điểm này, hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng;

bước 6.2: hệ thống phần mềm khởi chạy tiếp thuật toán phân tích biểu đồ tần suất màu – phân tích histogram để trích xuất màu của giếng chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu, tại mỗi giếng chứa mẫu nước, một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

hệ thống khởi chạy phân tích biểu đồ tần suất màu – phân tích histogram tương tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu;

bước 6.3: hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng nơ ron nhân tạo - neural network, trong đó, các siêu tham số - hyperparameter của kiến trúc mạng nơ ron nhân tạo - neural network được tinh chỉnh tự động bằng phương pháp tìm kiếm ngẫu nhiên, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14 lớp, mỗi lớp có 31 neural nơ ron, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization là phương pháp hiệu quả khi huấn luyện một mô hình mạng nơ ron nhân tạo, chuẩn hóa các đầu ra của mỗi lớp với độ lệch chuẩn 1, hàm kích hoạt Mish, dropout đề cập đến việc bỏ qua các đơn vị ẩn và hiện trong 1 mạng nơ ron nhân tạo, dropout là việc bỏ qua các đơn vị (tức là 1 nút mạng) trong quá trình huấn luyện một cách ngẫu nhiên;

bước 7: kết quả phân tích được từ máy chủ được gửi ngược lại cho thiết bị tại biên để hiển thị kết quả, đồng thời kết quả cũng được lưu trữ ở một máy chủ dữ liệu nhằm truy xuất và giám sát lịch sử chất lượng nước.

Theo một phương án thực hiện khác, để tối ưu quá trình chụp ảnh, xử lý ảnh sau khi chụp ảnh mẫu nước cần phân tích trên khay đựng mẫu, sáng chế đề xuất phương pháp gồm các bước sau:

bước 1: lấy mẫu nước cần được phân tích, mẫu nước cần được lấy tại các vị trí mang tính đại diện cho đối tượng cần phân tích và không chứa các thành phần chất rắn, dị vật, có kích thước lớn hoặc rong rêu, thức ăn nguyên hạt; và mẫu được lấy bằng bình lấy mẫu chuyên dụng, xử lý mẫu và bảo quản mẫu;

bước 2: lấy mẫu nước từ bình chứa mẫu cho vào khay đựng mẫu, trong đó khay đựng mẫu là một trong các bộ phận của thiết bị dùng để chụp ảnh mẫu nước, trong khay đựng mẫu có ít nhất bốn giếng chứa nước tương ứng với mỗi giếng chứa nước được dùng để thử ít nhất bốn chỉ tiêu tương ứng, bao gồm nhưng không giới hạn ở các chỉ tiêu sau: chỉ tiêu pH, kiềm, TAN, và NO_2 (Nitrit); trong đó, mỗi giếng chứa nước có thể chứa ít nhất 3ml mẫu nước; mẫu nước được bơm vào bằng xylanh hút mẫu chứa trong bình lấy mẫu cho vào các giếng của khay đựng mẫu;

bước 3: cho thuốc thử vào mỗi giếng chứa 3ml mẫu nước đang được chứa trong khay chứa mẫu ở bước 2, mỗi mẫu nước được chia thành bốn giếng chứa khác nhau trong một khay chứa mẫu; thuốc thử được nhỏ vào mỗi giếng chứa với định lượng yêu cầu cho từng thuốc thử cho từng giếng chứa; khi mẫu tác dụng với thuốc thử sẽ xảy ra phản ứng tạo màu ứng với từng nồng độ của các thông số phân tích. Vì các thông số phân tích trên trong nước sẽ không gây màu. Vì vậy, khi chụp hình mà không có thuốc thử sẽ gần như giống nhau ở các nồng độ khác nhau;

thuốc thử được nhỏ vào mỗi giếng chứa với định lượng yêu cầu cho từng thuốc thử cho từng giếng chứa, cụ thể là:

tương ứng với giếng thứ nhất dùng để thử chỉ tiêu pH, nhỏ 0,2 ml thuốc thử pH;

giếng thứ hai dùng để thử chỉ tiêu Kiềm, nhỏ 0,2 ml thuốc thử kiềm;

giếng thứ ba dùng để thử chỉ tiêu TAN, trong đó dùng ba loại thuốc thử TAN khác nhau, nhỏ lần lượt 0,2 ml thuốc thử TAN loại một, 0,2 ml thuốc thử TAN loại hai,

0,2 ml thuốc thử TAN loại ba vào giếng thứ ba;

giếng thứ bốn dùng để thử chỉ tiêu NO_2 , trong đó dùng hai loại thuốc thử NO_2 khác nhau, nhỏ lần lượt 0,2 ml thuốc thử NO_2 loại một và 0,2 ml thuốc thử NO_2 loại hai;

trong đó, thuốc thử phải được bơm đúng và đủ với sai số là $\pm 5\%$, và sau khi cho thuốc thử vào từng giếng, cần có thời gian chờ phản ứng tương ứng với mỗi giếng chứa mẫu nước như sau:

giếng thứ nhất dùng để thử chỉ tiêu pH, có thời gian phản ứng ngay lập tức sau khi cho thuốc thử;

giếng thứ hai dùng để thử chỉ tiêu Kiềm, có thời gian phản ứng ngay lập tức sau khi cho thuốc thử;

giếng thứ ba dùng để thử chỉ tiêu TAN, có thời gian phản ứng là sau khi cho thuốc thử vào từ 7-10 phút;

giếng thứ bốn dùng để thử chỉ tiêu NO_2 , có thời gian phản ứng là sau khi cho thuốc thử vào từ 7-10 phút.

bước 4: sau thời gian chờ phản ứng, đặt khay vào hộp chụp và sử dụng máy ảnh để chụp ảnh; máy ảnh có thể được chụp bằng máy ảnh trên điện thoại, các máy ảnh thông dụng hoặc bất kỳ các máy ảnh chuyên dụng nào khác;

trong đó, máy ảnh được dùng có độ phân giải tối thiểu 3.840×2.160 pixel hoặc 4.096×2.160 pixel.

bước 5: kiểm tra chất lượng ảnh chụp: khi chụp ảnh, ứng dụng sẽ kiểm tra điều kiện chụp ảnh ánh sáng, hướng đặt khay, vị trí đặt máy ảnh và thực hiện lại bước chụp ảnh nếu điều kiện chụp ảnh không đạt yêu cầu; cần kiểm tra vị trí khay đã cố định, hướng khay cần đúng vị trí cho các giếng đã khai báo trên hệ thống; máy ảnh cần đặt để chụp được đủ diện tích bề mặt đèn;

bước 6: cho ảnh chụp màu của mẫu nước phân tích, cụ thể các bước phân tích ảnh gồm:

bước 6.1: cân bằng sáng của đèn trên diện tích khay đựng mẫu nước và thanh hiệu chuẩn màu, một tập hợp các điểm trải đều trên diện tích bề mặt đèn không bị che khuất được chọn và dùng để trích xuất mức sáng, từ các mức sáng ở tập điểm này, hệ

thống phần mềm khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng; cụ thể: để lấy điểm cho hệ thống khởi chạy thuật toán cân bằng sáng, đèn chiếu sáng được bố trí sao cho chiếu sáng đủ các giếng chứa mẫu nước, thanh hiệu chuẩn màu và cần một phần diện tích bề mặt đèn xung quanh; đồng thời đèn chiếu sáng được dùng để chiếu sáng cho các giếng chứa mẫu nước, thanh hiệu chuẩn màu bên trong hộp chụp là đèn chiếu sáng dạng đèn led màu trắng;

bước 6.2: hệ thống phần mềm khởi chạy tiếp thuật toán phân tích biểu đồ tần suất màu – phân tích histogram để trích xuất màu của giếng chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu, tại mỗi giếng chứa mẫu nước, một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

hệ thống khởi chạy phân tích biểu đồ tần suất màu – phân tích histogram tương tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu;

cụ thể để tăng diện tích có thể phân tích và giảm sai số do nhiễu làm màu phân tích ra có tính đại diện cao, ở bước này, phân tích histogram để trích xuất màu của giếng chứa mẫu nước, với một lát cắt có hình tròn đồng tâm đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên giếng chứa mẫu nước; và với lát cắt có hình dạng hình vuông đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu;

trong đó, thanh hiệu chuẩn màu được bố trí cạnh bên khay đựng mẫu nước là thanh gồm có 47 màu, được thiết kế với các màu ở một vị trí cố định, các màu này được chọn ra từ các màu của mẫu nước sau khi lên màu chỉ thị và một số màu cơ bản của ánh sáng nhằm tăng hiệu quả hiệu chuẩn;

bước 6.3: hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng nơ ron nhân tạo - neural network, trong đó, các siêu tham số - hyperparameter của kiến trúc mạng nơ ron nhân tạo - neural network được tinh chỉnh tự động bằng phương pháp tìm kiếm ngẫu nhiên, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14

lớp, mỗi lớp có 31 neural nơ ron, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization là phương pháp hiệu quả khi huấn luyện một mô hình mạng nơ ron nhân tạo, chuẩn hóa các đầu ra của mỗi lớp với độ lệch chuẩn 1, hàm kích hoạt Mish, dropout đề cập đến việc bỏ qua các đơn vị ẩn và hiện trong 1 mạng nơ ron nhân tạo, dropout là việc bỏ qua các đơn vị (tức là 1 nút mạng) trong quá trình huấn luyện một cách ngẫu nhiên;

bước 7: kết quả phân tích được từ máy chủ được gửi ngược lại cho thiết bị tại biên để hiển thị kết quả, đồng thời kết quả cũng được lưu trữ ở một máy chủ dữ liệu nhằm truy xuất và giám sát lịch sử chất lượng nước.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo, có cấu tạo gồm: khối thu thập dữ liệu 100, khối phân tích dữ liệu 200, khối truyền dữ liệu 300 và khối lưu trữ, hiển thị 400, trong đó khối thu thập dữ liệu 100 để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối phân tích dữ liệu 200, khối thu thập dữ liệu 100 sử dụng thanh màu hiệu chuẩn để làm cơ sở so sánh màu của ảnh trên hình chụp, cụ thể:

khối thu thập dữ liệu 100 gồm các thiết bị bao gồm hộp chụp ảnh 101 kèm đèn chiếu 102, khay đựng mẫu 103 có ít nhất bốn giếng 104 chứa các mẫu nước, thuốc thử 105 riêng biệt cho từng chỉ tiêu, thanh hiệu chuẩn màu 106 và máy ảnh 107;

hộp chụp 101 bao gồm hộp chụp được thiết kế tinh gọn, với vật liệu cấu tạo bền, có đèn chiếu sáng 102, kèm khay đựng mẫu 103 chứa ít nhất bốn giếng 104 kèm và thanh hiệu chuẩn màu 106 bên trong hộp chụp 101;

thuốc thử 105 cho các chỉ tiêu riêng biệt được nghiên cứu, pha chế và hiệu chỉnh theo công thức;

thanh hiệu chuẩn màu 106 gồm nhiều màu, được thiết kế với các màu ở một vị trí cố định, các màu này được chọn ra từ các màu của mẫu nước sau khi lên màu chỉ thị và một số màu cơ bản của ánh sáng nhằm tăng hiệu quả hiệu chuẩn;

khối phân tích 200 để phân tích hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu 100 đến khối xử lý hình ảnh, phân tích màu nước và tính toán giá trị chỉ tiêu chất lượng nước;

khối trích xuất mức sáng 201 thuộc khối phân tích 200 dưới dạng hệ thống phân

mềm, từ các mức sáng trong ảnh chụp tập hợp các điểm sáng khác nhau, hệ thống phần mềm này khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng;

khối trích xuất màu 202 dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán phân tích histogram biểu đồ tần suất để trích xuất màu của các giếng 104 chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu 103, tại mỗi giếng 104 chứa mẫu nước, một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

khối trích xuất màu 202 khởi chạy phân tích histogram tương tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu 106 nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu 106;

khối suy luận 203 dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng neural network nơ ron nhân tạo, trong đó, các hyperparameter siêu tham số của kiến trúc mạng neural network nơ ron nhân tạo được tinh chỉnh tự động, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14 lớp, mỗi lớp có 31 neural, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization, hàm kích hoạt Mish, dropout;

khối truyền dữ liệu 300 truyền và đưa ra kết quả giá trị chỉ tiêu đã được khối suy luận 203 xử lý và đưa ra kết quả của từng thông số và lưu trữ trên khối lưu trữ và hiển thị 400 để hiển thị ở thiết bị tại biên và lưu trữ dữ liệu trên cơ sở dữ liệu dạng đám mây hoặc lưu trữ ở một máy chủ.

Theo một phương án thực hiện khác, để tối ưu hình ảnh chụp và cho được hình ảnh đạt chất lượng để phân tích, sáng chế hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo, có cấu tạo gồm:

khối thu thập dữ liệu 100, khối phân tích dữ liệu 200, khối truyền dữ liệu 300 và khối lưu trữ, hiển thị 400, trong đó khối thu thập dữ liệu 100 để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối phân tích dữ liệu 200, khối thu thập dữ liệu 100 sử dụng thanh màu hiệu chuẩn để làm cơ sở so sánh màu của ảnh trên hình chụp, cụ thể:

khối thu thập dữ liệu 100 gồm các thiết bị bao gồm hộp chụp ảnh 101 kèm đèn chiếu 102, khay đựng mẫu 103 có ít nhất bốn giếng 104 chứa các mẫu nước, thuốc thử 105 riêng biệt cho từng chỉ tiêu, thanh hiệu chuẩn màu 106 và máy ảnh 107;

trong đó, máy ảnh 107 có thể là điện thoại thông minh có camera được cài phần mềm phân tích ảnh màu nước, đồng thời là thiết bị giao tiếp với người dùng; các loại camera phổ thông, camera công nghiệp, webcam khác, và máy ảnh 107 được dùng có độ phân giải tối thiểu 3.840×2.160 pixel hoặc 4.096×2.160 pixel;

hộp chụp 101 bao gồm hộp chụp được thiết kế tinh gọn, với vật liệu cấu tạo bền, có đèn chiếu sáng 102, kèm khay đựng mẫu 103 chứa ít nhất bốn giếng 104 kèm và thanh hiệu chuẩn màu 106 bên trong hộp chụp 101;

thuốc thử 105 cho các chỉ tiêu riêng biệt được nghiên cứu, pha chế và hiệu chỉnh theo công thức;

thanh hiệu chuẩn màu 106 gồm nhiều màu, được thiết kế với các màu ở một vị trí cố định, các màu này được chọn ra từ các màu của mẫu nước sau khi lên màu chỉ thị và một số màu cơ bản của ánh sáng nhằm tăng hiệu quả hiệu chuẩn;

khối phân tích 200 để phân tích hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu 100 đến khối xử lý hình ảnh, phân tích màu nước và tính toán giá trị chỉ tiêu chất lượng nước;

khối trích xuất mức sáng 201 thuộc khối phân tích 200 dưới dạng hệ thống phần mềm, từ các mức sáng trong ảnh chụp tập hợp các điểm sáng khác nhau, hệ thống phần mềm này khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng;

khối trích xuất màu 202 dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán phân tích histogram biểu đồ tần suất để trích xuất màu của các giếng 104 chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu 103, tại mỗi giếng 104 chứa mẫu nước, một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

khối trích xuất màu 202 khởi chạy phân tích histogram tương tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu 106 nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu 106;

khối suy luận 203 dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng neural network nơ ron nhân tạo, trong đó, các hyperparameter siêu tham số của kiến trúc mạng neural network nơ ron nhân tạo được tinh chỉnh tự động, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14 lớp, mỗi lớp có 31 neural, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization, hàm kích hoạt Mish, dropout;

khối truyền dữ liệu 300 truyền và đưa ra kết quả giá trị chỉ tiêu đã được khối suy luận 203 xử lý và đưa ra kết quả của từng thông số và lưu trữ trên khối lưu trữ và hiển thị 400 để hiển thị ở thiết bị tại biên và lưu trữ dữ liệu trên cơ sở dữ liệu dạng đám mây hoặc lưu trữ ở một máy chủ.

Theo một phương án thực hiện khác, để tối ưu hình ảnh chụp và cho được hình ảnh đạt chất lượng để phân tích, đồng thời giúp hệ thống có thể trích xuất màu đúng của màu nước, sáng chế hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo, có cấu tạo gồm:

khối thu thập dữ liệu 100, khối phân tích dữ liệu 200, khối truyền dữ liệu 300 và khối lưu trữ, hiển thị 400, trong đó khối thu thập dữ liệu 100 để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối phân tích dữ liệu 200, khối thu thập dữ liệu 100 sử dụng thanh màu hiệu chuẩn để làm cơ sở so sánh màu của ảnh trên hình chụp, cụ thể:

khối thu thập dữ liệu 100 gồm các thiết bị bao gồm hộp chụp ảnh 101 kèm đèn chiếu 102, khay đựng mẫu 103 có ít nhất bốn giếng 104 chứa các mẫu nước, thuốc thử 105 riêng biệt cho từng chỉ tiêu, thanh hiệu chuẩn màu 106 và máy ảnh 107;

trong đó, máy ảnh 107 có thể là điện thoại thông minh có camera được cài phần mềm phân tích ảnh màu nước, đồng thời là thiết bị giao tiếp với người dùng; các loại camera phổ thông, camera công nghiệp, webcam khác, và máy ảnh 107 được dùng có độ phân giải tối thiểu 3.840×2.160 pixel hoặc 4.096×2.160 pixel;

hộp chụp 101 bao gồm hộp chụp được thiết kế tinh gọn, với vật liệu cấu tạo bền, có đèn chiếu sáng 102, kèm khay đựng mẫu 103 chứa ít nhất bốn giếng 104 kèm và thanh hiệu chuẩn màu 106 bên trong hộp chụp 101;

thuốc thử 105 cho các chỉ tiêu riêng biệt được nghiên cứu, pha chế và hiệu chỉnh theo công thức;

thanh hiệu chuẩn màu 106 gồm nhiều màu, được thiết kế với các màu ở một vị trí cố định, các màu này được chọn ra từ các màu của mẫu nước sau khi lên màu chỉ thị và một số màu cơ bản của ánh sáng nhằm tăng hiệu quả hiệu chuẩn;

khối phân tích 200 để phân tích hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu 100 đến khối xử lý hình ảnh, phân tích màu nước và tính toán giá trị chỉ tiêu chất lượng nước;

khối trích xuất mức sáng 201 thuộc khối phân tích 200 dưới dạng hệ thống phần mềm, từ các mức sáng trong ảnh chụp tập hợp các điểm sáng khác nhau, hệ thống phần mềm này khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng; để lấy điểm cho hệ thống khởi chạy thuật toán cân bằng sáng, đèn chiếu sáng 102 được bố trí bên trong hộp chụp 101 sao cho chiếu sáng đủ các giếng 104 chứa mẫu nước, thanh hiệu chuẩn màu 106 và cân một phần diện tích bề mặt đèn xung quanh, thanh hiệu chuẩn màu 106 được bố trí cạnh bên khay đựng mẫu 103 là thanh gồm có 47 màu khác nhau, được thiết kế với các màu ở một vị trí cố định, các màu này được chọn ra từ các màu của mẫu nước sau khi lên màu chỉ thị và một số màu cơ bản của ánh sáng nhằm tăng hiệu quả hiệu chuẩn;

trong đó, đèn chiếu sáng 102 được dùng để chiếu sáng cho các giếng 104 chứa mẫu nước, thanh hiệu chuẩn màu 106 bên trong hộp chụp 101 là đèn chiếu sáng dạng đèn led màu trắng;

khối trích xuất màu 202 dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán phân tích histogram biểu đồ tần suất để trích xuất màu của các giếng 104 chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu 103, tại mỗi giếng 104 chứa mẫu nước, một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được

dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

khối trích xuất màu 202 khởi chạy phân tích histogram tương tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu 106 nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu 106;

khối suy luận 203 dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng neural network nơ ron nhân tạo, trong đó, các hyperparameter siêu tham số của kiến trúc mạng neural network nơ ron nhân tạo được tinh chỉnh tự động, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14 lớp, mỗi lớp có 31 neural, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization, hàm kích hoạt Mish, dropout;

khối truyền dữ liệu 300 truyền và đưa ra kết quả giá trị chỉ tiêu đã được khối suy luận 203 xử lý và đưa ra kết quả của từng thông số và lưu trữ trên khối lưu trữ và hiển thị 400 để hiển thị ở thiết bị tại biên và lưu trữ dữ liệu trên cơ sở dữ liệu dạng đám mây hoặc lưu trữ ở một máy chủ.

Mặc dù phương án thực hiện theo sáng chế được bộc lộ qua phần mô tả chi tiết sáng chế trên đây, tuy nhiên, cần hiểu rằng sáng chế hoàn toàn không giới hạn ở các phương án thực hiện này. Các chuyên gia trong cùng lĩnh vực kỹ thuật thừa nhận rằng có thể thực hiện nhiều thay đổi và sắp xếp tương tự khác nữa. Do vậy, phạm vi của sáng chế được xác định rõ bao gồm tất cả những thay đổi, sắp xếp tương tự thuộc phạm vi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo sau đây.

Danh sách chi tiết các số chỉ dẫn trong hình vẽ

100 khối thu thập dữ liệu

101 hộp chụp ảnh

102 đèn chiếu

103 khay đựng mẫu

104 giếng

105 thuốc thử

106 thanh hiệu chuẩn màu

107 máy ảnh

200 khối phân tích dữ liệu

201 khối trích xuất mức sáng

202 khối trích xuất màu

203 khối suy luận

300 khối truyền dữ liệu

400 khối lưu trữ, hiển thị

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo bao gồm các bước:

bước 1: lấy mẫu nước cần được phân tích, mẫu nước cần được lấy tại các vị trí mang tính đại diện cho đối tượng cần phân tích và không chứa các thành phần chất rắn, dị vật, có kích thước lớn hoặc rong rêu, thức ăn nguyên hạt; và mẫu được lấy bằng bình lấy mẫu chuyên dụng, xử lý mẫu và bảo quản mẫu;

bước 2: lấy mẫu nước từ bình chứa mẫu cho vào khay đựng mẫu, trong đó khay đựng mẫu là một trong các bộ phận của thiết bị dùng để chụp ảnh mẫu nước, trong khay đựng mẫu có ít nhất bốn giếng chứa nước tương ứng với mỗi giếng chứa nước được dùng để thử ít nhất bốn chỉ tiêu tương ứng, bao gồm nhưng không giới hạn ở các chỉ tiêu sau: chỉ tiêu pH, kiềm, TAN, và NO_2 (Nitrit); trong đó, mỗi giếng chứa nước có thể chứa ít nhất 3ml mẫu nước; mẫu nước được bơm vào bằng xylanh hút mẫu chứa trong bình lấy mẫu cho vào các giếng của khay đựng mẫu;

bước 3: cho thuốc thử vào mỗi giếng chứa 3ml mẫu nước đang được chứa trong khay chứa mẫu ở bước 2, mỗi mẫu nước được chia thành bốn giếng chứa khác nhau trong một khay chứa mẫu; thuốc thử được nhỏ vào mỗi giếng chứa với định lượng yêu cầu cho từng thuốc thử cho từng giếng chứa;

bước 4: đặt khay vào hộp chụp và sử dụng máy ảnh để chụp ảnh; máy ảnh có thể được chụp bằng máy ảnh trên điện thoại, các máy ảnh thông dụng hoặc bất kỳ các máy ảnh chuyên dụng nào khác;

bước 5: kiểm tra chất lượng ảnh chụp: khi chụp ảnh, ứng dụng sẽ kiểm tra điều kiện chụp ảnh ánh sáng, hướng đặt khay, vị trí đặt máy ảnh và thực hiện lại bước chụp ảnh nếu điều kiện chụp ảnh không đạt yêu cầu;

bước 6: cho ảnh chụp màu của mẫu nước phân tích, cụ thể các bước phân tích ảnh gồm:

bước 6.1: cân bằng sáng của đèn trên diện tích khay đựng mẫu nước và thanh hiệu chuẩn màu, một tập hợp các điểm trải đều trên diện tích bề mặt đèn không bị che khuất được chọn và dùng để trích xuất mức sáng, từ các mức sáng ở tập điểm này, hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ

mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng;

bước 6.2: hệ thống phần mềm khởi chạy tiếp thuật toán phân tích biểu đồ tần suất màu – phân tích histogram để trích xuất màu của giếng chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu, tại mỗi giếng chứa mẫu nước, một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

hệ thống khởi chạy phân tích biểu đồ tần suất màu – phân tích histogram tương tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu;

bước 6.3: hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng nơ ron nhân tạo - neural network, trong đó, các siêu tham số - hyperparameter của kiến trúc mạng nơ ron nhân tạo - neural network được tinh chỉnh tự động bằng phương pháp tìm kiếm ngẫu nhiên, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14 lớp, mỗi lớp có 31 neural nơ ron, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization là phương pháp hiệu quả khi huấn luyện một mô hình mạng nơ ron nhân tạo, chuẩn hóa các đầu ra của mỗi lớp với độ lệch chuẩn 1, hàm kích hoạt Mish, dropout đề cập đến việc bỏ qua các đơn vị ẩn và hiện trong 1 mạng nơ ron nhân tạo, dropout là việc bỏ qua các đơn vị (tức là 1 nút mạng) trong quá trình huấn luyện một cách ngẫu nhiên;

bước 7: kết quả phân tích được từ máy chủ được gửi ngược lại cho thiết bị tại biên để hiển thị kết quả và phân tích chi tiết, đồng thời kết quả cũng được lưu trữ ở một máy chủ dữ liệu nhằm truy xuất và giám sát lịch sử chất lượng nước.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, ở bước 3, thuốc thử được nhỏ vào mỗi giếng chứa với định lượng yêu cầu cho từng thuốc thử cho từng giếng chứa, cụ thể là:

tương ứng với giếng thứ nhất dùng để thử chỉ tiêu pH, nhỏ 0,2 ml thuốc thử pH;

giếng thứ hai dùng để thử chỉ tiêu Kiềm, nhỏ 0,2 ml thuốc thử kiềm;

giếng thứ ba dùng để thử chỉ tiêu TAN, trong đó dùng ba loại thuốc thử TAN

khác nhau, nhỏ lần lượt 0,2 ml thuốc thử TAN loại một, 0,2 ml thuốc thử TAN loại hai, 0,2 ml thuốc thử TAN loại ba vào giếng thứ ba;

giếng thứ bốn dùng để thử chỉ tiêu NO_2 , trong đó dùng hai loại thuốc thử NO_2 khác nhau, nhỏ lần lượt 0,2 ml thuốc thử NO_2 loại một và 0,2 ml thuốc thử NO_2 loại hai.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó, thuốc thử phải được bơm đúng và đủ với sai số là $\pm 5\%$.

4. Phương pháp theo bất kỳ một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 3, trong đó, khi nhỏ thuốc thử vào cần thời gian chờ phản ứng tương ứng với mỗi giếng chứa mẫu nước như sau:

giếng thứ nhất dùng để thử chỉ tiêu pH, có thời gian phản ứng ngay lập tức sau khi cho thuốc thử;

giếng thứ hai dùng để thử chỉ tiêu Kiềm, có thời gian phản ứng ngay lập tức sau khi cho thuốc thử;

giếng thứ ba dùng để thử chỉ tiêu TAN, có thời gian phản ứng là sau khi cho thuốc thử vào từ 7-10 phút;

giếng thứ bốn dùng để thử chỉ tiêu NO_2 , có thời gian phản ứng là sau khi cho thuốc thử vào từ 7-10 phút.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, ở bước 4, máy ảnh được dùng có độ phân giải tối thiểu 3.840×2.160 pixel hoặc 4.096×2.160 pixel.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, ở bước 5, cần kiểm tra vị trí khay đã cố định, hướng khay cần đúng vị trí cho các giếng đã khai báo trên hệ thống; máy ảnh cần đặt để chụp được đủ diện tích bề mặt đèn.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, để lấy điểm cho hệ thống khởi chạy thuật toán cân bằng sáng, ở bước 6.1, đèn chiếu sáng được bố trí sao cho chiếu sáng đủ các giếng chứa mẫu nước, thanh hiệu chuẩn màu và cần một phần diện tích bề mặt đèn xung quanh.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó, đèn chiếu sáng được dùng để chiếu sáng cho các giếng chứa mẫu nước, thanh hiệu chuẩn màu bên trong hộp chụp là đèn chiếu sáng dạng đèn led màu trắng.

9. Phương pháp theo điểm 1, để tăng diện tích có thể phân tích và giảm sai số do nhiễu làm màu phân tích ra có tính đại diện cao, trong đó, ở bước 6.2, phân tích

histogram để trích xuất màu của giếng chứa mẫu nước, với một lát cắt có hình tròn đồng tâm đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên giếng chứa mẫu nước; và với lát cắt có hình dạng hình vuông đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, thanh hiệu chuẩn màu được bố trí cạnh bên khay đựng mẫu nước là thanh gồm có 47 màu, được thiết kế với các màu ở một vị trí cố định, các màu này được chọn ra từ các màu của mẫu nước sau khi lên màu chỉ thị và một số màu cơ bản của ánh sáng nhằm tăng hiệu quả hiệu chuẩn.

11. Hệ thống phân tích chỉ tiêu chất lượng nước thông qua xử lý hình ảnh bằng trí tuệ nhân tạo, có cấu tạo gồm: khối thu thập dữ liệu (100), khối phân tích dữ liệu (200), khối truyền dữ liệu (300) và khối lưu trữ, hiển thị (400), trong đó khối thu thập dữ liệu (100) để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối phân tích dữ liệu (200), khối thu thập dữ liệu (100) sử dụng thanh màu hiệu chuẩn để làm cơ sở so sánh màu của ảnh trên hình chụp, cụ thể:

khối thu thập dữ liệu (100) gồm các thiết bị bao gồm hộp chụp ảnh (101) kèm đèn chiếu (102), khay đựng mẫu (103) có ít nhất bốn giếng (104) chứa các mẫu nước, thuốc thử (105) riêng biệt cho từng chỉ tiêu, thanh hiệu chuẩn màu (106) và máy ảnh (107);

hộp chụp (101): bao gồm hộp chụp được thiết kế tinh gọn, bền bỉ, có đèn chiếu sáng (102), kèm khay đựng mẫu (103) chứa ít nhất bốn giếng (104) kèm và thanh hiệu chuẩn màu (106) bên trong hộp chụp (101);

thuốc thử (105) cho các chỉ tiêu riêng biệt được nghiên cứu, pha chế và hiệu chỉnh theo công thức;

thanh hiệu chuẩn màu (106) gồm nhiều màu, được thiết kế với các màu ở một vị trí cố định, các màu này được chọn ra từ các màu của mẫu nước sau khi lên màu chỉ thị và một số màu cơ bản của ánh sáng nhằm tăng hiệu quả hiệu chuẩn;

khối phân tích (200) để phân tích hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu (100) đến khối xử lý hình ảnh, phân tích màu nước và tính toán giá trị chỉ tiêu chất lượng nước;

khối trích xuất mức sáng (201) thuộc khối phân tích (200) dưới dạng hệ thống phần mềm, từ các mức sáng trong ảnh chụp tập hợp các điểm sáng khác nhau, hệ thống

phần mềm này khởi chạy thuật toán nội suy Clough-Tocher được dùng để tính xấp xỉ mức sáng cho toàn bộ bề mặt nguồn sáng, từ kết quả nội suy, độ sáng trên ảnh chụp sẽ được đưa về cùng một mức trên diện tích bề mặt nguồn sáng;

khối trích xuất màu (202) dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán phân tích histogram biểu đồ tần suất để trích xuất màu của các giếng (104) chứa mẫu nước và màu trên thanh hiệu chuẩn màu được đặt kế bên khay đựng mẫu (103), tại mỗi giếng (104) chứa mẫu nước, một lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu, hệ thống phần mềm khởi chạy phân tích histogram trên giá trị màu của các điểm ảnh trên lát cắt này sẽ đưa ra được giá trị màu chiếm tỉ lệ cao nhất, giá trị màu này sau đó được dùng làm đầu vào của mô hình suy luận;

khối trích xuất màu (202) khởi chạy phân tích histogram tương tự được thực hiện cho các điểm màu trên thanh hiệu chuẩn màu (106) nhưng với lát cắt có hình dạng đồng dạng với diện tích cần phân tích màu trên thanh hiệu chuẩn màu (106);

khối suy luận (203) dưới dạng hệ thống phần mềm khởi chạy thuật toán máy học cho bài toán hồi quy phi tuyến bao gồm mạng neural network nơ ron nhân tạo, trong đó, các hyperparameter siêu tham số của kiến trúc mạng neural network nơ ron nhân tạo được tinh chỉnh tự động, kết quả cho ra một kiến trúc mạng có 14 lớp, mỗi lớp có 31 neural, đầu ra tại mỗi lớp được đưa qua các lớp chức năng theo thứ tự: batch normalization, hàm kích hoạt Mish, dropout;

khối truyền dữ liệu (300) truyền và đưa ra kết quả giá trị chỉ tiêu đã được khối suy luận (203) xử lý và đưa ra kết quả của từng thông số và lưu trữ trên khối lưu trữ và hiển thị (400) để hiển thị ở thiết bị tại biên và lưu trữ dữ liệu trên cơ sở dữ liệu dạng đám mây hoặc lưu trữ ở một máy chủ.

12. Hệ thống theo điểm 11, trong đó, máy ảnh (107) có thể là điện thoại thông minh có camera được cài phần mềm phân tích ảnh màu nước, đồng thời là thiết bị giao tiếp với người dùng; các loại camera phổ thông, máy ảnh công nghiệp, webcam khác.

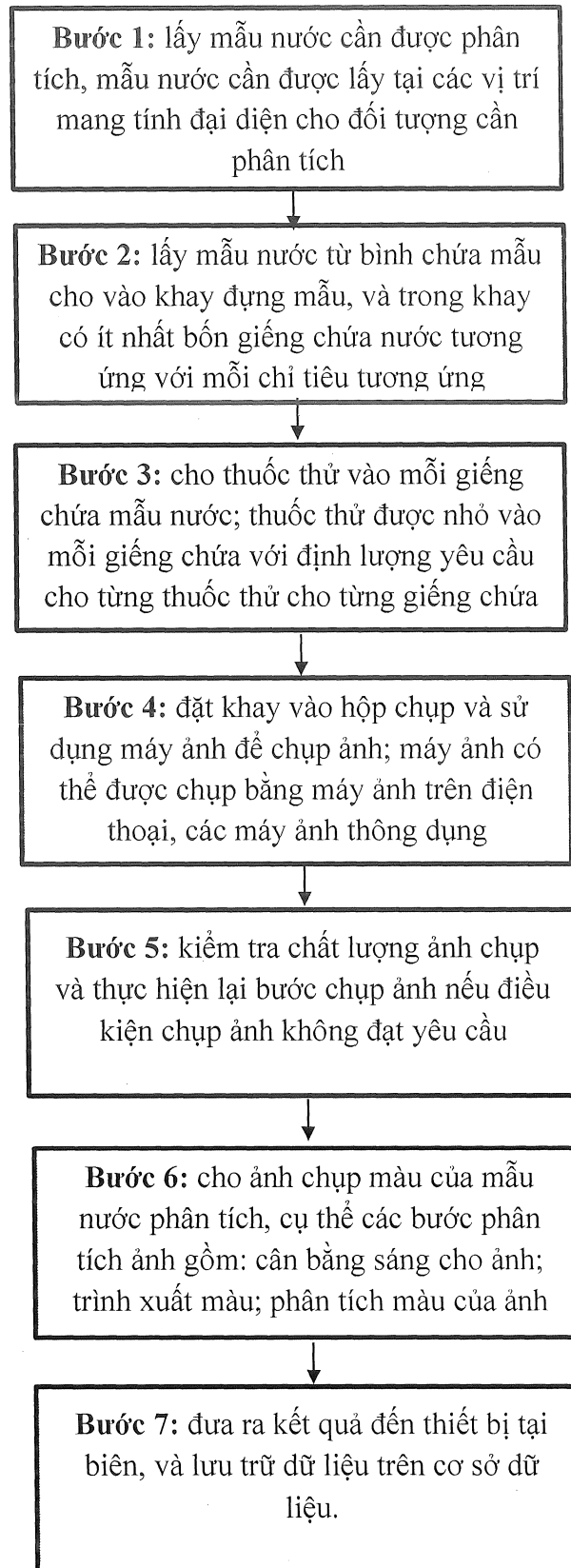
13. Hệ thống theo điểm 12, trong đó, máy ảnh (107) được dùng có độ phân giải tối thiểu 3.840×2.160 pixel hoặc 4.096×2.160 pixel.

14. Hệ thống theo điểm 11, trong đó, để lấy điểm cho hệ thống khởi chạy thuật toán cân bằng sáng, đèn chiếu sáng (102) được bố trí bên trong hộp chụp (101) sao cho chiếu

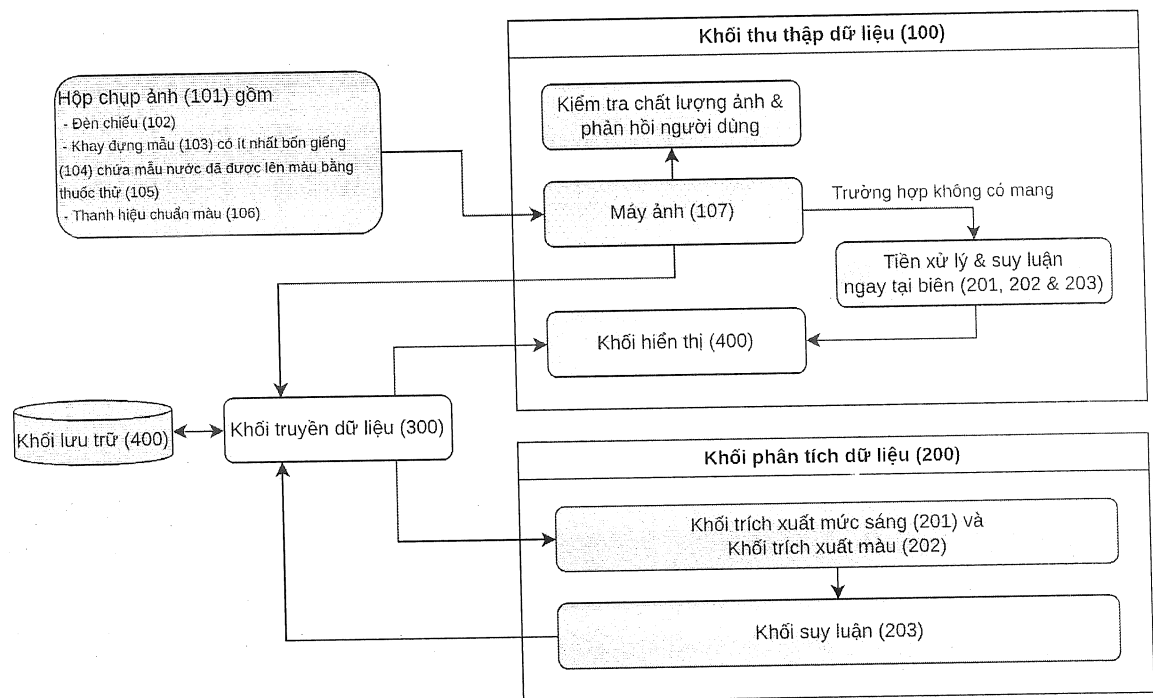
sáng đủ các giếng (104) chứa mẫu nước, thanh hiệu chuẩn màu (106) và cân một phần diện tích bề mặt đèn xung quanh.

15. Hệ thống theo điểm 14, trong đó, đèn chiếu sáng (102) được dùng để chiếu sáng cho các giếng (104) chứa mẫu nước, thanh hiệu chuẩn màu (106) bên trong hộp chụp (101) là đèn chiếu sáng dạng đèn led màu trắng.

16. Hệ thống theo điểm 11, trong đó, thanh hiệu chuẩn màu (106) được bố trí cạnh bên khay đựng mẫu (103) là thanh gồm có 47 màu khác nhau, được thiết kế với các màu ở một vị trí cố định, các màu này được chọn ra từ các màu của mẫu nước sau khi lên màu chỉ thị và một số màu cơ bản của ánh sáng nhằm tăng hiệu quả hiệu chuẩn.



HÌNH 1



HÌNH 2