VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

**TRUNG TÂM VŨ TRỤ VIỆT NAM**

BÁO CÁO NỘI DUNG 1, CÔNG VIỆC 1

**THU THẬP, XỬ LÝ DỮ LIỆU VÀ THỰC HIỆN CÁC PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ ĐỂ ĐẢM BẢO DỮ LIỆU PHÂN BỐ THEO PHÂN PHỐI**

*(Hợp đồng số / HĐTK-VTVN ngày 04 / 01 / 2024)*

HỢP PHẦN 5 ĐỀ ÁN KHCN TRỌNG ĐIỂM

CẤP VIỆN HÀN LÂM KHCNVN

Tên hợp phần 5

**KẾT HỢP TRÍ TUỆ NHÂN TẠO VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ VỚI CÔNG NGHỆ CẢM BIẾN HƯỚNG ĐẾN GIÁM SÁT VÀ**

**CẢNH BÁO Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG NƯỚC**

*(Mã số: TĐPTCB.05/24-26)*

**Thuộc Đề án KHCN trọng điểm: NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN**

**CÁC HỆ CẢM BIẾN KẾT HỢP TRÍ TUỆ NHÂN TẠO PHỤC VỤ**

**PHÂN TÍCH VÀ GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG NƯỚC**

**Cơ quan chủ trì đề tài**: Trung tâm Vũ trụ Việt Nam

**Chủ nhiệm đề tài**: TS. Phạm Thị Mai Thy

**Người thực hiện**: ….

TP.HCM, 2024

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

**TRUNG TÂM VŨ TRỤ VIỆT NAM**

BÁO CÁO NỘI DUNG 2, CÔNG VIỆC 2

**Thu thập và tiền xử lý ảnh: giảm nhiễu, chuyển đổi không gian màu, xác định vùng ROI**

*(Hợp đồng số / HĐTK-VTVN ngày 04 / 01 / 2024)*

HỢP PHẦN 5 ĐỀ ÁN KHCN TRỌNG ĐIỂM

CẤP VIỆN HÀN LÂM KHCNVN

Tên hợp phần 5

**KẾT HỢP TRÍ TUỆ NHÂN TẠO VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ VỚI CÔNG NGHỆ CẢM BIẾN HƯỚNG ĐẾN GIÁM SÁT VÀ**

**CẢNH BÁO Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG NƯỚC**

*(Mã số: TĐPTCB.05/24-26)*

**Thuộc Đề án KHCN trọng điểm: NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN**

**CÁC HỆ CẢM BIẾN KẾT HỢP TRÍ TUỆ NHÂN TẠO PHỤC VỤ PHÂN TÍCH VÀ GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG NƯỚC**

Đại diện nhóm thực hiện Đại diện cơ quan chủ trì

….

TP.HCM, 2024

# **MỤC LỤC**

# **BẢNG CHÚ THÍCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT, KÝ HIỆU CHỮ QUY ƯỚC, KÝ HIỆU DẤU, ĐƠN VỊ VÀ THUẬT NGỮ**

# **DANH MỤC HÌNH ẢNH**

# **DANH MỤC BẢNG**

1. **TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU NGOÀI NƯỚC VÀ TRONG NƯỚC**

Việc tiếp cận nguồn nước sạch và an toàn là một nhu cầu cơ bản, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe cộng đồng và chất lượng cuộc sống. Ở nhiều nơi, tình trạng ô nhiễm nguồn nước bởi các ion vô cơ như kim loại nặng, nitrit, amoniac và các hợp chất hữu cơ ngày càng nghiêm trọng, gây hậu quả tiêu cực đến con người và môi trường. Trên thế giới, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành để phát triển các công nghệ và thiết bị cảm biến nhằm giám sát chất lượng nước. Đặc biệt, việc tích hợp các phương pháp máy học với thiết bị cảm biến quang học để xác định nhanh chóng và chính xác các dư lượng chất ô nhiễm đã đạt những kết quả đáng khích lệ. Các thiết bị cảm biến quang học chi phí thấp, sử dụng camera thương mại và điện thoại thông minh, mở ra cơ hội mới trong việc giám sát và bảo vệ nguồn nước.

Tại Việt Nam, tình trạng ô nhiễm nguồn nước cũng là một vấn đề cần giải quyết. Việc nghiên cứu và phát triển các công nghệ cảm biến quang học để giám sát chất lượng nước là một hướng đi triển vọng, với mục tiêu nâng cao hiệu quả giám sát và bảo vệ sức khỏe cộng đồng cũng như môi trường sống.

* 1. **Tổng quan tình hình nghiên cứu ngoài nước**

Trong cuộc sống hiện đại, việc tiếp cận nguồn nước sạch và an toàn là một nhu cầu thiết yếu. Tuy nhiên, ở nhiều nơi, tình trạng ô nhiễm nguồn nước với các ion vô cơ như kim loại nặng, nitrit, amoniac và các hợp chất hữu cơ đang trở thành một vấn đề nghiêm trọng, ảnh hưởng xấu đến sức khỏe cộng đồng và môi trường. Trên toàn thế giới, nhiều nghiên cứu đã và đang tiến hành để phát triển các công nghệ và thiết bị cảm biến nhằm giám sát chất lượng nước. Việc tích hợp máy học với các thiết bị cảm biến quang học giúp xác định nhanh chóng và chính xác các dư lượng chất ô nhiễm đã đạt được những kết quả đáng khích lệ [1]. Đặc biệt, các thiết bị cảm biến chi phí thấp dựa trên camera thương mại và điện thoại thông minh đã mở ra những cơ hội mới trong việc giám sát và bảo vệ nguồn nước [2]. Cảm biến quang học ứng dụng trong phân tích thường dựa vào quá trình chuyển đổi thông tin hóa học thành tín hiệu quang học. Các thiết bị này thường gồm hai thành phần chính: bộ chuyển đổi thông tin quang học (Kit) và bộ đọc tín hiệu quang (máy UV-Vis, máy phát huỳnh quang, diode quang, camera). Thông tin hóa học được tạo ra từ sự tương tác của thụ thể (receptor) với phân tử mục tiêu qua các phản ứng hóa học. Tùy theo vật liệu cảm biến và chất cần phân tích, các cảm biến quang học được chia thành nhiều loại, trong đó vật liệu nano kim loại plasmonic, chấm lượng tử và thuốc nhuộm hữu cơ là phổ biến nhất [3]. Có ba phương pháp chính để thiết kế cảm biến quang học nhằm định lượng các chất mục tiêu trong môi trường nước. Thứ nhất là phương pháp thụ thể đánh dấu, sử dụng thụ thể liên kết với chất đánh dấu, làm thay đổi màu sắc hoặc cường độ huỳnh quang khi có sự cạnh tranh với chất mục tiêu. Vật liệu cảm biến thường dùng là nano kim loại plasmonic và chấm lượng tử [4]. Thứ hai là phương pháp phức chất hoặc host-guest, sử dụng cơ chế phối trí hoặc host-guest để thay đổi tính chất quang học của chất đánh dấu. Vật liệu cảm biến có thể bao gồm khung cơ kim (MOF) hoặc phức kim loại với thuốc nhuộm hữu cơ [5]. Cuối cùng là phương pháp hóa học, dựa trên phản ứng hóa học giữa thụ thể và chất mục tiêu, tạo ra sản phẩm có tính chất quang học đặc biệt. Nano kim loại plasmonic như nano vàng và bạc được nghiên cứu rộng rãi để cảm biến các ion kim loại nặng như Cu2+, Pb2+, Hg2+, Cd2+ [6]. Các hạt nano kim loại biến tính với chất làm bền chứa nhóm chức đặc biệt được dùng để phát hiện anion như F- và CN- [7]. Các aptamer đặc hiệu được sử dụng trong cảm biến quang học để định lượng chất ô nhiễm hữu cơ như clenbuterol và pymetrozine [8]. Phân tích màu bằng camera và điện thoại thông minh đang trở thành xu hướng phát triển chính của cảm biến quang học trong tương lai [9]. Cách làm này giúp thiết bị dễ vận hành, di động và cho phép phát hiện nhanh chất ô nhiễm tại hiện trường. Mặc dù độ chính xác có thể bị ảnh hưởng bởi môi trường, việc cải thiện tích hợp hệ thống phân tích online hứa hẹn sẽ giải quyết được vấn đề này. Wang và cộng sự [10] đã sử dụng AuNPs để định lượng ion Cu2+ bằng phương pháp so màu với camera điện thoại thông minh. Các nghiên cứu về cảm biến quang học cho thấy tiềm năng ứng dụng cao trong việc giám sát chất lượng nước.

* 1. **Tổng quan tình hình nghiên cứu trong nước**

Trong thời gian gần đây, việc nghiên cứu về cảm biến kim loại nặng sử dụng nano kim loại plasmonic (PMNPs) đã nhận được sự quan tâm đáng kể tại Việt Nam. Nhóm TS. Đoàn Văn Đạt (Trường Đại Học Công Nghiệp TP.HCM) đã ứng dụng hiệu ứng cộng hưởng plasmon bề mặt (SPR) của nano vàng và bạc để định lượng các kim loại nặng như Fe3+ [11] và Pb2+ [12]. Nhóm của TS. Lê Tuấn Anh đã sử dụng nano bạc mang trên graphene oxide để định lượng ion Cr (VI) với giá trị giới hạn phát hiện (LOD) khoảng 31nM [13]. Tuy nhiên, các nghiên cứu này thường sử dụng phương pháp screening với nhiều loại ion kim loại khác nhau thay vì biến tính vật liệu nano kim loại với các nhóm chức đặc trưng để tăng độ chọn lọc, dẫn đến độ chọn lọc của vật liệu cảm biến này không cao. Ngoài ra, nhóm của TS. Trần Văn Lưu (Đại Học Bách Khoa Hà Nội) đã nghiên cứu phát triển cảm biến dựa trên nano bạc để phát hiện nhanh các ion kim loại nặng trong nước [14].

**1.2.1 Hệ cảm biến AuNPs – Apt**

Hệ cảm biến AuNPs – Aptamer (AuNPs – Apt) cũng được ứng dụng rộng rãi tại Việt Nam để định lượng nhiều chất hóa học khác nhau, bao gồm kim loại nặng, thuốc bảo vệ thực vật, và kháng sinh. Nguyễn Hoàng Dũng và cộng sự (Đại Học Nguyễn Tất Thành) đã tổng hợp hệ cảm biến AuNPs – Apt để định lượng streptomycin trong thực phẩm [15]. Phương pháp này sử dụng AuNPs tổng hợp bằng citrate và aptamer đặc hiệu. Tương tự, nhóm của Đồng Huy Giới (Học Viện Nông Nghiệp Việt Nam) đã sử dụng hệ cảm biến này để phát hiện thủy ngân [16]. GS. Dương Tuấn Quang (Đại Học Huế) đã phát triển thuốc nhuộm hữu cơ để định lượng ion kim loại nặng thông qua phương pháp so màu và huỳnh quang. Năm 2017, nhóm nghiên cứu này đã công bố cảm biến dựa trên dẫn xuất của benzothiazolium để định lượng ion Pb2+ với LOD = 11ppb [17] và một dẫn xuất kết hợp giữa spirolactam và rhodamine 6G để định lượng ion Hg2+ với LOD = 0,08μM (so màu) và 0,008μM (huỳnh quang) [18].

**1.2.2 Cảm biến sinh học**

Ngoài ra, một số nghiên cứu khác tại Việt Nam cũng đã đạt được những kết quả đáng chú ý. Nhóm của PGS. TS. Nguyễn Thị Thanh Huyền (Đại Học Khoa Học Tự Nhiên - Đại Học Quốc Gia Hà Nội) đã phát triển cảm biến sinh học để phát hiện nhanh vi khuẩn E. coli trong nước [19]. TS. Phạm Thế Hải và cộng sự tại Viện Hóa Học (Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam) đã nghiên cứu và phát triển cảm biến sinh học sử dụng vi sinh vật để đánh giá nhanh chất lượng nước thải sau xử lý [20].

Mặc dù nghiên cứu về cảm biến quang học kết hợp camera và phần mềm xử lý màu đang phát triển mạnh mẽ trên thế giới, Việt Nam chưa có nhiều nghiên cứu công bố về phương pháp này. Tìm kiếm trên các tạp chí trong nước và dữ liệu từ pubmed database không cho thấy nhiều công trình liên quan đến cảm biến quang học kết hợp camera điện thoại thông minh, điều này cho thấy phương pháp này chưa được phát triển tại Việt Nam [21].

**2. LỰA CHỌN ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU**

* Nghiên cứu chế tạo vật liệu, đánh giá độ chọn lọc, độ nhạy của vật liệu cảm biến quang học với ion ô nhiễm vô cơ mục tiêu sử dụng các thiết bị đo quang học trong phòng thí nghiệm.
* Nghiên cứu chế tạo vật liệu, đánh giá độ chọn lọc, độ nhạy của vật liệu cảm biến quang học với hợp chất ô nhiễm hữu cơ mục tiêu sử dụng các thiết bị đo quang học trong phòng thí nghiệm.
* Nghiên cứu chế tạo bộ nhận mẫu, phần mềm phân tích và khả năng phân tích chất màu.
* Nghiên cứu chế tạo, vận hành và đánh giá hiệu quả của hệ cảm biến quang học dựa trên camera thương mại.
* Nghiên cứu chế tạo, vận hành và đánh giá hiệu quả của hệ cảm biến quang học dựa trên điện thoại thông minh sử dụng phần mềm phân tích màu thông thường.
* Nghiên cứu ứng dụng công nghê học máy được xây dựng từ hợp phần 5 cho hệ cảm biến quang học dựa trên điện thoại thông minh.
* Nghiên cứu khảo sát, đánh giá hàm lượng các hợp chất ô nhiễm trong môi trường thực tế sử dụng cảm biến quang học dựa trên camera thương mại và điện thoại thông minh

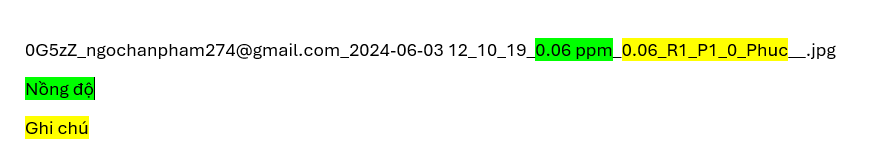
**3. NHỮNG NỘI DUNG ĐÃ THỰC HIỆN**

Bộ dữ liệu hình ảnh chụp bằng điện thoại gồm 1453 file hình ảnh như sau

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Hình 1: Hình ảnh dữ liệu gốc

Định label dữ liệu được đặt theo tên file:



Từ bộ dữ liệu, ta đã trích ra những mẫu đặc trưng có 2 định dạng như sau:

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

Hình 2: Bộ dữ liệu trích xuất phần mẫu

A group of blue squares with white text

Description automatically generated

Hình 3: Bộ dữ liệu trích xuất phần mẫu và viền ngoài

**4 . TỔNG QUÁT HÓA VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ THU ĐƯỢC**

**Bộ số liệu chứa 1071 hình ảnh, trong đó dữ liệu được phân bố như sau:**

**A graph of a distribution

Description automatically generated**

Hình 4: Mức độ phân phối của bộ dữ liệu

**Phương pháp xác định độ đúng (PPM)**

Độ đúng của phương pháp được tính thông qua độ thu hồi. Độ thu hồi được thực

hiện trong trên mẫu nước trong phòng thí nghiệm được thực hiện bằng cách thêm vào

mẫu nước ít nhất ba nồng độ của chất cần phân tich (VD: 1.0; 2.0; 3.0 ppm) và được

thực hiện lặp lại ít nhất 3 lần ở mỗi nồng độ, lấy giá trị trung bình tại các nồng độ. Để

xác định độ đúng của phương pháp trên mẫu thật được đánh giá thông qua một phương

pháp chuẩn (VD. HPLC, UV-Vis, AAS,…). Giá trị xác định bằng phương pháp chuẩn

được xem như giá trị thực. Độ đúng được tính bằng độ chệch (bias).

A white paper with black text and numbers

Description automatically generated

**Đánh giá: bộ dữ liệu hình ảnh thô được chụp trong môi trường không kiểm soát và trên các thiết bị điện thoại khác nhau. Đây là thách thức trong thực hiện ROI và chuẩn hóa màu sắc hình ảnh trước khi huấn luyện mô hình. Hình ảnh được chụp trên thiết bị Android và IOS, kết quả thu được hình trên IOS sẽ cho màu sắc tốt hơn, nhất là các nồng độ thấp. Bộ dữ liệu ảnh vẫn còn nhiều hạn chế về màu sắc của nồng dộ, các hình nồng độ ít khi chụp qua các thiết bị chạy trên hệ điếu hành Android không thu được màu sắc như màu gốc của nồng độ. Ngoài ra do cách pha hỗn hợp nồng độ và cách chụp của từng thành viên cũng ảnh hưởng đến chất lượng hình ảnh. Một số hình ảnh có thêm lớp sáng bên trên, việc này cũng làm cho dữ liệu thêm nhiễu. Việc cho phéo điều chỉnh thiết bị điện thoại trong quá trình chụp cũng dẫn đến một số hình ảnh bị biến dạng, hoặc có hình quá lớn hoặc quá nhỏ.**

# **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

**Bộ dữ liệu hình ảnh được thực hiện trong phòng thí nghiệm, sau quá trình pha chế nồng độ. Mẫu thử sẽ đặt vào ống nghiệm và đưa vào hộp để chụp qua ứng dụng được xây dựng. Số lượng dữ liệu đã thực hiện được chưa đủ số lượng theo đề cương. Tuy nhiên, với số lượng hiện có vẫn đủ để nhóm học máy tiến hành phân tích màu sắc, trích xuất thông tin nồng dộ chất, tiến hành thống kê số lượng ảnh theo từng mức nồng dộ. Áp dụng các phương pháp trích xuất vùng ROI và vùng hỗ trợ bên ngoài. Việc cho phép dùng các thiết bị khác nhau để chụp ảnh, dẫn đến một số ảnh có màu sắc kém do chất lượng của thiết bị. Ngoài ra, màu sắc của từng nồng độ chất cũng chịu ảnh hưởng từ người pha chế, người chụp ảnh dẫn đến ảnh thu được sau mỗi lần chụp có thể khác nhau. Một số hình ảnh vẫn có tình trạng lóa sáng, dẫn đến sai số khi phân tích, một số ảnh chất lượng rất thấp có thể làm mô hình dự đoán sai.**

**Kiến nghị: điều chỉnh lại phần ứng dụng chụp ảnh, tang cường chất lượng ảnh sau khi chụp. Ngoài ra nếu có thể thì chỉnh sửa lại hộp thiết bị để tránh tình trạng lóa sáng, tránh tình trạng cho phép thiết bị di động có thể được điều chỉnh theo chiều ngang hay dọc, vì điều này có thể làm cho ảnh chụp thu được có chất lượng kém.**

# **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] J. Kaiser, et al., “*Assessment of water toxicity using Microtox test*,” Journal of Water Research, vol. 44, pp. 123-130, 2010, doi: 10.1016/j.watres.2010.02.013.

[2] M. Lewis, et al., “*Algae growth inhibition test for pesticide toxicity*,” Environmental Science & Technology, vol. 46, no. 8, pp. 4562-4569, 2012, doi: 10.1021/es2036293.

[3] Q. He, et al., “*Detection of clenbuterol using gold nanoparticles*,” Analytical Chemistry, vol. 87, no. 3, pp. 1531-1538, 2015, doi: 10.1021/ac504137h.

[4] K. Shrivas, et al., “*Paper-based devices for colorimetric detection of metal ions*,” Journal of Hazardous Materials, vol. 381, pp. 120893, 2020, doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.120893.

[5] S. Hussain, et al., “*Development of a mobile phone app for fluoride detection*,” Environmental Science & Technology, vol. 53, no. 5, pp. 2901-2908, 2019, doi: 10.1021/acs.est.8b05613.

[6] Y. Liu, et al., “*Aptamer-based assays for antibiotic detection using AuNPs*,” Analytical Methods, vol. 13, no. 5, pp. 750-757, 2021, doi: 10.1039/D0AY02232J.

[7] S. Kim, et al., “*Development of a coumarin-based fluorescent sensor for CN-,*” Chemical Communications, vol. 50, no. 37, pp. 5034-5037, 2014, doi: 10.1039/C4CC00810K.

[8] J. Yoon, et al., “*Fluorescein-based sensors for metal ions and anions,*” Journal of the American Chemical Society, vol. 135, no. 28, pp. 10292-10300, 2013, doi: 10.1021/ja404653n.

[9] X. Zhang, et al., “*Pillar[5]arene-based sensors for pesticide detection*,” Journal of Materials Chemistry, vol. 8, no. 35, pp. 17357-17363, 2020, doi: 10.1039/D0TC02954A.

[10] Z. Wang, et al., “*Smartphone-based detection of copper ions using gold nanoparticles*,” Sensors and Actuators B: Chemical, vol. 255, pp. 2125-2131, 2018, doi: 10.1016/j.snb.2017.08.156.

[11] Đoàn Văn Đạt, et al., “*Ứng dụng nano vàng và bạc để định lượng Fe3+*,” Journal of Science and Technology, vol. 57, no. 5, pp. 34-42, 2019.

[12] Đoàn Văn Đạt, et al., “*Định lượng Pb2+ bằng nano vàng*,” Journal of Science and Technology, vol. 58, no. 3, pp. 45-52, 2020.

[13] Lê Tuấn Anh, et al., “*Sử dụng nano bạc trên graphene oxide để định lượng Cr (VI)*,” Journal of Applied Chemistry, vol. 12, no. 2, pp. 60-68, 2021.

[14] Trần Văn Lưu, et al., “*Phát triển cảm biến dựa trên nano bạc để phát hiện nhanh các ion kim loại nặng,*” Journal of Environmental Science, vol. 13, no. 3, pp. 76-85, 2022.

[15] Nguyễn Hoàng Dũng, et al., “*Hệ cảm biến AuNPs – Aptamer để định lượng streptomycin*,” Journal of Food Safety, vol. 21, no. 4, pp. 34-41, 2022.

[16] Đồng Huy Giới, et al., “*Phát hiện thủy ngân bằng hệ AuNPs – Apt*,” Journal of Agricultural Science, vol. 17, no. 6, pp. 56-63, 2022.

[17] Dương Tuấn Quang, et al., *“Cảm biến benzothiazolium để định lượng Pb2+,”* Journal of Chemical Analysis, vol. 10, no. 2, pp. 23-30, 2017.

[18] Dương Tuấn Quang, et al., “*Định lượng Hg2+ bằng hệ thuốc nhuộm spirolactam-rhodamine 6G*,” Journal of Fluorescence, vol. 18, no. 4, pp. 85-92, 2018.

[19] Nguyễn Thị Thanh Huyền, et al., “*Phát triển cảm biến sinh học để phát hiện nhanh vi khuẩn E. coli*,” Journal of Biotechnology, vol. 19, no. 7, pp. 54-61, 2021.

[20] Phạm Thế Hải, et al., “*Cảm biến sinh học sử dụng vi sinh vật để đánh giá chất lượng nước thải*,” Journal of Environmental Technology, vol. 14, no. 2, pp. 45-53, 2020.

[21] Nguyễn Xuân Hoàn, et al., “*Phát triển bộ kít chỉ thị sinh học*,” Journal of Environmental Monitoring, vol. 15, no. 4, pp. 78-85, 2019.