

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
VIỆN TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG



KỶ YẾU HỘI THẢO
KHOA HỌC QUỐC GIA LẦN THỨ V
MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
Conference on Environment and Sustainable Development
(CESD - 2025)



NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
VIỆN TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG**

**KỶ YẾU HỘI THẢO
KHOA HỌC QUỐC GIA LẦN THỨ V
MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

**Conference on Environment and Sustainable
Development (CESD - 2025)**

**NHÀ XUẤT BẢN
TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM**

BAN TỔ CHỨC

Đồng Trưởng ban:

PGS.TS. Lưu Thế Anh, VNU-CRES

GS.TS. Nguyễn Cao Huân, Hội Địa lý Việt Nam

Phó Trưởng Ban:

PGS.TS. Bùi Ngọc Quý, VNU-CRES

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải, Hội Địa lý Việt Nam

Ủy viên:

GS.TSKH. Trương Quang Học, VNU-CRES

GS.TS. Mai Trọng Nhuận, ĐHQGHN

GS.TS. Trương Quang Hải, Hội Địa lý Việt Nam

GS.TS. Đặng Kim Chi, VACNE

PGS.TS. Lại Vĩnh Cẩm, Hội Địa lý Việt Nam

TS. Hoàng Văn Thắng, VNU-CRES

TS. Võ Thanh Sơn, VNU-CRES

TS. Lê Thị Vân Huệ, VNU-CRES

TS. Trần Thị Hằng, VNU-CRES

TS. Vũ Văn Tâm, VNU-CRES

TS. Lê Văn Giang, VNU-CRES

TS. Nghiêm Thị Phương Tuyền, VNU-CRES

TS. Đào Minh Trường, VNU-CRES

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:

PGS.TS. Lưu Thế Anh, VNU-CRES

Phó Trưởng Ban:

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải, Hội Địa lý Việt Nam

PGS.TS. Bùi Ngọc Quý, VNU-CRES

Ủy viên:

GS.TSKH. Trương Quang Học, VNU-CRES

GS.TS. Nguyễn Cao Huân, Hội Địa lý Việt Nam

GS.TS. Trương Quang Hải, Hội Địa lý Việt Nam

PGS.TS. Lại Vĩnh Cẩm, Hội Địa lý Việt Nam

PGS.TS. Lê Đức Minh, VNU-CRES

TS. Trần Thị Hằng, VNU-CRES

TS. Võ Thanh Sơn, VNU-CRES

TS. Lê Văn Giang, VNU-CRES

TS. Nguyễn Mạnh Dũng, VNU-CRES

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban:

PGS.TS. Bùi Ngọc Quý, VNU-CRES

Phó Trưởng Ban:

TS. Trần Thị Hằng, VNU-CRES

TS. Lê Văn Giang, VNU-CRES

Ủy viên:

TS. Nguyễn Mạnh Dũng, VNU-CRES

ThS. Bùi Thị Hà Ly, VNU-CRES

ThS. Phạm Việt Hùng, VNU-CRES

ThS. Lê Trọng Toán, VNU-CRES

ThS. Đặng Thị Hương Giang, VNU-CRES

ThS. Nguyễn Kiều Oanh, VNU-CRES

KS. Đinh Thị Hoa, VNU-CRES

MỤC LỤC

MỤC LỤC	iv
LỜI NÓI ĐẦU.....	1
PHẦN I.....	3
CHUYỂN ĐỔI XANH, KINH TẾ TUẦN HOÀN, KINH TẾ XANH, NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG	3
Chuyển đổi xanh, hướng tới phát triển bền vững trong tình hình mới hiện nay	4
<i>Trương Quang Học¹.....</i>	<i>4</i>
Nông nghiệp Việt Nam trong kỷ nguyên mới	31
<i>Trần Đức Viên¹, Cao Trường Sơn¹</i>	<i>31</i>
Công nghệ sinh học: Động lực cho kinh tế xanh và phát triển bền vững...57	
<i>Nguyễn Phúc Quân¹.....</i>	<i>57</i>
Thực trạng và giải pháp chuyển đổi xanh	70
<i>Nguyễn Thị Thanh Hà¹.....</i>	<i>70</i>
Phục hồi hệ sinh thái cho sự phát triển bền vững trong bối cảnh biến đổi khí hậu: Tổng quan trên thế giới và thực tiễn tại Việt Nam	81
<i>Võ Thanh Sơn¹.....</i>	<i>81</i>
Tác động của hoạt động nuôi trồng thủy sản tại hồ Hòa Bình đến chất lượng nước: Hiện trạng và Giải pháp	120
<i>Đinh Thị Hoa^{1,2}, Kim Minh Anh³, Nguyễn Thị Hạnh Tiên⁴, Nguyễn Thị Thu Hiền², Hoàng Thị Thu Hương².....</i>	<i>120</i>
Đánh giá một số tác động từ phát triển năng lượng tái tạo đến tài nguyên môi trường: nghiên cứu điển hình tại tỉnh Quảng Trị, Việt Nam	133
<i>Phan Tuấn Anh¹, Nguyễn Đức Tùng², Phạm Việt Hùng³</i>	<i>133</i>
Chuyển đổi năng lượng tái tạo: Cơ hội và thách thức cho người dân vùng đệm ven biển ở vùng châu thổ Sông Hồng.....	154
<i>Lê Trọng Toán¹.....</i>	<i>154</i>
Làm bàn về việc sáp nhập các trường đại học theo tinh thần Nghị quyết 71-NQ/TW của Bộ Chính trị về đột phá phát triển giáo dục và đào tạo	169
<i>Trần Đức Viên¹.....</i>	<i>169</i>

PHẦN II.	184
QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN, BẢO TỒN THIÊN NHIÊN VÀ ĐA DẠNG SINH HỌC	184
Một số dẫn liệu bước đầu về đặc điểm sinh học cá bông hoa (<i>Acanthogobius flavimanus</i>) ở Bắc Việt Nam	185
<i>Nguyễn Trần Ngọc Mai¹, Tạ Thị Thủy², Vũ Thị Hương Giang¹, Đương Thị Huyền¹, Trần Đức Hậu¹</i>	<i>185</i>
Ứng dụng viễn thám trong đánh giá biến động môi trường nước ven bờ Vịnh Hạ Long do ảnh hưởng hoạt động khai thác than.....	194
<i>Nguyễn Đỗ Khánh Linh¹, Vũ Anh Tuấn², Ngô Đức Anh², Nguyễn Thanh Bình³</i>	<i>194</i>
Các khu dự trữ sinh quyển được UNESCO công nhận tại Việt Nam: mô hình phát triển bền vững của Việt Nam và Thế giới	212
<i>Vũ Thục Hiền¹, Nguyễn Văn Hiền^{1,2}, Dương Minh Lam^{1,2}, Nguyễn Văn Quyền^{1,2}, Vũ Thị Hằng^{1,2}</i>	<i>212</i>
Đa dạng sinh học và nguy cơ suy giảm quần thể đom đóm (Lampyridae): Bài học và định hướng bảo tồn tại Việt Nam	232
<i>Trần Thị Hằng¹</i>	<i>232</i>
Đánh giá mối tương quan giữa nhiệt độ và đặc điểm lớp phủ mặt đất sử dụng dữ liệu viễn thám	247
<i>Nguyễn Thu Hà^{1,2}, Nguyễn Thanh Hòa^{3,4}, Lê Mai Sơn¹</i>	<i>247</i>
Nghiên cứu ứng dụng công nghệ địa không gian trong giám sát và bảo tồn hệ sinh thái rừng ngập mặn khu vực Vườn Quốc gia Xuân Thủy.....	254
<i>Bùi Ngọc Quý^{1,2}, Vũ Sơn Tùng³, Hà Trí Sơn⁴</i>	<i>254</i>
Đa dạng thành phần loài, cấu trúc và sự phân bố của rừng ngập mặn ở đầm Thị Nại, tỉnh Bình Định.....	269
<i>Lê Xuân Tuấn¹, Vũ Văn Tâm²</i>	<i>269</i>
Nghiên cứu ứng dụng kết hợp hệ thống giám sát tự động sử dụng UAV và thị giác máy tính trong công tác giám sát ô nhiễm nước sông khu vực Đồng bằng sông Cửu Long.....	277
<i>Nguyễn Thị Thu Hương¹</i>	<i>277</i>
PHẦN III.	286

THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, KIỂM KÊ KHÍ NHÀ KÍNH VÀ	286
THỊ TRƯỜNG CÁC-BON	286
Carbon xanh trong năng suất lượng rơi tại rừng ngập mặn trồng vùng cửa sông Hồng.....	287
<i>Hà Thị Hiền¹, Nguyễn Thị Kim Cúc²</i>	<i>287</i>
Hiện trạng và thách thức của carbon xanh rừng ngập mặn Nam Trung Bộ khi gia nhập thị trường tín chỉ carbon rừng Việt Nam	295
<i>Huỳnh Thị Hồng Trang¹, Hà Thị Hiền¹</i>	<i>295</i>
Đặc điểm vi phạm pháp luật về môi trường và thực tiễn công tác đấu tranh của lực lượng Công an nhân dân trong bối cảnh biến đổi khí hậu	312
<i>Đinh Anh Tuấn¹.....</i>	<i>312</i>
Đánh giá khả năng lưu trữ cacbon và cải thiện một số tính chất đất trồng nho của biochar được sản xuất từ phụ phẩm cắt tỉa trong vườn nho.....	324
<i>Phạm Thị Hà Nhung¹, Nguyễn Viêt Trường¹, Đặng Lương Tuấn Mạnh¹.....</i>	<i>324</i>
PHẦN IV.....	335
QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG VÀ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ Ô NHIỄM, XỬ LÝ CHẤT THẢI.....	335
Thu hồi nitơ và photpho trong nước thải chăn nuôi lợn bằng công nghệ kết tinh tầng sôi	336
<i>Nguyễn Gia Cường¹, Nguyễn Ái Quỳnh¹, Lưu Thế Anh¹, Lê Văn Giang¹.....</i>	<i>336</i>
Đẩy mạnh áp dụng công nghệ xử lý chất thải theo hướng thu hồi vật chất phát sinh từ ngành công nghiệp xi măng tại Việt Nam theo định hướng kinh tế tuần hoàn	346
<i>Nguyễn Trường Huynh^{1,2}, Đặng Trung Dũng³, Lê Văn Giang², Nguyễn Kiều Nga⁴</i>	<i>346</i>
Nghiên cứu các phương pháp chiết tách Fe, Al trong giải pháp thu hồi kim loại của mẫu bùn đỏ.....	362
<i>Hoàng Thị Kim Yến¹, Lê Hồng Hải¹, Lê Văn Giang¹, Nguyễn Mạnh Dũng¹</i>	<i>362</i>
Nghiên cứu xử lý và thu hồi sunfua trong nước thải tổng hợp.....	378

<i>Lê Hồng Hải¹, Lê Văn Giang¹, Nguyễn Mạnh Dũng¹, Nguyễn Ái Quỳnh¹, Hoàng Thị Kim Yến¹</i>	378
Chế tạo màng sợi nano PAN/G-C ₃ N ₄ và ứng dụng trong xử lý Rhodamine B dưới ánh sáng khả kiến kết hợp PMS	387
<i>Nguyễn Mạnh Dũng¹, Lưu Thế Anh¹, Nguyễn Đăng Thắng¹, Nguyễn Văn Đoàn¹, Nguyễn Văn Thuần², Nguyễn Viết Hưng³</i>	387
Nghiên cứu đánh giá rác thải biển cỡ lớn và tình trạng ô nhiễm dọc theo vùng ven biển thành phố Vũng Tàu	395
<i>Nguyễn Minh Kỳ¹, Lê Văn Giang², Nguyễn Tuấn Anh¹, Đoàn Thị Quỳnh Trâm¹, Nguyễn Ninh Hải¹, Phạm Minh Thuận³</i>	395
Đánh giá tác động môi trường đất và nước dưới đất tại khu vực thi công cọc khoan nhồi	404
<i>Nguyễn Công Mạnh¹, Huỳnh Thị Ngọc Oanh¹, Huỳnh Anh Tuấn¹, Nguyễn Minh Kỳ²</i>	404
PHẦN V.	413
QUY HOẠCH VÀ TỔ CHỨC LÃNH THỔ, AN NINH NGUỒN NƯỚC	413
Điều chỉnh ranh giới vùng đệm Di sản thiên nhiên thế giới vịnh Hạ Long phục vụ quản lý và phát triển bền vững	414
<i>Lưu Thế Anh¹, Bùi Ngọc Quý^{1,2}</i>	414
Chuyển dịch đất đai đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững tại thành phố Hà Nội	425
<i>Tô Xuân Thọ¹, Nguyễn Thị Diễm Hằng²</i>	425
Giám sát không - thời gian quá trình lấn biển tại thành phố Hạ Long, Quảng Ninh bằng ảnh viễn thám quang học và công nghệ Google Earth Engine	440
<i>Nguyễn Mạnh Hùng^{1,2}, Lê Mai Sơn¹, Vũ Đình Chiêu³, Lương Ngọc Dũng³, Đào Duy Toàn³</i>	440
Nghiên cứu, dự báo diễn biến đường bờ dải ven biển tỉnh Nam Định.....	457
<i>Phạm Việt Hùng¹, Nguyễn Thái Sơn²</i>	457
Quản lý tài nguyên nước bền vững tại Đồng bằng sông Cửu Long: Thực trạng và hướng giải pháp đột phá	474
<i>Trần Đăng Khoa¹</i>	474

Sinh kế và sự gắn kết: Tác động khác biệt của thủy điện nhỏ đối với cộng đồng dân tộc thiểu số tại Lào Cai..... 493

Bùi Thị Hà Ly¹, Lê Thị Vân Huệ¹..... 493

Từ hình thái đến quy hoạch: Nghiên cứu trường hợp đô thị di sản ven biển Hạ Long (Quảng Ninh)..... 516

Đặng Thị Hương Giang¹, Ngô Ngọc Dung¹ 516

PHẦN VI..... 530

HỆ SINH THÁI RỪNG NGẬP MẶN VÀ ĐẤT NGẬP NƯỚC..... 530

Kết quả 30 năm (1995 - 2025) thực hiện chương trình hợp tác nghiên cứu và phục hồi rừng ngập mặn giữa Tổ chức hành động phục hồi rừng ngập mặn (ACTMANG), Nhật Bản và Ban nghiên cứu Hệ sinh thái rừng ngập mặn (MERD/CRES)..... 531

*Asano Tetsumi¹, Kogo Motohiko¹, Miyamoto Chiharu¹, Suda Seiji¹,
 Phan Nguyên Hồng², Phan Hồng Anh², Nguyễn Thị Kim Cúc²,
 Nguyễn Xuân Tùng²..... 531*

Ti lệ sống của rừng hồn giao Bần trắng (*Sonneratia alba*) và Mắm trắng (*Avicennia alba*) trồng trên đất bồi tụ tại Khu Dự trữ sinh quyển Rừng ngập mặn Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh 538

*Nguyễn Minh Thành¹, Huỳnh Đức Hoàn¹, Bùi Nguyễn Thế Kiệt¹,
 Lương Thị Thu Thảo¹, Nguyễn Thị Phương Linh¹, Huỳnh Đức Hiếu¹,
 và Viên Ngọc Nam²..... 538*

Đặc điểm cấu trúc tầng cây cao của rừng ngập mặn tại xã Kim Đông, tỉnh Ninh Bình 550

*Trần Thị Mai Sen¹, Tạ Văn Vạn², Hoàng Thị Lan³ Lê Hải Trung^{4, 5}
 550*

Ứng dụng công nghệ GIS để quản lý đa dạng thực vật tại Khu Dự trữ sinh quyển Rừng ngập mặn Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh..... 561

*Viên Ngọc Nam¹, Huỳnh Đức Hoàn², Bùi Nguyễn Thế Kiệt², Nguyễn
 Minh Thành² 561*

Đa dạng thành phần loài thực vật: tiền đề nuôi dưỡng và bảo tồn đa dạng sinh học động vật tại Khu quy hoạch Sân chim Vàm Sát trong Khu Dự trữ sinh quyển thế giới Rừng ngập mặn Cần Giờ 575

*Huỳnh Đức Hoàn¹, Đặng Ngọc Hiệp¹, Phan Văn Trung¹, Lương Thị
 Thu Thảo¹, Nguyễn Thị Phương Linh¹, Huỳnh Đức Hiếu¹, Đặng
 Ngọc Hằng¹..... 575*



Ban Nghiên cứu Hệ sinh thái rừng ngập mặn (MERD) 30 năm xây dựng và
phát triển..... 600

Phan Nguyên Hồng¹, Phan Hồng Anh¹, Nguyễn Thị Kim Cúc¹... 600

Nghiên cứu ứng dụng kết hợp hệ thống giám sát tự động sử dụng UAV và thị giác máy tính trong công tác giám sát ô nhiễm nước sông khu vực Đồng bằng sông Cửu Long

Nguyễn Thị Thu Hương^{1,*}

¹Trường Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam.

Ngày nhận bài 30/6/2025; ngày chỉnh sửa 30/8/2025; ngày chấp nhận đăng 15/9/2025

Tóm tắt: Ô nhiễm nguồn nước đang là một thách thức lớn đối với quản lý môi trường tại Việt Nam, đặc biệt tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Các phương pháp giám sát truyền thống tốn kém, mất nhiều thời gian và không đủ khả năng bao quát cũng như phản ứng kịp thời trước các hành vi xả thải trái phép. Nghiên cứu này đề xuất và thử nghiệm một hệ thống giám sát tự động, sử dụng máy bay không người lái (UAV) trang bị cảm biến quang học (RGB) và đa phổ (Multispectral) kết hợp với các mô hình học sâu (deep learning) để tự động phát hiện ô nhiễm nước. Chúng tôi đã thu thập dữ liệu từ các đoạn sông Hậu và một số kênh rạch lân cận thuộc địa phận thành phố Cần Thơ và tỉnh An Giang trong thời gian 3 tháng. Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình Mạng nơ-ron tích chập (CNN) YOLOv8 được huấn luyện trên tập dữ liệu này có khả năng nhận diện vệt nước có màu khác lạ, vùng xả thải, và rác thải nhựa với độ chính xác cao. Cụ thể, hệ thống đạt độ chính xác 92.4% trong phân loại tổng thể, với độ nhạy 94.1% cho việc phát hiện rác thải nhựa và 89.5% cho các vùng nước bị biến đổi màu. Các kết quả này chứng minh tính hiệu quả, tính ứng dụng thực tiễn cao và tiềm năng mở rộng của công nghệ trong việc giám sát và quản lý tài nguyên nước tại Việt Nam, góp phần xây dựng hệ thống cảnh báo sớm và bền vững.

Keywords: Ô nhiễm nước, UAV, drone, thị giác máy tính, học sâu, đồng bằng sông Cửu Long, giám sát môi trường.

1. Đặt vấn đề

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một trong những vựa

lúa và thủy sản lớn nhất Việt Nam, đóng vai trò quan trọng trong an ninh lương thực quốc gia và kinh tế

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Thu Hương
E-mail: nguyenthithuhuongtdpt@humg.edu.vn

khu vực. Tuy nhiên, vùng đất màu mỡ này đang phải đối mặt với áp lực môi trường ngày càng gia tăng từ các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội. Ô nhiễm nguồn nước, đặc biệt từ nước thải công nghiệp, nông nghiệp (thuốc trừ sâu, phân bón) và sinh hoạt, đang trở thành một mối đe dọa nghiêm trọng đối với sức khỏe cộng đồng, đa dạng sinh học và sự phát triển bền vững của vùng [1, 4].

Các phương pháp giám sát chất lượng nước truyền thống, bao gồm việc lấy mẫu nước tại chỗ và phân tích trong phòng thí nghiệm, mặc dù cung cấp dữ liệu chính xác về các thông số hóa - lý - sinh, nhưng lại tốn kém về thời gian, chi phí và nguồn nhân lực. Hơn nữa, những phương pháp này chỉ cung cấp dữ liệu điểm, không thể bao quát toàn bộ diện tích rộng lớn của hệ thống sông ngòi, kênh rạch chằng chịt tại ĐBSCL. Điều này dẫn đến sự chậm trễ trong việc phát hiện các sự cố ô nhiễm, khó khăn trong việc xác định nguồn gây ô nhiễm và thiếu cơ sở dữ liệu toàn diện để đưa ra các quyết định quản lý hiệu quả [2].

Nghiên cứu này đề xuất một giải pháp tích hợp, sử dụng công nghệ viễn thám hiện đại với máy bay không người lái (UAV) kết hợp với trí tuệ nhân tạo (AI) và thị giác máy tính để tự động giám sát ô nhiễm nước. Mục tiêu chính là xây dựng

một hệ thống có khả năng tự động nhận diện các dấu hiệu ô nhiễm từ trên cao (như vệt nước có màu bất thường, vùng xả thải công nghiệp, và rác thải nhựa), cung cấp dữ liệu tức thời và định vị chính xác cho các nhà quản lý môi trường. Chúng tôi tin rằng, việc kết hợp giữa khả năng thu thập dữ liệu chi tiết, linh hoạt của UAV và khả năng phân tích tự động, tốc độ cao của thị giác máy tính sẽ tạo ra một công cụ hiệu quả, hỗ trợ đắc lực cho các cơ quan quản lý trong việc bảo vệ và phục hồi nguồn nước tại ĐBSCL.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu và thiết bị sử dụng để thu thập dữ liệu



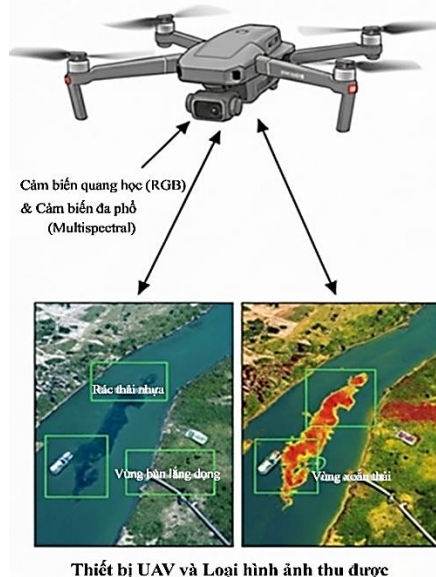
Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại một số đoạn sông Hậu và các kênh rạch lân cận thuộc địa phận thành phố Cần Thơ và tỉnh An Giang, thuộc Đồng bằng sông Cửu Long (Hình 1). Các khu vực này được lựa chọn dựa trên mức độ hoạt động công nghiệp, nông nghiệp và dân cư cao,

đồng thời có lịch sử ghi nhận các sự cố ô nhiễm nước.

Sự ra đời và phát triển vượt bậc của công nghệ máy bay không người lái (UAV), hay còn gọi là Drone, đã mang đến một giải pháp đột phá để khắc phục những hạn chế của các phương pháp truyền thống. UAV với khả năng bay linh hoạt, tự động hóa cao, và chi phí vận hành ngày càng tối ưu, có thể được trang bị đa dạng các loại cảm biến (như camera quang học, đa phổ, siêu phổ, cảm biến nhiệt, cảm biến chất lượng không khí,...) để thu thập dữ liệu môi trường [10, 14, 15]. Khả năng thu thập dữ liệu độ phân giải cao, theo yêu cầu và gần thời gian thực của UAV đã mở ra tiềm năng to lớn trong nhiều lĩnh vực giám sát môi trường [2, 3, 10, 14]. Trong quá trình thu thập dữ liệu, chúng tôi đã sử dụng các thiết bị sau: Thiết bị drone DJI Mavic 3 Enterprise có khả năng bay ổn định được trang bị các cảm biến chất lượng cao; camera quang học (RGB) độ phân giải 20 megapixel, cho phép thu thập hình ảnh chi tiết, màu sắc chân thực; cảm biến đa phổ (multispectral) cung cấp hình ảnh ở bốn băng tần (đỏ, xanh lá, xanh dương, cận hồng ngoại), giúp phát hiện những thay đổi tính chất vật lý của nước mà không thể nhìn thấy bằng mắt thường. Phần mềm DJI Pilot 2 được sử dụng để lập kế hoạch thiết kế ca bay, và điều khiển

thiết bị bay.



Hình 2. Mô tả thiết bị UAV cùng các loại hình ảnh thu thập được

Quy trình thu thập dữ liệu: Thực hiện các ca bay theo phương án đã thiết kế (hai lần/tuần) trong thời gian 3 tháng (từ tháng 3 đến tháng 5 năm 2024) để thu thập dữ liệu điều kiện môi trường trong các thời điểm khác nhau. UAV bay ở độ cao cố định 100m so với mặt nước. Ở độ cao này, độ phân giải ảnh đạt khoảng 2.5 cm/pixel, đảm bảo khả năng phát hiện các đối tượng nhỏ như rác thải nhựa và các vệt nước bất thường. Tổng cộng, chúng tôi đã thu thập được 2,500 hình ảnh quang học (RGB) và 2,500 hình ảnh đa phổ, tạo thành một tập dữ liệu phong phú để huấn luyện và kiểm định mô hình.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

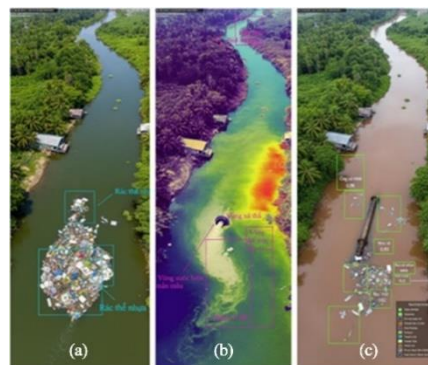
2.2.1. Xử lý dữ liệu

Trong kỷ nguyên công nghệ 4.0, thị giác máy tính đóng vai trò ngày càng quan trọng trong nhiều lĩnh vực, từ tự động hóa công nghiệp, xe tự hành, an ninh giám sát, đến phân tích y học. Một trong những nhiệm vụ cốt lõi và thách thức nhất của thị giác máy tính là nhận dạng đối tượng, đòi hỏi hệ thống không chỉ xác định được sự hiện diện của đối tượng mà còn phải định vị chính xác vị trí của chúng bằng cách vẽ các khung bao (bounding boxes).

Các phương pháp nhận dạng đối tượng truyền thống thường dựa vào các đặc trưng thủ công và mô hình học máy nông, dẫn đến hạn chế về độ chính xác và khả năng tổng quát hóa khi đối diện với các biến thể phức tạp của hình ảnh (như thay đổi về góc nhìn, điều kiện ánh sáng, hoặc vật thể bị che khuất một phần).

Sự trỗi dậy của Mạng nơ-ron tích chập (CNN). Sự phát triển của Học sâu (Deep Learning), đặc biệt là Mạng nơ-ron tích chập (Convolutional Neural Networks - CNNs), đã tạo ra một cuộc cách mạng trong lĩnh vực nhận dạng đối tượng. Các kiến trúc CNN tiên tiến có khả năng tự động học hỏi và trích xuất các đặc trưng phức tạp, phân cấp từ dữ liệu hình ảnh thô. Trong số các mô hình CNN, kiến

trúc YOLO (You Only Look Once) nổi bật nhờ khả năng thực hiện nhận dạng đối tượng trong thời gian thực (real-time). Thay vì sử dụng hai giai đoạn (trích xuất vùng quan tâm và phân loại), YOLO hợp nhất toàn bộ quá trình thành một mạng nơ-ron duy nhất, trực tiếp dự đoán khung bao và xác suất lớp từ hình ảnh. Điều này mang lại tốc độ xử lý vượt trội so với các mô hình hai giai đoạn như R-CNN hay Faster R-CNN.



Hình 3. Quy trình gán nhãn và kết quả phát hiện của mô hình. (a) Gán nhãn rác thải nhựa trên ảnh RGB; (b) Phát hiện vùng nước biển màu và xả thải từ ảnh đa phổ; (c) Kết quả nhận diện tự động các đối tượng ô nhiễm bằng mô hình YOLOv8 với các hộp giới hạn và độ tin cậy

Các dữ liệu ảnh UAV thu nhận được tiền xử lý (chỉnh sửa độ sáng, độ tương phản) và sau đó được chúng tôi sử dụng phần mềm Labelbox để gán nhãn (khoảng 1,500 hình ảnh đã được gán nhãn). Các đối tượng được gán nhãn bao

gồm bốn loại chính: (1) Rác thải nhựa gồm các vật thể nhựa trôi nổi trên mặt nước (chai, túi nilon, hộp xốp); (2) vệt dầu loang là các mảng dầu có màu sắc và kết cấu khác biệt rõ ràng so với nước xung quanh; (3) vùng nước biến màu là các khu vực nước có màu sắc khác thường (xanh đậm, đỏ, đen) do xả thải, tảo nở hoa hoặc bùn lắng; và (4) ống xả thải gồm các ống dẫn trực tiếp từ bờ ra sông, thường kèm theo dòng nước thải.

2.2.2. Kiến trúc mô hình và huấn luyện

Trong kỷ nguyên công nghệ 4.0, thị giác máy tính đóng vai trò ngày càng quan trọng trong nhiều lĩnh vực, từ tự động hóa công nghiệp, xe tự hành, an ninh giám sát, đến phân tích y học,... Một trong những nhiệm vụ cốt lõi và thách thức nhất của thị giác máy tính là nhận dạng đối tượng (Object Detection), đòi hỏi hệ thống không chỉ xác định được sự hiện diện của đối tượng mà còn phải định vị chính xác vị trí của chúng bằng cách vẽ các khung bao (bounding boxes) [6].

Các phương pháp nhận dạng đối tượng truyền thống thường dựa vào các đặc trưng thủ công (hand-crafted features) và mô hình học máy nông (shallow machine learning), dẫn đến hạn chế về độ chính xác và khả năng tổng quát hóa khi đối diện với các biến thể

phức tạp của hình ảnh (như thay đổi về góc nhìn, điều kiện ánh sáng, hoặc vật thể bị che khuất một phần) [5, 7].

Sự phát triển của Học sâu (Deep Learning), đặc biệt là Mạng nơ-ron tích chập (Convolutional Neural Networks - CNNs), đã tạo ra một cuộc cách mạng trong lĩnh vực nhận dạng đối tượng. Các kiến trúc CNN tiên tiến có khả năng tự động học hỏi và trích xuất các đặc trưng phức tạp, phân cấp từ dữ liệu hình ảnh thô [11].

Trong số các mô hình CNN, kiến trúc YOLO (You Only Look Once) nổi bật nhờ khả năng thực hiện nhận dạng đối tượng trong thời gian thực (real - time). Thay vì sử dụng hai giai đoạn (trích xuất vùng quan tâm và phân loại), YOLO hợp nhất toàn bộ quá trình thành một mạng nơ-ron duy nhất, trực tiếp dự đoán khung bao và xác suất lớp từ hình ảnh. Điều này mang lại tốc độ xử lý vượt trội so với các mô hình hai giai đoạn như R-CNN hay Faster R-CNN [8, 12, 13].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng kiến trúc mạng nơ-ron tích chập (CNN) YOLOv8. YOLOv8 là một mô hình phát hiện đối tượng thời gian thực nổi bật với tốc độ xử lý nhanh và độ chính xác cao [1, 8]. Mô hình được huấn luyện trên tập dữ liệu đã gán nhãn với các tham số được tối ưu hóa: kích thước

batch 16, số epoch 100, tốc độ học 0.001. Sau đó, tập dữ liệu gồm 1,500 hình ảnh đã gán nhãn được chia ngẫu nhiên thành ba phần, Trong đó, có 70% (1,050 hình ảnh) đã được sử dụng để huấn luyện mô hình, 15% (225 hình ảnh) được sử dụng để điều chỉnh siêu tham số và tránh overfitting trong quá trình huấn luyện, và 15% còn lại (225 hình ảnh) được sử dụng để đánh giá

hiệu suất cuối cùng của mô hình.

3. Kết quả và Thảo luận

3.1. Kết quả

Sau quá trình huấn luyện, mô hình YOLOv8 đã cho thấy hiệu suất vượt trội trong việc phát hiện và phân loại các dấu hiệu ô nhiễm trên mặt nước.

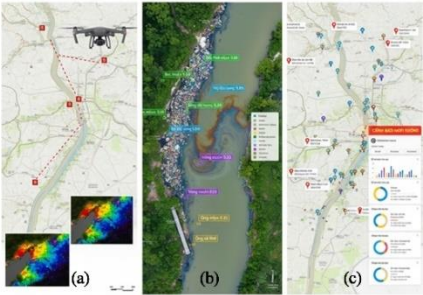
Bảng 1. Các chỉ số hiệu suất chính của mô hình trên tập dữ liệu đánh giá

Loại ô nhiễm	Độ chính xác	Độ nhạy	Điểm F1	Số lượng đối tượng thực tế (trong test set)
Rác thải nhựa	96.5%	94.1%	95.3%	420
Vết nước biến màu	90.2%	89.5%	89.8%	315
Vùng xả thải	88.7%	85.3%	87.0%	190
Trung bình (mAP)	91.8%	90.3%	91.0%	

Trong đó, độ chính xác là tỷ lệ các dự đoán đúng trong tổng số dự đoán tích cực. Độ chính xác cao cho thấy độ tin cậy kết quả giải đoán của mô hình đảm bảo. Độ nhạy là tỷ lệ các giải đoán đúng trong tổng số đối tượng thực tế cần phát hiện, độ nhạy cao cho thấy mô hình ít bỏ sót các đối tượng thực tế. Điểm F1 là trung bình của độ chính xác và độ nhạy, phản ánh hiệu suất của mô hình.

Kết quả cho thấy mô hình hoạt động hiệu quả nhất trong việc phát hiện rác thải nhựa, đạt điểm F1 cao nhất (95.3%). Điều này có thể giải thích bởi sự khác biệt rõ ràng về hình dạng, màu sắc và kết cấu của rác thải so với mặt nước. Đối với vết nước biến màu, sử dụng dữ liệu

đa phổ đã giúp cải thiện đáng kể khả năng nhận diện, điểm F1 đạt 89.8%, ngay cả khi sự thay đổi màu sắc không rõ rệt trên ảnh RGB. Khả năng phát hiện vùng xả thải cũng đạt mức tốt (điểm F1 đạt 87.0%), cho thấy tiềm năng trong việc xác định các điểm ô nhiễm nguồn nước.



Hình 4. Hệ thống giám sát ô nhiễm nước tích hợp UAV và AI. (a) Đường

bay của drone và thu thập dữ liệu quang học/đa phổ; (b) Phân tích hình ảnh bằng AI và phát hiện các đối tượng ô nhiễm; (c) Nền tảng hiển thị tình hình thực tế, cảnh báo và báo cáo trên bản đồ GIS

Để xử lý ảnh (ghép ảnh, chỉnh sửa địa hình, tạo bản đồ trực ảnh), chúng tôi đã sử dụng phần mềm Pix4Dmapper. Và dùng phần mềm QGIS nhằm phân tích địa lý, tích hợp kết quả phát hiện ô nhiễm lên bản đồ GIS để trực quan hóa.

3.2. Thảo luận

3.2.1. Hiệu quả của hệ thống và ứng dụng thực tiễn

3.2.1.1. Tự động hóa và hiệu quả thời gian

Hệ thống đã tự động quét các khu vực giám sát và phân tích hàng nghìn hình ảnh chỉ trong vài giờ. Điều này giúp giảm đáng kể thời gian giám sát thủ công từ nhiều ngày xuống còn vài giờ, cho phép phản ứng nhanh chóng hơn với các sự cố ô nhiễm.

3.2.1.2. Phát hiện sớm và chính xác

Hệ thống đã giúp phát hiện được sớm và chính xác hơn các điểm ô nhiễm. Trong giai đoạn thử nghiệm, hệ thống đã phát hiện được 7 trường hợp xả thải trái phép mới mà các phương pháp truyền thống khó có thể nhận biết kịp thời.

3.2.1.3. Định vị chính xác

Hệ thống này còn có thể định vị chính xác nhờ khả năng tích hợp GPS của UAV, mỗi điểm ô nhiễm

được phát hiện đều được gán tọa độ địa lý chính xác. Dữ liệu này sau đó được tự động tạo CSDL GIS và trình bày lên bản đồ, cung cấp một cái nhìn trực quan và chi tiết về các khu vực ô nhiễm, giúp các đội kiểm tra môi trường dễ dàng xác định vị trí và có biện pháp xử lý kịp thời.

3.2.2. Một số hạn chế

Mặc dù đem lại hiệu quả cao nhưng bên cạnh đó hệ thống vẫn còn có một số những hạn chế như: Hiệu suất của hệ thống có thể bị ảnh hưởng bởi các điều kiện thời tiết khắc nghiệt như mưa lớn, sương mù dày đặc hoặc gió mạnh, hiện tượng phản chiếu ánh sáng mặt trời trên mặt nước gây nhiễu ảnh; hệ thống hiện tại chủ yếu phát hiện ô nhiễm trên bề mặt. Việc đánh giá ô nhiễm ở độ sâu lớn hơn hoặc các thông số hóa học cần các cảm biến chuyên biệt khác; dữ liệu huấn luyện chủ yếu được thu thập trong mùa khô, do đó cần bổ sung dữ liệu từ các mùa khác (mùa mưa, mùa lũ) để tăng cường tính tổng quát và độ tin cậy của mô hình.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã chứng minh tính khả thi và hiệu quả vượt trội của việc ứng dụng công nghệ UAV và thị giác máy tính trong việc giám sát ô nhiễm nước tại Đồng bằng sông Cửu Long. Với khả năng tự động hóa cao, độ chính xác đáng tin cậy và khả năng cung cấp dữ liệu tức thời, hệ thống không chỉ giúp giảm thiểu đáng kể chi phí,

thời gian và nguồn nhân lực so với phương pháp giám sát truyền thống mà còn nâng cao hiệu quả phản ứng và quản lý. Các số liệu thực nghiệm cho thấy đây là một giải pháp tiềm năng để xây dựng một hệ thống cảnh báo sớm, thông minh, góp phần quan trọng vào việc bảo vệ và phục hồi môi trường sông ngòi, kênh rạch, hướng tới sự phát triển bền vững của Việt Nam.

5. Tài liệu tham khảo

1. Bùi V. P., Phan T. H., Đặng M. T. (2021). Ứng dụng mô hình học máy dự báo chất lượng nước dưới đất. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng, 19(4), 45 - 53.
2. Castellano, M., et al. (2020). UAV - based remote sensing for water quality monitoring: A systematic review and future perspectives. Water Research, 186, 116347.
3. Chen, Y., et al. (2021). Deep learning-based approaches for water quality assessment using drone imagery. Environmental Pollution, 277, 116812.
4. Chính phủ (2017). Nghị quyết số 120/NQ-CP ngày 17/11/2017 về phát triển bền vững ĐBSCL thích ứng với BĐKH.
5. Gao, J., & Pei, W. (2020). Detection of marine plastic debris using deep learning and high - resolution remote sensing imagery. Remote Sensing of Environment, 247, 111929.
6. Hồ B. L., Nguyễn V. H., Trần T. T. (2020). Phát hiện tràn dầu bằng ảnh vệ tinh SAR. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Dầu khí, 13(2), 55 - 62.
7. Hu, Y., et al. (2019). Mapping floating plastic debris in coastal waters using Sentinel-2 imagery and machine learning. Science of The Total Environment, 674, 184 - 194.
8. Jocher, G., et al. (2022). YOLOv8: YOLO series object detection. Ultralytics.
9. Kaur, R., & Sarma, P. S. (2023). A comprehensive review on deep learning applications for water pollution detection and classification using remote sensing data. Artificial Intelligence in the Earth Systems, 2(1), e220021.
10. Kussul, N., et al. (2021). The use of UAV multi-spectral imagery for river water quality monitoring: Case study of Dnipro river basin. Ecology and Environmental Sciences, 12(3), 195 - 202.
11. Lary, D. J., et al. (2018). Machine learning in environmental monitoring and risk assessment. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 8(2), e1236.
12. Peralta, J., et al. (2022). Real-time monitoring of riverine plastic litter using YOLOv5

- and UAV systems. *Sensors*, 22(14), 5406.
13. Wang, W., et al. (2023). YOLO-based detection and classification of floating objects in water: A review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(2), 245.
 14. Yang, X., et al. (2019). Detection and monitoring of sewage outfalls using unmanned aerial vehicles and thermal infrared imaging. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 151, 101 - 110.
 15. Zhu Z., et al. (2021). Deep learning for environmental monitoring using drone imagery. *Environmental Science & Technology*, 55(15), 10174 - 10183.

**NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG
VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM**

85 Nguyễn Chí Thanh, Phường Giảng Võ, TP. Hà Nội

Điện thoại: **024.38344108; 024.38343646**

Fax: **024.38344610**; Email: **Info@bando.com.vn**;

Website: <http://bando.com.vn/>

**Kỷ yếu Hội thảo
KHOA HỌC QUỐC GIA LẦN THỨ V
MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
Conference on Environment and Sustainable
Development (CESD - 2025)**

Chịu trách nhiệm xuất bản

**Chủ tịch, Tổng giám đốc kiêm Tổng biên tập
LÊ MINH HẢI**

Biên tập viên

Đặng Đức Hạnh

Đối tác liên kết

VIỆN TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG, ĐHQGHN

ISBN: 978-632-622-197-8

In 250 cuốn, khổ 17,6×25,1 cm, tại Công ty TNHH in VIETCOLOR.
Địa chỉ: Số 2/32A, ngõ 209 phố Đội Cấn, Phường Ngọc Hà, TP. Hà Nội.
ĐKKH xuất bản số: 4074-2025/CXBIPH/01-696/BaĐ
Quyết định xuất bản số: 118/QĐ-NXBTNMT, cấp ngày 17/11/2025.
In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2025.

ISBN 978-632-622-197-8



9 786326 221978

SÁCH KHÔNG BÁN