

ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

Võ Thị Thu Em*, Trần Thị Thanh Nga

Trường Đại học Phú Yên

Ngày nhận bài: 24/09/2021; Ngày nhận đăng: 26/10/2021

Tóm tắt

Việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong phát triển thủy sản, nhất là nuôi trồng thủy sản ở thời đại 4.0 là điều cần thiết cho việc nâng cao năng suất và sản lượng thủy sản, cũng như giảm được chi phí, nhân lực và hạn chế dịch bệnh. Hiện nay, tại Việt Nam nói riêng và thế giới nói chung, mạng lưới vạn vật kết nối internet (Internet of Things (IoT)) và máy học (machine learning) đang được các nhà khoa học cũng như người nuôi quan tâm và ứng dụng trong các công đoạn nhất định của hệ thống nuôi trồng thủy sản. Ứng dụng phổ biến của IoT là giám sát chất lượng nước trong bể, ao, lồng nuôi thủy sản, đồng thời kiểm soát được lượng thức ăn cần thiết cho đối tượng nuôi. Ứng dụng phổ biến của máy học là trong việc đo kích thước cá, xác định bệnh thủy sản, xác định giới tính và nhiều ứng dụng khác.

Từ khóa: *IoT, machine learning, thủy sản, trí tuệ nhân tạo (AI), ứng dụng*

1. Giới thiệu

Nuôi trồng thủy sản là một trong những ngành kinh tế mũi nhọn tại Việt Nam. Tuy nhiên, trước tình hình dịch bệnh xảy ra trong hầu hết các trang trại, ao nuôi (Công Văn Nguyễn, 2017), cùng sự biến đổi khí hậu đã gây ảnh hưởng nhiều đến sản lượng nuôi trồng thủy sản của cả nước trong những năm gần đây. Một trong những giải pháp cho sự phát triển ngành nuôi trồng thủy sản đang được doanh nghiệp và người nuôi quan tâm đó là ứng dụng công nghệ trong nuôi tôm - một đối tượng có giá trị kinh tế tại Việt Nam (Phan Thanh Nghiêm, 2016), ví dụ như công nghệ siêu âm để xử lý môi trường nước, vật liệu nano trong khử trùng, diệt khuẩn nước ao nuôi, vật liệu nano bạc phòng và trị bệnh cho tôm.

Trí tuệ nhân tạo (artificial intelligence (AI)) là ngành khoa học máy tính, thể hiện sự thông minh qua máy móc. Nó giúp máy tính có được trí tuệ của con người như biết cách suy nghĩ, học hỏi, dự đoán và khả năng thích

ứng với sự thay đổi. Hiện nay, tại nhiều nước trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng, việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong nuôi trồng thủy sản nhằm mục đích tối ưu hoạt động cho ăn đối với tôm, cá; ngăn ngừa bệnh tật, theo dõi giá cả thị trường; kiểm tra và xử lý chất lượng nước trong hệ thống nuôi trồng thủy sản. Trong đó Internet of Thing và machine learning được sử dụng phổ biến trong nuôi trồng thủy sản.

Mạng lưới vạn vật kết nối internet (IoT), là một hệ thống gồm các thiết bị, máy móc và kỹ thuật số, có khả năng truyền dữ liệu qua mạng mà không cần có sự tương tác giữa con người với máy tính. Một hệ thống IoT gồm 4 cấu trúc gồm thiết bị (cảm biến), trạm kết nối, hạ tầng mạng (gồm network và đám mây (cloud)), bộ phân tích và xử lý dữ liệu (Services-creation và solution layers). Máy học (machine learning) là phần của trí tuệ nhân tạo, giúp máy tính làm việc, tự dự đoán hoặc đưa ra kết quả mà không cần được lập trình cụ thể dựa trên dữ liệu mẫu hoặc dựa vào kinh nghiệm (đã được học)

Mạng lưới vạn vật kết nối internet và

* Email: thuempknu@gmail.com

máy học là hai công nghệ thuộc trí tuệ nhân tạo được ứng dụng nhiều trong nuôi trồng thủy sản, đặc biệt trong kiểm tra chất lượng nước (Nguyen, và ctv. 2020; Ajith, và ctv. 2020; Hsu, và ctv. 2020; Shin, 2020; Patkar, và ctv. 2020; Tolentino, và ctv. 2020; Tawfeeq, và ctv. 2019; Dzulqornain, và ctv. 2017; Sivabalan, và ctv. 2020); quản lý thức ăn (Sourav, và ctv. 2019; Satien, và ctv. 2019); và trong nhiều mục đích khác như xác định khối lượng cá sinh khối trong hệ thống nuôi (Yang, và ctv. 2020); nhận diện hình dạng cá (Xu, 2018; Cai, và ctv. 2020; Villon, và ctv. 2018; Rauf, và ctv. 2019; Hu, và ctv. 2020; Cao, và ctv. 2020); ước lượng kích thước cá ở các giai đoạn khác nhau trong quá trình phát triển (Monkman, và ctv. 2019; Garcia, và ctv. 2019; Li, và ctv. 2020); xác định giới tính (Webb, và ctv. 2019; Barulin, 2019; Barulin, 2017); phân loại loài cá (Pramunendar, và ctv. 2019; Allken, và ctv. 2019); Deep và Dash, 2019); thói quen ăn (Zhou, và ctv. 2018; Adegboye, và ctv. 2020); thói quen nhóm (Han, và ctv. 2020), với tỷ lệ chính xác cao bằng việc sử dụng công nghệ trong máy học.

Ưu điểm của các ứng dụng IoT và máy học là dữ liệu được thu thập tự động, liên tục tiết kiệm thời gian và công sức cho người sử dụng và giúp người sử dụng đưa ra những quyết định kỹ thuật kịp thời giải quyết các tình huống bất thường xảy ra trong quá trình nuôi. Tuy nhiên, một hạn chế trong ứng dụng máy học và mạng lưới vạn vật kết nối internet trong nuôi trồng thủy sản là giá thành các thiết bị này. Do đó, được khuyến khích ứng dụng cho việc nuôi các đối tượng thủy sản có giá trị kinh tế cao, các hệ thống nuôi trồng thủy sản hiện đại.

Trong bài viết này chúng tôi mang đến một cái nhìn tổng quát về ứng dụng của AI trong nuôi trồng thủy sản tiêu biểu ở một số quốc gia trên thế giới nói chung và Việt

Nam nói riêng. Nội dung của bài báo sẽ được trình bày thứ tự như sau: (1) giới thiệu chung; (2) tình hình sử dụng trí tuệ nhân tạo trên thế giới và Việt Nam; (3) hướng ứng dụng của trí tuệ nhân tạo trong tương lai.

2. Tình hình sử dụng trí tuệ nhân tạo trong nuôi trồng thủy sản trên thế giới và Việt Nam

2.1. Trên thế giới

2.1.1. Mạng lưới vạn vật kết nối internet (IoT)

Một trong những yếu tố được quan tâm và ảnh hưởng nhiều đến sự sinh trưởng và phát triển của đối tượng nuôi trong nuôi trồng thủy sản đó là chất lượng nước. Chất lượng nước trong hệ thống nuôi thay đổi liên tục theo nhiệt độ không khí, theo thời tiết và điều kiện ao nuôi. Việc đánh giá chất lượng nước theo phương pháp truyền thống tốn nhiều thời gian và công sức của người nuôi, nhưng đôi khi đưa ra quyết định xử lý không đúng thời điểm gây ảnh hưởng đến sức khỏe vật nuôi và sản lượng của quá trình nuôi trồng thủy sản. Do đó, việc ứng dụng IoT trong nuôi trồng thủy sản mang lại nhiều lợi ích như giảm thời gian kiểm tra chất lượng nước, đưa ra biện pháp xử lý nước ao nuôi kịp thời, nâng cao năng suất nuôi. Lĩnh vực này được nhiều nhà khoa học quan tâm và nghiên cứu cụ thể được thể hiện dưới đây:

Quản lý chất lượng nước trong ao nuôi trồng thủy sản, về cơ bản của hầu hết các thí nghiệm hiện nay được thể hiện chung qua 4 lớp: (1) lớp vật lý gồm các cảm biến có thể đo trực tiếp các yếu tố môi trường nước nuôi ví dụ như nhiệt độ, độ mặn, oxy hòa tan, pH, độ trong, mực nước, hàm lượng ammonia, COD, BOD...vv; (2) lớp giám sát gồm các dữ liệu thu thập được từ giai đoạn vật lý được theo dõi, xử lý đôi khi đưa ra quyết định hỗ trợ như một nền tảng vi mạch thiết kế mở (Anduino), máy tính bo mạch đơn (Rasperry), Zigbee; (3) lớp ảo gồm tích

hợp các dữ liệu như đám mây; (4) lớp giao thức gồm mạng wifi, bluetooth. Tùy vào mục đích của từng nghiên cứu các nhà nghiên cứu có thể dùng thêm các cảm biến khác nhau hay hoặc có thể thêm hoặc bỏ các lớp.

Encinas, và ctv. (2017) đã xây dựng một hệ thống giám sát chất lượng nước trong ao nuôi. Các cảm biến nhiệt độ, cảm ứng pH, cảm ứng oxy hòa tan tương ứng đo yếu tố chất lượng nước như nhiệt độ, pH, oxy hòa tan. Các cảm biến này được nhúng trong nước ao nuôi, và được nối với hệ thống nhận tín hiệu UART (Universal Asynchronous Transmitter Receiver). Sau đó, thông tin này được truyền qua kết nối giao thức Zigbee. Dữ liệu có thể được lưu trữ và chuyển sang ứng dụng dành cho máy tính để bàn và thiết bị di động bằng ngôn ngữ lập trình. Ưu điểm của nghiên cứu này là chi phí thấp, tiêu thụ điện năng thấp, khả năng mở rộng, tính linh hoạt, dễ dàng phân phối và độ chính xác cao. Tuy nhiên, độ ổn định và độ chính xác vẫn chưa được nghiên cứu và thử nghiệm trong nghiên cứu này. Ngoài ra, một số trường hợp đột xuất như mất điện, thiên tai... chưa được dự trù, nghiên cứu. Một nghiên cứu tiêu biểu khác, Nasir, và ctv. (2020) đo các thông số chất lượng nước có thể phù hợp với nhiều loại sinh vật nuôi trồng thủy sản, cụ thể là cá. Năm cảm biến được đặt trong bể cá để đo và theo dõi sự dao động của các thông số nước, đặc biệt là trong thời gian cho ăn, như cảm biến nhiệt độ, cảm biến pH, cảm biến độ đục của nước, cảm biến nhiệt độ không khí và cảm biến ánh sáng. Các cảm biến này được kết nối với bảng Arduino, bảng này sẽ gửi dữ liệu thu thập được từ các cảm biến tới GSM, sau đó đến đám mây Thing speak, đây là một cách dễ dàng để theo dõi biến động dữ liệu trong 24 giờ một ngày. MCU Node ESP8266 là một bo mạch mã nguồn mở có thể giúp gửi các kết quả đọc của năm cảm

biến này lên đám mây. Nghiên cứu này đã thu được một số kết quả tốt. Nó cho thấy rằng việc kiểm tra các thông số nước có thể được thực hiện trong thời gian thực tế. Rosaline, và ctv. (2019) cũng đã đề xuất một hệ thống bao gồm sáu cảm biến để đo các thông số chất lượng nước nhằm theo dõi sự phát triển của cá, tôm và các sinh vật sống dưới nước. Các giá trị đo được từ các cảm biến được so sánh với dữ liệu đã thiết lập, sau đó một thông báo cảnh báo được xử lý dưới dạng SMS thông qua máy chủ web. Ưu điểm của nghiên cứu này là các cảm biến sẽ được đặt chìm dưới nước cho toàn bộ hệ thống canh tác, vì dữ liệu sẽ hữu ích trước khi thu hoạch và một số cảm biến quan trọng khác có thể được bổ sung nếu cần, tùy thuộc vào môi trường. Prabhu (2019) đã đề xuất sử dụng hệ thống IoT với mục tiêu chính là kiểm tra chất lượng của nước bằng cách sử dụng các cảm biến nhiệt độ, pH và độ đục của nước, chẳng hạn như hồ hoặc ao. Hệ thống thông thường xảy ra một số lỗi trong thực hành của nó. Vì vậy, giải pháp được cung cấp trong nền tảng IoT và một số tính năng bổ sung đã được đưa vào hệ thống để quản lý hiệu quả. Hệ thống được thiết kế có thể giúp người dùng và điều tra viên quan sát, điều tra và phân tích các dữ liệu liên quan. Người dùng có thể lấy và phân tích dữ liệu bằng ngôn ngữ địa phương tương ứng trên điện thoại di động của họ dưới dạng SMS và có thể thực hiện các bước cần thiết trong việc quản lý các điều kiện môi trường với Arduino Nano Board và mô-đun wi-fi ESP8266. Ưu điểm của nghiên cứu này là người dùng chưa biết chữ có thể tương tác với hệ thống và có thể hiểu thông tin để thực hiện các hành động phù hợp.

Với mục đích quản lý lượng thức ăn trong ao nuôi, nó là một thí nghiệm ít phổ biến, tính tới thời điểm này có một vài nghiên cứu và cho thấy các kết quả khả quan

bước đầu. Daud, và ctv. (2020) đề xuất một hệ thống giám sát bể cá cảnh sử dụng IoT là một trong những giải pháp để khắc phục các vấn đề trong bể cá cảnh. Hệ thống được sử dụng theo dõi chất lượng nước trong bể nuôi cá cảnh. Bộ điều khiển Arduino MEGA và NodeMCU được sử dụng trong hệ thống đã thiết kế. Giao tiếp Wi-Fi trên NodeMCU được sử dụng giữa điện thoại thông minh và bộ điều khiển để điều khiển hoạt động. Một cảm biến pH tương tự được sử dụng để phát hiện giá trị pH của nước và hiển thị giá trị thông qua màn hình tinh thể lỏng (LCD). Nhờ đó, người dùng có thể biết được tình trạng nước có đủ hay không, hay có cần thay nước mới hay không. Đồng thời, với các tính năng IoT cho cá ăn, nó có thể tự động giúp người dùng cho cá ăn mọi lúc mọi nơi. Họ cũng xây dựng một ứng dụng di động để hiển thị kết quả và có thể gửi thông báo cho người dùng. Một nghiên cứu khác từ Harish, và ctv. (2018) cung cấp một hệ thống bán tự động tạo điều kiện cho các sinh vật thủy sinh phát triển trong nuôi trồng thủy sản. Phương pháp này liên quan đến hệ thống giám sát chất lượng nước và hệ thống cho ăn. Hệ thống giám sát chất lượng nước liên tục theo dõi các thông số chất lượng nước, chẳng hạn như pH và nhiệt độ, sử dụng các cảm biến tương ứng. Mô-đun GSM được sử dụng để báo cho người nuôi biết bất cứ khi nào chất lượng nước dưới hoặc trên mức tiêu chuẩn. Hệ thống cho ăn tự động cho cá ăn dựa trên yêu cầu của nó. Hệ thống chủ yếu bao gồm Arduino Uno, cảm biến nhiệt độ DS18B20, cảm biến pH và mô-đun SIM900A-GSM. Hệ thống kiểm tra chất lượng nước được xây dựng kết hợp với hệ thống cho cá ăn tự động. Khi chất lượng nước đạt chuẩn, lượng thức ăn cho ăn cũng sẽ tăng lên, và chất lượng nước không đạt chuẩn, lượng thức ăn cho ăn sẽ giảm. Điều này sẽ tạo điều kiện cho cá phát triển khỏe mạnh.

2.1.2. Máy học (Machine learning)

Hiện nay có nhiều ứng dụng của machine learning trong nuôi trồng thủy sản mang lại hiệu quả kinh tế cũng như giảm thời gian hoạt động.

Ứng dụng trong đo kích thước cá, White và ctv. (2006) đề xuất một hệ thống sử dụng các thuật toán xử lý hình ảnh để xác định và đo lường các loài cá khác nhau. Hình ảnh các loài cá thu được với các tên khoa học như sau: *Hip-poglossoides platessoides*, *Solea vulgaris*, *Microstomus kitt*, *Pleuronectes platessa*, *Sebastes marinus*, *Sebastes mentella* và *Platichthys aries*. Một hệ thống CatchMeter bao gồm băng tải, hộp đèn và khay nạp được tạo ra. Hệ thống cơ khí được điều khiển bởi Omron PLC (Kyoto, Nhật Bản) được kết nối với máy tính chính và phần mềm thông qua liên kết Ethernet. Sau đó, hình ảnh thu thập được sẽ được gửi đến máy tính và được phân tích bởi một phần mềm. Mục đích của công việc này là phát triển thế hệ thiết bị phân loại cá tiếp theo, sử dụng phần cứng và kỹ thuật lập trình hiện đại để xác định loài và đo chiều dài trong thời gian thực. Kết quả cho thấy, xử lý hình ảnh ở cá đẹt/cá tròn với độ chính xác 100%, đo chiều dài với độ lệch chuẩn là 1,2 mm và các loài lên đến 99,8%. Công suất máy có thể đạt 30.000 con/giờ sử dụng một hệ thống băng tải duy nhất. Liên quan đến chủ đề này, Costa, và ctv. (2012) cũng đã tiến hành thử nghiệm với mục đích của nghiên cứu này là phát triển các công cụ phương pháp áp dụng cho việc phân loại cá chêm nuôi (*Dicentrarchus labrax*, L) về kích thước, giới tính và sự hiện diện của cá bất thường. Mẫu thử nghiệm được lấy từ một lô bao gồm các cá thể của 5 quần thể cá chêm hoang dã khác nhau của châu Âu. Có 259 con cá được chụp ảnh trực tiếp, cân nặng chính xác đến 0,1 g. Hình dạng của mỗi con cá được phân tích bởi Elliptic Fourier (EFA) trên các tọa độ

phác thảo. Hình ảnh gốc được chuyển đổi bởi 2 kênh như kênh G (thang màu xám) và kênh V (giá trị) trong không gian màu HSV. Khoảng cách Euclide của mỗi pixel được định lượng từ nền. Kết quả cho thấy rằng việc tích hợp các kỹ thuật này tạo ra ước tính kích thước (tính theo trọng lượng) với hiệu quả hồi quy tốt hơn ($r = 0,9772$) so với nhật ký thường được sử dụng của chiều dài cơ thể được đo ($r = 0,9443$).

Ứng dụng cho việc xác định bệnh của cá, hội chứng loét biểu sinh (EUS) do *Aphanomyces* ký sinh gây ra. Bệnh này xảy ra nghiêm trọng ở cá tại nhiều nước như Úc, Ấn Độ, Vương quốc Anh, Nhật Bản, Thái Lan và Pakistan. Malik và ctv. (2017) đề xuất một kỹ thuật kết hợp mang lại độ chính xác tốt hơn và so với kỹ thuật kết hợp hiện có. Trong kỹ thuật kết hợp được đề xuất, kết hợp phân tích thành phần chính (PCA) với tính năng từ máy dò tính năng Accelerated Segment Test (FAST) và sau đó phân loại thông qua thuật toán máy học là mạng nơ-ron (ANN). Các hình ảnh đầu vào (hình ảnh bệnh cá) được thu thập bằng cách áp dụng các phép toán hình thái học (chuyển hình ảnh thành màu xám, loại bỏ nhiễu, phân đoạn). Sau đó, áp dụng công cụ trích xuất tính năng FAST để phát hiện điểm trong sở thích và điểm quan tâm là lý tưởng có thể lặp lại giữa các hình ảnh khác nhau, khi đặc tính đã được trích xuất từ FAST, nó sẽ được giảm bởi PCA được sử dụng để giảm độ lệch tâm. Sau khi lựa chọn tính năng, áp dụng bộ phân loại là mạng thần kinh và huấn luyện nó để phát hiện bệnh cá, kết quả là bệnh cá được phát hiện với độ chính xác cao. Kết quả cho thấy FAST-PCA-ANN có độ chính xác và hiệu quả phân loại tốt hơn so với kỹ thuật kết hợp hiện có HOG-PCA-ANN. Theo Divinely và ctv. (2019) phát hiện bệnh cá (bệnh viêm loét EUS- một bệnh nấm) kịp thời và hiệu quả bằng cách sử dụng mạng

lưới thần kinh xác suất (PNN). Hình ảnh đầu vào và cơ sở dữ liệu được thu thập tương ứng từ một số nguồn và các nguồn internet khác nhau. Sau đó, hình ảnh thông qua xử lý trước để ngăn chặn các biến dạng không mong muốn hoặc để nâng cao một số tính năng hình ảnh hữu ích cho quá trình xử lý tiếp theo trong đó chuyển đổi RGB sang màu xám đã được áp dụng. Một số phương pháp khai thác đã được áp dụng CWT (Curvelet Wavelet Transform) để phát hiện các bệnh của cá như ngộ độc amoniac, giun camallanus và cổ chướng được phân loại. Những cá thể khác không bị nhiễm được nhận biết và tách biệt. Sau đó là GLCM (Ma trận đồng xuất hiện mức xám) khi nó giảm thứ nguyên và bảo toàn thông tin hữu ích. PNN là kỹ thuật của máy học. Kết quả cho thấy đề xuất kết hợp CWT-GLCM-PNN là một cách hiệu quả và chính xác để phát hiện bệnh cá.

Ứng dụng trong việc đếm cá, Raman và ctv. (2016) đã triển khai một hệ thống để đếm ấu trùng và cá con trong trại sản xuất cá giống bằng công nghệ xử lý hình ảnh. Nó phát hiện hình ảnh của ấu trùng và cá con, sau đó xem và đếm số lượng ấu trùng và cá con từ những hình ảnh này bằng cách đếm hình ảnh đơn lẻ riêng biệt. Các bước của phương pháp là phân loại thành 4 bước như thu nhận hình ảnh, nâng cao hình ảnh, phân đoạn và phân loại. Kết quả thu lại cho thấy hệ thống được cài đặt có thể vừa phát hiện với tỷ lệ chính xác là 82% ấu trùng và 87% ấu trùng.

Đối với việc đếm thức ăn trong nuôi trồng thủy sản, Cao và ctv. (2018) dựa trên thị giác máy để đếm số lượng thức ăn cho cá nhằm quản lý lượng thức ăn dư thừa trong nuôi trồng thủy sản. Tình trạng lãng phí thức ăn gây ra nhiều khó khăn cho nuôi trồng thủy sản, giảm lợi nhuận, ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng đến sức khỏe đối tượng

nuôi. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là đếm lượng thức ăn để nuôi cá bằng một thuật toán. Họ đã tiến hành các thí nghiệm về độ đục khác nhau của nước, độ kết dính của thức ăn và các thí nghiệm khác với hơn 100 viên. Thuật toán giải quyết các vấn đề thường gặp trong việc đếm thức ăn từ sản xuất thực tế và có thể được áp dụng cho môi trường nước đục. Nó có thể đáp ứng các yêu cầu về độ chính xác của hệ thống điều khiển cấp liệu tự động và có thể được ứng dụng vào thực tế sản xuất.

Ứng dụng trong xác định loài cá, Coz-Rakovac và ctv. (2009) đã nghiên cứu để xác định 3 loài bị ảnh hưởng bởi nuôi trồng thủy sản như 120 loài cá chêm (*Dicentrarchus labrax*), 98 loài cá tráp biển (*Sparus aurata* L), và 66 loài cá đối (*Mugil* spp) nhờ dữ liệu sinh hóa sử dụng phương pháp học máy. Kết quả tốt nhất trong số các phương pháp học, đã phân loại đúng 210 mẫu hoặc 85,71%, và phân loại sai 35 mẫu hoặc 14,29% và xác định rõ ràng ba loài điều tra từ đặc điểm sinh hóa của chúng. Allken và ctv. (2019) đã sử dụng máy ảnh Deep Vision để chụp ảnh từ kho hàng hải. Những hình ảnh này là tài liệu để triển khai mạng nơ-ron học sâu nhằm tự động hóa việc phân loại các loài. Kết quả cho thấy đã đạt được tỷ lệ phân loại là 94% đối với cá lăng trắng, cá trích Đại Tây Dương và cá thu Đại Tây Dương, cho thấy rằng phân loại các loài một cách tự động, là một cách tiếp cận khả thi và hiệu quả, và hơn nữa việc sử dụng dữ liệu tổng hợp cũng có thể giảm thiểu hiệu quả tất cả thiếu dữ liệu đào tạo phổ biến.

2.2. Tại Việt Nam

2.2.1. Ứng dụng IoT

Nguyen và ctv. (2020) đề xuất một hệ thống IoT để giám sát chất lượng nước trong nuôi trồng và đánh bắt thủy sản, đặc biệt là mô hình dự báo các chỉ tiêu chất lượng. Trong hệ thống này, tác giả thiết lập

các cảm biến đo nhiệt độ, độ mặn, pH, DO, COD trong ao nuôi cá. Phần mềm này là một cơ sở dữ liệu đám mây được cung cấp bởi đại dương kỹ thuật số, có thể được nhìn thấy trong các thiết bị di động hoặc trên máy tính bàn/máy tính xách tay. Bằng cách theo dõi các chỉ số thời gian thực này và nhận được cảnh báo sớm, hệ thống có thể giúp người sử dụng quản lý chất lượng nước trong nuôi trồng thủy sản. Dựa trên dữ liệu đã thu được, hệ thống có thể dự báo giá trị của từng chỉ số cho các ngày tiếp theo hoặc vào các thời điểm đã chọn khác. Một nghiên cứu nữa, Danh và ctv. (2020) trình bày việc thiết kế và triển khai hệ thống giám sát chất lượng nước dựa trên IoT cho nuôi cá tra ở Đồng bằng sông Cửu Long. Hệ thống được thiết kế cho phép người nuôi theo dõi các biến số hóa lý quan trọng nhất của nước ao theo thời gian thực. Cụ thể, công trình này giới thiệu một cách tiếp cận đơn giản và hiệu quả để làm sạch tự động đầu dò cảm biến giúp cải thiện khả năng đọc của cảm biến và giảm chi phí bảo trì. Toàn bộ hệ thống có thể được chia thành năm thành phần chính: khối điều khiển chính (bộ vi điều khiển, một mô-đun truyền thông không dây và một mô-đun thu phát RF 433 MHz); nút cảm biến (đầu dò thu thập thông tin về các thông số chất lượng nước, chẳng hạn như pH, độ mặn, nhiệt độ, thế oxy hóa-khử và oxy hòa tan); một bộ điều khiển cơ cấu chấp hành (một bộ vi điều khiển và một mô-đun thu phát RF 433 MHz cho phép người dùng điều khiển từ xa động cơ điện và máy bơm nước trong ao cá); ứng dụng điện thoại thông minh (một ứng dụng điện thoại thông minh cho cả Android và iOS); và một máy chủ đám mây (hệ thống được thiết kế sử dụng nền tảng ThingSpeak IoT).

Một nghiên cứu mới nhất nghiên cứu về ứng dụng IoT trong quan trắc môi trường nuôi tôm hùm tại Phú Yên được tiến

hành bởi Trần Quang Vinh, và ctv. (2021). Hệ thống bao gồm các cảm biến để đo các yếu tố môi trường như nhiệt độ, oxy hòa tan, nhiệt độ và pH; các dữ liệu được thu một cách trực tiếp, liên tục và được dự trữ tại các đám mây thông qua trạm thu thập dữ liệu. Số liệu được thu thập và đưa ra các dự báo. Các ứng dụng web và điện thoại giúp người dùng có thể truy cập và lấy thông tin về môi trường tại khu vực nuôi tôm hùm.

2.2.2. Máy học

Cho đến hiện nay chưa có công bố nào về việc sử dụng máy học trong nuôi trồng thủy sản tại Việt Nam.

3. Kết luận và hướng phát triển trong tương lai

Ứng dụng phổ biến nhất của IoT trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản là giám sát chất lượng nước (nhiệt độ, oxy, pH, độ mặn, nitrat, nitrit, amoniac, v.v.) và quản lý thức ăn trong ao tôm, ao cá, bể cá, cũng như các trang trại ở cả nước ngọt và nước

mặn. Các ứng dụng phổ biến nhất của máy học là đo kích thước, trọng lượng của loài nuôi, dịch bệnh của cá, bên cạnh đó việc đếm số lượng cá, quản lý lượng thức ăn cũng như giám sát chất lượng nước cũng được triển khai nhiều. Trong tương lai, các ứng dụng của máy học sẽ được mở rộng rãi trong nuôi trồng thủy sản thông minh, không chỉ được triển khai trong các trại sản xuất giống, trang trại trên cạn mà còn trong hệ thống nuôi trồng thủy sản ngoài khơi. Đặc biệt, máy học và IoT có thể áp dụng cho nuôi trồng thủy sản trên các hệ thống nuôi lồng bè. Việc phát hiện cá bệnh hay hệ thống lưới lồng bị rách hay không đều dùng phương pháp thủ công (cá bệnh nổi lên mặt nước, người lặn xuống để kiểm tra) do đó hạn chế khả năng mở rộng quy mô nuôi lồng bè, việc áp dụng hệ thống máy học gắn liền với máy ảnh có thể phát hiện bệnh cá, quản lý an toàn lồng bè, trọng lượng và kích cỡ của cá, ... một cách trực tiếp và liên tục □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adegboye, M.A.; Aibinu, A.M.; Kolo, J.G.; Aliyu, I.; Folorunso, T.A.; Lee, S. Incorporating intelligence in fish feeding system for dispensing feed based on fish feeding intensity. *IEEE Access*. 2020, 8, 91948-91960. <https://doi.org/10.1109/AC-CESS.2020.2994442>
- Ajith, J. B.; Manimegalai, R.; Ilayaraja, V. An IoT Based Smart Water Quality Monitoring System using Cloud, 2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ic-ETITE), 2020; pp. 1-7.
- Allken, V.; Handegard, N.O.; Rosen, S.; Schreyeck, T.; Mahiout, T.; Malde, K. Fish species identification using a convolutional neural network trained on synthetic data. *ICES J. Mar. Sci.* 2019, 76, 342-349. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy147>
- Barulin, N.V. Using machine learning algorithms to analyse the scute structure and sex identification of sterlet *Acipenser ruthenus* (Acipenseridae). *Aquac. Res.* 2019, 50, 2810-2825. <https://doi.org/10.1111/are.14233>
- Barulin, N.V. External sex specific signs in the structure of dericatives of sterlet (*Acipenser ruthenus*, Linnaeus, 1758) co-rium. *Acta Biol. Univ. Daugavpiliensis* 2017, 17, 9-17.
- Cai, K.; Miao, X.; Wang, W.; Pang, H.; Liu, Y.; Song, J. A modified YOLOv3 model for fish detection based on MobileNetv1 as backbone. *Aquac. Eng.* 2020, 91, 102117. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102117>
- Cao, X.; Liu, Y.; Wang, J.; Liu, C.; Duan, Q. Prediction of dissolved oxygen in pond culture water based on K-means clustering and gated recurrent unit neural network. *Aquac. Eng.* 2020,

- 91, 102122. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102122>
- Cao, J.; Xu, L. Research on counting algorithm of residual feeds in aquaculture based on machine vision. 2018 3rd IEEE in-ternational conference on Image, Vision and Computing. 498-503.
- Công Văn Nguyễn (2017). Tổng quan về Ô nhiễm Nông nghiệp ở Việt Nam: Ngành Thủy Sản
- Costa, C.; Antonucci, F.; Boglione, C.; Menesatti, P.; Vandeputte, M.; Chatain, B. Automated sorting for size, sex and skeletal anomalies of cultured seabass using external shape analysis. *Aquacultural Engineering*. 2013, 52, 58-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.09.001>
- Coz-Rakovac, R.; Topic Popovic, N.; Smuc, T.; Strunjak-Perovic, I.; Jadan, M. Classification accuracy of algorithms for blood chemistry data for three aquaculture-affected marine fish species. *Fish Physiol Biochem*. 2009, 35, 641-647. Doi 10.1007/s10695-008-9288-0
- Danh, L. V. Q.; Dung, D. V. M.; Danh, T. H.; Ngon, N. C. Design and Deployment of an IoT-Based Water Quality Monitoring System for Aquaculture in Mekong Delta, *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics*, 2020, vol. 9, no. 8; pp. 1170-117.
- Daud, A. K. P. M.; Sulaiman, N. A.; Yusof, Y. W. M.; Kassim, M. An IoT-Based Smart Aquarium Monitoring System, in 2020 IEEE 10th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), Malaysia, 2020; pp. 277-282
- Deep, B.; Dash, R. Underwater Fish Species Recognition Using Deep Learning Techniques., New York, 2019, 665-669.
- Divinely, S. J.; Sivakami, K.; Jayaraj, V. Fish diseases identification and classification using Machine Learning. *International Journal of Advanced Research in Basic Engineering Sciences and Technology (IJARBEST)*. 2019, 5 (6), 46-51.
- Dzulqornain, M. I.; Rasyid, M. U. H. A.; Sukaridhoto, S. Design and Development of Smart Aquaculture System Based on IFTTT Model and Cloud Integration, in *MATEC Web of Conferences*, 2017; 164.
- Encinas, C.; Ruiz, E.; Cortez, J.; Espinoza, A. Design and Implementation of a Distributed IoT System for the Monitoring of Water Quality in Aquaculture, in 2017 Wireless Telecommunications Symposium (WTS), Chicago, IL, USA, 2017.
- Garcia, R.; Prados, R.; Quintana, J.; Tempelaar, A.; Gracias, N.; Rosen, S.; Vågstøl, H.; Løvall, K. Automatic segmentation of fish using deep learning with application to fish size measurement. *ICES J. Mar. Sci.* 2019, 77, 1354-1366. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz186>
- Harish, B.; Manigandan, K.; Harishankar, N.; Ram, T. Smart Aquaculture Fish Feeding and Water Quality Monitoring, in *Conference on Electronics, Information and Communication Systems (CELICS'18)*, 2018.
- Hsu, W.C.; Chao, P.Y.; Wang, C.S.; Hsieh, J. C.; Huang, W. Application of Regression Analysis to Achieve a Smart Monitoring System for Aquaculture, *Information*, 2020, vol. 11, no. 378; pp. 1-9. doi:10.3390/info11080387.
- Hu, W.; Wu, H.; Zhang, Y.; Zhang, S.; Lo, C. Shrimp recognition using ShrimpNet based on convolutional neural network. *J. Ambient. Intell. Humaniz. Comput.* 2020 <https://doi.org/10.1007/s12652-020-01727-3>
- Li, P.; Hua, P.; Gui, D.; Niu, J.; Pei, P.; Zhang, J.; Krebs, P. A comparative analysis of artificial neural networks and wavelet hybrid approaches to long-term toxic heavy metal prediction. *Sci. Rep.* 2020, 10, 13439. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70438-8>

- Malik, S.; Kumar, T.; Sahoo, A. K. A novel approach to fish disease diagnostic system based on machine learning. *Advanc-es in Image and Video Processing*. 2017, 5 (1), 49-57
- Monkman, G.G.; Hyder, K.; Kaiser, M.J.; Vidal, F.P. Using machine vision to estimate fish length from images using re-gional convolutional neural networks. *Methods Ecol. Evol.* 2019, 10, 2045-2056. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.13282>
- Nasir, O. A.; Mumtazah, S. IoT-Based Monitoring of Aquaculture System, *International Journal of Science and Technology*, 2020, vol. 6, no. 1; pp. 113-137.
- Nguyen, T. N.; Tran, T. H.; Nguyen, C. N. A Forecasting Model for Monitoring Water Quality in Aquaculture and Fisheries IoT Systems, in *2020 International Conference on Advanced Computing and Applications (ACOMP)*, 2020; pp. 165- 169
- Patkar, T.; More, K.; Lad, S.; Tanawade, R.; Maurya, A. IoT Based Aquaculture, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2020, vol. 7, no. 5; pp. 7051-7055
- Phan Thanh Nghiêm (2016). Ứng dụng công nghệ cao trong nuôi tôm, giải pháp cho nuôi tôm an toàn và hiệu quả, *Tạp chí thông tin khoa học và công nghệ Quảng Bình- Số 2/2016*.
- Prabhu, T. Automated Enhancement of Aquaculture Species Growth by Observing the Water Quality Using IoT, *International Research Journal of Multidisciplinary Technovation (IRJMT)*, 2019, vol. 1, no. 6, pp. 156-164.
- Pramunendar, R.A.; Wibirama, S.; Santosa, P.I. Fish Classification Based on Underwater Image Interpolation and Back-Propagation Neural Network, 2019, 6. <https://doi.org/10.1109/ICST47872.2019.9166295>
- Raman, V.; Perumal, S.; Navaratnam, S.; Fazilah, S. Computer assisted counter system for larvae and juvenile fish in Malaysian fishing hatcheries by machine learning approach. *Journal of Computers*. 2016. 11 (5), 423-431.
- Rauf, H.T.; Lali, M.I.U.; Zahoor, S.; Shah, S.Z.H.; Rehman, A.U.; Bukhari, S.A.C. Visual features based automated identifica-tion of fish species using deep convolutional neural networks. *Comput. Electron. Agric.* 2019, 167, 105075. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105075>
- Rosaline, N.; Sathyalakshimi, S. IoT Based Aquaculture Monitoring and Control System, in *International Conference on Physics and Photonics Processes in Nano Sciences*, 2019.
- Satien, J.; Nisanart, T.; Chaiwat, J. Development of Automatic Home-Based Fish Farming Using the Internet of Things, *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 2019, vol. 8, Issue. 2; pp. 2297-2304.
- Sivabalan, K.N.; Anandkumar, V.; Balakrishnan, S. IoT Based Smart Farming for Effective Utilization of Water and Energy, *International Journal of Advanced Science and Technology*, 2020, vol 29, no 7; pp. 2496-2500.
- Shin, K. J. Development of a Mobile Integrated Control App for Smart Fish Farms based on the IoT, *IEIE Transactions on Smart Processing & Computing*, 2020, vol. 9, no. 2; pp. 142-150.
- Sourav, M.; Gourav, M.; Bhavika, R.; Roshan, K.; Omesh, H.; Chandraditya, M. Fish Feeder using Internet of Things, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2019, vol. 6, issue. 2; pp. 1680-1682.
- Tawfeeq, A.; Wahaibi, H. A. S. A.; Vijayalakshmi, K. IoT based Aquaculture system with Cloud analytics, *International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562*, 2019, vol.14, no. 22; pp. 4136-4142.
- Tolentino, L. K.; Añoover, J. R.; Cabrera, C.; Chua, E. J.; Avigail, C.; Mallari, J. G.; Mamenta, J.;

- Quijano, J. F.; Madriga, G. A.; Fernandez, E. IoT-Based Automated Water Monitoring and Correcting Modular Device Through LoRaWAN for Aquaculture, International Journal of Computing and Digital Systems, 2020.
- Trần Quang Vinh, Hà Vĩnh Hưng, Đào Việt Hùng, Phan Xuân Tuấn, Lê Thị Hằng Nga. Ứng dụng công nghệ tiên tiến trong quan trắc và dự báo môi trường nuôi tôm hùm tại Phú Yên. JST: Engineering and Technology for Sustainable Development. 2021, 31 (3), 20-25.
- Villon, S.; Mouillot, D.; Chaumont, M.; Darling, E.S.; Subsol, G.; Claverie, T.; Villéger, S. A deep learning method for accurate and fast identification of coral reef fishes in underwater images. Ecol. Inform. 2018, 48, 238-244. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.09.007>
- Webb, M.A.H.; Van Eenennaam, J.P.; Crossman, J.A.; Chapman, F.A. A practical guide for assigning sex and stage of maturity in sturgeons and paddlefish. J. Appl. Ichthyol. 2019, 35, 169-186. <https://doi.org/10.1111/jai.13582>
- White, D.J.; Svellingen, C.; Strachan, N.J.C. Automated measurement of species and length of fish by computer vision. Fisheries Research. 2006, 80, 203-210. doi:10.1016/j.fishres.2006.04.009
- Xu, W (2018).; Matzner, S. Underwater fish detection using deep learning for water power applications, 2018, 313-318. <https://doi.org/10.1109/CSCI46756.2018.00067>
- Yang, X.; Zhang, S.; Liu, J.; Gao, Q.; Dong, S.; Zhou, C.; Deep learning for smart fish farming: applications, opportunities and challenges. Rev. Aquac. 2020. <https://doi.org/10.1111/raq.12464>
- Zhou, C.; Sun, C.; Lin, K.; Xu, D.; Guo, Q.; Chen, L.; Yang, X. Handling water reflections for computer vision in aquaculture. T Asabe. 2018, 61, 469-479. <https://doi.org/10.13031/trans.12466>

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AQUACULTURE

Vo Thi Thu Em*, Tran Thi Thanh Nga

Phu Yen University

*Email: thuempknu@gmail.com

Received: September 24, 2021; Accepted: October 26, 2021

Abstract

The application of artificial intelligence in fisheries, particularly in aquaculture in the Era of Revolution 4.0 is essential for enhancing aquaculture production, as well as lowering costs, laborers and preventing diseases. Currently, Internet of Things (IoT) and machine learning are being interested and applied by scientists and farmers in certain stages of the aquaculture. The universal application of IoT is to monitor water quality in aquariums, tanks, ponds, and cages, as well as to control the amount of food in aquaculture system. On the other hand, popular applications of machine learning are to measure fish size, aquatic disease identification, sex determination and many other applications in Viet Nam as well as in the world.

Keywords: *IoT, Machine Learning, Fisheries, Aquaculture, Artificial Intelligence (AI), Application.*