

# MÔ HÌNH ĐẾM CÁ GIỐNG TỰ ĐỘNG ỨNG DỤNG KỸ THUẬT XỬ LÝ ẢNH

Trần Thị Kim Nga<sup>1</sup>, Đào Duy Vinh<sup>1</sup>, Nguyễn Đăng Khoa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM

kimnga2510@gmail.com

Ngày nhận bài: 15/12/2016; Ngày duyệt đăng: 05/01/2017

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này trình bày một mô hình đếm cá giống tự động để tăng hiệu quả đếm con giống tại các cơ sở cung cấp giống thủy sản. Mô hình kết hợp kỹ thuật xử lý ảnh để nhận dạng và đếm cá giống và bo mạch Raspberry làm mạch điều khiển. Chương trình xử lý ảnh sẽ nhận dạng và đếm cá giống trong bể bằng phương pháp lấy ngưỡng và tìm contour. Kết quả cho thấy mô hình này có thể đếm 100 đến 600 con giống trong thời gian từ 80 đến 120 giây với sai số nhỏ hơn 10%.

**Từ khóa:** đếm cá giống, kỹ thuật xử lý ảnh, nhận dạng mẫu.

## ABSTRACT

### Applying image processing techniques in automatic fingerling counting

This study presents an automatic counting fingerling model to increase counting fingerling efficiency at fish seed supply. The model combines image processing techniques to identify and count fingerling and controlled by Raspberry arberry board. Image processing program will recognize and count the fish in the tank by taking threshold method and looking for contour. The results show that this model can count 100 to 600 fingerling in the period from 80 to 120 seconds with an error of less than 10%.

**Keywords:** fingerling counting, image processing techniques, pattern recognition.

## Giới thiệu

Ngành nuôi trồng thủy sản Việt Nam có những bước phát triển khá nhanh và toàn diện. Sản lượng xuất khẩu cá tra và tôm đạt lần lượt là 24% và 44% tổng sản lượng thủy sản xuất khẩu. Để có được sự tăng trưởng mạnh mẽ đó, bên cạnh việc khắc phục các điều kiện khó khăn trong khâu nuôi trồng, người nông dân cũng cần phải từng bước hiện đại hóa từng công đoạn từ quy trình ươm giống đến nuôi trồng và thu hoạch chế biến. Tuy nhiên, một trong những công đoạn hiện nay vẫn mất nhiều thời gian và công sức là khâu đếm cá, tôm giống. Phần lớn các đơn vị phân phối tôm, cá giống ở nước ta vẫn sử dụng lao động thủ công để đếm khi cung cấp tôm, cá giống cho người mua. Những phương pháp đếm thông qua ước lượng trọng lượng và thể tích thường được sử dụng phổ biến vì dễ thực hiện tuy nhiên độ chính xác không cao. Với sản lượng nuôi trồng rất lớn như hiện nay thì việc đếm thủ công như vậy sẽ mất rất nhiều thời gian, công

sức mà đem lại hiệu quả rất thấp. Do sự cần thiết cần có một hệ thống thiết bị đếm cá, tôm giống tự động nên thu hút nhiều nghiên cứu về vấn đề này. Nghiên cứu của Võ Minh Trí (2014) về chế tạo và thử nghiệm hệ thống đếm tôm giống loại tôm thẻ chân trắng có chiều dài từ 10 – 12 mm dựa trên phương pháp đếm quang học để đếm tôm với kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy thiết bị đếm tôm đạt năng suất 6000 con/giờ và độ chính xác khoảng 95%.

Liên quan với bài toán đếm các đối tượng thì có nhiều nghiên cứu sử dụng kỹ thuật xử lý ảnh cho kết quả nhanh và chính xác. Pandit và Rangole (2014) đã đề xuất một quy trình chung khi ứng dụng kỹ thuật xử lý ảnh để đếm đối tượng gồm thu ảnh, cải thiện ảnh, phân đoạn ảnh và đếm đối tượng. Mello và cộng sự (2008) đã phát triển phương pháp để đếm số trứng muỗi bằng xử lý ảnh. Nghiên cứu thực hiện hai phương pháp để đếm đối tượng dựa trên hai không gian màu HSL và YIQ. Với phương pháp thứ nhất,

ảnh được chuyển từ không gian màu RGB sang HSL, tìm ngưỡng thích hợp để chuyển sang nhị phân và kết hợp thêm phép xử lý hình thái để lọc ảnh. Cuối cùng, dựa vào diện tích của đối tượng để đếm được số trứng. Phương pháp thứ hai là ảnh được chuyển từ RGB sang YIQ. Ở bước phân đoạn ảnh sử dụng hai phương pháp là lấy ngưỡng cố định và áp dụng thuật toán K-means. Nghiên cứu của Raman và Perumal (2015) nhận dạng và đếm ấu trùng trong ảnh. Ảnh sau khi thu được từ camera được thực hiện cải thiện chất lượng ảnh bằng lọc nhiễu Gaussian, cân bằng lược đồ xám và tăng cường độ tương phản. Để phát hiện ấu trùng trong ảnh, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân đoạn ảnh. Ảnh được chuyển sang ảnh xám và phân đoạn bằng phương pháp tìm biên Sobel để tách các đối tượng là ấu trùng trong ảnh. Do các ấu trùng có thể bị chồng lấp lên nhau nên ảnh được thu và xử lý nhiều lần để có thể đếm được chính xác số ấu trùng trong ảnh.

Bên cạnh đó, có nhiều nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật xử lý ảnh trong lĩnh vực thủy sản. Abdullah và cộng sự (2011) thực hiện đo chiều dài thân cá từ ảnh số. Camera được đặt ở vị trí cố định và cách một khoảng xác định với đối tượng. Chương trình xử lý ảnh sẽ nhận dạng đầu và đuôi của cá để từ đó tính được số pixel trên chiều dài của cá. Sau đó dựa vào khoảng cách từ camera đến cá để có được tỉ lệ giữa pixel và kích thước thật, từ đó tính được chiều dài thực tế của cá. Trương Quốc Bảo và cộng sự (2015) thực hiện đếm tôm giống thẻ chân trắng từ 7 đến 13 ngày tuổi sử dụng kỹ thuật xử lý ảnh và mã nguồn mở OpenCV. Thuật toán chính được sử dụng là thuật toán phân đoạn ảnh dựa trên ngưỡng tối ưu và một số thuật toán khác như trừ nền, xử lý hình thái ảnh để hỗ trợ nhận dạng số lượng tôm giống. Kết quả thực nghiệm cho thấy giải thuật đếm có độ chính xác khoảng 95%. Nghiên cứu của Panmanee và Taparhudee (2012), xây dựng thiết bị đếm cá hồi con. Cá hồi được nhận dạng bằng phương pháp lấy ngưỡng thích hợp. Để xử lý sai số của phép đếm do cá bị chồng lấp lên nhau trong ảnh, nghiên cứu thực hiện tính diện tích từng đối tượng và so sánh với diện tích của một con cá để tính được tổng số cá trong ảnh.

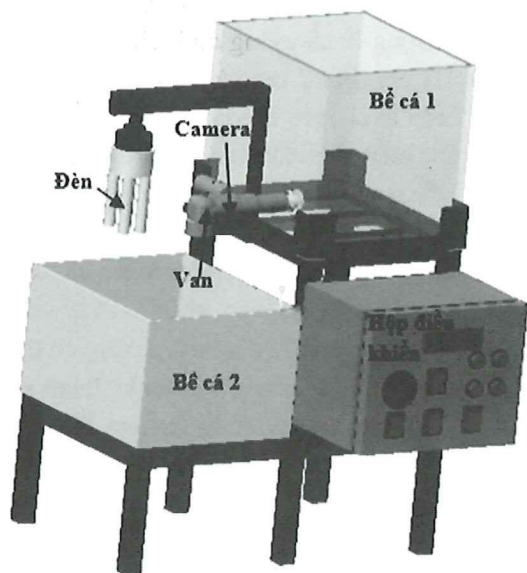
Qua các nghiên cứu nêu trên, có thể sử dụng hai phương pháp là cảm biến quang hoặc kỹ thuật

xử lý ảnh để đếm đối tượng. Trong nghiên cứu này, đối tượng là cá giống có kích thước khá nhỏ từ 1,5 cm đến 2 cm và cùng với tập tính bơi lội luôn di chuyển của nó thì việc dùng kỹ thuật cảm biến như cảm biến quang để phát hiện và đếm sẽ khó khăn và mất nhiều thời gian. Lý do là khi dùng cảm biến quang thì phải phân luồng cá để sao cho mỗi lần chỉ cho một con cá đi qua cảm biến, chính vì vậy việc phân luồng cho cá luôn di chuyển cũng có thể gặp nhiều khó khăn. Trong khi với kỹ thuật xử lý ảnh, chúng ta có thể dùng camera thu ảnh trong bể cá, xử lý ảnh để nhận dạng và đếm cá một cách dễ dàng. Ưu điểm của phương pháp này là mang lại kết quả nhanh chóng, chính xác và đặc biệt là có thể đếm số lượng lớn. Chính vì vậy, đề tài này thực hiện đếm cá giống tự động ứng dụng xử lý ảnh được viết bằng ngôn ngữ Python. Chương trình xử lý ảnh sẽ nhận dạng, xử lý chồng lấp và đếm tổng số cá trong ảnh. Bo mạch Raspberry pi được dùng cho chương trình xử lý ảnh và điều khiển các cơ cấu chấp hành của hệ thống.

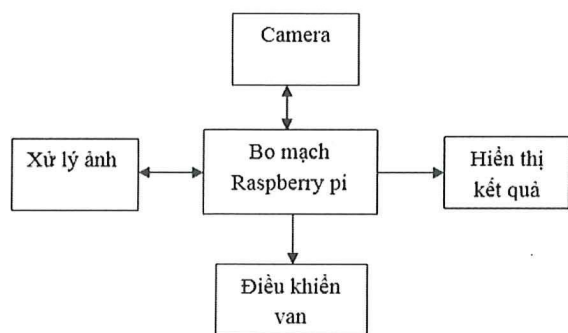
### **Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

#### **Cấu trúc của mô hình**

Mô hình hệ thống đếm cá giống tự động được thiết kế như Hình 1. Mô hình gồm có một bể cá 1 đặt ở phía trên để chứa cá giống và một bể cá 2 đặt ở phía dưới để thu ảnh và đếm số lượng cá. Hệ thống đèn chiếu sáng và camera được đặt phía trên bể 2 để phục vụ cho việc thu ảnh cá giống. Hệ thống van gồm có van 1 gắn với bể 1 để xả cá giống từ bể cá 1 xuống bể 2 và van 2 được gắn phía dưới bể cá 2 để đưa cá ra ngoài sau khi đếm xong. Bể 2 được thiết kế một rãnh để quy định mức nước, nếu nước lớn hơn mức này thì sẽ được tự động bơm trở lại bể 1. Sơ đồ khối hệ thống đếm cá giống tự động được trình bày trong hình 2. Hệ thống dùng bo mạch Raspberry pi cho xử lý ảnh và điều khiển hệ thống. Kết quả đếm được hiển thị trên màn hình LCD cho người dùng. Hệ thống gồm bo mạch Raspberry pi là mạch điều khiển trung tâm. Nó được kết nối với camera để thu hình ảnh, điều khiển hệ thống van xả cá và điều khiển hiển thị kết quả lên màn hình LCD thông qua các chân điều khiển GPIO.



Hình 1: Mô hình đếm cá giống

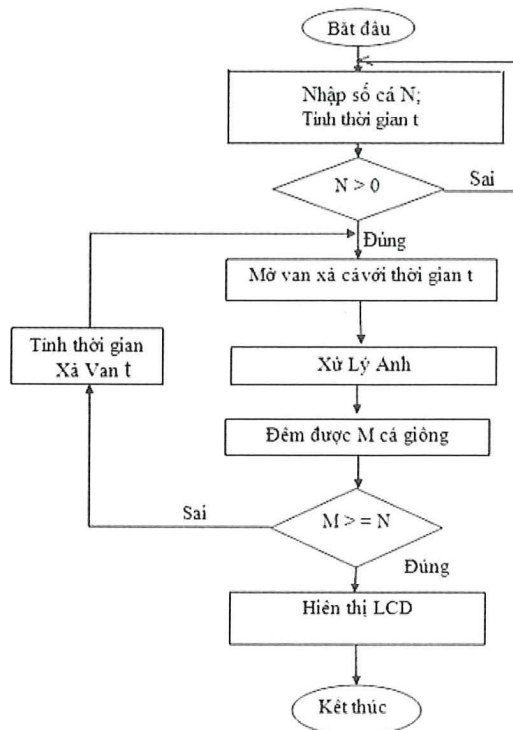


Hình 2: Sơ đồ khối của mô hình

**Kết quả và thảo luận**

**Điều khiển hệ thống**

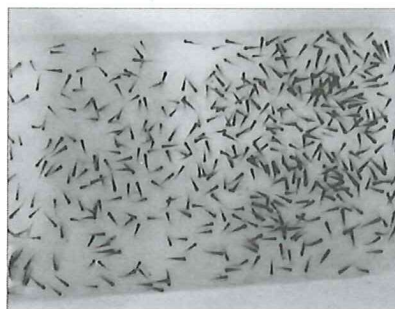
Thời gian mở van 1 để xả cá từ bể 1 xuống bể 2 để thu ảnh sẽ được tính toán theo số lượng cá yêu cầu. Khi cá đã được xả, camera sẽ thu ảnh và chương trình xử lý ảnh sẽ nhận dạng và đếm số lượng cá trong bể 2. Nếu kết quả đếm nhỏ hơn số cá yêu cầu, hệ thống sẽ tính toán thời gian mở thêm van 1 để cho thêm cá từ bể 1 xuống bể 2. Và camera sẽ thu ảnh và số lượng cá sẽ được đếm lại. Quá trình này được lặp lại cho đến khi đủ số lượng yêu cầu. Khi đếm đủ số lượng cá yêu cầu, số lượng sẽ được hiển thị trên LCD, đồng thời van 2 được mở để xả cá từ bể 2 ra ngoài cho người dùng. Lưu đồ thuật toán điều khiển hệ thống như Hình 3.



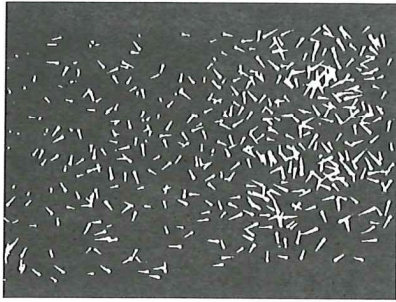
Hình 3: Lưu đồ điều khiển mô hình

**Nhận dạng và đếm cá giống bằng xử lý ảnh**

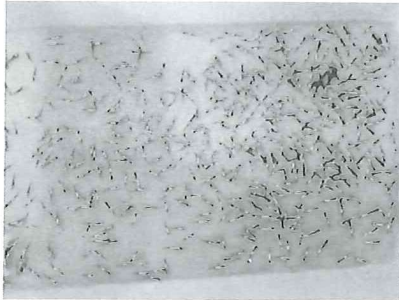
Ảnh thu được với không gian màu RGB vẫn còn xuất hiện một số nhiễu do quá trình thu ảnh và cũng do bể cá có một số bụi bẩn. Vì vậy ảnh thu được sẽ được lọc nhiễu bằng bộ lọc Gaussian như Hình 4. Như trong khung hình thu được, thân cá màu đen nên tách biệt với nền trắng của bể cá 2. Vì vậy, để nhận dạng và tách cá giống khỏi nền ta chọn phương pháp lấy ngưỡng. Ngưỡng được chọn có giá trị nằm trong khoảng 0-255 và sao cho kết quả phân đoạn ảnh tốt nhất. Như vậy, ảnh thu được sẽ có hai màu đen và trắng, màu đen là giá trị nền và màu trắng là giá trị của các đối tượng cá. Kết quả như Hình 5.



Hình 4: Ảnh thu được



Hình 5: Kết quả nhận dạng và tách cá khỏi nền



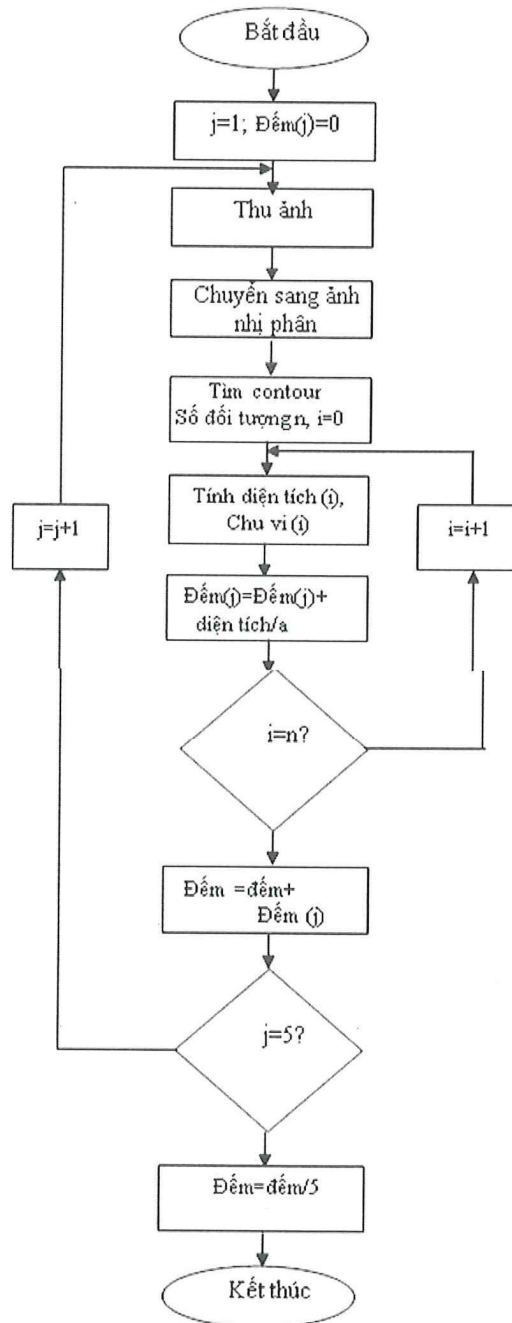
Hình 6: Kết quả tìm contour đối tượng

Từ đây, ta có được số lượng các đối tượng, diện tích, chu vi của từng đối tượng. Tuy nhiên, có những trường hợp cá bơi gần nhau hoặc khi thu ảnh từ trên xuống cá bị chồng lấp lên nhau. Kết quả sau khi tách đối tượng thì gây nên vấn đề là mặc dù có nhiều con cá nhưng chỉ được xem như một đối tượng. Điều này gây nên sai số trong khi đếm. Để khắc phục vấn đề này, nghiên cứu dựa vào diện tích, chu vi của từng đối tượng để tính được số lượng cá thực tế trong mỗi đối tượng đồng thời camera sẽ thực hiện thu ảnh 5 lần tại 5 thời điểm khác nhau và thực hiện đếm số lượng cá cho 5 khung hình này rồi lấy kết quả trung bình cả 5 lần đếm sẽ thu được kết quả đếm chính xác hơn.

Để xác định số lượng cá thực tế trong từng đối tượng, từng đối tượng sẽ được đo diện tích, chu vi bằng xử lý ảnh. Nhóm nghiên cứu thực hiện xác định khoảng diện tích pixel của những đối tượng gồm một con cá riêng lẻ và sau đó tính diện tích pixel, chu vi pixel trung bình của một con cá. Với những đối tượng gồm nhiều con cá bị chồng lấp nhau, để xác định số lượng cá trong đối tượng ta tìm sự tương quan giữa diện tích, chu vi đối tượng và số lượng cá của nó bằng cách lấy 20 đối tượng bị chồng lấp, so sánh diện tích,

chu vi và số lượng cá thực tế trong đó để tìm tỉ lệ giữa diện tích pixel và số cá. Với cá được dùng để khảo nghiệm trong nghiên cứu này là loại cá giống có chiều dài thân từ 15mm đến 20mm, chiều rộng 2mm đến 3mm tương ứng với diện tích pixel nhỏ hơn 30 pixel.

Lưu đồ thuật toán của chương trình xử lý ảnh được trình bày trong Hình 7.



Hình 7: Lưu đồ thuật toán đếm số cá trong bể

### Khảo nghiệm độ chính xác của chương trình xử lý ảnh

- Cho một lượng cá vào bể chứa 2. Kích thước cá trong thí nghiệm có chiều dài thân từ 15 mm đến 20 mm. Chụp lại hình ảnh bể cá và đếm bằng mắt để có số lượng cá thực tế.

- Chạy chương trình xử lý ảnh để nhận dạng và đếm số cá trong bể chứa 2 để có số lượng cá đếm bởi hệ thống. Mỗi số lượng cá đưa vào được thực hiện thu ảnh và đếm bằng chương trình xử lý ảnh 10 lần trước khi thay đổi số lượng cá thực tế.

Với kích thước của bể thu ảnh của nghiên cứu này, chương trình xử lý ảnh sẽ cho kết quả tốt nhất với số lượng cá trong bể nhỏ hơn hoặc bằng 600 con. Khi tăng số lượng cá nhiều hơn, sự chồng lấp cá trong ảnh tăng lên và việc ước lượng số cá thông qua diện tích gây nên nhiều sai số hơn. Ngoài ra, yếu tố nhiễu sáng cũng ảnh

hưởng đến sai số của chương trình.

### Khảo nghiệm độ chính xác của hệ thống

- Nhập số lượng cá giống cần đếm vào bảng điều khiển. Kích thước cá trong thí nghiệm có chiều dài thân từ 15mm đến 20mm.

- Dựa vào số lượng cá yêu cầu, hệ thống sẽ điều khiển thời gian mở van xả cá xuống bể. Chương trình xử lý ảnh sẽ thực hiện nhận dạng và đếm số lượng cá trong khung hình thu được từ camera, nếu chưa đủ số lượng yêu cầu thì van sẽ được mở thêm một thời gian để xả thêm cá xuống bể, và quá trình thu ảnh để xử lý tiếp tục đến khi đủ số lượng yêu cầu.

- Chụp ảnh trong bể cá và thực hiện đếm bằng mắt số lượng cá thực tế trong bể chứa để kiểm chứng độ chính xác của hệ thống.

- Mỗi thí nghiệm được thực hiện 10 lần.

**Bảng 1: Kết quả đếm cá giống và thời gian xử lý trung bình của hệ thống**

Số lượng thực tế (con)	Số cá đếm bởi chương trình xử lý ảnh										Độ chính xác (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
100	102	103	100	98	99	98	99	103	101	101	98,4
200	197	196	207	206	205	197	203	205	202	196	97,9
300	304	295	311	310	311	321	312	314	320	290	96,1
400	390	422	415	419	411	420	385	417	410	380	96,0
500	487	512	515	521	520	550	486	495	527	530	95,9
600	648	648	580	638	642	619	587	617	585	631	95,2

**Bảng 2: Kết quả đếm cá giống và thời gian xử lý**

Số lượng cần đếm (con)	Số cá thực tế trong bể										Độ chính xác (%)	Thời gian trung bình
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
100	102	104	106	110	109	100	109	110	107	108	93,5	87
200	211	201	216	211	205	216	211	205	215	211	94,9	98
300	304	320	315	310	320	306	319	305	315	312	95,8	110
400	420	411	415	417	423	420	430	432	426	420	94,7	113

Kết quả khảo nghiệm cho thấy độ chính xác của hệ thống đếm cá giống tự động đều lớn hơn 90%. Thời gian xử lý của hệ thống với số lượng như trong khảo nghiệm từ 100-600 con tương ứng 80-125s.

Ngoài sai số do chương trình xử lý ảnh gây ra, lưu lượng cá chảy từ bể 1 xuống bể 2 không ổn định cũng là nguyên nhân gây nên sai số. Điều này do việc điều khiển lượng cá chảy xuống bể 2 được tính theo thời gian, mà số lượng cá trong bể 1 không giống nhau tại mọi thời điểm nên lưu lượng cá chảy xuống bể 2 trong một thời gian nhất định là không giống nhau. Đặc biệt khi đếm số lượng cá lớn thì hệ thống sẽ mở van xả cá xuống bể 2 nhiều lần để đạt số lượng yêu cầu nên sai số sẽ càng tăng.

### **Kết luận và kiến nghị**

Nghiên cứu đã xây dựng một mô hình đếm cá giống tự động ứng dụng kỹ thuật xử lý ảnh. Chương trình xử lý ảnh nhận dạng và đếm số lượng cá bằng phương pháp lấy ngưỡng nhanh chóng với độ chính xác cao. Bộ mạch Raspberry pi làm mạch điều khiển hệ thống giúp tiết kiệm chi phí và nhỏ gọn. Kết quả cho thấy độ chính xác của hệ thống trên 90%. Tuy nhiên, có một số tồn tại trong phương pháp đếm này như lưu lượng cá chảy vào bể không ổn định, nhiễu sáng,... làm cho độ chính xác chưa cao. Hướng phát triển của nghiên cứu này là kết hợp thêm đặc trưng của cá như tỉ lệ chiều dài và chiều rộng thân cá, chấm đen trên mắt cá,... trong chương trình xử lý ảnh để tăng độ chính xác của phép nhận diện và đếm cá.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Trương Quốc Bảo, Nguyễn Chánh Nghiệm, Nguyễn Minh Kha, Huỳnh Hoàng Giang, Võ Minh Trí, 2015. *Developing a new computer vision algorithm for detecting and counting shrimp larvae*. Hội nghị toàn quốc lần thứ 3 về Điều khiển và Tự động hoá – VCCA.
- [2] Pandit A., Rangole J., 2014. Literature Review on Object Counting using Image Processing Techniques. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, Vol. 3, Issue 4, pp.8509-8512.
- [3] Mello C. A. B., Santos W. P., Rodrigues M. A. B., Candeias A. L. B., Gusmao C. M. G., 2008. *Image Segmentation of Ovitrap for Automatic Counting of Aedes Aegypti Eggs*. 30th Annual International IEEE EMBS Conf. Vancouver, British Columbia, Canada, pp.3103-3106.
- [4] Panmanee P., Taparhudee W., 2012. *Counting Fish Fry using Digital Image Processing*, Proceedings of the 50th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart University, Thailand, 31 January - 2 February 2012. Volume 1. Subject: Animals, Veterinary Medicine, Fisheries 2012 pp.368-374 ref.3.
- [5] Abdullah N. B., Rahim M. S. M., Amin I. M., 2011. Method of Measure Length of Fish from Digital Image, pp.401-404.
- [6] Võ Minh Trí, 2014. Bước đầu thiết kế chế tạo và thử nghiệm thiết bị đếm tôm giống bằng cảm biến quang. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, tr.63-68.
- [7] Raman V., Perumal S., 2015. Matlab Implementation Results: Detection and Counting of Young Larvae and Juvenile by Image Enhancement and Region Growing Segmentation Approach. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, ISSN: 2231-2307, Volume-5 Issue-2, pp.57-65.