

## *Phát triển thuật toán xử lý ảnh để phát hiện và đếm tôm giống*

### *Developing a new computer vision algorithm for detecting and counting shrimp larvae*

**Trương Quốc Bảo, Nguyễn Chánh Nghiệm,  
Nguyễn Minh Kha, Huỳnh Hoàng Giang, Võ Minh Trí**

**Trường ĐH Cần Thơ**

**e-Mail: [tqbao@ctu.edu.vn](mailto:tqbao@ctu.edu.vn), [nenghiem@ctu.edu.vn](mailto:nenghiem@ctu.edu.vn), [ks.mkha9893@gmail.com](mailto:ks.mkha9893@gmail.com),  
[giang111080@gmail.com](mailto:giang111080@gmail.com), [vmtri@ctu.edu.vn](mailto:vmtri@ctu.edu.vn)**

#### **Tóm tắt**

Ở nước ta hiện nay, việc kiểm đếm tôm giống tại các cơ sở mua bán được thực hiện bằng phương pháp thủ công, tốn nhiều thời gian và độ chính xác không cao. Mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm tìm ra phương pháp kiểm tra số lượng tôm giống chính xác, nhanh chóng, có khả năng bỏ qua các tạp chất trong quá trình đếm. Nghiên cứu được thực hiện trên các mẫu tôm giống thẻ chân trắng từ 7 đến 13 ngày tuổi sử dụng công nghệ 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 bước đầu cho thấy giải thuật đếm có độ chính xác khoảng 95%.

**Từ khóa:** Tôm giống, đếm, phân đoạn ảnh, trừ nền, xử lý hình thái.

**Abstract:**

Nowadays in our country, shrimp larvae in some company is counted for sale by manual methods that are time-consuming and has low accuracy. The goal of this research is to find a way to check the amount of shrimp larvae precise, fast, able to ignore the impurities in the counting. The research is implemented on shrimp samples from 7 to 13 days of age based on image processing technology and OpenCV (Open Source Computer Vision Library). To identify the number of shrimp larvae, a segmentation technique based on the optimal threshold and some other algorithms such as background subtraction, morphology operations are used. Preliminary experimental results show that the algorithm has counting accuracy about 95% and processing time is about 8 seconds.

**Keywords:** shrimp larvae, count, image segmentation, background subtraction, morphologies.

#### **Ký hiệu**

Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa
$f(x,y)$		Điểm ảnh tại tọa độ $(x,y)$ của ảnh $f$ .

$g(x,y)$	Điểm ảnh tại tọa độ $(x,y)$ của ảnh $g$ .
$R(x,y)$	Điểm ảnh tại tọa độ $(x,y)$ của ảnh $R$ .
$M_{max}$	Kích thước lớn nhất của cá thể tôm.
$M_{min}$	Kích thước nhỏ nhất của cá thể tôm.
$M_{db}$	Kích thước lớn nhất của hai cá thể liên kết với nhau.

#### **Chữ viết tắt**

OpenCV	Open Source Computer Vision
COCH	Co-occurrence Color Histogram

### **1. Phần mở đầu**

Theo tổng cục Thủy Sản tính đến tháng 12 năm 2013 diện tích nuôi tôm của cả nước đạt 652.612 ha, sản lượng thu hoạch là 475.854 tấn [1]. Thống kê của Hải Quan Việt Nam đến tháng 7 năm 2013, xuất khẩu tôm giống, cả nước có 1.722 cơ sở sản xuất tôm sú và 583 cơ sở tôm thẻ chân trắng. Sản lượng tôm giống sản xuất ước lượng khoảng 68.5 tỷ con (tôm sú khoảng 21.3 tỷ, tôm thẻ chân trắng khoảng 47.2 tỷ) và nhu cầu con tôm giống trên thị trường rất lớn [1]. Hầu hết giao dịch mua bán tôm giống hiện nay trên thị trường vẫn còn sử dụng phương pháp thủ công để ước lượng và đếm mẫu. Đầu tiên, tôm được thả trong một vớt lớn, người đếm sẽ lựa chọn cốc phù hợp với kích thước tôm để có thể vớt được khoảng 2000 con/cốc bằng kinh nghiệm. Sau đó, tôm được cho vào túi nilong có bơm oxy để vận chuyển đến người mua. Để kiểm tra, người mua chọn một túi tùy ý làm mẫu, mẫu được đếm bằng cách dùng chén vớt từng con để đếm, trung bình 2000 con được đếm trong khoảng 30-40 phút. Theo quy trình này, các cơ sở tôm giống thường phải bù cho người mua từ 10% đến 20% số lượng. Ngoài ra, còn có cách đếm sơ màu và sử dụng cân điện tử. Một ví dụ về cách đếm thủ công truyền thống được thể hiện trong Hình 1. Phương pháp này tốn nhiều nhân công, sức khỏe tôm giống, đặc biệt có sự

sai số trong quá trình đếm, như vậy khó có sự minh bạch giữa người bán và người mua. Vì vậy, tự động hóa quá trình nhận dạng và đếm số lượng tôm giống là nhu cầu thực tế. Tuy nhiên, hiện nay trên thị trường chưa có nhiều công bố về việc nghiên cứu ứng dụng các công nghệ trong việc ước lượng và đếm số lượng tôm giống.



H. 1 Phương pháp đếm tôm giống truyền thống bằng cốc

Theo nghiên cứu [3], các tác giả sử dụng thuật toán biến đổi hệ số wavelet nhận dạng tôm giống. Thuật toán sử dụng phương pháp biến đổi hệ số wavelet thuận, sử dụng kỹ thuật xử lý hình thái xác định chiều dọc, ngang và chéo nhau để tìm đặc trưng của chúng (ví dụ như mắt), sau đó biến đổi wavelet ngược, các con có những đặc trưng sẽ được tìm thấy. Nhược điểm của phương pháp này là độ chính xác của phép đếm không cao, chỉ đạt 80,61 % trong trường hợp hai con trùng nhau.

Một kết quả nghiên cứu khác được trình bày trong [4] sử dụng thuật toán biểu đồ đồng dạng màu (COCH) đếm tôm giống. Tôm giống được chứa trong bể chứa bằng kính. Hình ảnh được xử lý trước để loại bỏ nhiễu sau đó giải thuật phân đoạn chia ra tôm ra thành lớp gồm những cá thể tôm có phần ảnh chồng lên nhau và lớp gồm cá thể tôm riêng biệt. Việc đếm số cá thể tôm được thực hiện bằng giải thuật sử dụng giới hạn diện tích cá thể tôm thông qua số điểm ảnh thuộc cá thể đó. Bài báo công bố kết quả thực nghiệm phương pháp này chính xác 97%.

Cả hai thuật toán nêu trên có hạn chế là chỉ áp dụng với những tôm giống có kích thước lớn khoảng 15 ngày tuổi (post 15), và thuật toán không còn chính xác đối với tôm giống có ngày tuổi ít hơn (post nhỏ hơn) hay kích thước nhỏ hơn. Ảnh đầu vào được phân đoạn và xử lý hình thái, nên kết quả ảnh đầu ra không có những đặc trưng nhất định để nhận dạng.

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày phương pháp nhận dạng và đếm tôm giống sử dụng kỹ thuật trừ nền và phân đoạn ảnh để tìm ra đối tượng có tính đến việc loại bỏ các tạp chất để tăng độ chính xác của phép đếm. Mục tiếp theo của bài viết trình bày một số đặc điểm của tôm giống, mô tả thiết kế hộp tối để chứa tôm giống và thu nhận ảnh đầu vào từ camera. Nội dung của thuật toán xử lý ảnh bao gồm giải thuật trừ nền, thuật toán phân đoạn ảnh, giải thuật chọn lọc và

đếm số tôm giống được mô tả chi tiết. Các kết quả thực nghiệm và thảo luận được trình bày trong mục 3. Kết luận và các định hướng tiếp theo được đề cập trong mục 4 của bài báo.

## 2. Nội dung chính

### 2.1 Đặc điểm tôm giống thể chân trắng

Bài báo nghiên cứu trên một loại tôm giống có nhu cầu cao trên thị hiện nay là tôm giống thể chân trắng. Tôm giống thể chân trắng (*Penaeus vannamei*) (Hình 2) có chiều dài từ 7 mm đến 13 mm, hoạt động nhanh nhẹn. Khi thả vào bể có nước xoáy nhẹ, tôm có xu hướng tủa ra xung quanh, bơi ngược dòng, bám vào thành bể, phản ứng khi gõ vào dụng cụ chứa, có tính hướng quang, trên đầu có những chấm đen, lớp vỏ bóng dễ phản xạ ánh sáng. Sức khỏe tôm giống ít bị ảnh hưởng khi chịu tác động của nước xoáy.



H. 2 Tôm giống thể chân trắng 13 ngày tuổi

### 2.2 Thiết kế hộp tối và bể chứa tôm

Nguồn ánh sáng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng hình ảnh thu được từ camera. Việc thu nhận ảnh đầu vào với chất lượng ảnh không ổn định sẽ gây nhiều khó khăn, làm kết quả xử lý không được chính xác. Vì vậy, các thí nghiệm sẽ được bố trí trong một hộp tối nhằm hạn chế tác động của các nguồn sáng bên ngoài làm thay đổi chất lượng ảnh. Camera được hỗ trợ ánh sáng bởi một nguồn sáng nhất định từ đèn chiếu sáng được lắp trong hộp tối.

Bể chứa tôm có nhiệm vụ chứa tôm trong quá trình thu nhận ảnh đầu vào. Bể chứa là một yếu tố quan trọng và ảnh hưởng lớn đến kết quả xử lý ở các bước tiếp theo. Bể chứa tôm phải đảm bảo các yêu cầu như: có màu tương phản với tôm, ánh sáng có thể phân bố đều trong toàn diện tích bể, độ cao mức nước không thay đổi trên toàn diện tích đáy bể. Để đáp ứng các yêu cầu trên, chúng tôi đã sử dụng bể chứa tôm bằng vật liệu thủy tinh. Hai biên dạng bể khác nhau đã được thí nghiệm nhằm chọn ra biên dạng tối ưu nhất.

Bể chứa tôm được thiết kế là bể chứa có biên dạng hình chữ nhật với kích thước 14x11,5x3cm (Hình 3). Nguồn sáng huỳnh quang được đặt phía dưới bể chứa. Camera Logitech HD Pro C920 có độ phân giải 15

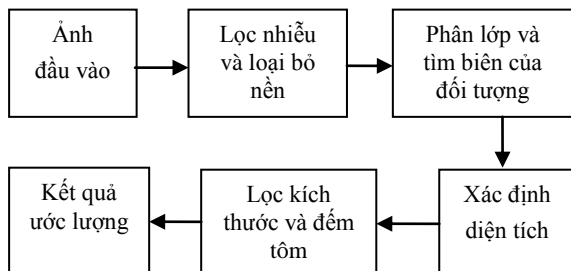
Megapixel được sử dụng và đặt ở phía trên bề mặt chứa một khoảng 15 cm. Thể tích nước chứa trong bể từ 100 ml đến 150 ml.

### 2.3 Tổng quát về giải thuật

Quy trình xử lý tổng quát của phương pháp được trình bày trong Hình 4. Đầu tiên các ảnh đầu vào sẽ được lọc nhiễu bằng bộ lọc Gauss và loại bỏ nền bằng phương pháp trừ nền. Ưu điểm của phương pháp này là các đối tượng không chuyển động trong một khoảng thời gian nhất định (hình nền của bể chứa, các tạp chất) bị loại bỏ. Tiếp theo, các ảnh kết quả thu được sẽ được phân đoạn để loại bỏ nhiễu và làm rõ đối tượng. Các đối tượng sẽ được phân tích đặc trưng hình thái để đếm số lượng.



H. 3 Thiết kế bể chứa (trái) và buồng tối (phải)



H. 4 Quy trình tổng quát của thuật toán nhận dạng và đếm tôm giống

### 2.4 Loại bỏ nền và bể chứa

#### 2.4.1 Phép trừ nền

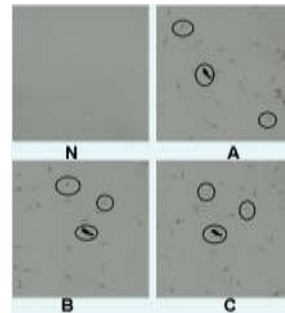
Trừ ảnh được dùng để tách nhiễu khỏi nền hoặc phát hiện đối tượng chuyển động. Ngoài ra, kỹ thuật trừ nền còn được dùng loại bỏ các đối tượng nào đó và chỉ giữ lại các đối tượng cần thiết. Hình ảnh tại 2 thời điểm khác nhau có cùng kích thước ảnh, so sánh chúng để tìm ra sự khác nhau. Hai ảnh được dóng thẳng rồi trừ đi và thu được ảnh mới. Ảnh mới này chính là sự khác nhau một số đặc điểm nào đó so với ảnh các ảnh gốc ban đầu. Gọi  $f$  và  $g$  là hai ảnh có cùng kích thước (tính theo pixels), khi đó phép trừ

ảnh là phép trừ từng pixel tương ứng của ảnh như công thức (1).

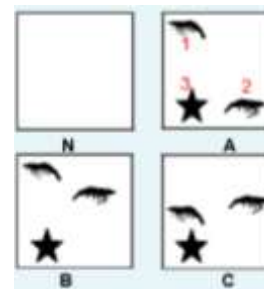
$$R(x, y) = f(x, y) - g(x, y), 0 \quad (1)$$

#### 2.4.2 Loại bỏ nền và bể chứa bằng phép trừ nền

Ở đây, thuật toán trừ nền được sử dụng để tách các đối tượng đứng yên (như bể chứa tôm, xác tôm, các tạp chất lẫn trong nước) và các đối tượng chuyển động (tôm). Để có thể thực thi giải thuật, 01 ảnh nền được thu thập trước khi cho tôm vào bể chứa để đếm (Hình 5, ảnh N). Sau khi cho tôm vào bể chứa, 03 ảnh được thu thập lần lượt cách nhau khoảng thời gian 1/3 giây trong cùng điều kiện ánh sáng. (Hình 5, ảnh A, B, và C).



H. 5 Các ảnh cần thiết cho giải thuật trừ nền (N: Nền; A, B, C là các ảnh có cá bể chứa tôm và tôm)



H. 6 Minh họa các đối tượng trong bể chứa tôm. (Ảnh N: ảnh nền; Ảnh A, B, C là các ảnh chụp cách nhau 1/3 giây)

Như mô tả trong Hình 6, việc phân loại tôm cần xác định được ba loại đối tượng gồm có đối tượng tôm đứng yên, đối tượng tôm đang chuyển động và đối tượng không quan tâm (đối tượng 3 trong Hình 6, ảnh A). Việc phân loại tôm được thực hiện lần lượt qua các bước sau:

**Bước 1:** Tìm những đối tượng đã chuyển động trong ảnh B so với ảnh A (Hình 6). Gọi D là kết quả của phép trừ ảnh A bởi B ta tìm được đối tượng tôm chuyển động (Hình 7).



H. 7 Kết quả D của phép trừ ảnh A - B

*Bước 2:* Tìm đối tượng không thay đổi vị trí trong ảnh B so với ảnh A. Gọi  $\bar{B}$  là ảnh kết quả của phép trừ ảnh  $N-B$  như Hình 8. Ảnh  $E = \bar{B} - D$  giúp xác định đối tượng không chuyển động trong ảnh A ban đầu (Hình 9).

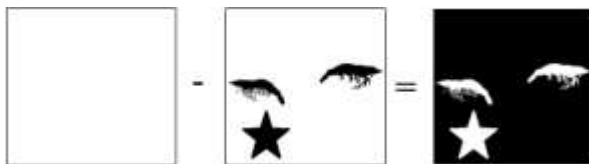


H. 8 Ảnh kết quả  $\bar{B}$  của phép trừ ảnh  $N-B$



H. 9 Ảnh kết quả E của phép trừ ảnh  $\bar{B}-D$

*Bước 3:* Kiểm tra các đối tượng không chuyển động trong ảnh E có phải là tôm hay không bằng cách so sánh vị trí của các đối tượng trong ảnh E với ảnh C. Gọi  $\bar{C} = N-C$  (Hình 10), ta được ảnh kết quả Hình 10. Đối tượng tôm đứng yên không chuyển động trong ảnh ban đầu được tìm thấy trong ảnh F là kết quả của phép toán  $E-\bar{C}$  (Hình 11).



H. 10 Ảnh kết quả  $\bar{C}$  của phép trừ ảnh  $N-C$

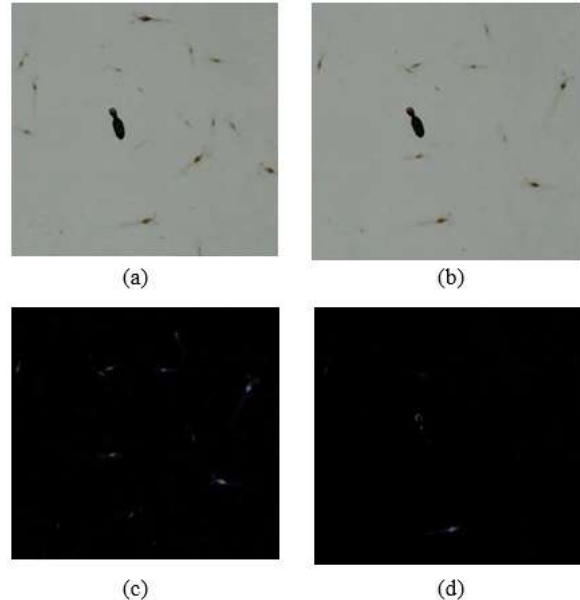


H. 11 Ảnh kết quả F của phép trừ ảnh  $E-\bar{C}$

Như vậy, tất cả các đối tượng thật sự là tôm đã được thể hiện trên ảnh D và F, các bước xử lý tiếp theo sẽ được thực hiện trên hai ảnh này. Đối tượng không quan tâm (đối tượng 3 trong Hình 6, ảnh A) có vị trí không thay đổi trong ba ảnh A, B và C đã được loại bỏ vì không được thể hiện trên ảnh kết quả D và F. Giải

thuật trừ nền đã đề xuất được thực hiện trên ảnh màu với ảnh kết quả D và F được thể hiện ở Hình 12.

Giải thuật được áp dụng dựa trên đặc tính linh hoạt của tôm giống, các ảnh xử lý được ghi nhận cách nhau 1/3 giây là khoảng thời gian tối thiểu để một cá thể tôm có thể di chuyển ra khỏi vị trí của nó ảnh kết quả là ảnh chỉ chứa những đối tượng thật sự là tôm giống, những đối tượng là bể chứa, tạp chất có trong nước sẽ được loại bỏ khỏi ảnh kết quả.



H. 12 Kết quả giải thuật trừ nền trên ảnh màu (a- Ảnh gốc A; b- Ảnh gốc B; c- Ảnh kết quả D; Ảnh kết quả F)

## 2.5 Phân lớp đối tượng

Sau khi loại bỏ nền và bể chứa, đối tượng tôm giống cần được làm nổi bật để có thể đếm số lượng. Một trong những phương pháp đơn giản, thường được lựa chọn là phương pháp phân lớp dựa trên ngưỡng tối ưu. Tuy nhiên, ngưỡng tối ưu trên mỗi hình ảnh không giống nhau và việc lựa chọn ngưỡng tối ưu không hợp lý sẽ gây khó khăn cho các xử lý về sau. Ngoài ra, ngưỡng tối ưu cần được chọn một cách tự động. Trong nghiên cứu này, kỹ thuật phân đoạn ảnh bằng thuật toán Valley-Emphasis được sử dụng để tìm ngưỡng tối ưu tự động.

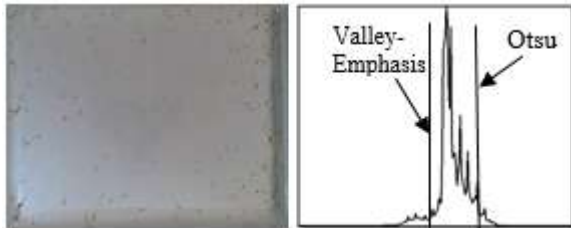
### 2.5.1 Phân đoạn ảnh

Phân đoạn ảnh là chia ảnh đầu vào thành các vùng đồng nhất. Trong đó, mỗi vùng đồng nhất là tập các điểm ảnh có chung một số tính chất như màu sắc, kết cấu. Vì thế, trong hầu hết các ứng dụng của lĩnh vực xử lý ảnh, phân đoạn ảnh luôn đóng một vai trò quan trọng và thường là bước xử lý đầu tiên trong toàn bộ quá trình trước khi thực hiện các thao tác khác ở mức cao hơn như nhận dạng đối tượng, biểu diễn đối tượng, nén ảnh, hay truy vấn ảnh dựa vào nội dung [5-7].

Phương pháp phân đoạn ảnh đơn giản và nhanh chóng nhất là phân ngưỡng (threshold). Ngưỡng có thể có giá trị từ 0 đến 255. Tùy theo yêu cầu của từng ứng



dụng mà có những phương pháp chọn ngưỡng khác nhau. Thông thường, để phù hợp với các điều kiện khác nhau khi thu nhận ảnh đầu vào như cường độ sáng, nền, ngưỡng sẽ được chọn bằng một phương pháp chọn ngưỡng tự động. Trong nghiên cứu này, phương pháp được sử dụng là phương pháp Valley-emphasis [8-9].

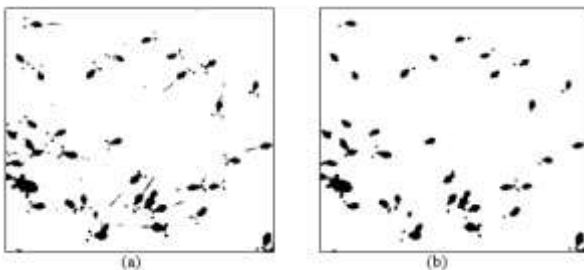


**H. 13** Kết quả phân lớp theo phương pháp Valley-emphasis ( $T = 120$ )

Hình 13 thể hiện kết quả phân ngưỡng theo phương pháp Valley-emphasis. Kết quả phân ngưỡng tốt nhưng ảnh kết quả cho thấy mắt của những cá thể tằm có kích thước lớn (tằm giống từ 12 đến 13 ngày tuổi) có thể nhận dạng lầm là tằm giống. Vì vậy, cần phải nhận dạng và loại bỏ các vùng là mắt trong quá trình đếm.

### 2.5.2 Tìm biên đối tượng

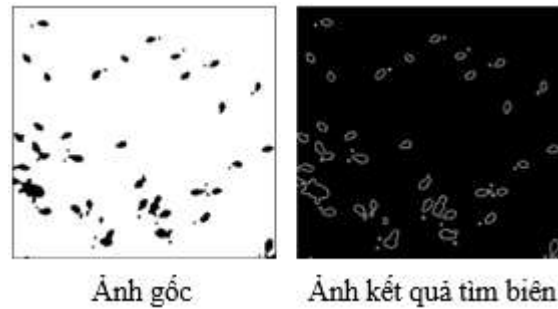
Ảnh nhị phân sau khi được phân ngưỡng sẽ cho ra kết quả có các đối tượng chưa hoàn chỉnh. Một số nguyên nhân như trên ảnh vẫn còn nhiều là các chấm đen chưa bị loại bỏ sau thuật toán lọc nhiễu hoặc do ngưỡng phân đoạn chưa thực sự tốt để tách hoàn toàn các đối tượng. Để giải quyết vấn đề này, các thuật toán hình thái co, giãn ảnh được sử dụng [10]. Việc áp dụng thuật toán xử lý hình thái giúp xóa đi những vùng có kích thước nhỏ như bụi hay mắt tằm, đồng thời làm sạch các kết quả xử lý phân vùng ảnh, khử nhiễu và lấp các lỗ trống trong 1 vùng. Ảnh kết quả trước và sau khi thực hiện phép co giãn với tằm 12 ngày tuổi (post 12) được trình bày ở Hình 14.



**H. 14** Kết quả ảnh co giãn ảnh nhị phân (Ảnh kết quả trước (a) và sau khi thực hiện phép co giãn ảnh (b) với post tằm 12)

Sau khi làm nổi rõ đối tượng có thể là tằm giống bằng kỹ thuật phân đoạn ảnh và xử lý hình thái, đường biên

của các vùng được cho là tằm giống được tìm và chu vi các vùng này được tính (Hình 15).



**H. 15** Kết quả tìm biên của đối tượng được cho là tằm đối với post tằm 12.

### 2.6 Phân loại và đếm tằm giống

Phân loại và đếm tằm giống là bước quan trọng và là mục tiêu chính của bài toán. Do tằm giống có kích thước rất nhỏ nên đặc trưng về kích thước được sử dụng để nhận dạng tằm giống. Sau khi quá trình phân lớp các đối tượng được thực hiện, diện tích các vùng đối tượng được tính. Việc lọc các đối tượng có kích thước phù hợp với tằm giống cần đếm được thực hiện và số lượng đối tượng được đếm.

Gọi contour là đường biên khép kín của vùng đối tượng,  $M$  là số pixels trong một đường biên khép kín,  $M_{min}$ ,  $M_{max}$ , lần lượt là các giá trị nhỏ nhất, lớn nhất của một đối tượng là một cá thể tằm có thể đạt được,  $M_{db}$  là kích thước lớn nhất mà hai cá thể tằm liên kết với nhau có thể đạt được,  $Dem$  là biến lưu giá trị tằm giống đếm được. Các giá trị  $M_{min}$ ,  $M_{max}$ ,  $M_{db}$  là các giá trị có được từ thực tế, là kết quả thí nghiệm trên các mẫu tằm giống từ post 7 đến post 13 (tằm giống thể chân trắng có số ngày tuổi từ 7 đến 13).

Số lượng pixels ( $M$ ) có trong từng contour được tính và so sánh với các giá trị  $M_{min}$ ,  $M_{max}$  và  $M_{dp}$ . Một contour là đường biên của cá thể tằm giống nếu thỏa điều kiện  $M_{min} \leq M \leq M_{max}$ . Nếu số lượng điểm ảnh của contour thỏa  $M_{max} < M \leq M_{dp}$  thì contour đó là đường biên của hai cá thể và cập nhật lại giá trị biến  $Dem$ . Quá trình được lặp lại cho tất cả các đường biên contour có được. Kết quả thực nghiệm của giải thuật cho phép phân biệt đầu là một cá thể tằm đơn lẻ, đầu là hai cá thể tằm có phần ảnh chồng lên nhau hoặc dính lại với nhau.

### 3. Kết quả thực nghiệm và thảo luận

Số lượng tằm của các mẫu được đếm thủ công sau đó được đếm lại bằng giải thuật đã đề xuất để so sánh và đánh giá kết quả.

Bảng 1 liệt kê kết quả của 10 lần đếm tằm giống với các loại tằm có kích thước khác nhau phụ thuộc vào số ngày tuổi (post) bằng giải thuật đề xuất. Mỗi mẫu tằm gồm 100 cá thể.

Kết quả cho thấy giá trị đếm trung bình khá chính xác so với số lượng cá thể thực có trong mẫu. Độ lệch chuẩn lớn quan sát được trong trường hợp tôm có kích thước nhỏ (post 7 đến post 9) và có giá trị lớn nhất tương ứng với trường hợp tôm có kích thước nhỏ nhất (post 7). Điều này phù hợp với thực tế vì tôm có kích thước nhỏ khó nhận dạng hơn và có thể bơi ở các độ cao khác nhau trong bể chứa dẫn đến hình ảnh tôm có độ tương phản kém. Tuy nhiên, giá trị trung bình của 10 lần đếm lại có sai số không lớn so với số lượng tôm thực tế có trong mẫu. Sai số lớn nhất trong kết quả thực nghiệm ở Bảng 1 là 4% đối tôm post 9. Điều này đưa ra giả thuyết có thể lấy giá trị trung bình của 10 lần đếm một mẫu là kết quả đếm cho mẫu đó. Giả thuyết thống kê  $H_0$  được đưa ra là giá trị đếm được của mẫu chính là giá trị thực tế (100 cá thể) được kiểm định với mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$  cho thấy không thể bác bỏ giả thuyết này.

Để có thể sử dụng giá trị đếm trung bình cho cho các trường hợp mẫu có nhiều cá thể tôm hơn. Thí nghiệm tương tự được thực hiện với số lượng tôm lần lượt 200, 400, 500 cá thể. Kết quả kiểm định với giả thuyết tương tự (giá trị đếm trung bình bằng với giá trị thực tế) với mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$  cũng cho kết quả chấp nhận giả thuyết này. Giá trị đếm trung bình và sai số tương ứng được liệt kê lần lượt ở Bảng 2 và Bảng 3. Sai số lớn nhất của giá trị đếm trung bình là 5% đối với tôm post 7 và post 9 khi số lượng tôm trong mẫu là 200.

Bảng 1: Kết quả đếm tôm mẫu 100 cá thể từ post 7 đến post 13

Lần đếm	Post 7	Post 8	Post 9	Post 10	Post 11	Post 12	Post 13
1	116	100	105	97	92	103	104
2	89	101	106	101	97	97	95
3	108	105	90	99	105	95	97
4	98	95	110	105	101	98	102
5	99	85	103	106	101	93	97
6	108	109	105	98	108	95	102
7	105	108	103	102	104	101	93
8	112	93	105	100	99	95	111
9	86	111	104	101	100	102	105
10	91	88	105	95	104	97	102
Trung bình	101	100	104	100	101	98	101
Độ lệch chuẩn	10,2	9	5,2	3,4	4,5	3,4	5,4

Bảng 2: Giá trị trung bình của 10 lần đếm tôm với các mẫu có số lượng tôm khác nhau

Số tôm trong mẫu	Post 7	Post 8	Post 9	Post 10	Post 11	Post 12	Post 13
200	210	204	209	203	202	196	201
400	385	394	405	412	403	393	386
500	-	483	499	508	493	487	482

Bảng 3: Sai số của giá trị trung bình của 10 lần đếm

Số tôm trong mẫu	Post 7	Post 8	Post 9	Post 10	Post 11	Post 12	Post 13
100	1%	0%	4%	0%	1%	2%	1%
200	5%	2%	5%	2%	1%	2%	1%
400	4%	2%	1%	3%	1%	2%	4%
500	-	3%	0%	2%	1%	3%	4%

#### 4. Kết luận

Bài báo đã đề xuất một giải thuật xử lý ảnh hiệu quả có thể nhận dạng và đếm số lượng tôm giống. Giải thuật bao gồm 4 bước chính: loại bỏ nền và bể chứa dựa trên phương pháp trừ ảnh, phân đoạn ảnh dựa trên phương pháp chọn ngưỡng Valley-Emphasis, tìm đường biên và đếm số lượng pixel của từng đường biên, lọc kích thước và đếm số lượng tôm giống.

Với việc loại bỏ nền và bể chứa bằng phương pháp trừ nền đã giúp cho thao tác đặt bể chứa tôm được thực hiện một cách dễ dàng, đồng thời cũng giúp cho các quá trình xử lý tiếp theo được thuận lợi với độ chính xác cao. Giải thuật phân đoạn ảnh Valley-Emphasis, tìm ngưỡng phân đoạn một cách tự động và chính xác hơn, có ý nghĩa rất quan trọng trong việc hạn chế nhiễu, trích chọn đặc trưng để nhận dạng và đếm số lượng tôm giống. Kết quả đếm cuối cùng là trung bình của 10 lần đếm, có độ chính xác khoảng 95%.

Bên cạnh những thành công đó, nghiên cứu còn tồn tại một số hạn chế nhất định như: độ chính xác giảm khi trong post tôm có độ chênh lệch lớn về kích thước, phép toán hình thái chỉ có thể thực hiện trên post tôm có kích thước lớn (tôm post 12 đến post 15).

Trong tương lai, chúng tôi sẽ tiếp tục phát triển thuật toán phát hiện và nhận dạng tôm giống bằng cách kết hợp kỹ thuật xử lý ảnh và máy học nhận dạng để cho phép nhận dạng tôm giống một cách tổng quát với post tôm bất kỳ và độ chính xác cao hơn. Đồng thời tiến hành thiết kế thiết bị đếm tôm giống tự động.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn: Hội nghị Tổng Kết nuôi tôm các tỉnh phía Bắc năm 2013 và triển khai kế hoạch năm 2014, 2013.

- [2] Nguyễn Bích: *Xuất khẩu tôm Việt Nam sẽ tiếp tục tăng mạnh*, Báo cáo xuất khẩu thủy sản Việt Nam quý II/2013, 2013.
- [3] Addthajaron, S.Kiattisin, W.Chiracharit, K.Chamnongthai: *Young Shrimp detection by using modified directional wavelet coefficients*, Proceedings of 23<sup>rd</sup> International Technical conference on Circuits/Systems Computer and Communication, pp.79-82, ITC-CSCC 2008.
- [4] Wongnaret Khantuwan, Noppadon Khiripet: *Live Shrimp Larvae Counting Method Using Co-occurrence Color Histogram*, Proceedings of 9<sup>th</sup> International conference on Electrical Engineering/Electronics, Computers, Telecommunications and Information Technology, pp.1-4, ECTI-CON 2012.
- [5] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. *Digital image processing 2<sup>nd</sup> edition*, Pages: 190. Prentice Hall, 2008.
- [6] Trương Quốc Bảo, Quách Tuấn Văn, Nguyễn Minh Luân: Phát triển thuật toán xử lý ảnh để phát hiện và ước lượng khoảng cách từ hệ camera đến tâm quả cà chua chín trên cây, Tạp chí Đại học Cần Thơ, vol.36, pp.112-120, 2015.
- [7] R. Gonzales, R. Woods: *Digital Image Processing*, AddisonWesley Publishing Company, pp.443-452, 1992.
- [8] A. S. Abutaleb: *Automatic thresholding of gray-level pictures using two-entropy*. Vol. 47, pp. 22-32, International Journal on Computer Vision Graphics Image Processing, 1989.
- [9] A. D. Brink: *Thresholding of digital images using two-dimensional entropies*, Vol. 25, No. 8, pp.803-808, International Journal on Pattern Recognition, 1992.
- [10] Pierre Soille: *Morphological image analysis: principles and application*, 2<sup>nd</sup> edition, Springer, 2002.



**Trương Quốc Bảo** nhận bằng Kỹ sư Tin học tại Trường Đại Học Cần Thơ năm 1996, bằng Thạc sĩ Khoa học máy tính tại Trường Đại Học Khoa học Tự nhiên, Đại Học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh năm 2001, và nhận bằng Tiến sĩ Cơ điện tử tại Trường Đại Học Ulsan, Hàn Quốc năm 2011.

Tiến sĩ Trương Quốc Bảo tham gia giảng dạy tại Trường Đại Học Cần Thơ từ năm 1998 đến nay. Hiện anh đang là Giảng Viên thuộc Bộ môn Tự Động Hóa, Khoa Công Nghệ. Các hướng nghiên cứu sở trường là xử lý ảnh và nhận dạng, Hệ thống giao thông thông minh, Các giải thuật thông minh nhân tạo, Các giải thuật điều khiển thông minh như Fuzzy, Neural network và thuật toán di truyền.



**Nguyễn Chánh Nghiệm** nhận bằng Thạc sĩ về Cơ điện tử tại Học viện Công Nghệ Châu Á, Pathumthani, Thái Lan năm 2007. Năm 2012, anh nhận bằng Tiến sĩ tại Đại học Osaka, Nhật Bản. Từ năm 2005 đến nay, anh tham gia giảng dạy tại Bộ môn Tự động hóa, Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ. Các hướng nghiên cứu chính của anh bao gồm thị giác máy tính, micro robotics, các hệ thống điều khiển, UAV, GNSS, viễn thám.



**Nguyễn Minh Kha** sinh năm 1993, nhận bằng kỹ sư Cơ – Điện tử tại Trường Đại học Cần Thơ năm 2015. Anh Kha là thành viên nghiên cứu đề tài *Máy đếm tôm giống có năng suất 6000 con/giờ*, mã số: TSV2014-07.



**Huỳnh Hoàng Giang** sinh năm 1993, nhận bằng Kỹ sư Cơ – Điện tử tại Trường Đại Học Cần Thơ năm 2015, anh Giang là chủ nhiệm đề tài Sinh Viên Nghiên cứu khoa học có tên *Máy đếm tôm giống có năng suất 6000 con/giờ*, mã số: TSV2014-07.



**Võ Minh Trí**, sinh tại Bến Tre (1970), tốt nghiệp đại học tại Trường Đại học Cần Thơ chuyên ngành Cơ khí Nông nghiệp năm 1993, nhận bằng Thạc sĩ ngành kỹ thuật Cơ khí tại Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh năm 1998. Năm 2010, anh nhận bằng Tiến sĩ tại trường Katholieke Universiteit Leuven, Bỉ. Anh đang là Trưởng Bộ môn Tự động hóa, Khoa Công nghệ, Đại học Cần Thơ. Anh tham gia giảng dạy về Thiết kế hệ thống cơ điện tử, Hệ thống đo lường, và Kỹ thuật hệ thống. Nghiên cứu chính của anh liên quan đến việc ứng dụng cơ điện tử trong sản xuất nông nghiệp.