

# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MÁY PHÂN CỠ TÔM

Trần Thanh Hùng, Nguyễn Huỳnh Anh Duy và Lý Thanh Phương<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*Shrimp classifying is a compulsory stage in food processing manufactories. This paper presents a research on designing a prototype for a shrimp classifying machine to replace workers, to increase productivity and accuracy of the classifying process. Based on the principle of weight sensing, the machine can recognize the category of each shrimp and drive it to the correct position. Results of testing show that the machine can work well in the laboratory condition.*

**Keywords:** *Shrimp classifying, microcontroller, load-cell, conveyor*

**Title:** *Research on designing a shrimp classifying machine*

## TÓM TẮT

*Phân loại tôm theo các cỡ khác nhau là một công đoạn bắt buộc phải thực hiện ở các nhà máy chế biến thủy hải sản. Bài báo này trình bày một nghiên cứu nhằm thiết kế, chế tạo mô hình thử nghiệm cho một máy phân cỡ tôm tự động để thay thế công nhân, nhằm nâng cao hiệu suất phân loại và cải thiện độ chính xác của việc phân loại. Dựa vào nguyên lý cảm biến trọng lượng của tôm, máy có thể nhận ra loại của mỗi con tôm và đưa nó vào vị trí thích hợp. Kết quả kiểm tra cho thấy máy hoạt động tốt trong điều kiện ở phòng thí nghiệm.*

**Từ khóa:** *Phân loại tôm, vi điều khiển, cảm biến trọng lượng, băng tải*

## 1 GIỚI THIỆU

Việc xuất khẩu thủy hải sản đã mang lại một nguồn thu rất lớn cho đất nước, trong đó tôm chiếm một tỷ trọng rất lớn. Theo số liệu của Tổng cục Thủy sản, năm 2011 mặc dù kinh tế gặp nhiều khó khăn, xuất khẩu tôm vẫn đạt mức gần 2.4 tỷ USD, chiếm phần lớn trong tổng kim ngạch xuất khẩu thủy sản (hơn 6 tỷ USD) (VASEP, 2012).

Để có thể xuất khẩu được, tôm phải được phân loại theo trọng lượng thành loại 1, loại 2,...trước khi thực hiện các khâu khác. Việc phân loại tôm bằng tay đòi hỏi phải huy động một lượng lớn nhân công mới đảm bảo được hiệu suất yêu cầu. Hiện nay, nhân công ngành thủy sản đang ngày càng khan hiếm, giá thành lao động ngày càng tăng (Thanh Sơn, 2010). Trong khi đó, lượng tôm xuất khẩu ngày càng tăng. Nếu tiếp tục phân cỡ tôm bằng tay, các nhà máy chế biến có thể không tìm đủ lượng nhân công cần thiết, và phải tốn chi phí lớn cho việc này. Điều này làm tăng giá thành, giảm tính cạnh tranh của tôm Việt Nam.

Ở các nước phát triển, máy phân cỡ tôm đã được nghiên cứu từ lâu và được sử dụng nhiều trong các nhà máy chế biến thủy hải sản (Joseph Mraz, 1973; James J. Stipe, 1991; Egill Thor Ragnarsson, 2001; Hansen, Henning Ingemann, 2004; Egill Thor Ragnarsson, 2005). Ở Việt Nam, lĩnh vực này chưa được quan tâm nghiên cứu.

<sup>1</sup> Khoa Công Nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

cứu. Trong nhiều nhà máy chế biến thủy hải sản, việc phân cỡ tôm được thực hiện một cách thủ công làm tốn nhiều nhân công nhưng hiệu quả rất thấp trong khi sai số rất lớn. Chỉ có các nhà máy lớn mới có thể mua máy phân cỡ tôm của nước ngoài vì giá máy rất cao.

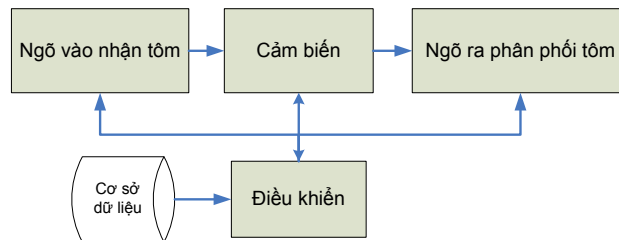
Nghiên cứu này nhằm thiết kế chế tạo một máy phân cỡ tôm một cách tự động. Chỉ cần một vài công nhân đưa tôm vào đầu vào của máy, ở đầu ra tôm sẽ được vào các ô khác nhau tùy theo trọng lượng của chúng. Giao diện của máy cho phép công nhân dễ dàng thay đổi các thông số cỡ tôm cần phân loại cũng như theo dõi số lượng tôm đã được phân loại xong.

**2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1 Nguyên lý hoạt động và yêu cầu thiết kế**

Giống như các hệ thống phân loại tự động, máy phân cỡ tôm hoạt động theo nguyên lý cơ bản như mô tả trên Hình 1. Ngõ vào của hệ thống sẽ nhận tôm chưa phân loại và đưa vào bộ phận cảm biến rồi qua ngõ ra phân phối. Bộ cảm biến sẽ nhận dạng tình trạng của tôm (kích thước, trọng lượng,...). Dựa vào kết quả từ bộ cảm biến và cơ sở dữ liệu đã cài đặt, bộ phận điều khiển sẽ quyết định tôm thuộc loại nào. Sau cùng, bộ phận phân phối có nhiệm vụ đưa tôm đến đúng vị trí đã được lựa chọn bởi bộ điều khiển.

Một hệ thống phân loại tôm có rất nhiều thông số như kích thước, trọng lượng tối đa của tôm, hiệu suất phân loại tối đa, độ chính xác, số lượng cỡ có thể phân loại. Ở đây nhằm mục đích thiết kế và chế tạo thử nghiệm, các thông số của hệ thống được đặt ra khá hạn chế. Cụ thể, hệ thống cần thiết kế có hiệu suất tối đa 30 con/phút, độ chính xác trên 85%, có thể phân loại tôm ra 10 cỡ khác nhau, tôm dài tối đa 150 mm.



**Hình 1: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy phân loại tôm**

**2.2 Thiết kế ngõ vào nhận tôm**

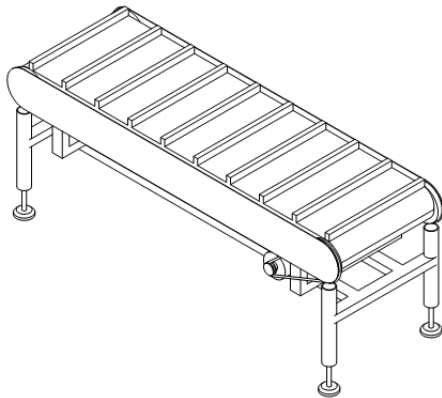
Bộ phận nhận tôm có nhiệm vụ tiếp nhận tôm ở đầu vào và đưa đến bộ phận cảm biến. Để bộ phận cảm biến có thể nhận dạng đúng, bộ phận nhận tôm phải đưa tôm đi hàng một qua bộ cảm biến ở tốc độ và khoảng cách không đổi, tôm phải di chuyển ổn định trên một mặt ngang, không dằn xóc. Tốc độ tiếp nhận phải đạt 30 con/phút.

Để đáp ứng các yêu cầu trên, bộ phận này được thiết kế thành hai băng tải nối tiếp nhau như Hình 2 và Hình 3. Băng tải 1 có nhiệm vụ nhận và dàn trải tôm, trong khi

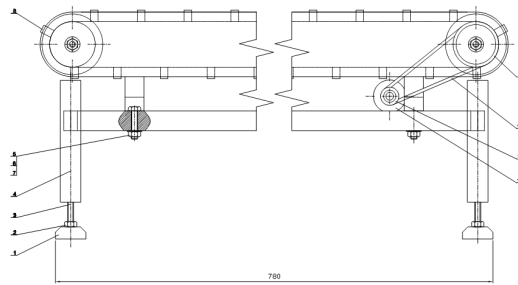
băng tải 2 sẽ ổn định tốc độ, khoảng cách di chuyển của tôm và chống dãn xóc. Các băng tải được kéo bởi các động cơ điện một chiều qua bộ truyền động dây đai.

Việc nhận và dàn trải tôm một cách tự động trên thực tế là rất khó thực hiện, mặc dù về lý thuyết có thể làm được (Egill Thor Ragnarsson, 2005). Vì vậy khâu này sẽ được thực hiện thủ công. Băng tải 1 được chia sẵn thành các ô đều nhau ngăn cách bởi các thanh cao su. Một công nhân sẽ làm nhiệm vụ đặt vào từng ô một, mỗi ô một con.

Băng tải 2 được thiết kế dài hơn băng tải 1 và chuyển động ở tốc độ nhanh hơn băng tải 1 1.9 lần. Điều này làm cho khoảng cách giữa hai con tôm kế tiếp tăng lên, đảm bảo không bao giờ có hai con tôm cùng vào bộ phận cảm biến (trừ trường hợp công nhân bỏ hai con tôm vào cùng một ô). Mặt ngang của băng tải phía sau được điều chỉnh thấp hơn băng tải phía trước 2-4 mm để tôm di chuyển dễ dàng, không dãn xóc.

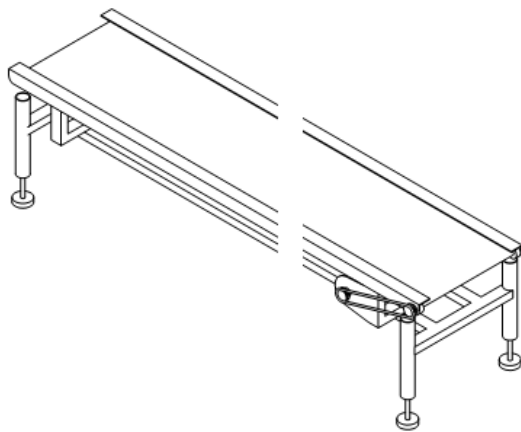


a) Phối cảnh

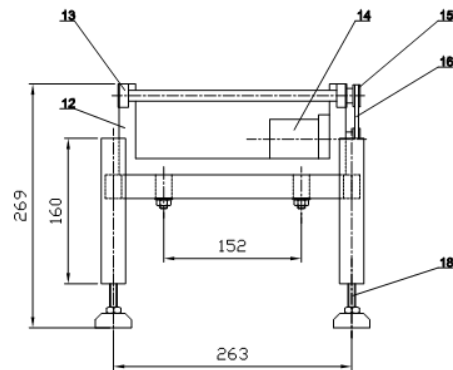


b) Hình chiếu ngang

Hình 2: Băng tải 1 (dài 820, rộng 263 mm, tốc độ di chuyển 21mm/s)



a) Phối cảnh



b) Hình chiếu dọc

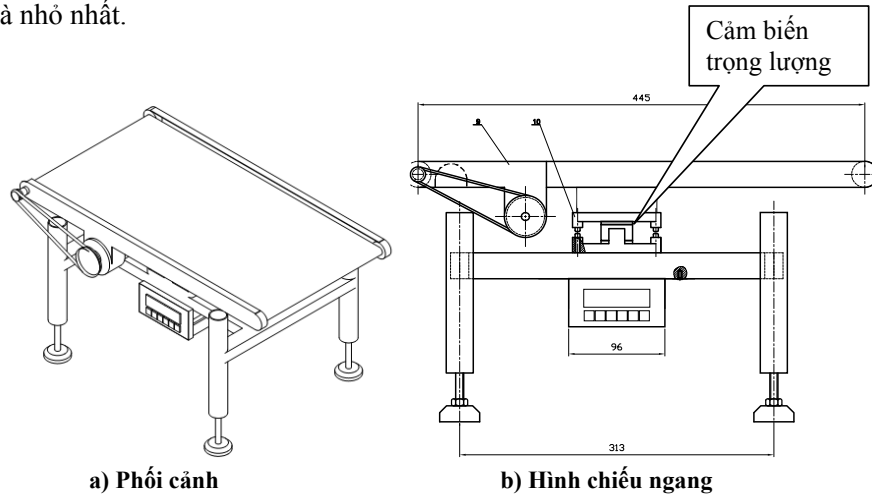
Hình 3: Băng tải 2 tương tự nhưng dài hơn (1530 mm), di chuyển ở tốc độ 39mm/s

### 2.3 Thiết kế bộ phận cảm biến

Đây là bộ phận quan trọng nhất của hệ thống phân loại, có nhiệm vụ xác định khối lượng của từng sản phẩm để từ đó bộ phận điều khiển đưa ra quyết định phân loại một cách chính xác. Để đáp ứng yêu cầu thiết kế chung, bộ phận này phải xác định được khối lượng tôm với độ chính xác trên 85% trong khi tôm đang di chuyển ở tốc độ cao.

Đã có nhiều nghiên cứu thiết kế máy phân cỡ tôm, thể hiện ở số lượng các bằng phát minh sáng chế đã đăng ký. Các nghiên cứu này phần lớn đều tập trung vào giải pháp cơ khí, cụ thể là tạo sẵn các khe với độ rộng đặt trước để tôm rơi vào (Joseph Mraz, 1973; James J. Stipe, 1991; Egill Thor Ragnarsson, 2008). Giải pháp này có khuyết điểm lớn là quá cứng nhắc, khó thay đổi thông số cỡ tôm. Cũng có nghiên cứu thiết kế cơ cấu điều chỉnh độ rộng khe (Egill Thor Ragnarsson, 2001). Tuy nhiên, độ chính xác nói chung là không cao.

Với ưu tiên cao cho độ chính xác, cảm biến trọng lượng (load-cell) được sử dụng để thiết kế bộ phận này, giống như nguyên lý cân điện tử. Tôm được di chuyển qua cân biến ở tốc độ cao bằng một băng tải ngắn. Toàn bộ băng tải, bao gồm cả khung và bộ phận động lực, được gắn lên một cảm biến trọng lượng (gọi tắt là băng tải cân) (Hình 4). Một đầu cân (signal conditioner and reader) được sử dụng để đọc số liệu từ cảm biến trọng lượng và truyền về bộ điều khiển. Để giảm thiểu sai số, toàn bộ băng tải và bộ phận động lực được thiết kế sao cho tổng khối lượng là nhỏ nhất.



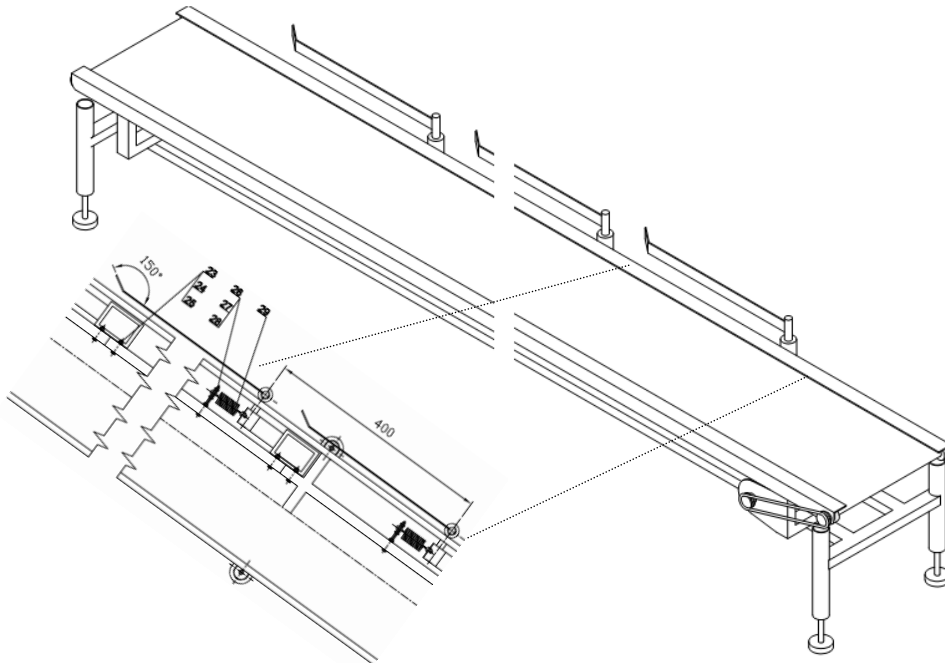
Hình 4: Băng tải cân (dài 445 mm, rộng 252 mm, tốc độ di chuyển 39mm/s)

### 2.4 Thiết kế ngõ ra phân phối tôm

Sau khi đi qua bộ phận cảm biến, tôm được đưa ngay vào bộ phận phân phối. Đây là bộ phận chấp hành, có nhiệm vụ đưa tôm đến vị trí thích hợp tùy theo trọng lượng của nó. Theo yêu cầu thiết kế chung, hệ thống phải có thể phân phối tới 10 vị trí khác nhau với tốc độ 30 con/phút.

Để đáp ứng các yêu cầu trên, bộ phận này được thiết kế thành một băng tải dài, trên đó bố trí mười tay gạt để đưa tôm vào các vị trí đã định sẵn (Hình 5). Tốc độ di chuyển được thiết kế bằng tốc độ băng tải 2. Ra khỏi băng tải cân, tôm di

chuyển theo hàng một ở tốc độ cao. Khi tôm đến gần vị trí mà nó sẽ thuộc về, tay gạt tương ứng sẽ mở ra để kéo tôm vào khay chứa. Các tay gạt được điều khiển độc lập, nên nhiều tay có thể hoạt động cùng lúc.



**Hình 5: Băng tải phân phối (dài 4500 mm, rộng 252 mm, di chuyển ở tốc độ 39mm/s) và cấu tạo tay gạt (nhìn từ trên xuống)**

## 2.5 Thiết kế bộ phận điều khiển

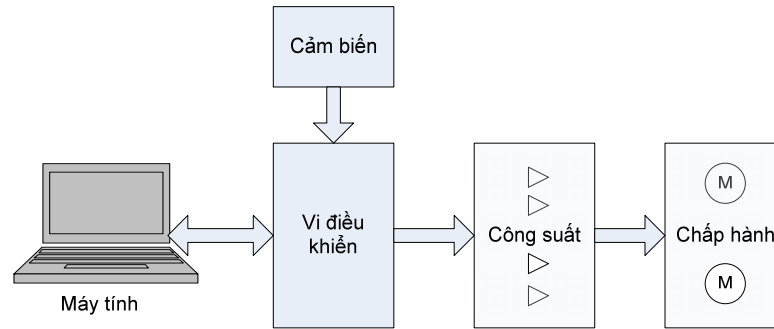
Toàn bộ các bộ phận phía trên sẽ không thể hoạt động được nếu thiếu bộ phận điều khiển với vai trò điều phối hoạt động của toàn hệ thống. Bộ điều khiển có nhiệm vụ điều khiển các băng tải, đọc dữ liệu trọng lượng từ đầu cân, so sánh với cơ sở dữ liệu và quyết định điều khiển tay gạt nào để đưa tôm về vị trí tương ứng với trọng lượng của nó.

Bộ điều khiển gồm hai cấp: cấp cao và cấp thấp, được trình bày dưới dạng sơ đồ khối ở Hình 6. Ở cấp cao, một máy tính được sử dụng để tạo giao diện giao tiếp người dùng, cho phép tạo và lưu trữ cơ sở dữ liệu, nhận dữ liệu trọng lượng, so sánh và quyết định tay gạt nào sẽ hoạt động. Ở cấp thấp hơn, một vi điều khiển được sẽ đọc các cảm biến, điều khiển các băng tải và các tay gạt.

Để xác định chính xác thời điểm cân đọc dữ liệu trọng lượng, một cảm biến quang học (mắt thần) được sử dụng. Tương tự, một cảm biến quang học thứ hai được dùng để xác định thời điểm tôm bắt đầu đi vào băng tải phân phối. Từ thời điểm đó, quãng đường tôm đi được trên băng tải được tính toán nhờ sự trợ giúp của một encoder (cảm biến góc quay). Nhờ thông tin này mà các tay gạt có thể bắt tôm một cách chính xác.

Tín hiệu ra từ vi điều khiển được đưa qua mạch công suất để cung cấp đủ động lực cần thiết cho các bộ phận chấp hành. Ở đây, để thuận tiện, điện được chọn là

nguồn động lực chính cho cả hệ thống. Cụ thể, bốn băng tải được vận hành nhờ bốn động cơ điện một chiều 24V, trong khi mười tay gắp hoạt động nhờ các cuộn solenoid xoay chiều 220V và các lò xo (thiết kế ban đầu sử dụng các cuộn solenoid một chiều nhưng không tìm được cuộn đủ công suất).



Hình 6: Sơ đồ khối bộ phận điều khiển

Bảng 1: Kết quả thực nghiệm

	Cỡ 1 (1-10g)	Cỡ 2 (11-20g)	Cỡ 3 (21-30g)	Cỡ 4 (31-40g)	Cỡ 5 (41-50g)	Cỡ 6 (51-60g)	Cỡ 7 (61-70g)	Cỡ 8 (71-83g)	Cỡ 9 (84-97g)	Cỡ 10 (98-200g)
Số lần kiểm tra	94	94	76	76	94	94	76	76	94	94
Số lần chính xác	87	90	68	70	88	93	70	65	90	93
Xác suất đúng	93%	96%	89%	92%	94%	99%	92%	86%	96%	99%

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Một mô hình máy phân cỡ tôm đã được chế tạo nhằm mục đích thử nghiệm, kiểm tra các giải pháp thiết kế. Dựa trên máy này, nhóm kiểm tra viên độc lập (với nhóm thiết kế) đã tiến hành rất nhiều thử nghiệm để kiểm tra tính chính xác của việc phân loại. Bảy kiểu kiểm tra đã được tiến hành trên mười cỡ tôm cố định, bao gồm: kiểm tra đơn lẻ, tăng dần liên tục, giảm dần liên tục, liên tục từng nhóm, liên tục các nhóm lẻ, liên tục các nhóm chẵn, giá trị biên-tâm, và kiểm tra ngẫu nhiên. Tổng hợp kết quả kiểm tra được trình bày ở Bảng 1. Kết quả cho thấy độ chính xác của việc phân loại khá cao. Ngoại trừ hai cỡ tôm loại 3 và loại 4 có độ chính xác dưới 90%, các cỡ còn lại đều có độ chính xác trên 90%.

Mô hình máy phân cỡ tôm hiện tại đạt hiệu suất phân loại khoảng 30 con/phút với độ chính xác trên 85%, đạt yêu cầu thiết kế. Tuy nhiên, hiệu suất này vẫn còn khá hạn chế so với tốc độ của các máy phân cỡ hiện có trên thị trường (150 con/phút). Hiệu suất của máy bị giới hạn bởi hai yếu tố chính là tốc độ đáp ứng của cảm biến trọng lượng và độ rung động của tay bắt. Yếu tố thứ nhất có thể cải thiện nếu sử dụng cảm biến chuyên dụng. Yếu tố còn lại có thể giải quyết bằng cách thiết kế lại

tay bắt và sử dụng khí nén làm nguồn động lực. Với năng lực hiện tại trong nước, hoàn toàn có khả năng sản xuất máy phân cỡ tôm với giá thành ước chỉ bằng 50% so với máy ngoại.

#### 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Nghiên cứu này đã thiết kế và chế tạo thử nghiệm được một máy phân cỡ tôm tự động. Thay vì sử dụng rất nhiều nhân công để thực hiện công việc phân loại tôm, máy này chỉ cần một công nhân hỗ trợ khâu đưa tôm vào đầu vào của máy, ở đầu ra tôm sẽ được tự động đưa vào đúng vị trí của nó, nhờ khả năng cảm biến được trọng lượng tôm và điều khiển chính xác các tay gạt. Hiệu suất phân loại và độ chính xác khá cao và vẫn còn có khả năng cải thiện hơn nữa.

Nhu cầu phân cỡ tôm ở Việt Nam hiện nay là rất lớn và ngày càng tăng. Nghiên cứu này nhằm mục đích đáp ứng nhu cầu thực tế và cấp thiết này. Tuy nhiên, hiện tại nghiên cứu mới chỉ tạo ra được một mô hình thử nghiệm. Mặc dù kết quả ban đầu khá khả quan, nghiên cứu này cần phải được triển khai các bước tiếp theo để nâng cao độ chính xác, nâng hiệu suất phân cỡ, hoàn thiện sản phẩm để đưa vào áp dụng thực tế.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Egill Thor Ragnarsson (2001). Easy-to-adjust grader. *United States Patent 6182832 B1*.
- Egill Thor Ragnarsson (2005). In-Feed Distributing Unit. *United States Patent 2008/0053878 A1*.
- Egill Thor Ragnarsson (2008). Ridge belt grading apparatus. *United States Patent 2008/0283453 A1*.
- Hansen, Henning Ingemann (2004). A weighing and classifying system. *European Patent Application EP1475617*.
- James J. Stipe (1991). Apparatus for grading shrimp. *United States Patent 5064400*.
- Joseph Mraz (1973). Method and apparatus for grading. *United States Patent 3770123*.
- Thanh Sơn (2010). Khan hiếm lao động thủy sản. *Báo Nông nghiệp Việt Nam*. Truy cập 15/12/2011, từ <http://www.nongnghiep.vn/nongnghiepvn/72/133/133/85319/Khan-hiem-lao-dong-thuy-san.aspx>
- VASEP (2012). Xuất khẩu tôm Việt Nam năm 2011. *Hiệp hội Chế biến và Xuất khẩu Thủy sản Việt Nam*. Truy cập 6/2/2012, từ [http://www.vasep.com.vn/Thong-ke-thuy-san/123\\_1736/Xuat-khau-thuy-san-Viet-Nam-nam-2011.htm](http://www.vasep.com.vn/Thong-ke-thuy-san/123_1736/Xuat-khau-thuy-san-Viet-Nam-nam-2011.htm).