



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0052721

(51)^{2022.01} G06K 9/62; A01K 67/033

(13) B

(21) 1-2022-08240

(22) 16/12/2022

(45) 27/10/2025 451

(43) 27/03/2023 420A

(73) 1. CÔNG TY CỔ PHẦN CÔNG NGHỆ OTANICS (VN)

Khu công nghiệp phường 8, phường 8, thành phố Cà Mau, tỉnh Cà Mau, Việt Nam

2. Vũ Văn Vân (VN)

Căn hộ Cảnh Viên 3, đường C, phường Tân Phú, quận 7, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

3. Nguyễn Nhất Tuấn (VN)

89 Song Hành, phường 10, quận 6, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

(72) Vũ Văn Vân (VN); Nguyễn Nhất Tuấn (VN); Lưu Vạn Tín (VN); Phạm Vĩnh Hòa (VN); Trần Phúc Trường (VN); Thái Hoàng Phúc (VN).

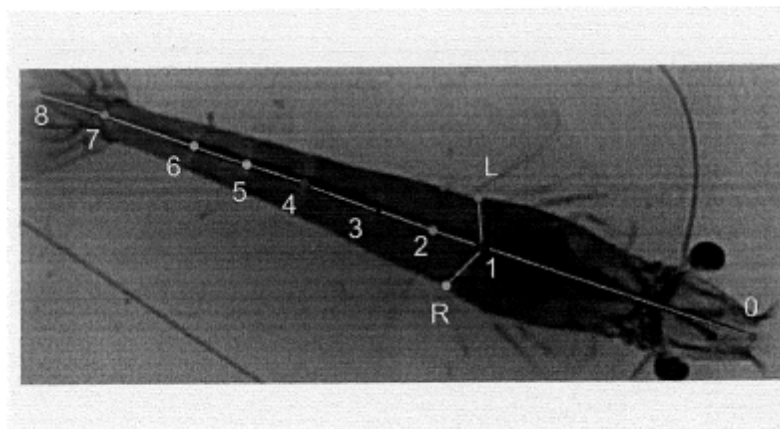
(74) Công ty TNHH Sáng chế ACTIP (ACTIP PATENT LIMITED)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH CỠ TÔM TỰ ĐỘNG BẰNG HÌNH ẢNH VÀ HỆ THỐNG ĐỊNH CỠ TÔM THỰC HIỆN PHƯƠNG PHÁP NÀY

(21) 1-2022-08240

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh. Phương pháp này bao gồm chụp hình ảnh tôm cùng vật hiệu chuẩn làm dữ liệu đầu vào; phát hiện vật thể cụ thể là tôm trên hình ảnh đầu vào; đếm số lượng tôm trên hình ảnh đầu vào; tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào; ước tính khối lượng của từng cá thể tôm dựa trên kích thước được tính toán; và xác định kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao nuôi. Hệ thống thực hiện phương pháp định cỡ tôm bằng hình ảnh bao gồm khối thu thập dữ liệu để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối truyền thông; khối truyền thông để cung cấp hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu đến khối định cỡ tôm và xác định sinh khối; và khối định cỡ tôm và xác định sinh khối để đếm số lượng tôm, dự đoán và tính toán khối lượng tôm trên hình ảnh được cung cấp, và đưa kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao đến khối thu thập dữ liệu hoặc đầu cuối khách hàng.

Fig.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực nuôi trồng thủy sản, cụ thể là đề cập đến phương pháp định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh sử dụng trí tuệ nhân tạo có khả năng xác định tự động số lượng, kích thước tôm lớn trong thời gian ngắn thông qua ảnh chụp, tăng độ chính xác thống kê về cỡ tôm và sinh khối ao. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến hệ thống định cỡ tôm thực hiện phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thủy sản là một trong những ngành kinh tế quan trọng trong nông nghiệp Việt Nam với tổng kim ngạch xuất khẩu năm 2021 ước đạt 8,9 tỷ USD trong đó xuất khẩu tôm ước đạt trên 3,8 tỷ USD chiếm 44% tổng kim ngạch xuất khẩu thủy sản của Việt Nam (MARD, 2021). Trong năm 2021, tổng sản lượng tôm nuôi nước lợ ước đạt 950.000 tấn với diện tích nuôi tôm 740.000 ha. Nghề nuôi tôm Việt Nam có những bước tiến tích cực trong những năm gần đây như việc áp dụng quy trình nuôi mật độ cao trong ao lót bạt hoặc trong bể tròn có kiểm soát đã nâng cao được năng suất và sản lượng tôm nuôi đồng thời giảm bớt thiệt hại do dịch bệnh, quản lý chất thải tốt hơn.

Mặc dù, trong những năm qua, ngành tôm Việt Nam đã đạt được những thành tựu và kết quả vô cùng to lớn. Tuy nhiên, trong quá trình phát triển còn nảy sinh nhiều tồn tại, bất cập, có nguy cơ rủi ro cao, tác động trực tiếp đến kết quả và tính bền vững trong sản xuất. Hệ thống cơ sở hạ tầng đã đầu tư, nhưng chưa theo kịp với đáp ứng được yêu cầu thực tiễn sản xuất; tổ chức sản xuất nhỏ lẻ, phân tán, khó kiểm tra, kiểm soát; những mô hình áp dụng công nghệ tiên bộ còn khá khiêm tốn; sản xuất, quản lý con giống, thức ăn, dịch bệnh, môi trường ao nuôi, v.v., còn nhiều điểm bất cập. Bên cạnh đó, hiện tượng ô nhiễm môi trường, tác động của biến đổi khí hậu theo hướng ngày càng xấu, đã và đang là thách thức rất lớn trong quá trình sản xuất.

Trong quá trình sản xuất và nuôi trồng tôm, việc xác định kích thước tôm chính xác và theo dõi tốc độ phát triển của tôm trong quá trình nuôi đóng vai trò rất quan trọng đối với người nuôi để cách điều chỉnh quy trình nuôi phù hợp từng giai đoạn phát triển của tôm nhằm tăng hiệu quả sản xuất. Bên cạnh đó, việc xác định sinh khối (tổng trọng

lượng tôm trong ao) tại mỗi thời điểm với kết quả chính xác cao có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc quyết định điều chỉnh tối ưu lượng thức ăn, thời gian thu hoạch hoặc thu tỉa, và xác định khả năng nhiễm bệnh của tôm nuôi. Điều chỉnh lượng thức ăn cho tôm phù hợp với sinh khối ao đóng vai trò rất quan trọng nhằm tối ưu tốc độ phát triển của tôm, giảm chi phí, tăng doanh thu nuôi tôm, cũng như giúp duy trì môi trường nuôi tôm an toàn. Nếu cho ăn quá nhiều sẽ dẫn đến dư thừa lượng thức ăn, điều này không chỉ lãng phí nguồn thức ăn, tăng chi phí chăn nuôi, mà còn gây ô nhiễm môi trường ao nuôi, dễ dẫn đến tôm nuôi bị bệnh và làm tôm chậm lớn. Ngược lại, nếu cho ăn với lượng thức ăn quá ít thì tôm sẽ chậm lớn, khó đạt kích thước như kỳ vọng, dẫn đến giảm doanh thu. Không chỉ giúp người nuôi quản lý sản xuất hiệu quả hơn, việc xác định cỡ tôm và tổng sinh khối chính xác còn giúp cho các nhà máy chế biến tôm có thể xác định và giám sát nguồn cung đầu vào, qua đó tối ưu hoá kế hoạch thu mua, chế biến các sản phẩm tôm tương ứng và lên kế hoạch nhận đơn hàng và bán hàng phù hợp.

Hiện nay, việc xác định sinh khối ao nuôi vẫn được người nuôi ước tính một cách thủ công, mỗi lần lấy mẫu ít không đủ mang tính đại diện thống kê cho ao, gây căng thẳng cho tôm, độ chính xác thấp và cũng như tốn rất nhiều thời gian, công sức. Số lượng tôm được cân mẫu thấp ngoài thiếu tính đại diện cho kích thước thật của tôm trong ao còn dẫn đến việc xác định thiếu chính xác tỉ lệ sống của tôm, và kết quả ước tính sinh khối càng thiếu chính xác. Vì vậy, các giải pháp tự động giám sát, định cỡ tôm, ước tính tỷ lệ sống, khối lượng theo ngày là rất cần thiết để giảm bớt gánh nặng nhân công, chi phí sản xuất và ước tính kích cỡ tôm và sinh khối được chính xác hơn.

Do đó, yêu cầu đặt ra hiện nay là cần phải có phương pháp và hệ thống định cỡ tôm tự động có khả năng thu thập dữ liệu và tự động đo kích thước tôm với độ chính xác cao, nhanh chóng, giảm thiểu sai sót của phương pháp thủ công hiện nay và giúp giám sát quản lý trang trại hiệu quả từ xa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Xuất phát từ các hạn chế nêu trên của phương pháp xác định kích cỡ tôm thủ công hiện nay, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và hệ thống tự động định cỡ tôm có khả năng thực hiện nhanh chóng với độ chính xác cao, xác định chính xác sinh khối ao và giảm thiểu tác động đối với tôm nuôi, và giúp giám sát quản lý trang trại hiệu quả từ xa. Ngoài ra, phương pháp và hệ thống của sáng chế áp dụng trí tuệ nhận tạo,

chuẩn hóa, số hóa và tập trung hóa tất cả dữ liệu tăng trưởng của tôm trên đám mây, giảm thiểu sai sót người dùng và giúp giám sát quản lý trang trại hiệu quả từ xa.

Để đạt được mục đích nêu trên, các tác giả sáng chế đề xuất phương pháp và hệ thống định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh sử dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, phương pháp định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh bao gồm các bước:

bước 1: chụp hình ảnh tôm cùng vật hiệu chuẩn làm dữ liệu đầu vào;

bước 2: phát hiện vật thể cụ thể là tôm trên hình ảnh đầu vào;

bước 3: đếm số lượng tôm trên hình ảnh đầu vào;

bước 4: tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào;

bước 5: ước tính khối lượng của từng cá thể tôm dựa trên kích thước được tính toán; và

bước 6: xác định kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao nuôi.

Theo sáng chế, ở bước 1, tôm được đựng trong thùng chụp với mực nước ở độ cao lưng tôm khi tôm nằm sấp sao cho tôm không nằm chồng lấn lên nhau thành nhiều tầng với độ sâu khác nhau.

Theo sáng chế, ảnh chụp tôm cần nhìn rõ các vật hiệu chuẩn ở các góc của thùng chụp, sao cho ảnh chụp nhìn thấy được toàn bộ số tôm trong thùng chụp để tránh chỉ chụp được một phần của tôm.

Theo sáng chế, ảnh có thể được chụp bằng camera điện thoại, các máy ảnh thông thường hoặc bất kỳ các máy ảnh chuyên dụng sao cho ảnh chụp có độ phân giải tối thiểu 1920 x 1080 pixel.

Theo sáng chế, bước 3 để tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào được thực hiện bằng cách:

đối với tôm nhỏ có kích thước < 4 cm, kích thước của tôm được tính toán bằng cách sử dụng độ dài đường bao của tôm, hoặc

đối với tôm lớn có kích thước > 4 cm, kích thước của tôm được tính toán bằng cách như sau:

gắn bộ khung xương ảo của tôm có ít nhất 9 điểm vào tôm trên hình ảnh chụp, bao gồm 7 điểm tương ứng với 7 đốt sống lưng, 1 điểm ở đầu mút của gai đầu, và 1 điểm ở đầu mút của gai đuôi, để suy ra kích thước dự đoán của từng con tôm trên hình ảnh bằng học máy; và

tính toán kích thước thật của tôm từ bộ khung xương ảo đã dự đoán bằng học máy.

Theo sáng chế, bộ khung xương ảo còn bao gồm 2 điểm được gắn tại hai khớp nối cổ tôm.

Theo sáng chế, các thuật toán học máy được sử dụng để ước tính chiều dài tôm ở các tư thế khác nhau quy về cùng một tư thế là khi tôm nằm thẳng nhất thông qua bộ khung xương ảo của tôm.

Theo sáng chế, để xác định tỉ lệ sống và sinh khối, số lượng tôm và số lần lấy mẫu phải đủ lớn và phân bố đều ở các vị trí trong ao, với số điểm lấy mẫu tôm ở ít nhất từ 8 đến 10 vị trí khác nhau, phân bố đều trên ao, trong đó mỗi 100 m² ao nuôi có ít nhất 1 vị trí lấy mẫu.

Theo sáng chế, bước 6 để xác định kết quả dự đoán tỷ lệ sống của tôm trong ao nuôi được tính toán dựa vào số lượng tôm đếm được trong bước 3 bằng công thức sau:

$$\text{Tỉ lệ sống} = \frac{\text{Tổng số lượng tôm chài được} * \text{diện tích ao}}{\text{Diện tích chài} * \text{Số lượng tôm thả ban đầu}}$$

Theo sáng chế, bước 6 để xác định sinh khối tôm trong ao nuôi được tính toán dựa vào số lượng tôm đếm được trong bước 3, và khối lượng tôm được tính trong bước 5 bằng công thức sau:

$$\text{Sinh khối} = \frac{\text{Tổng số lượng tôm chài được} * \text{Trọng lượng tôm trung bình} * \text{Diện tích ao}}{\text{Diện tích chài}}$$

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất hệ thống định cỡ tôm thực hiện phương pháp định cỡ tôm bằng hình ảnh, trong đó hệ thống này bao gồm:

khối thu thập dữ liệu để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối truyền thông, trong đó khối thu thập dữ liệu sử dụng vật hiệu chuẩn để làm cơ sở ước tính chiều dài tôm trên hình ảnh chụp;

khối truyền thông để cung cấp hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu đến khối

định cỡ tôm và xác định sinh khối; và

khối định cỡ tôm và xác định sinh khối để đếm số lượng tôm trên hình ảnh chụp, dự đoán và tính toán khối lượng tôm trên hình ảnh được cung cấp, và đưa kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao đến khối thu thập dữ liệu hoặc đầu cuối khách hàng.

Theo sáng chế, khối thu thập dữ liệu bao gồm thùng chụp tôm và thiết bị chụp ảnh.

Theo sáng chế, thùng chụp tôm có vật hiệu chuẩn được bố trí bên trong sao cho tôm trong thùng không che khuất vật hiệu chuẩn, tốt nhất là có ít nhất bốn vật hiệu chuẩn được bố trí tại bốn góc của thùng chụp tôm.

Theo sáng chế, vật hiệu chuẩn có kích thước và hình dạng định trước sao cho các thuật toán của phương pháp định cỡ tôm phân tách vật hiệu chuẩn làm cơ sở tính toán tỉ lệ để xác định tỉ lệ kích thước vật trên ảnh so với kích thước thật, trong đó vật hiệu chuẩn có dạng khối hình chữ nhật, lăng trụ tròn, lăng trụ tam giác.

Theo sáng chế, thiết bị chụp ảnh để chụp ảnh tôm trong thùng chụp tôm, thiết bị chụp ảnh có thể được lựa chọn từ nhóm bao gồm điện thoại thông minh, các loại camera phổ thông, camera công nghiệp, webcam khác.

Theo sáng chế, khối truyền thông là thiết bị truyền thông để truyền dữ liệu hình ảnh chụp tôm bằng thiết bị chụp ảnh đến khối định cỡ tôm và xác định sinh khối, trong trường hợp sử dụng điện thoại thông minh đóng vai trò làm thiết bị chụp ảnh và thiết bị truyền thông.

Theo sáng chế, khối định cỡ tôm và xác định sinh khối là máy chủ hoặc máy chủ ảo trên mạng đám mây, sử dụng các thuật toán áp dụng mạng học sâu (Deep learning) trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo để đếm số tôm và xác định kích thước tôm trên ảnh chụp dựa trên vật hiệu chuẩn, gắn bộ khung xương ảo lên ảnh tôm chụp và các thuật toán học máy được sử dụng để ước tính chiều dài tôm ở các tư thế khác nhau quy về cùng một tư thế là khi tôm nằm thẳng nhất, và ước tính khối lượng tôm dựa theo chiều dài của tôm đã tính.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình ảnh tôm được gắn bộ khung xương ảo khi tôm nằm ở tư thế thẳng nhất theo phương án của sáng chế;

Fig.2 là các hình ảnh tôm được gắn bộ khung xương ảo khi tôm nằm ở các tư thế khác nhau theo phương án của sáng chế;

Fig.3 là các hình ảnh tạo bản đồ nhiệt 2D của từng điểm trên bộ khung xương ảo của tôm trên ảnh chụp theo phương án của sáng chế;

Fig.4 là hình ảnh chuyển chiều dài tôm ở các tư thế khác nhau quy về cùng một tư thế tôm nằm thẳng;

Fig.5 là hình ảnh tôm chụp cùng với vật hiệu chuẩn theo phương án của sáng chế;

Fig.6 là hình phối cảnh của thùng chụp tôm theo phương án của sáng chế;

Fig.7 là hình phối cảnh của thùng chụp tôm với vật hiệu chuẩn ở bốn góc theo phương án của sáng chế;

Fig.8 là phối cảnh của máng trượt tôm theo phương án của sáng chế;

Fig.9 là phối cảnh của bộ phận thùng chứa nước và bộ phận chia tách tôm của máng trượt tôm theo phương án của sáng chế;

Fig.10 là phối cảnh của bộ phận chụp ảnh tôm của máng trượt tôm theo phương án của sáng chế;

Fig.11 là phối cảnh của bộ phận dẫn hướng tôm của máng trượt tôm theo phương án của sáng chế; và

Fig.12 là phối cảnh của bộ phận chia tách tôm của máng trượt tôm theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các giải pháp kỹ thuật trong các phương án của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng và được mô tả đầy đủ dựa trên các hình vẽ kèm theo trong các phương án của sáng chế, và các phương án được mô tả chỉ nhằm minh họa một số phương án của sáng chế và không giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Dựa trên các phương án của sáng chế, tất cả các phương án khác thu được bởi người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật mà không cần làm việc sáng tạo thuộc vào phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Theo một khía cạnh của sáng chế đề xuất phương pháp định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh, phương pháp bao gồm các bước:

bước 1: chụp hình ảnh tôm cùng vật hiệu chuẩn làm dữ liệu đầu vào;

bước 2: phát hiện vật thể cụ thể là tôm trên hình ảnh đầu vào;

bước 3: đếm số lượng tôm trên hình ảnh đầu vào;

bước 4: tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào;

bước 5: ước tính khối lượng của từng cá thể tôm dựa trên kích thước được tính toán; và

bước 6: xác định kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao nuôi.

Theo sáng chế, tùy theo giải pháp lựa chọn thùng chứa tôm, tôm có thể được lấy mẫu và chụp ảnh tự động hoặc được thực hiện thủ công. Tôm được chụp ảnh trong thùng chụp tôm với vật hiệu chuẩn được đặt bên trong thùng chụp tôm.

Khi thực hiện lấy mẫu tự động, tôm có thể được lấy mẫu và chụp ảnh tự động bằng cách sử dụng nhả tự động có tích hợp thùng chụp tôm và thiết bị chụp ảnh, nhả được đặt ở một số vị trí định trước trong ao nuôi, và sẽ được tự động nhấc lên đến vị trí định trước cho mỗi lần chụp ảnh và sau đó tự động thả tôm trở lại ao nuôi. Có thể thực hiện nhấc nhả một hoặc nhiều lần cách nhau một khoảng thời gian định trước cho mỗi lần lấy mẫu để tăng số lượng tôm chụp để tăng tính đại diện và độ chính xác thống kê cho kích thước, trọng lượng trung bình cũng như phân bố kích thước tôm trong ao nuôi. Cách lấy mẫu này có khả năng ít gây căng thẳng cho tôm khi lấy mẫu và chụp ảnh.

Khi thực hiện lấy mẫu thủ công, tôm có thể được chài bằng lưới hoặc thả nhấc nhả thủ công tại một hoặc nhiều vị trí ngẫu nhiên trong ao. Tôm sau đó được đưa sang thùng chụp tôm để chụp hình ảnh tôm, rồi được thả lại ao nuôi. Cách lấy mẫu thủ công này có thể gây căng thẳng cho tôm trong quá trình lấy mẫu và chụp ảnh.

Theo phương án thực hiện của sáng chế, để đảm bảo độ chính xác cho phương pháp định cỡ tôm của sáng chế, số lượng tôm trong thùng chụp tôm cho mỗi lần chụp ảnh sẽ tùy thuộc vào kích cỡ tôm nuôi, thông thường, được khuyến nghị khoảng từ 100 g (đối với loại tôm nhỏ với kích cỡ khoảng vài nghìn con/1 kg) đến khoảng 1 kg (đối với tôm lớn với kích cỡ khoảng 50-60 con/kg). Ngoài ra, mực nước trong thùng chụp tôm được khuyến nghị ngang với độ cao lưng tôm khi tôm nằm sấp, điều này nhằm đảm bảo tôm không nằm chồng lên nhau thành nhiều tầng với độ sâu khác nhau khi được chụp bằng thiết bị chụp ảnh.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, ảnh chụp tôm cần nhìn rõ các vật hiệu chuẩn

ở các góc của thùng chụp, sao cho ảnh chụp nhìn thấy được toàn bộ số tôm trong thùng chụp để tránh chỉ chụp được một phần của tôm. Để đảm bảo tôm không che khuất vật hiệu chuẩn trên ảnh chụp, vật hiệu chuẩn thường có dạng hình lăng trụ tam giác, hình thang có chiều cao cao hơn mức nước trong thùng chụp tôm, vật hiệu chuẩn được bố trí ở giữa thùng chụp tôm hoặc tại các góc của thùng chụp tôm, tốt nhất là được đặt ở bốn góc của thùng chụp tôm.

Như thể hiện trên Fig.5, vật hiệu chuẩn có dạng hình lăng trụ đáy hình thang với độ cao khoảng 4-5 cm để đảm bảo cao hơn mực nước và tôm nhằm tránh việc tôm che khuất vật hiệu chuẩn. Độ dài của vật hiệu chuẩn có thể có kích thước khác nhau, tùy vào kích thước thùng chụp tôm. Theo ví dụ thực hiện của sáng chế, vật hiệu chuẩn có kích thước mặt đáy 3 cm x 5 cm, mặt đỉnh 1 cm x 5 cm và chiều cao 5 cm. Mặt trên của vật hiệu chuẩn có thể có các thiết kế khác nhau để phần mềm có thể tự động nhận dạng, xác định vật hiệu chuẩn định trước, ví dụ hình chữ nhật dài màu đen kích thước 0,5 cm x 3,5 cm được đặt trong dải màu trắng hình chữ nhật có kích thước 1 cm x 5 cm. Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở hình dạng này của mẫu hiệu chuẩn, các vật hiệu chuẩn khác có thể các hình dạng khác chẳng hạn như hình trụ tròn, hình lăng trụ chữ nhật, tam giác, tứ giác, v.v..

Theo sáng chế, ảnh có thể được chụp bằng camera điện thoại, các máy ảnh thông thường hoặc bất kỳ các máy ảnh chuyên dụng sao cho ảnh chụp có độ phân giải tối thiểu 1920 x 1080 pixel.

Theo sáng chế, hình ảnh chụp được kiểm tra chất lượng để đảm bảo các tiêu chí về độ nét, độ sáng, hình ảnh vật hiệu chuẩn trong ảnh, mực nước và số lượng trong thùng chụp ảnh.

Độ nét của ảnh: Độ nét của ảnh có thể được xác định bằng cách kỹ thuật xử lý ảnh sẵn có, một trong các cách đó là sử dụng biến đổi Fourier, chuyển ảnh sang miền tần số và qua đó xác định ngưỡng phân loại ảnh có đủ độ nét hay không. Các trường hợp ảnh bị mờ có thể do điện thoại đặt không đúng bị che một phần camera, người dùng chọn điểm nét khi chụp ảnh không đúng hoặc camera tự động chọn nét sai vị trí, v.v. Phản hồi tới người dùng trong trường hợp ảnh không đạt chuẩn nét là yêu cầu người dùng nhấn vào vùng giữa ảnh, có tôm để phần mềm chụp ảnh tự động lấy nét tại vị trí đó.

Độ sáng của ảnh: độ sáng của ảnh có thể được tính toán tự động, và tự động bật

đèn flash thông qua phần mềm hoặc yêu cầu bật đèn flash của điện thoại, hoặc bật đèn chiếu nếu không đủ sáng;

Vật hiệu chuẩn trong ảnh: phần mềm sẽ tự động xác định nếu camera bị che khuất một phần, hoặc đặt chưa đúng vị trí chẳng hạn như không nhìn thấy đủ 4 vật hiệu chuẩn ở 4 góc thùng chụp tôm. Phần mềm sẽ phản hồi hướng dẫn người dùng di chuyển điện thoại theo hướng trái, phải, lên, xuống để khớp vào khung chụp định sẵn.

Mức nước: Mức nước được xác định bằng các kỹ thuật xử lý ảnh và chiều cao mực nước được xác định tương đối so với vị trí vật hiệu chuẩn tại các góc có độ cao định trước theo thiết kế thùng chụp. Qua đó phần mềm có thể xác định mực nước hiện tại có phù hợp với tôm ở độ tuổi hoặc kích thước đó hay không và có thể phản hồi người dùng thêm hoặc bớt nước cho phù hợp, ví dụ, mực nước quá cao dẫn tới tôm tạo thành nhiều lớp gây sai số lớn hơn cho các thuật toán định cỡ;

Số lượng tôm: bằng thuật toán đếm tôm và định cỡ tôm, phần mềm sẽ xác định nếu số lượng tôm không phù hợp với kích cỡ thùng chụp để khuyến nghị người dùng điều chỉnh số lượng cho phù hợp. Ví dụ, nếu tôm quá ít, có thể tăng số lượng để tăng tính đại diện và qua đó tăng độ chính xác về cỡ tôm hiện tại trong ao, hoặc nếu số tôm nhiều quá có thể khuyến nghị người dùng bớt tôm ra để tăng độ chính xác cho việc định cỡ tôm trong thùng.

Theo sáng chế, dựa trên hình ảnh chụp tôm đầu vào, phương pháp sẽ thực thi thuật toán phát hiện tôm bằng cách áp dụng mạng học sâu (Deep learning) trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo để khoanh vùng những vị trí có chứa tôm trên ảnh. Từ đó, có thể đếm được số lượng tôm trong ảnh chụp. Nhờ hình ảnh chụp tôm đầu vào hạn chế việc tôm chồng lấp lên nhau, nhờ đó tăng độ chính xác cho việc phát hiện đối tượng và đếm số lượng tôm trong ảnh chụp.

Để phát hiện đối tượng là tôm trong ảnh chụp, các tác giả sáng chế sử dụng thuật toán phát hiện vật thể với mục tiêu tốc độ tính toán thời gian thực, nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác ổn định. Kiến trúc mạng cơ sở được các tác giả sáng chế sử dụng thuộc dòng YOLO bao gồm: YOLOv4, YOLOv4-CSP, YOLOv4-P5, YOLOv5s, YOLOv5l, v.v.. Phương pháp phát hiện đối tượng này đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật có liên quan, nên phần mô tả chi tiết về phương pháp phát hiện này sẽ được bỏ qua.

Bước tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào theo phương pháp

của sáng chế được thực hiện tùy theo kích cỡ của tôm nuôi trong ảnh chụp dựa vào vật hiệu chuẩn (calib).

Thông qua quá trình nghiên cứu, các tác giả sáng chế nhận thấy rằng, đối với tôm bé có kích cỡ nhỏ hơn 4 cm có đặc điểm các đốt chưa được biểu hiện rõ ra nên rất khó xác định trên ảnh chụp, và hầu hết tôm có tư thế nằm thẳng, do đó sử dụng độ dài đường bao của tôm làm chiều dài của tôm bằng cách lấy chiều dài của vật hiệu chuẩn làm chiều dài cơ sở.

Đối với tôm lớn trên 4 cm, tôm có rất nhiều tư thế nằm khác nhau nên việc dự đoán kích thước thẳng của tôm trở nên rất khó khăn. Tuy nhiên, tôm ở kích thước này có đặc điểm các đốt đã được biểu hiện rõ. Để giải quyết vấn đề tính toán kích thước tôm này, các tác giả sáng chế đề xuất gắn bộ khung xương ảo của tôm lên hình ảnh tôm trên ảnh chụp (tạo mô hình bộ khung xương để huấn luyện cho mạng học máy). Cụ thể, như thể hiện trên Fig.1, bộ khung xương ảo của tôm gồm có 11 điểm bao gồm 7 điểm (các điểm 1 đến 7) tương ứng với 7 đốt sống lưng của tôm, 1 điểm (điểm 0) ở đầu mũi nhọn của gai đầu, 1 điểm (điểm 8) ở đầu mũi nhọn của gai đuôi, và 2 điểm (điểm L và R) tại hai khớp nối cổ tôm bằng cách áp dụng mạng học sâu (Deep learning). Các đốt sống lưng là đường biên phần giao giữa hai đốt liền kề nằm chính giữa sống lưng, khi tôm nằm sấp thẳng, 9 điểm trên sống lưng của tôm bao gồm các điểm 0 đến điểm 8 nằm trùng trên đường thẳng đi qua sừng gai đầu của tôm như thể hiện trên Fig.1, khi tôm nằm nghiêng, một trong hai điểm L hoặc điểm R tại đốt ở cổ sẽ bị mất đi. Bằng cách xây dựng bộ khung xương ảo từ 11 điểm này với 9 điểm trên sống lưng được sử dụng cho phép dự đoán để đo kích thước tôm ngay cả khi con tôm có tư thế nằm cong hay thẳng, các điểm R, L và điểm 1 được sử dụng để nhận biết được tôm nằm nghiêng hay nằm sấp. Với mỗi điểm của bộ khung xương ảo của tôm được gắn lên ảnh chụp tôm như mô tả bên trên, các tác giả sáng chế tạo ra bản đồ nhiệt (heatmap) dạng 2D Gauxơ để mạng học từng điểm chuẩn như thể hiện trên Fig.3. Trong quá trình tạo bản đồ nhiệt của ảnh chụp tôm, các tác giả nhận thấy có sự sai lệch khi chuyển đổi từ bản đồ nhiệt nâng cấp lại ảnh gốc gấp 4 lần, do đó đề xuất cho mạng học thêm biến bù (offset) để tránh sai số khi chuyển đổi với tỉ lệ lớn hơn.

$$\text{Loss} = \lambda * \text{Loss_heatmap} + (1 - \lambda) * \text{Loss_offset}, \quad \lambda \in [0,1]$$

Sau đây, bước tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào theo

phương pháp của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa trên bộ khung xương ảo gắn lên ảnh tôm chụp. Cụ thể, phương pháp quy ước chiều dài của tôm được tính từ gai đầu đến gai đuôi tôm khi áp thẳng tôm lên bề mặt phẳng chẳng hạn như thước đo. Trên thực tế, tư thế khi tôm bơi thẳng sấp cũng tương tự như tôm đặt trên bề mặt phẳng, do đó chiều dài tiêu chuẩn của tôm mong muốn cũng chính là chiều dài của tôm khi bơi thẳng sấp như thể hiện trên Fig.4. Dựa vào bộ khung xương ảo gồm 11 điểm được gắn trên hình ảnh tôm chụp, chiều dài sống lưng của tôm ở các tư thế khác nhau có thể được tính dễ dàng bằng tổng các đốt từ điểm 0 đến điểm 8 như thể hiện trong công thức (1) bên dưới.

$$l_{\text{sống lưng}} = l_{01} + l_{12} + l_{23} + l_{34} + l_{45} + l_{56} + l_{67} + l_{78} \quad (1)$$

Trong đó, l_{01} , l_{12} , l_{23} , l_{34} , l_{45} , l_{56} , l_{67} , l_{78} lần lượt là chiều dài các đoạn thẳng giữa 2 điểm 0 và 1, điểm 1 và 2, điểm 2 và 3, điểm 3 và 4, điểm 4 và 5, điểm 5 và 6, điểm 6 và 7, điểm 7 và 8 (đơn vị pixel) của bộ khung xương dọc sống lưng tôm.

Chiều dài của sống lưng thay đổi phụ thuộc vào độ cong và độ nghiêng của tôm, nhận thấy sự ảnh hưởng của tư thế nằm của tôm đến chiều dài thực tế, các tác giả sáng chế đề xuất phương pháp hồi quy tuyến tính (Linear Regression) để biểu diễn chiều dài sống lưng của tôm theo độ cong và độ nghiêng theo phương trình (2). Dựa trên việc thu thập dữ liệu và huấn luyện để tìm ra 3 hệ số $\langle_0$, $\langle_1$, $\langle_2$.

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 \quad (2)$$

Trong đó, Y là chiều dài sống lưng tôm, X_1 , X_2 lần lượt là độ nghiêng và độ cong của tôm. Độ cong của tôm được tính là độ lệch của tổng các góc tính từ điểm 0 đến điểm 8 của bộ khung ảo so với góc 180° (ví dụ, tôm thẳng nhất $\Rightarrow$ độ cong = 0°).

Điểm R và L của bộ khung xương ảo được gắn ở ngoại biên tại khớp cổ của tôm, do đó có thể xác định được độ nghiêng của tôm dựa trên tỷ lệ đoạn thẳng lớn nhất từ 2 đoạn thẳng được tạo từ 3 điểm 1, điểm R, và điểm L trên tổng hai đoạn thẳng đó. Công thức tính độ nghiêng của tôm được thể hiện ở phương trình (3).

$$X_1 = \frac{\max(l_{L1}, l_{R1})}{l_{L1} + l_{R1}} \quad (3)$$

Phương trình (2) là phương trình trung bình của tất cả các kích thước, để suy ra chiều dài tôm thẳng sấp từ các tư thế khác nhau tại một kích thước nhất định sử dụng công thức (4) đã tịnh tiến đi một đoạn $(Y - Y')$ với Y' là chiều dài hiện tại (bằng $l_{\text{sống lưng}}$)

tại tư thế N, Y là chiều dài tại điểm X_1 và X_2 (tại tư thế N) thông qua phương trình (2).

$$Y_N = \alpha_0 + (Y - Y') + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 \quad (4)$$

Sau khi tìm được phương trình ở kích thước này, dễ dàng suy ngược chiều dài của tôm của tư thế hiện tại sang tư thế thẳng sấp, cụ thể là, độ nghiêng $X_1 = 0,5$ và độ cong $X_2 = 0$.

Từ kích thước chiều dài tôm với đơn vị là pixels trên miền ảnh được tính toán theo phương trình trên, để quy đổi sang kích thước thực của tôm, kích thước tôm trên ảnh được nhân với hệ số chuyển đổi. Hệ số này sẽ được lấy từ vật hiệu chuẩn (calib) theo phương trình (5)

$$l_{\text{thực}} = l_{\text{ảnh}} * \frac{l_{\text{calib thực}}}{l_{\text{calib ảnh}}} \quad (5)$$

Sau khi đã xác định được chiều dài của từng con tôm trong hình ảnh, phương pháp thực hiện bước ước tính khối lượng của tôm dựa trên chiều dài tôm.

Ở phần này với đầu vào chiều dài thực từ gai đầu đến gai đuôi tôm, sáng chế dựng phương pháp hồi quy phi tuyến với phương trình (6) để chuyển đổi sang cân nặng.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X^w \quad (6)$$

Trong đó, X là chiều dài thực, Y là cân nặng của tôm, β_0 và β_1 lần lượt là các tham số của mô hình (β_0 là độ lệch).

Bước cuối cùng, người dùng có thể tùy chọn sử dụng để xác định tỉ lệ sống và sinh khối tôm trong ao nuôi.

Để giá trị ước lượng về tỉ lệ sống và sinh khối đạt độ chính xác tương đối, số lượng tôm và số lần lấy mẫu phải đủ lớn và phân bố đều ở các vị trí trong ao. Phương pháp theo sáng chế khuyến nghị lấy mẫu tôm ở ít nhất từ 8 đến 10 vị trí khác nhau, phân bố đều trên ao. Tốt nhất là, mỗi 100 m² ao nuôi có ít nhất 1 vị trí lấy mẫu với 1 lần lấy mẫu.

Từ kết quả đếm tôm và khối lượng tôm trung bình xác định được bằng các mô hình ở trên, tỉ lệ sống được xác định như sau:

$$\text{Tỉ lệ sống} = \frac{\text{Tổng số lượng tôm chài được} * \text{diện tích ao}}{\text{Diện tích chài} * \text{Số lượng tôm thả ban đầu}}$$

Giá trị sinh khối tôm trong ao được xác định như sau:

$$\text{Sinh khối} = \frac{\text{Tổng số lượng tôm chài được} * \text{Trọng lượng tôm trung bình} * \text{Diện tích ao}}{\text{Diện tích chài}}$$

Phương pháp định cỡ tôm theo sáng chế xây dựng bộ dữ liệu bao gồm 1000 tấm ảnh được thu thập bằng cách chụp khi tôm trong thùng chụp tôm sử dụng thiết bị ghi hình là điện thoại thông minh, với 800 tấm cho huấn luyện mô hình học máy và 200 tấm ảnh dùng để kiểm tra thuật toán phát hiện vật. Bộ dữ liệu gồm 1000 tấm ảnh thu thập được có số lượng tôm từ 50 đến 150 con tôm trên mỗi tấm ảnh, các tác giả sáng chế đã cắt và trích ra khoảng 50000 con tôm và chỉ lựa chọn ra 5000 tấm ảnh tôm riêng biệt để huấn luyện mô hình và kiểm tra đối với mô hình bộ khung xương ảo của tôm với tỷ lệ 8:2.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành kiểm tra độ chính xác của phương pháp định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh so với cân thực tế, trong đó khi thực hiện phương pháp định cỡ tôm theo sáng chế, hình ảnh tôm chụp cần phải đạt tiêu chí như được đề cập bên trên (ví dụ, mực nước để không quá cao, số lượng tôm vừa đủ). Đối với cách thực hiện cân tôm thực tế, tôm được để ráo nước trong 5 phút trên rổ. Kết quả so sánh được thể hiện trong bảng 1 bên dưới.

Bảng 1

Kích cỡ tôm	Phương pháp định cỡ tôm theo sáng chế (con/kg)	Cân thực tế (con/kg)	Độ chính xác trung bình (%)
Tôm lớn (kích thước > 4 cm)	30	31	97,6
	42	41	
	59	61	
	77	75	
	105	100	
	122	125	
	176	175	
	222	225	
	405	395	
	503	495	
	574	562	
	664	674	
	851	842	
	1429	1398	
	1560	1518	

Tôm bé (kích thước < 4 cm)	2035	1910	96,18
	3510	3450	
	4110	4350	
	6211	6430	
	8412	8700	
	10354	10101	

Từ các kết quả được thể hiện trong bảng 1 nêu trên, có thể thấy rằng phương pháp định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh theo sáng chế có khả năng định cỡ tôm với độ chính xác cao và ổn định, cụ thể đối với tôm có kích cỡ nhỏ hơn 4 cm thì độ chính xác đạt 96,18%, trong khi với tôm có kích cỡ nhỏ lớn 4 cm độ chính xác đạt đến 97,6% nhờ xây dựng mô hình bộ khung xương ảo của tôm.

Theo một khía cạnh của sáng chế đề xuất hệ thống định cỡ tôm thực hiện phương pháp định cỡ tôm bằng hình ảnh như mô tả bên trên, trong đó hệ thống này bao gồm:

khối thu thập dữ liệu để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối truyền thông, trong đó khối thu thập dữ liệu sử dụng vật hiệu chuẩn để làm cơ sở ước tính chiều dài tôm trên hình ảnh chụp;

khối truyền thông để cung cấp hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu đến khối định cỡ tôm và xác định sinh khối; và

khối định cỡ tôm và xác định sinh khối để đếm số lượng tôm trên hình ảnh chụp, dự đoán và tính toán khối lượng tôm trên hình ảnh được cung cấp, và đưa kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao đến khối thu thập dữ liệu hoặc đầu cuối khách hàng.

Theo sáng chế, khối thu thập dữ liệu bao gồm thùng chụp tôm và thiết bị chụp ảnh. Như được thể hiện ở Fig.6 và Fig.7, thùng chụp tôm 22 có dạng hình trụ chữ nhật với các góc bo tròn, thiết kế bo tròn này giúp dữ liệu hình ảnh thu được có thể tránh trường hợp tôm chồng lấp lên nhau, và vấn đề tôm chồng lấp thường gặp do tôm có đặc tính bơi gần thành thùng và bốn góc thùng là các góc cạnh vuông vức. Để đảm bảo chất lượng hình ảnh làm đầu vào của phương pháp định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh như mô tả bên trên, ảnh chụp phải đảm bảo nhìn thấy hết đáy thùng, bao gồm bốn góc có vật hiệu chỉnh và toàn bộ số tôm trong thùng. Với giải pháp thùng chụp sử dụng điện thoại di động hoặc thiết bị chụp ảnh chuyên dụng, để đảm bảo chất lượng ảnh để phát hiện rõ

các khớp tôm, thùng chụp được đề xuất có độ cao trong khoảng từ 30 cm đến 60 cm. Phần nắp thùng 23 sẽ được tích hợp thiết bị ghi và xử lý dữ liệu gồm màn hình cảm ứng 25, camera, đèn chiếu, pin, máy tính xử lý, và bộ định tuyến. Thiết bị ghi và xử lý dữ liệu sẽ tự động chụp ảnh tôm và truyền dữ liệu hình ảnh đến khối định cỡ tôm và xác định sinh khối. Trong trường hợp này, máy tính xử lý và bộ định tuyến sẽ đóng vai trò của khối truyền thông. Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở cấu trúc thùng chụp tôm này, theo phương án khác, thùng chụp tôm không tích hợp thiết bị ghi và xử lý dữ liệu, thay vào đó, điện thoại di động được sử dụng làm thiết bị thu thập dữ liệu, hiển thị kết quả giúp người dùng dễ tương tác với hệ thống hơn và giảm giá thành thiết bị.

Như thể hiện trên Fig.7, thùng chụp tôm có vật hiệu chuẩn được bố trí tại bốn góc của thùng chụp tôm 22 sao cho tôm trong thùng không che khuất vật hiệu chuẩn. Vật hiệu chuẩn có kích thước và hình dạng định trước sao cho các thuật toán của phương pháp định cỡ tôm phân tách vật hiệu chuẩn làm cơ sở tính toán tỉ lệ để xác định tỉ lệ kích thước vật trên ảnh so với kích thước thật. Theo sáng chế, vật hiệu chuẩn có dạng khối hình chữ nhật, lăng trụ tròn, lăng trụ tam giác.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, vật hiệu chuẩn được gắn cố định vào các góc thùng với bề mặt vát bo tròn với độ cao khoảng 4-5 cm để đảm bảo cao hơn mực nước và tôm nhằm tránh việc tôm che khuất vật hiệu chuẩn. Mặt trên của vật hiệu chuẩn có thể có các thiết kế khác nhau để phần mềm có thể tự động nhận dạng, xác định vật hiệu chuẩn định trước, ví dụ hình chữ nhật dài màu đen kích 0,5 cm x 3,5 cm được đặt trong dải màu trắng hình chữ nhật có kích thước 1 cm x 5 cm.

Cơ chế hoạt động thùng chụp tôm như sau: Người sử dụng chài tôm, bỏ số lượng tôm vừa phải khoảng 20-400 con tôm (tùy vào kích cỡ tôm) vào thùng chụp tôm 22 chứa sẵn lượng nước vừa đủ (khoảng 2-5 cm), và mực nước có thể thay đổi tùy theo kích thước tôm, cạnh thùng có thể có các vạch mức nước khuyến nghị theo ngày tuổi tôm), sau đó tiến hành đậy nắp 23 và bắt đầu chụp ảnh tôm bằng thiết bị chụp ảnh để chụp ảnh tôm trong thùng chụp tôm, thiết bị chụp ảnh có thể được lựa chọn từ nhóm bao gồm điện thoại thông minh, các loại camera phổ thông, camera công nghiệp, webcam khác.

Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, khối thu thập dữ liệu có thể sử dụng nhà tự động tích hợp thiết bị chụp ảnh. Nhà tự động được kết hợp máy cho ăn được bố trí tại ao nuôi tôm để cho phép tự động lấy mẫu tôm trong ao nuôi bằng cách nâng khay

lấy mẫu, chụp ảnh tôm trong khay, và thả tôm lại ao một cách tự động theo định kỳ được lập trình sẵn. Sau khi thu thập được hình ảnh chụp tôm sẽ tự động gửi đến khối định cỡ tôm và xác định sinh khối thông qua bộ xử lý và định tuyến được tích hợp trong nhá tự động. Thuận lợi khi sử dụng nhá tự động là ở chỗ không phải chài bắt tôm ra khỏi ao, giảm thiểu được tác động lên tôm và nhờ đó cũng có thể lấy mẫu nhiều lần hơn để tăng tính đại diện thống kê của mẫu chụp so với thực tế trong ao.

Theo phương án ưu tiên khác, khối thu thập dữ liệu có thể sử dụng máng trượt tôm. Máng trượt tôm được thiết kế để đếm và định cỡ tôm với số lượng lớn và nhanh chóng hơn. Tôm được chài hoặc bơm vào thùng chứa tôm đầu vào, sau đó được đưa qua máng trượt tôm. Thiết bị chụp ảnh như camera, điện thoại thông minh, webcam, v.v. được đặt tại khu vực máng trượt tôm sẽ thực hiện chụp ảnh lấy dữ liệu liên tục trong suốt quá trình tôm được đưa qua máng trượt tôm.

Như thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.12, máng trượt tôm bao gồm bộ phận thùng đựng nước 34, bộ phận chia tách tôm 31, bộ phận dẫn hướng tôm 30, bộ phận chụp ảnh tôm 29. Nước được bơm vào bộ phận thùng đựng nước 34 thông qua ống cấp nước 33, tôm được đặt trong rổ đựng tôm 32, sau đó rổ đựng tôm 32 được kéo lên chậm để tôm trôi theo dòng nước đi vào bộ phận chia tách tôm 31, tôm sẽ được phân tách theo các đường dẫn khác nhau nhờ vách phân chia 39 tại đầu của bộ phận phân tách tôm 31, tiếp theo những cụm tôm còn tồn tại theo từng đường dẫn của bộ phận phân tách tôm 31 sẽ được phân tách một lần nữa nhờ các vách dẫn hướng 38 của bộ phận dẫn hướng tôm 30 để đi sang bộ phận chụp ảnh 29, sau đó tôm đi trong các đường dẫn riêng biệt của bộ phận chụp ảnh 29 sẽ được chụp ảnh nhờ thiết bị chụp ảnh được đặt trên thùng chụp ảnh 28, cuối cùng tôm sẽ được đưa ra khỏi máng trượt để trở lại ao hoặc đưa sáng ao mới. Ảnh chụp sẽ được gửi đến khối định cỡ tôm và xác định sinh khối để thực thi tác vụ đếm, phân tích và định cỡ tôm. Cơ cấu máng trượt tôm này giúp hạn chế bọt nước, giảm dòng nước chảy xiết, xáo trộn, do đó mà dữ liệu hình ảnh nhận được ít phức tạp, đặc trưng của tôm không bị biến dạng. Hai bộ phận chia tách tôm 31, bộ phận dẫn hướng tôm 30 của máng trượt tôm giúp phân tách tôm, giảm thiểu tôm chồng lấp và che khuất nhau, vì dữ liệu hình ảnh nhận chỉ được chiếu từ hướng trên xuống.

Theo sáng chế, khối định cỡ tôm và xác định sinh khối là máy chủ hoặc máy chủ ảo trên mạng đám mây, sử dụng các thuật toán áp dụng mạng học sâu (Deep learning) trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo để đếm số tôm và xác định kích thước tôm trên ảnh chụp

dựa trên vật hiệu chuẩn, gắn bộ khung xương ảo lên ảnh tôm chụp và các thuật toán học máy được sử dụng để ước tính chiều dài tôm ở các tư thế khác nhau quy về cùng một tư thế là khi tôm nằm thẳng nhất, và ước tính khối lượng tôm dựa theo chiều dài của tôm đã tính.

Mặc dù sáng chế được mô tả chi tiết dựa trên các phương án, các biến đổi, bổ sung, thay thế khác nhau có thể được thực hiện bởi những người có hiểu biết trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật mà không vượt quá nguyên lý kỹ thuật của sáng chế được mô tả bên trên, và những biến đổi này cần được hiểu đều thuộc phạm vi bảo hộ của sáng chế như được xác định bởi yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp định cỡ tôm tự động bằng hình ảnh, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

bước 1: chụp hình ảnh tôm cùng vật hiệu chuẩn làm dữ liệu đầu vào;

bước 2: phát hiện vật thể cụ thể là tôm trên hình ảnh đầu vào;

bước 3: đếm số lượng tôm trên hình ảnh đầu vào;

bước 4: tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào;

bước 5: ước tính khối lượng của từng cá thể tôm dựa trên kích thước được tính toán; và

bước 6: xác định kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao nuôi,

trong đó ở bước 4 để tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào được thực hiện bằng cách:

đối với tôm nhỏ có kích thước < 4 cm, kích thước của tôm được tính toán bằng cách sử dụng độ dài đường bao của tôm, hoặc

đối với tôm lớn có kích thước > 4 cm, kích thước của tôm được tính toán bằng cách như sau:

gắn bộ khung xương ảo của tôm có ít nhất 9 điểm vào tôm trên hình ảnh chụp, bao gồm 7 điểm tương ứng với 7 đốt sống lưng, 1 điểm ở đầu mút của gai đầu, và 1 điểm ở đầu mút của gai đuôi, để suy ra kích thước dự đoán của từng con tôm trên hình ảnh bằng học máy; và

tính toán kích thước thật của tôm từ bộ khung xương ảo đã dự đoán bằng học máy.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước 1, tôm được đựng trong thùng chụp với mực nước ở độ cao lưng tôm khi tôm nằm sấp sao cho tôm không nằm chồng lấn lên nhau thành nhiều tầng với độ sâu khác nhau.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ảnh chụp tôm cần nhìn rõ các vật hiệu chuẩn ở các góc của thùng chụp, sao cho ảnh chụp nhìn thấy được toàn bộ số tôm trong thùng chụp để tránh chỉ chụp được một phần của tôm.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ảnh có thể được chụp bằng camera điện thoại, các máy ảnh thông thường hoặc bất kỳ các máy ảnh chuyên dụng sao cho ảnh chụp có độ phân giải tối thiểu 1920 x 1080 pixel.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bộ khung xương ảo còn bao gồm 2 điểm được gắn tại hai khớp nối cổ tôm.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó các thuật toán học máy được sử dụng để ước tính chiều dài tôm ở các tư thế khác nhau quy về cùng một tư thế là khi tôm nằm thẳng nhất thông qua bộ khung xương ảo của tôm.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó để xác định tỉ lệ sống và sinh khối, số lượng tôm và số lần lấy mẫu phải đủ lớn và phân bố đều ở các vị trí trong ao, với số điểm lấy mẫu tôm ở ít nhất từ 8 đến 10 vị trí khác nhau, phân bố đều trên ao, trong đó mỗi 100 m² ao nuôi có ít nhất 1 vị trí lấy mẫu.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước 6 để xác định kết quả dự đoán tỷ lệ sống của tôm trong ao nuôi được tính toán dựa vào số lượng tôm đếm được trong bước 3 bằng công thức sau:

$$\text{Tỉ lệ sống} = \frac{\text{Tổng số lượng tôm chài được} * \text{diện tích ao}}{\text{Diện tích chài} * \text{Số lượng tôm thả ban đầu}}$$

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước 6 để xác định sinh khối tôm trong ao nuôi được tính toán dựa vào số lượng tôm đếm được trong bước 3, và khối lượng tôm được tính trong bước 5 bằng công thức sau:

$$\text{Sinh khối} = \frac{\text{Tổng số lượng tôm chài được} * \text{Trọng lượng tôm trung bình} * \text{Diện tích ao}}{\text{Diện tích chài}}$$

10. Hệ thống định cỡ tôm thực hiện phương pháp định cỡ tôm bằng hình ảnh như nêu trong điểm bất kỳ từ 1 đến 9, trong đó hệ thống này bao gồm:

khối thu thập dữ liệu để chụp và cung cấp hình ảnh cho khối truyền thông, trong đó khối thu thập dữ liệu sử dụng vật hiệu chuẩn để làm cơ sở ước tính chiều dài tôm trên hình ảnh chụp;

khối truyền thông để cung cấp hình ảnh được cấp từ khối thu thập dữ liệu đến khối định cỡ tôm và xác định sinh khối; và

khối định cỡ tôm và xác định sinh khối để đếm số lượng tôm trên hình ảnh chụp,

dự đoán và tính toán khối lượng tôm trên hình ảnh được cung cấp, và đưa kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao đến khối thu thập dữ liệu hoặc đầu cuối khách hàng,

trong đó phương pháp định cỡ tôm bằng hình ảnh bao gồm các bước:

bước 1: chụp hình ảnh tôm cùng vật hiệu chuẩn làm dữ liệu đầu vào;

bước 2: phát hiện vật thể cụ thể là tôm trên hình ảnh đầu vào;

bước 3: đếm số lượng tôm trên hình ảnh đầu vào;

bước 4: tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào;

bước 5: ước tính khối lượng của từng cá thể tôm dựa trên kích thước được tính toán; và

bước 6: xác định kết quả dự đoán tỷ lệ sống và sinh khối tôm trong ao nuôi

trong đó ở bước 4 để tính toán kích cỡ của từng con tôm trong hình ảnh đầu vào được thực hiện bằng cách:

đối với tôm nhỏ có kích thước < 4 cm, kích thước của tôm được tính toán bằng cách sử dụng độ dài đường bao của tôm, hoặc

đối với tôm lớn có kích thước > 4 cm, kích thước của tôm được tính toán bằng cách như sau:

gắn bộ khung xương ảo của tôm có ít nhất 9 điểm vào tôm trên hình ảnh chụp, bao gồm 7 điểm tương ứng với 7 đốt sống lưng, 1 điểm ở đầu mút của gai đầu, và 1 điểm ở đầu mút của gai đuôi, để suy ra kích thước dự đoán của từng con tôm trên hình ảnh bằng học máy; và

tính toán kích thước thật của tôm từ bộ khung xương ảo đã dự đoán bằng học máy.

11. Hệ thống theo điểm 10, trong đó khối thu thập dữ liệu bao gồm thùng chụp tôm và thiết bị chụp ảnh.

12. Hệ thống theo điểm 10, trong đó thùng chụp tôm có vật hiệu chuẩn được bố trí bên trong sao cho tôm trong thùng không che khuất vật hiệu chuẩn, tốt nhất là có ít nhất bốn vật hiệu chuẩn được bố trí tại bốn góc của thùng chụp tôm.

13. Hệ thống theo điểm 12, trong đó vật hiệu chuẩn có kích thước và hình dạng định trước sao cho các thuật toán của phương pháp định cỡ tôm phân tách vật hiệu chuẩn làm cơ sở tính toán tỉ lệ để xác định tỉ lệ kích thước vật trên ảnh so với kích thước thật, trong đó vật hiệu chuẩn có dạng khối hình chữ nhật, lăng trụ tròn, lăng trụ tam giác.

14. Hệ thống theo điểm 10, trong đó thiết bị chụp ảnh để chụp ảnh tôm trong thùng chụp tôm, thiết bị chụp ảnh có thể được lựa chọn từ nhóm bao gồm điện thoại thông minh, các loại camera phổ thông, camera công nghiệp, webcam khác.

15. Hệ thống theo điểm 14, trong đó khối truyền thông là thiết bị truyền thông để truyền dữ liệu hình ảnh chụp tôm bằng thiết bị chụp ảnh đến khối định cỡ tôm và xác định sinh khối, trong trường hợp sử dụng điện thoại thông minh đóng vai trò làm thiết bị chụp ảnh và thiết bị truyền thông.

16. Hệ thống theo điểm 10, trong đó khối định cỡ tôm và xác định sinh khối là máy chủ hoặc máy chủ ảo trên mạng đám mây, sử dụng các thuật toán áp dụng mạng học sâu (Deep learning) trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo để đếm số tôm và xác định kích thước tôm trên ảnh chụp dựa trên vật hiệu chuẩn, gắn bộ khung xương ảo lên ảnh tôm chụp và các thuật toán học máy được sử dụng để ước tính chiều dài tôm ở các tư thế khác nhau quy về cùng một tư thế là khi tôm nằm thẳng nhất, và ước tính khối lượng tôm dựa theo chiều dài của tôm đã tính.

Fig.1

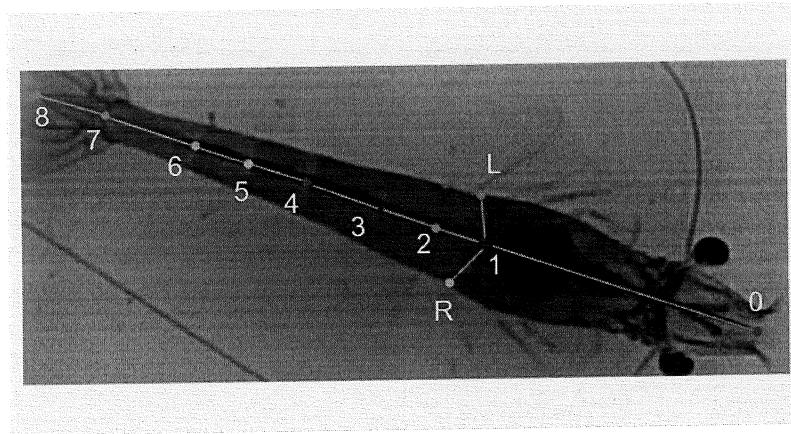
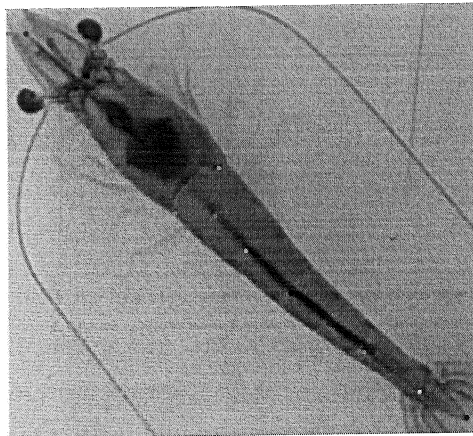


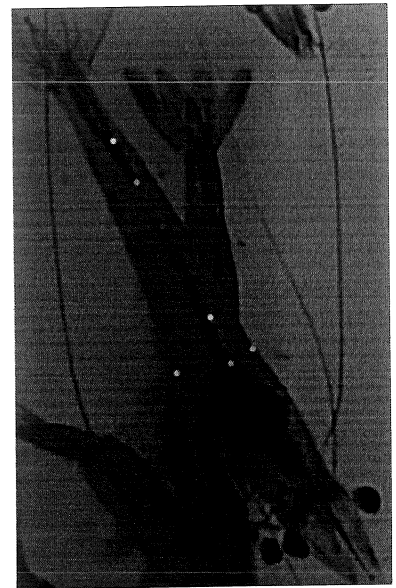
Fig.2



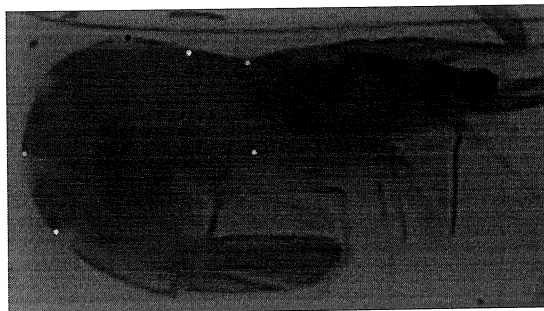
a



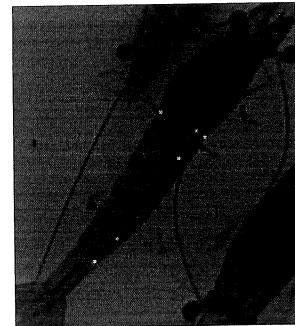
b



c



d



e

Fig.3

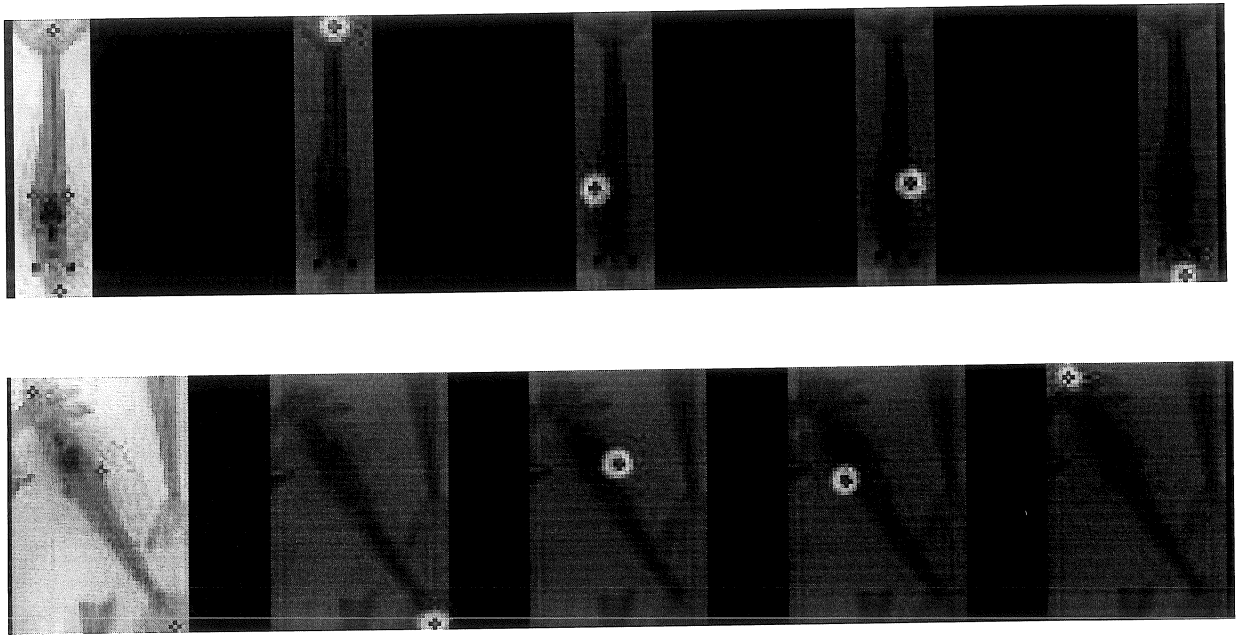


Fig.4

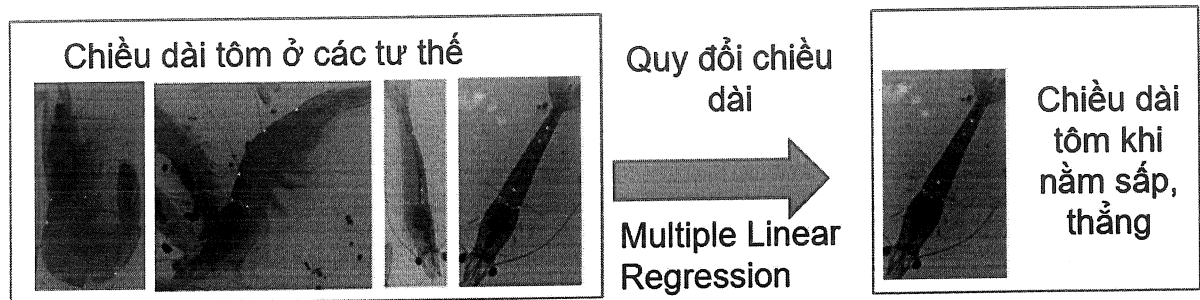


Fig.5

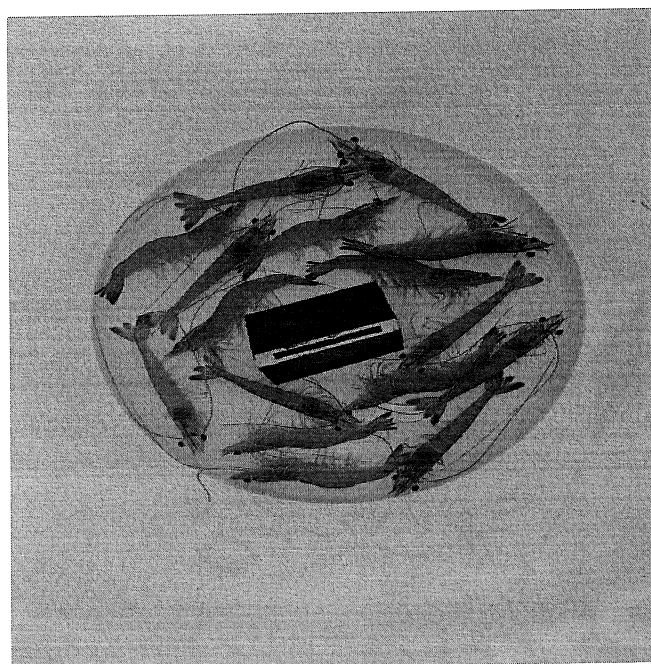


Fig.6

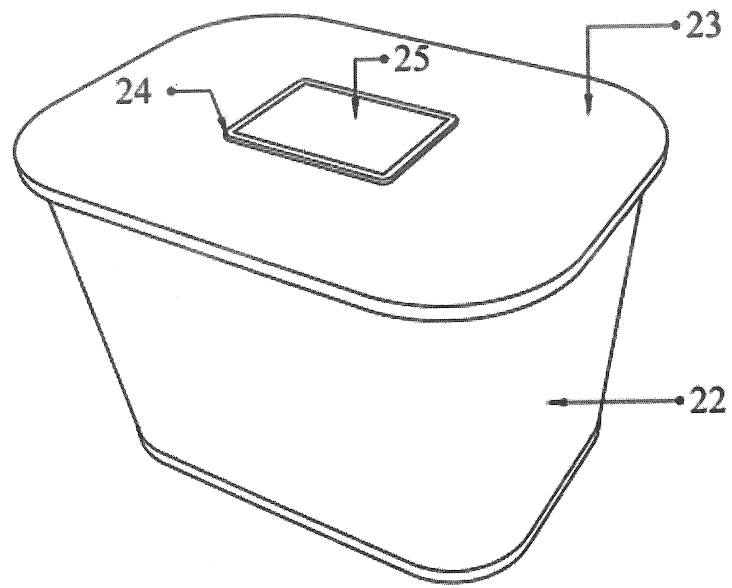


Fig.7

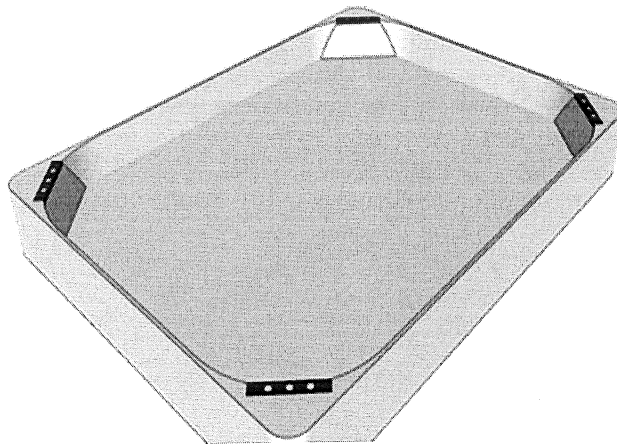


Fig.8

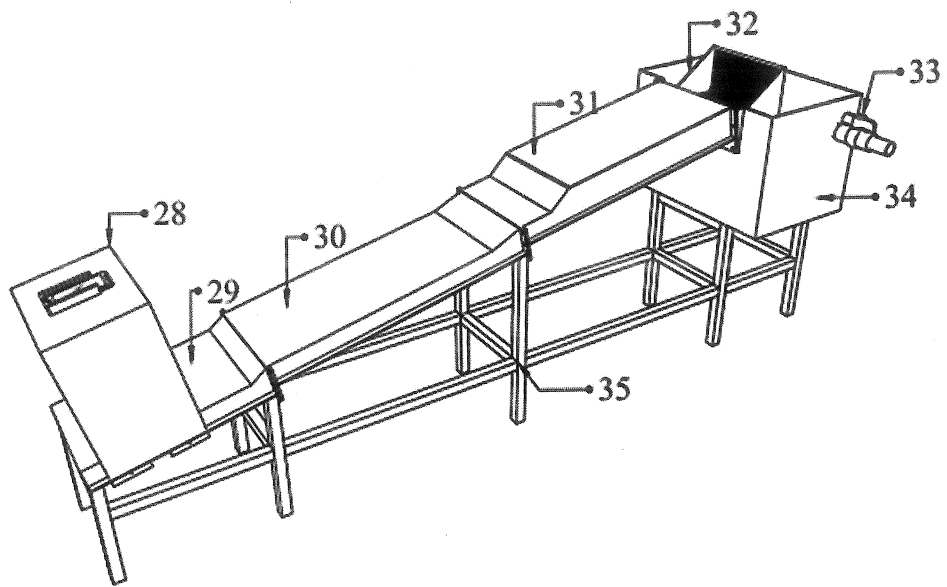


Fig.9

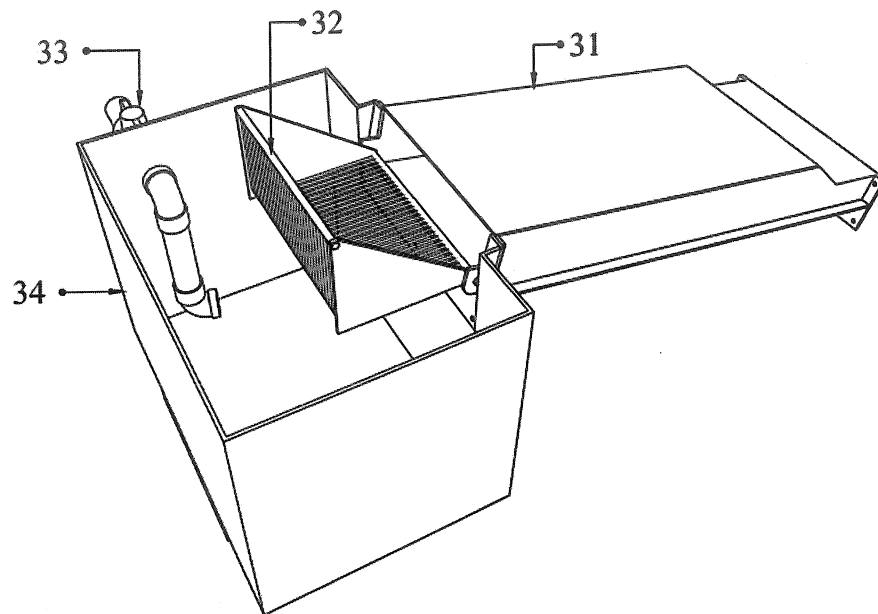


Fig.10

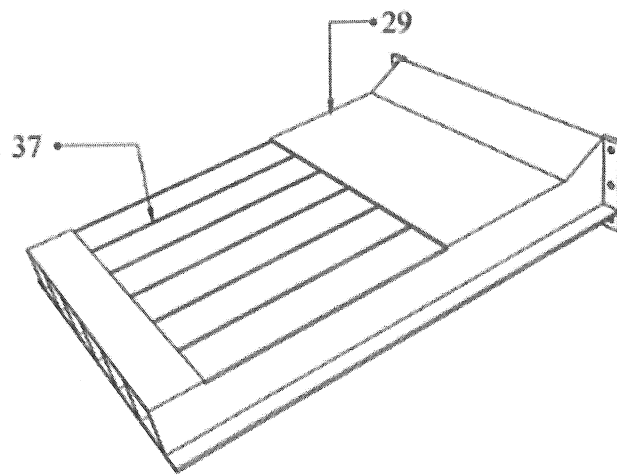


Fig.11

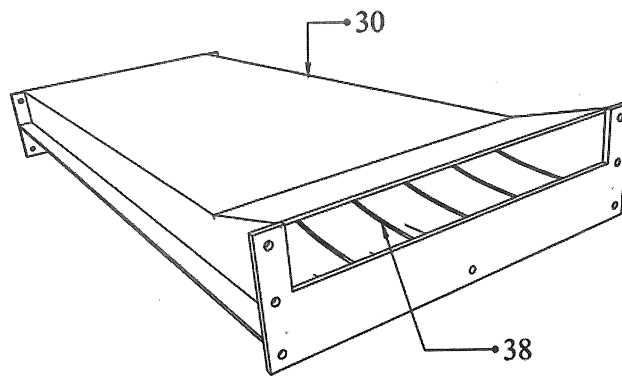


Fig.12

