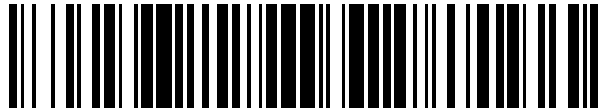


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 975**

21 Número de solicitud: 201930565

51 Int. Cl.:

G06K 17/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

21.06.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.12.2020

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE OVIEDO (100.0%)
C/ San Francisco 3
33003 Oviedo (Asturias) ES**

72 Inventor/es:

**PÉREZ GARCÍA, Daniel;
FERRERO MARTÍN, Francisco Javier;
ÁLVAREZ GARCÍA, Ignacio;
VALLEDOR LLOPIS, Marta y
CAMPO RODRÍGUEZ, Juan Carlos**

54 Título: **Sistema de estimación de biomasa en acuicultura basado en reconstrucciones de imágenes en tres dimensiones**

57 Resumen:

Sistema de estimación de biomasa en acuicultura basado en reconstrucciones de imágenes en tres dimensiones.

La presente invención se refiere a un sistema y un método de estimación de la biomasa necesaria para la alimentación en el campo técnico de la acuicultura. La estimación se realiza mediante el empleo de técnicas de reconstrucción de imágenes en tres dimensiones para establecer la cantidad de biomasa óptima para la alimentación de los peces en instalaciones de acuicultura intensiva con un margen de error lo menor posible. Para ello, el sistema comprende un bastidor (1) compartimentado en dos zonas (P y S) que aloja, unas cámaras (21), unos medios de iluminación (4, 4a), unos sensores (5) de oxígeno, pH y turbidez del agua, así como unos medios RFID (6) dispuestos en un marco de entrada (7) que permiten la identificación de los peces en el interior de dicho bastidor (1) así como la captura de imágenes de dichos peces para su posterior tratamiento.

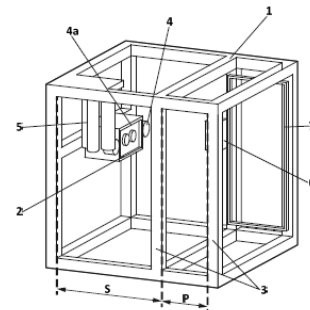


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Sistema de estimación de biomasa en acuicultura basado en reconstrucciones de imágenes en tres dimensiones

5

La presente invención se refiere a un sistema de estimación de la biomasa necesaria para la alimentación en el campo técnico de la acuicultura. La estimación se realiza mediante el empleo de técnicas de reconstrucción de imágenes en tres dimensiones para establecer la cantidad de biomasa óptima para la alimentación de los peces en instalaciones de acuicultura intensiva con un margen de error lo menor posible.

10

Estado de la técnica

La reducción de los costes de alimentación en acuicultura resulta fundamental para lograr la sostenibilidad de la industria, existiendo un gran potencial, tanto en la disminución de los costes por unidad de alimentación, como a través de la adopción de estrategias de gestión de alimentación adecuadas.

15

En las instalaciones de acuicultura intensiva, la alimentación se realiza mediante el suministro de varias raciones diarias de pienso, totalizando la ración óptima un peso diario de alimentos de entorno al 4% de la biomasa presente, dependiendo de las especies y otras condiciones ambientales. Los errores en la estimación de la biomasa implican que la alimentación diaria no esté optimizada, lo que supone una sobrealimentación o una subalimentación del cultivo y, por tanto, un incremento de los costes de producción.

20

25

Los sistemas de estimación de biomasa que existen actualmente en el mercado no han conseguido alcanzar precisiones estables y con márgenes de error suficientemente pequeños. Las causas por las que la biomasa no se calcula correctamente son complejas e incluyen una combinación entre la tecnología empleada para el recuento y el tamaño de los peces, el uso de tales tecnologías, además de razones de tipo biológico y ambiental.

30

A medio plazo, es un objetivo alcanzar una incertidumbre igual o inferior al 0,1% en el sistema de conteo e igual o inferior al 1% en la estimación de la biomasa. Esta reducción en el error producido supondrá un gran impacto en el resultado económico de las empresas acuícolas.

35

Se estima que un error del 5% en la estimación de la biomasa supone, sólo en el sector europeo de los salmónidos, doradas y lubinas, aproximadamente 90 millones de euros

anuales de sobrecoste. Para alcanzar estos objetivos, además de mejorar las prácticas actuales de manejo y de un mejor uso de la instrumentación existente, es necesaria una mejora en los métodos de medida y de control que se utilizan en la actualidad.

5 Para la estimación de la biomasa, en el estado de la técnica se describen esencialmente tres productos: «VAKI BIOMASS DAILY» de la firma PENTAIR, «VARD AQUA'S BIOMASS MEASUREMENT FRAME» de la firma STORVIK, y «VICASS HD» del grupo AKVA. Los dos primeros productos utilizan un marco, que contiene dos cortinas de luz infrarroja. Cuando el pez atraviesa el marco, su altura se calcula a partir de los rayos de luz que son cortados, mientras que su longitud se estima a partir del tiempo y de la velocidad del paso del pez. El último de los productos comercializados está basado en dos cámaras que graban y reconstruyen la escena, mientras que un técnico-operario, mediante un software, realiza una búsqueda manual del contorno del pez.

15 Un modelo conocido en el estado de la técnica y aplicado en las granjas marinas para la caracterización de la relación entre la longitud del pez (l) y la masa (m) es $m = ql^3$ siendo q un parámetro característico de la especie. Un modelo alternativo que incluye la altura (h) del pez es $m = chl^2$ donde c es otro parámetro empírico. Los métodos usados para las medidas de los peces contribuyen a la incertidumbre en el cálculo de la biomasa.

20 La tecnología de marcos de luz infrarroja está bien establecida, aunque para la estimación del peso de los peces se ha comprobado que tiene una exactitud muy baja y que, para acuicultura intensiva, no es adecuada en la forma actual, ya que las mediciones se alejan mucho de la realidad. Aunque en los catálogos de estos equipos se indica una exactitud del método por encima del 90%, estos porcentajes sólo se alcanzan en condiciones ideales, cuando el movimiento de los peces es en línea recta y la velocidad moderada. Cuando la velocidad es muy lenta o es muy rápida, la silueta del pez estimada por los sistemas del estado de la técnica se aleja de la forma real.

30 En cuanto a los sistemas del estado de la técnica que emplean visión artificial, éstos consiguen resoluciones aceptables cuando las condiciones del medio son óptimas. Estos sistemas no se ven afectados por la velocidad del pez, ya que en cada toma se realiza una captura de la escena completa, al contrario que los sistemas de luz infrarroja. Además, requieren de un entorno bien iluminado o, en su defecto, de un sistema de iluminación extra.

35 Así pues, en el sector de la estimación de la biomasa en acuicultura, están presentes dos

tipos de productos bien diferenciados: sistema de estimación en base a cortinas de infrarrojos y sistemas en base visión convencional. La diferencia entre ellos radica en la precisión, la tecnología base y el precio, por lo que se dirigen a mercados distintos. Los primeros son más baratos, sencillos y de precisiones más bajas, siendo ideales para granjas acuícolas de tamaño pequeño y medio que buscan realizar un control moderado de la población en sus instalaciones. Los segundos logran mayores precisiones y un control más exhaustivo de cada pez, siendo más caros y requiriendo de un software más complejo para su funcionamiento.

En cualquier caso, los problemas básicos que se detectan en el uso de la visión artificial en el sector acuícola para la estimación de la biomasa se pueden concretar en los siguientes tres problemas básicos: (a) pese a hacer un uso de sistemas de visión artificial con cámaras configuradas para ello, la estimación de la biomasa de los peces no se realiza en base al volumen de éste, sino al largo y alto del pez, en base a una serie de fórmulas; (b) los sistemas comerciales actuales requieren de un postprocesado que realiza un técnico que selecciona los peces óptimos para el cálculo de la biomasa y marca manualmente su alto y ancho para el cálculo; y (c) los cálculos se realizan mediante grabaciones y fuera de línea, lo que restringe el tamaño de la muestra, haciendo que la extrapolación de los datos para el cálculo de la biomasa total del tanque se vea condicionado.

Explicación de la invención

Es un objeto de la presente invención un sistema de estimación de biomasa en acuicultura basado en reconstrucciones de imágenes en tres dimensiones que comprende un bastidor que define un cubo cuyo interior se halla dividido en dos zonas diferenciadas, una primera zona de paso de peces y una segunda zona de sistemas configurada para impedir el acceso de los peces a su interior; y donde, además, en la segunda zona de sistemas se dispone una pluralidad de sensores de oxígeno, pH, conductividad y turbidez, así como un dispositivo lector RFID conectado con una antena RFID dispuesta en un marco de entrada a la zona de paso de peces.

El sistema de la invención, además, cuenta con la particularidad de que la zona de sistemas aloja un compartimento estanco con un frontal translúcido y perpendicular a las lentes de dos cámaras que están alojadas en dicho compartimento estanco en paralelo entre sí y con respecto al plano horizontal del bastidor. El compartimento estanco comprende, además, unos medios de iluminación en el espectro visible (4) situados a ambos lados de las cámaras y unos medios de iluminación de un patrón de puntos de luz en el espectro infrarrojo, situados justo

encima de las lentas de las cámaras.

Por otro lado, los medios electrónicos de control comprenden un procesador con una memoria o memorias en las que se almacena un programa o programas que incluyen instrucciones
5 que, cuando son ejecutadas por el procesador hacen que los medios electrónicos de control ejecuten la lectura de los sensores, la lectura de las etiquetas RFID de los peces en la zona de paso, generen las señales necesarias de control sobre las cámaras o los medios de iluminación y establezca la comunicación con un sistema externo que está configurado, a su vez, para el procesamiento de las imágenes recibidas de las cámaras y de los datos de los
10 sensores y la ejecución de un algoritmo de estimación o cálculo de la biomasa en base a los datos recibidos desde el procesador.

En una realización particular del sistema de la invención, la primera zona de paso de peces y la segunda zona de sistemas están separadas mediante unos perfiles transversales en dos
15 caras opuestas del bastidor, estando dichos perfiles transversales configurados para restringir el ancho de la canalización del paso de los peces.

En un segundo aspecto, la presente invención reivindica un método de estimación de biomasa en acuicultura basado en reconstrucciones de imágenes en tres dimensiones que se
20 implementa en un sistema como el descrito en los párrafos inmediatamente anteriores.

El método de la invención comprende la ejecución en continuo de las etapas de: (a) obtención de dos imágenes síncronas de las dos cámaras; (b) corrección de las distorsiones de las imágenes mediante un proceso de calibración; (c) reconstrucción en tres dimensiones de la
25 escena mediante una correspondencia de los puntos del patrón infrarrojo emitido y capturado por las cámaras; (d) búsqueda e identificación de los peces en base a la forma y a la profundidad de campo en tres dimensiones; (e) cálculo del ancho, largo, volumen y localización del pez; (f) seguimiento del pez en la zona de paso; y (g) lectura de los sensores de oxígeno, pH y turbidez; de tal forma que una vez un pez sale de la zona de paso se calcula
30 el volumen de la biomasa del pez en base a la información recogida de dicho pez mientras se encontraba en la zona de paso, donde dicha información comprende, al menos, el ancho, alto, volumen, hora de entrada en la zona de paso del pez, tiempo de estancia en la zona de paso e identificación RFID del pez, así como los valores de oxígeno, pH y turbidez del agua.

35 En una realización particular del método de la invención la corrección de las distorsiones de las imágenes mediante un proceso de calibración se ejecuta mediante una estimación de los

parámetros intrínsecos, extrínsecos y de distorsión de las cámaras utilizando imágenes tomadas de un patrón de calibración típico consistente en un tablero de ajedrez.

5 En otra realización particular, el método de la invención comprende la ejecución en paralelo en el sistema externo de un algoritmo de estimación del volumen de toda la instalación acuícola basado en un estudio estadístico del número de individuos de la última hora y su comportamiento durante su paso por la zona de paso.

10 Finalmente, aún en otra realización particular, el método de la invención comprende la ejecución en paralelo en el sistema externo de un algoritmo adaptativo basado en redes neuronales configurado para buscar patrones de comportamiento de los peces y predecir comportamientos futuros en función de los patrones de comportamiento pasados en base a la información recogida de los peces mientras se encontraba en la zona de paso (P), donde dicha información comprende, al menos, el ancho, alto, volumen, hora de entrada en la zona
15 de paso (P) del pez, tiempo de estancia en la zona de paso (P) e identificación RFID de los peces, así como los valores de oxígeno, pH y turbidez del agua.

Gracias al sistema y método de la invención, es posible el cálculo de la biomasa en base al volumen. Todos los sistemas conocidos basan el cálculo de la biomasa en modelos que
20 caracterizan la relación entre la longitud del pez y su masa. Este sistema realiza la estimación en base al volumen del pez y su densidad. Para ellos se realiza una reconstrucción 3D del pez mediante el uso de dos cámaras y tecnología estereográfica. Para conseguir mejores resultados se realiza una iluminación externa en el espectro visual y una proyección de un patrón de luz IR para que ayuden a la correspondencia de puntos.

25 Otra ventaja de la invención es el empleo de un algoritmo de discretización y seguimiento de peces. Como se ha comentado, en los sistemas conocidos en el estado de la técnica actual, la selección de los peces la realiza un técnico de forma manual. Este sistema cuenta con un algoritmo capaz de discretizar los peces automáticamente, quedándose con los válidos y
30 descartando los malos. Además, se realiza un seguimiento del pez desde el momento que entra en la escena hasta el momento en que se retira de la misma. Con esto se consigue realizar varias tomas del mismo pez optimizando su cálculo y el de la población. El algoritmo cuenta con sistemas de predicción que ayudan a seguir a los peces incluso cuando se solapan entre ellos.

35 Otra ventaja de la invención es la estimación de la biomasa presente en el interior del bastidor

en tiempo real. A diferencia de otros equipos el cálculo se realiza a tiempo real, lo que consigue que la estimación se pueda estar realizando en todo momento. Además, el sistema cuenta con una antena que, junto con un lector, constituye un sistema de radio frecuencia (RFID) que permite identificar en tiempo real el pez que está pasando por las barreras en cada
5 instante de tiempo. Esta novedad, no presente en los equipos comerciales, aporta una mejora sustancial en la estimación de la biomasa ya que permite realizar un seguimiento de la biomasa de peces individualmente y compararla con el cálculo global.

Otra ventaja que aporta la invención frente al estado de la técnica es el estudio del
10 comportamiento de la granja. Además del equipo de medición por cámaras y el sistema RFID, el sistema cuenta con un conjunto de sensores adicionales que comprueban el estado del medio en todo momento (oxígeno, pH, conductividad y turbidez). Al ser un sistema que funciona ininterrumpidamente, además de conseguir estimar la biomasa de la granja, con el uso de todas estas entradas y el uso de redes neuronales se obtienen predicciones del estado
15 y comportamiento de los peces. Detectando, por ejemplo, la pérdida de ejemplares o cambios en el agua que pueden afectar a la salud de los peces en el futuro.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones, la palabra «comprende» y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los
20 expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la invención y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración y no se pretende que restrinjan la presente invención. Además, la invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

25

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de
30 dicha invención, que se ilustra como un ejemplo no limitativo de ésta.

35

La figura 1 muestra una visión esquemática del sistema de estimación de biomasa en acuicultura, de acuerdo con una realización práctica no limitativa de la presente invención.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de una realización práctica del sistema

de estimación de biomasa en acuicultura basado en reconstrucciones de imágenes en tres dimensiones, objeto de la presente invención.

5 La figura 3 muestra un flujograma del algoritmo de estimación de biomasa que se implementa en el sistema objeto de la presente invención, de acuerdo con una realización práctica de la misma.

Explicación de un modo detallado de realización de la invención

10 Tal y como se puede observar en las figuras adjuntas, el sistema de estimación de biomasa que es objeto de la presente invención comprende un bastidor (1) que tiene una estructura modular y que en esta realización práctica no limitativa se implementa con una pluralidad de perfiles de aluminio con unas dimensiones externas -igualmente no limitativas- de 750x750x750 mm.

15 El sistema cuenta con la particularidad de comprender unos perfiles transversales (3) en dos caras opuestas del bastidor (1) configurados para restringir el ancho de la canalización del paso de los peces a una separación de aproximadamente 200 mm -esta medida no es limitativa y dependerá de cada aplicación práctica de la invención-. Los perfiles transversales
20 (3) cuentan con la particularidad de dividir el cubo generado por el bastidor (1) en dos zonas diferenciadas: la zona de paso de los peces (P) y la zona de sistemas (S).

En la zona de sistemas (S) se dispone un compartimento estanco (2) con el frontal translúcido y perpendicular a las lentes de dos cámaras (21) alojadas en dicho compartimento estanco
25 (2) y dispuestas de forma paralela entre sí y con respecto al plano horizontal del bastidor (1). El frontal translúcido, en una realización particular no limitativa, es un metacrilato translucido perfectamente perpendicular a las lentes de las cámaras (21).

En el compartimento estanco (2) se alojan también unos medios de iluminación de un patrón
30 de puntos de luz en el espectro infrarrojo (4a) y unos medios electrónicos de control que se explicarán posteriormente en esta memoria descriptiva con referencia a la figura 2.

La zona de sistemas (S) también incluye unos medios de iluminación en el espectro visible (4), en una realización práctica no limitativa, dos focos con protección IP69 o superior. Tanto
35 los medios de iluminación en el espectro visible (4) como el compartimento estanco (2) tienen su campo de visión orientado hacia la zona de paso (P) de los peces. En la zona de sistemas

(S) también se disponen los sensores (5) de oxígeno, pH, conductividad y turbidez, así como un dispositivo lector RFID 6. Toda la zona de sistemas (S) se encuentra recubierta de red rígida -no mostrada en la figura 1- que impide que los peces puedan acceder a su interior.

5 Por otro lado, la zona de paso (P) es un canal cerrado con una entrada y una salida únicas para los peces. Así pues, la zona de paso (P) comprende un marco de entrada (7) que se configura como una antena activa de unas etiquetas RFID de los peces marcados, de tal forma que el lector RFID (6) conectado con la antena dispuesta en marco de entrada (7) sea capaz de identificar a los peces marcados que atraviesan dicho marco de entrada (7).

10

Tal y como se ha indicado anteriormente, y ya en referencia a la figura 2, el control de las cámaras (21), los medios de iluminación en el espectro visible (4), un patrón de puntos de luz en el espectro infrarrojo (4a), la lectura de los sensores (5) y del sistema RFID (6) se realiza a través de unos medios electrónicos de control, situados en el mismo compartimento estanco
15 (2) donde se localizan las cámaras (21). Gracias a estos elementos es posible obtener un entorno de medida totalmente controlado.

Los medios electrónicos de control comprenden, al menos, un procesador (10) que comprende una memoria o memorias en las que se almacena un programa o programas que
20 incluyen instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador (10) hacen que los medios electrónicos de control ejecuten la lectura de los sensores (5), la lectura de las etiquetas RFID de los peces en la zona de paso (P), genere las señales necesarias de control sobre las cámaras (21) y/o los medios de iluminación (4, 4a) y establezca la comunicación con un sistema externo (11).

25

Lógicamente, los medios de control también comprenden los necesarios circuitos para acondicionar la lectura de las señales indicadas y se pueda establecer un control efectivo de los distintos dispositivos conectados con el procesador (10).

30 El procesamiento de las imágenes y los datos recibidos de los sensores 5 se realiza desde un sistema externo (11) al bastidor (1) y en la superficie. La comunicación entre los sistemas se realiza mediante USB 3.0 (en una realización práctica no limitativa). La alimentación (22) del sistema se realiza a través de un cable adicional de 24V, también en una realización práctica no limitativa.

35

La figura 3 muestra un algoritmo de estimación o cálculo de la biomasa mediante el uso de

visión artificial a través del dispositivo descrito para las figuras 1 y 2. El proceso comienza con la obtención (30) de dos imágenes síncronas de las dos cámaras (21). Antes de trabajar con las imágenes obtenidas por las cámaras se ha de corregir (31) las distorsiones de las imágenes mediante un proceso de calibración. La lente de las cámaras (21) introduce ciertas distorsiones geométricas que se corrigen mediante una calibración basada en el método de Zhang, el cual permite la estimación de los parámetros de las cámaras (intrínsecos, extrínsecos, distorsión) utilizando imágenes tomadas de un patrón de calibración típico consistente en un tablero de ajedrez [Zhang Z. (1998) *A flexible new technique for camera calibration. Technical Report MSR-TR-98-71, Microsoft Research*] y [Zhang Z. (2000) *A flexible new technique for camera calibration. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, Vol.22, Iss.11, Nov 2000 pp 1330- 1334*].

Las cámaras (21) están confinadas en un compartimento estanco (2), el cual está lleno de aire haciendo que los rayos de luz sean refractados dos veces: al entrar en el compartimento cruzan la superficie frontera agua-frontal translúcido y luego la superficie frontera frontal translúcido-aire. La refracción afecta geoméricamente a la formación de la imagen, haciendo que los objetos parezcan más cercanos y más grandes de lo que en realidad son. Estas aberraciones debidas al medio se compensan mediante dos correcciones: una corrección de la distorsión radial y una corrección de escala.

Una vez corregidas (31) el par de imágenes se realiza una reconstrucción en tres dimensiones (32) de la escena mediante una correspondencia de puntos entre las mismas. Las cámaras (21) son capaces de captar el espectro infrarrojo por lo que el patrón proyectado facilita la correspondencia de puntos.

Posteriormente se realiza una búsqueda de los peces (33) en base a la forma y a la profundidad de campo en tres dimensiones. Una vez un pez es identificado y localizado se extrae de la imagen realizando el cálculo (34) de ancho, largo, volumen y localización del pez.

En ese punto se inicia una subrutina que sigue al pez -algoritmo de seguimiento (35)- en todo momento mientras se encuentre en la escena -la zona de paso (P)- en base a toda la información recogida y un filtro Kalman que predice los futuros movimientos de cada pez. En el caso de que un nuevo pez entre en escena (351) se inicia un nuevo algoritmo de seguimiento (35a). Toda la información mientras el pez sigue en escena (352) se guarda en un proceso de almacenamiento temporal de información (36).

Una vez un pez sale de la escena (353) se calcula el volumen de la biomasa del pez (37) en base a toda la información recogida del individuo mientras se encontraba en ella. En este punto se guarda (39) toda la información respecto al pez (ancho, alto, volumen, hora de entrada en escena, tiempo en escena, identificación RFID) y del medio (oxígeno, pH, turbidez) mediante la lectura previa de los sensores (38). El programa funciona de continuo, identificando y guardando (39) toda la información en una base de datos del sistema externo (11).

Paralelamente, y en dicho sistema externo (11), dos algoritmos analizan todos los datos que han sido proporcionados por el algoritmo de la figura 3. El primero algoritmo del sistema externo (11) se encarga estimar el volumen de toda la granja marina basado en estudio estadístico del número de individuos de la última hora y su comportamiento en el bastidor (1). El segundo algoritmo del sistema externo es un algoritmo adaptativo basado en redes neuronales que estudia toda la información recogida y el estado del medio, estando configurado para buscar patrones de comportamiento de los peces. Su función es la de predecir posibles problemas antes de que se produzcan.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema de estimación de biomasa en acuicultura basado en reconstrucciones de imágenes en tres dimensiones que comprende un bastidor (1) que define un cubo cuyo interior se halla dividido en dos zonas diferenciadas, una primera zona de paso de peces (P) y una segunda zona de sistemas (S) configurada para impedir el acceso de los peces a su interior; y donde, además, en la segunda zona de sistemas (S) se dispone una pluralidad de sensores (5) de oxígeno, pH, conductividad y turbidez, así como un dispositivo lector RFID (6) conectado con una antena RFID dispuesta en un marco de entrada (7) a la zona de paso de peces (P); y que se caracteriza por que la zona de sistemas (S) aloja un compartimento estanco (2) con un frontal translúcido y perpendicular a las lentes de dos cámaras (21) que están alojadas en dicho compartimento estanco (2) en paralelo entre sí y con respecto al plano horizontal del bastidor (1); y donde dicho compartimento estanco (2) comprende, además, unos medios de iluminación en el espectro visible (4), unos medios de iluminación de un patrón de puntos de luz en el espectro infrarrojo (4a) y unos medios electrónicos de control que comprenden un procesador (10) que comprende una memoria o memorias en las que se almacena un programa o programas que incluyen instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador (10) hacen que los medios electrónicos de control ejecuten la lectura de los sensores (5), la lectura de las etiquetas RFID de los peces en la zona de paso (P), generen las señales necesarias de control sobre las cámaras (21) o los medios de iluminación (4, 4a) y establezca la comunicación con un sistema externo (11) que está configurado, a su vez, para el procesamiento de las imágenes recibidas de las cámaras (21) y de los datos de los sensores (5) y la ejecución de un algoritmo de estimación de la biomasa en base a los datos recibidos desde el procesador (10).

2.- El sistema de la reivindicación 1 donde la primera zona de paso de peces (P) y la segunda zona de sistemas (S) están separadas mediante unos perfiles transversales (3) en dos caras opuestas del bastidor (1), estando dichos perfiles transversales (3) configurados para restringir el ancho de la canalización del paso de los peces.

3.- Un método de estimación de biomasa en acuicultura basado en reconstrucciones de imágenes en tres dimensiones que se implementa en un sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2 y que comprende la ejecución en continuo de las etapas de:

- obtención (30) de dos imágenes síncronas de las dos cámaras (21);
- corrección (31) de las distorsiones de las imágenes mediante un proceso de calibración;
- reconstrucción en tres dimensiones (32) de la escena mediante una correspondencia de los

puntos del patrón infrarrojo (4a) emitido y capturado por las cámaras (21);

- búsqueda e identificación de los peces (33) en base a la forma y a la profundidad de campo en tres dimensiones;

- cálculo (34) del ancho, largo, volumen y localización del pez;

5 - seguimiento (35, 35a) del pez en la zona de paso (P); y

- lectura (38) de los sensores (5) de oxígeno, pH y turbidez; de tal forma que una vez un pez sale de la zona de paso (P) se calcula el volumen de la biomasa del pez (37) en base a la información recogida de dicho pez mientras se encontraba en la zona de paso (P), donde dicha información comprende, al menos, el ancho, alto, volumen, hora de entrada en la zona de paso (P) del pez, tiempo de estancia en la zona de paso (P) e identificación RFID del pez, así como los valores de oxígeno, pH y turbidez del agua.

4.- El método de acuerdo con la reivindicación 3 donde la corrección (31) de las distorsiones de las imágenes mediante un proceso de calibración se ejecuta mediante una estimación de los parámetros intrínsecos, extrínsecos y de distorsión de las cámaras (21) utilizando imágenes tomadas de un patrón de calibración típico consistente en un tablero de ajedrez.

5.- El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 o 4 que comprende la ejecución en paralelo en el sistema externo (11) de un algoritmo de estimación del volumen de toda la instalación acuícola basado en un estudio estadístico del número de individuos de la última hora y su comportamiento durante su paso por la zona de paso (P).

6.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 que comprende la ejecución en paralelo en el sistema externo (11) de un algoritmo adaptativo basado en redes neuronales configurado para buscar patrones de comportamiento de los peces y predecir comportamientos futuros en función de los patrones de comportamiento pasados en base a la información recogida de los peces mientras se encontraba en la zona de paso (P), donde dicha información comprende, al menos, el ancho, alto, volumen, hora de entrada en la zona de paso (P) del pez, tiempo de estancia en la zona de paso (P) e identificación RFID de los peces, así como los valores de oxígeno, pH y turbidez del agua.

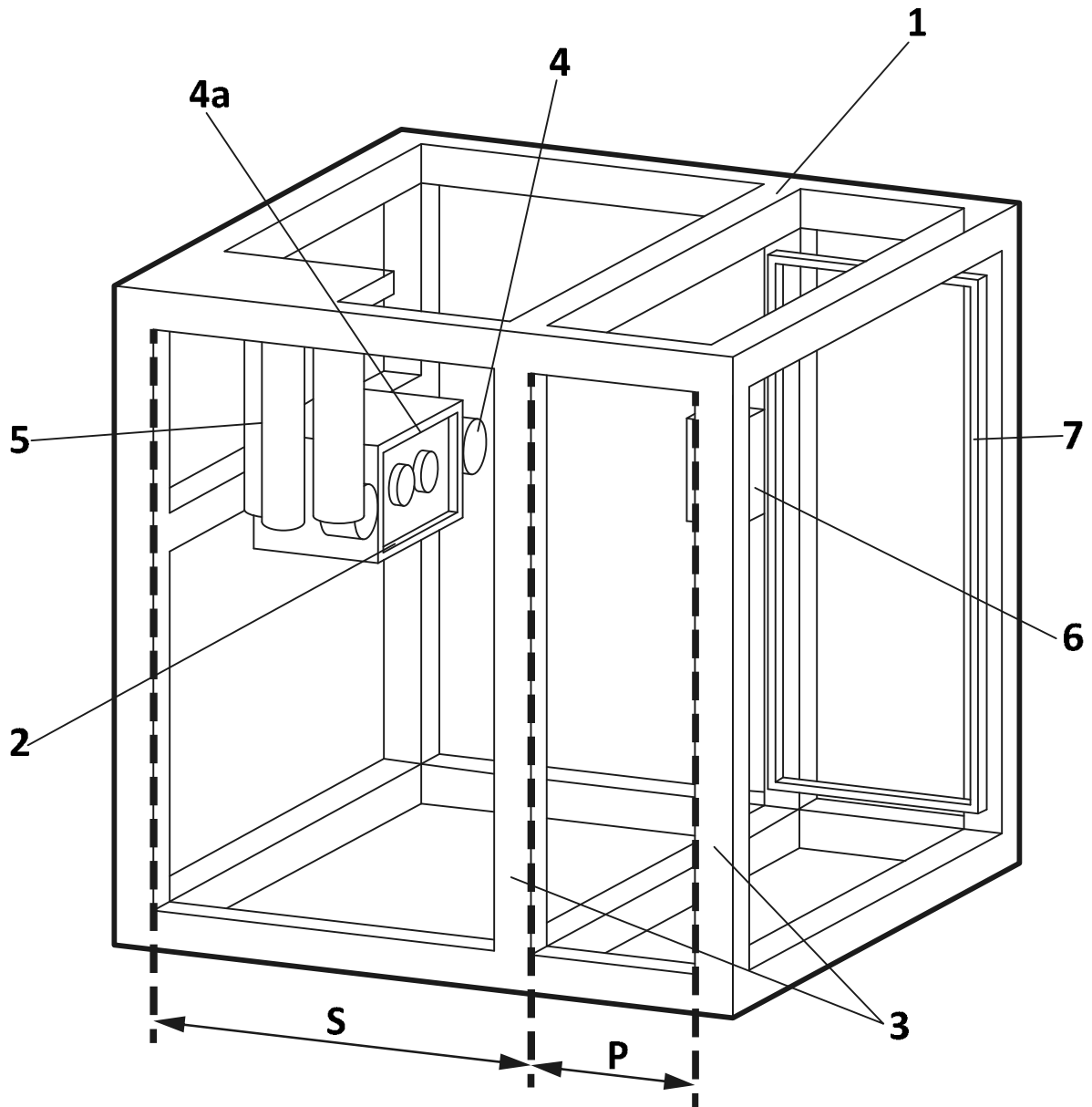


FIG. 1

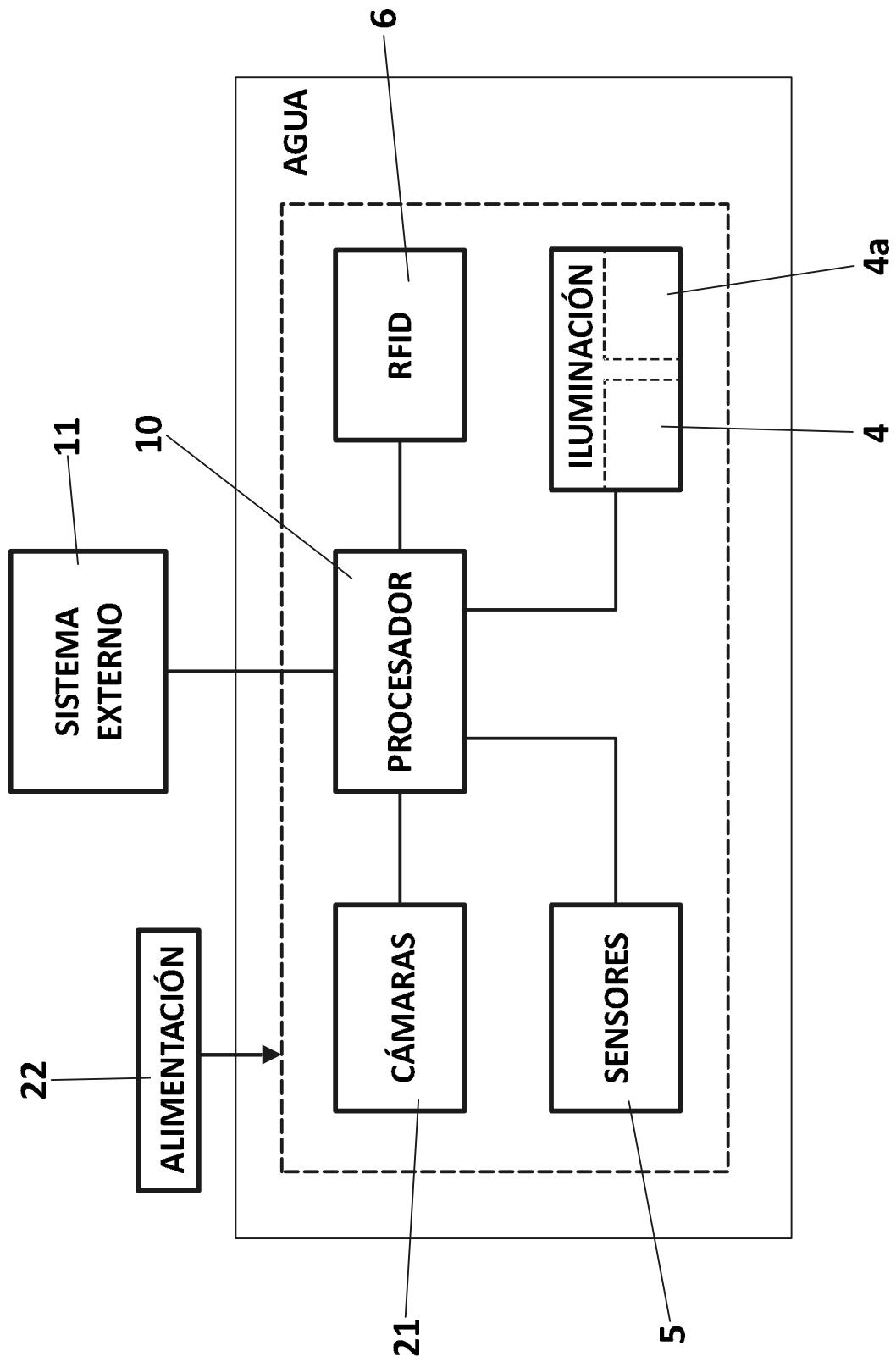


FIG. 2

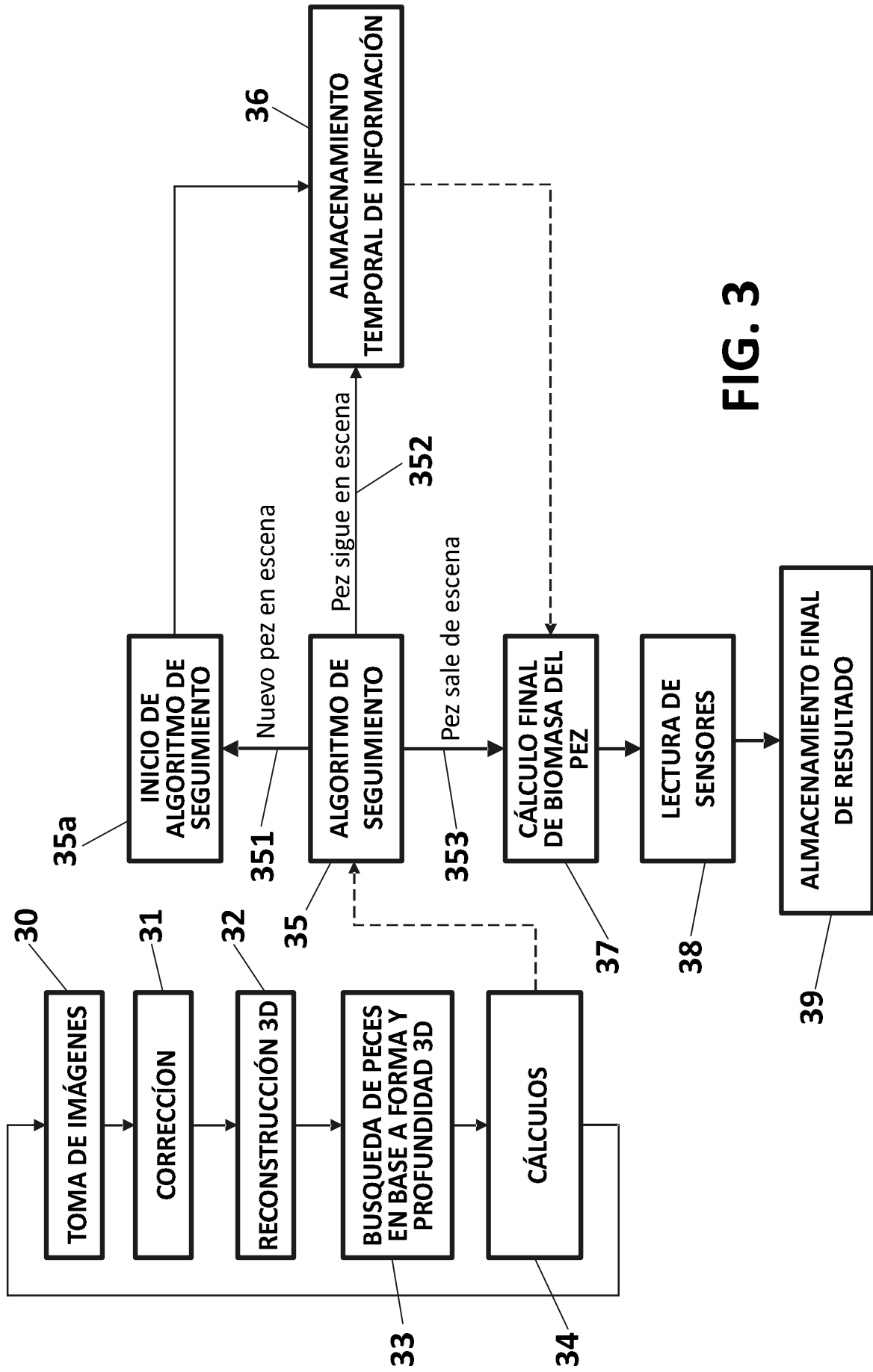


FIG. 3



- ②¹ N.º solicitud: 201930565
 ②² Fecha de presentación de la solicitud: 21.06.2019
 ③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **G06K17/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 2005025309 A1 (LILLERUD KRISTIAN et al.) 24/03/2005, Página 1 línea 7 - Página 6 línea 15, Figuras1 y 2.	1-6
Y	KR 20130087888 A (NFRDI) 07/08/2013, Resumen WPI base de datos EPODOC y figura 1.	1-6
A	CN 207331647 U (UNIV CHINA THREE GORGES CTGU) 08/05/2018, Resumen WPI base de datos EPODOC.	1-6.
A	WO 2017001971 A1 (ANTÍPODA LDA et al.) 05/01/2017, Resumen y figura 2a.	1-6
A	WO 2014098614 A1 (EBTECH AS) 26/06/2014, Resumen y figura 1.	1-6
A	CN 206460577 U (UNIV GUANGDONG TECHNOLOGY) 01/09/2017, Resumen WPI base de datos EPODOC.	1-6
A	CN 207443998 U (BEIJING FISHERIES RES INSTITUTE) 05/06/2018, Resumen WPI base de datos EPODOC.	1-6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
27.04.2020

Examinador
G. Foncillas Garrido

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06K

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC