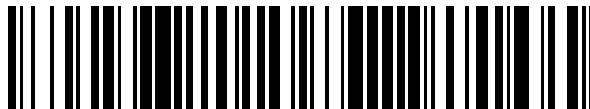


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 397**

21 Número de solicitud: 201430791

51 Int. Cl.:

**G06K 9/52** (2006.01)

**G06K 9/82** (2006.01)

**G06T 1/40** (2006.01)

**G06T 7/40** (2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**27.05.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**27.11.2015**

71 Solicitantes:

**TECNOLOGÍA MARINA XIMO, S.L. (90.0%)**  
**C/ Redondo 53**  
**36212 Vigo (Pontevedra) ES y**  
**CALVOPESCA, S.A. (10.0%)**

72 Inventor/es:

**GRACIA SALVADOR, Joaquín;**  
**MINIÑO ARBILLA, Iñaki;**  
**SÁNCHEZ PLAZA, Carlos;**  
**ROMÁN LADRA, Alma y**  
**CUEVAS IGLESIAS, Antonio**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **Sistema y método para la estimación de atunes capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras**

57 Resumen:

Sistema y método para la estimación de atunes capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras. El sistema comprende:

- medios de captura de imágenes (10) para capturar imágenes a color de atunes en su tránsito por una zona de paso (40);
- medios de iluminación (20) para iluminar la zona de paso (40) con luz difusa;
- un módulo de control (30) para:
  - extraer la silueta de los individuos en las imágenes;
  - generar las partes ocultas de individuos parcialmente ocultos;
  - obtener parámetros geométricos de cada individuo mediante correspondencia de patrones geométricos;
  - obtener parámetros de coloración de cada individuo, extrayendo el porcentaje de color por banda;
  - estimar la especie de atún a la que pertenece cada individuo, empleando los parámetros geométricos y de coloración de cada atún como entrada de una red neuronal artificial que relaciona las características morfológicas, de silueta y de color con especies de atunes;
- estimar los atunes capturados por especie.

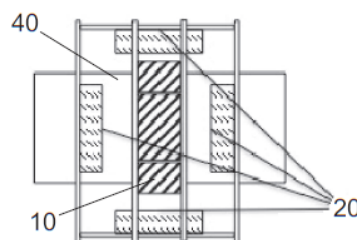


Fig. 4C

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método para la estimación de atunes capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras.

5

### Campo de la invención

La presente invención se engloba dentro del campo de la pesca del atún en buques atuneros, y más concretamente en los sistemas de manipulación y almacenaje del atún pescado en dichos buques.

10

### Antecedentes de la invención

La pesca del atún tropical y sobre todo la que se denomina industrial se basa en el uso de buques cerqueros. Estos buques están diseñados para capturar atún y congelarlo *in situ*.

15

Los buques atuneros son buques cerqueros que congelan directamente el atún en sus bodegas. Estas bodegas, denominadas "cubas", llevan el pescado congelado sirviendo a la vez de sistema de enfriamiento así como lugar de almacén y transporte. La capacidad operativa de los atuneros se mide en varios parámetros entre los que se encuentran la capacidad de sus bodegas y la velocidad en la que se realizan las maniobras de captura.

20

Cuando el pescado es cercado y está dentro del copo de la red se procede a la extracción del mismo de la red. El pescado se saca del agua mediante una especie de pala/embudo denominado "salabardo". Este gran embudo de más de dos metros de diámetro es manejado mediante las grúas del barco. Con el sistema hidráulico de los buques se mueven dichas grúas. Ejemplares de peces de diferentes tamaños (tallas) y especies aparecen generalmente mezclados en estos salabardos.

25

El salabardo se sube y se deposita en una tolva que va dirigida desde la cubierta principal al parque de pesca. En el parque de pesca hay cintas que transportan el pescado a las cubas de congelación y almacenaje.

30

Las cubas, que pueden tener capacidades de hasta 120 toneladas de atún, contienen normalmente una mezcla de agua con sal, denominada salmuera, que está unos  $-1^{\circ}$  C. El atún entra en cubas y se mantiene durante unos tres o cuatro días hasta que esté completamente congelado. Luego, en algunas embarcaciones se suele extraer la salmuera de la cuba dejando el pescado en seco y bajando la temperatura para poder transportar el pescado a temperaturas de entre  $-18$  y  $-22^{\circ}$  C. El frío en las cubas se transmite a través de unos serpentines metálicos que contienen fluido refrigerante.

35

40

A día de hoy la cantidad de atunes que son capturados, así como las especies o tallas de los mismos, solamente son conocidas tras la descarga en los puertos. En tiempo de captura solo la experiencia del patrón de pesca o determinadas estimaciones de los observadores científicos embarcados a bordo, pueden aportar alguna estimación de capturas (especies, número y tamaños) por lance y por marea. Tener una bodega llena no siempre te asegura un buen jornal si la especie o talla de los ejemplares no es el demandado por el mercado.

45

50

Así mismo se carece a bordo de los buques de una herramienta automática y eficaz que determine la presencia de otras especies no objetivo dentro de la pesquería.

5 Son diversos los organismos internacionales que velan por el cumplimiento de la legislación en la materia, y las compañías pesqueras son las primeras interesadas en intentar cumplir con lo establecido y minimizar este tipo de capturas, debido no solamente a su responsabilidad en la conservación marina sino también a las cuantiosas sanciones administrativas que les puede suponer a las empresas armadoras capturar accidentalmente determinadas especies de aves, tortugas, tiburones o delfines.

10 La presente invención permite, mediante técnicas de visión artificial, estimar las capturas realizadas, detectando número de ejemplares por especies y por tallas, y en base a esa información optimizar los actuales procesos de producción, aportar un valor añadido a la pesquería y aumentar el beneficio de las empresas (y consecuentemente de toda la cadena de valor).

15 Aunque las aplicaciones de la visión artificial no son nuevas en su aplicación para el procesado de pescado, no se conocen desarrollos específicos capaces de analizar las especies de túnidos recién pescados y estimar su número y peso por especie, informando de todo aquello que no sea atunes, en tiempo real y a bordo de embarcaciones.

20 Así, por ejemplo, los documentos de patente US2008137104-A1, EP2559336-A1, CH701341-A2, WO2012008843-A1 y US4934537-A divulgan el uso de técnicas de visión artificial para realizar una identificación de peces de manera automática. En ellos se emplean cámaras y medios de iluminación para obtener imágenes, las cuales son analizadas y se obtienen distintos parámetros del pez, tales como biomasa, dimensiones del pez (longitud, grosor), peso y defectos o enfermedades. En la mayoría de los casos los peces son conducidos por cintas transportadoras, o bien se mueven libremente en el agua, cuando se realiza la identificación y clasificación. Sin embargo, en todos ellos dicha identificación de parámetros del pez se lleva a cabo para peces individuales, de forma que se ha producido un proceso de separación por el cual se ha separado el individuo del resto de peces, para poder realizar la identificación, lo cual no sería aplicable a un atunero, donde todos los peces son conducidos a las cubas en masa, todos juntos, sin posibilidad de separarlos. Además, en ninguno de ellos se lleva a cabo una identificación de la especie de atún, únicamente de parámetros más sencillos de identificar como son el peso, el volumen y las deformidades.

35 De hecho, la identificación de la especie de atún es una labor extremadamente dificultosa, que se lleva a cabo de manera manual por inspección visual de operarios. En el documento de patente CN102749361-A se divulga un método automático para identificar la especie de atún, basado en el troceado del pez, calentamiento del mismo y análisis del gas emitido, siendo éste un método complejo, costoso y destructivo, ya que exige el troceado del pez. No se conocen métodos de identificación de especies de túnidos mediante técnicas de visión artificial, dada la enorme similitud entre las especies.

45 Además, las invenciones conocidas en los anteriores documentos de patente no permiten solucionar las necesidades existentes en un buque pesquero industrial de atunes, debido a que no permiten ni siquiera estimar vagamente la cantidad y tipología de pescados capturados, además de no cumplir con los requerimientos de rendimiento por ton/h, no alcanzar unos mínimos porcentajes de efectividad o no poder cumplir con las extremas condiciones ambientales de trabajo, con los consiguientes problemas técnicos y de operativa. La presente invención resuelve dichos problemas.

50

## Descripción de la invención

La presente invención presenta una solución que supera las limitaciones anteriormente descritas, siendo el primer sistema de visión artificial capaz de informar en tiempo real de la cantidad de atún pescado en cada lance incluyendo número de ejemplares por especie, kilos por cada especie y agrupación por tamaños dentro de cada especie. De esta manera se puede llegar a realizar una clasificación a bordo, en el origen del pescado, informar a los clientes y gestionar con antelación su descarga y posterior traslado a las zonas o destinos donde esté más cotizado.

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un método para la estimación de atunes capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras. El método comprende:

- capturar una secuencia de imágenes a color de los atunes capturados en su tránsito por una zona de paso iluminada mediante luz difusa;
- procesar cada imagen capturada para:
  - extraer, mediante técnicas de segmentación, la silueta de cada individuo presente en la imagen;
  - generar mediante interpolación las partes ocultas de individuos que estén parcialmente ocultos en la imagen;
  - realizar una identificación geométrica de cada individuo mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo;
  - extraer el porcentaje de color por banda definida en cada individuo, obteniendo parámetros de coloración de cada individuo;
  - introducir un vector de entrada con los parámetros geométricos y de coloración obtenidos para cada individuo en una red neuronal artificial que establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo con distintas especies de atunes, para estimar la especie de atún a la que pertenece el individuo;
- una vez procesadas todas las imágenes, estimar los diferentes atunes capturados por especie.

En una realización preferente el método además comprende la estimación del tamaño y del peso de cada individuo detectado en la imagen a partir de los cálculos de su silueta y forma.

La segmentación de la imagen incluye preferentemente procesos de sustracción y umbralización.

El proceso de generación de las partes ocultas de atunes se realiza preferentemente cuando dichas partes ocultas representen un porcentaje del área del atún por debajo de un umbral de solapamiento determinado.

En una realización preferente la red neuronal artificial es de tipo perceptrón multicapa y es entrenada mediante el algoritmo de aprendizaje supervisado RPROP. La red neuronal artificial puede establecer una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo no solo con distintas especies de atunes, sino también con otras especies diferentes, para poder obtener así la captura accesoria.

El método comprende preferentemente una etapa de identificación dinámica de individuos en la secuencia de imágenes capturada por la que se realiza un seguimiento e identificación en las distintas imágenes de las siluetas de aquellos individuos que ya

hayan sido analizados, evitando así duplicidades en el análisis de un mismo individuo.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un sistema para la estimación de atunes capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras. El sistema comprende:

5

- medios de captura de imágenes configurados para capturar una secuencia de imágenes a color de los atunes capturados en su tránsito por una zona de paso;
- medios de iluminación configurados para iluminar la zona de paso mediante luz difusa;

10

- un módulo de control con medios de procesamiento de datos configurados para:
  - procesar cada imagen capturada para:

15

- extraer, mediante técnicas de segmentación, la silueta de cada individuo presente en la imagen;

- generar mediante interpolación las partes ocultas de individuos que estén parcialmente ocultos en la imagen;

- realizar una identificación geométrica de cada individuo mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo;

20

- extraer el porcentaje de color por banda definida en cada individuo, obteniendo parámetros de coloración de cada individuo;

- introducir un vector de entrada con los parámetros geométricos y de coloración obtenidos para cada individuo en una red neuronal artificial que establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo con distintas especies de atunes, para estimar la especie de atún a la que pertenece el individuo;

25

- una vez procesadas todas las imágenes, estimar los diferentes atunes capturados por especie.

30

Los medios de procesamiento de datos del módulo de control pueden estar adicionalmente configurados para estimar el tamaño y el peso de cada individuo detectado en la imagen a partir de los cálculos de su silueta y forma.

35

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a un método para identificar la especie de atún a partir de una imagen a color, que comprende:

- extraer, mediante técnicas de segmentación de fondo, la silueta del atún;

- realizar una identificación por forma del atún mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos del atún;

40

- extraer el porcentaje de color por banda definida en el atún, obteniendo parámetros de coloración del atún;

- introducir un vector de entrada con los parámetros geométricos y de coloración del atún en una red neuronal artificial que establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color del atún con distintas especies de atunes, obteniendo a la salida de la red neuronal la especie de atún concreta.

45

Este método es similar al método para la estimación de atunes capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras, con la diferencia que puede ser aplicado una única imagen de un atún individual. Igualmente, este método puede comprender la estimación del tamaño y del peso de cada individuo detectado en la imagen a partir de los cálculos de su silueta y forma.

50

Asimismo, la presente invención aporta una información fiable y en tiempo real de las capturas accidentales producidas identificando su especie y el momento de la captura. Esta información, una vez el sistema sea validado por diferentes organismos

internacionales, vendría a complementar y/o sustituir a la labor de control realizada hoy en día por los inspectores internacionales que hay a bordo de todos los barcos pesqueros de las flotas atuneras.

- 5 La presente invención elimina la subjetividad humana mediante la utilización de técnicas de visión artificial y la aplicación de algoritmos de procesamiento y de decisión autónomos. Además permite de una forma rápida y estandarizada su implantación al resto de la flota mundial de atuneros.
- 10 El objetivo de la presente invención es por tanto un sistema y método para la detección automática de diferentes especies de atunes en base a la captura de imágenes en el parque de pesca de una embarcación comercial, y a la aplicación sobre éstas de algoritmos de detección de perfiles, siluetas y colores, así como algoritmos de estimación de tamaño, talla y peso de los dichos individuos. Los algoritmos permiten una
- 15 clasificación que obedece a la realidad de las especies capturadas.

#### Breve descripción de los dibujos

20 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 dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La Figura 1 muestra el subsistema de visión artificial.

25 La Figura 2 muestra el subsistema de iluminación controlada.

La Figura 3 muestra el módulo de control, almacenamiento y gestión de datos.

30 Las Figuras 4A, 4B y 4C muestra varias vistas del sistema completo ensamblado.

La Figura 5 muestra una imagen obtenida del proceso de sustracción y umbralización.

35 La Figura 6 muestra una imagen del contorno del atún obtenida mediante técnicas de segmentación.

La Figura 7 muestra la arquitectura de la red neuronal.

40 Las Figuras 8A y 8B muestran la obtención de puntos de referencia para la extracción de parámetros geométricos en dos individuos de especies de atún diferentes.

#### Descripción detallada de la invención

45 Principalmente, el sistema integra los siguientes subsistemas: un subsistema de visión artificial con medios de captura de imágenes 10 para la captura de imágenes de atunes, medios de iluminación 20 controlada y un módulo de control 30 con medios de procesamiento de datos encargados del control del proceso, del almacenamiento y gestión de datos.

50 La **Figura 1** muestra de forma esquemática el sistema de visión artificial. El área de inspección es iluminada en este caso por los medios de iluminación 20 controlada mostrados en la **Figura 2**. El objetivo de este elemento es aislar el campo de trabajo del sistema de visión artificial de la iluminación ambiental y garantizar las condiciones más adecuadas para la captura de las imágenes. La estructura de visión se diseña para ajustarse a las dimensiones de las bandejas o de las cintas transportadoras de los atunes

- 5 en un parque de pesca. En una realización preferente los medios de iluminación 20 se componen de cuatro tubos de neón de 18-22 vatios, generando iluminación difusa con una temperatura de color de entre 5000-6500 °K, alimentados mediante reactancias electrónicas de alta frecuencia. Estos puntos de iluminación concentran la radiación electromagnética en el espacio por donde pasan los atunes a muestrear. La iluminación empleada es difusa, una iluminación más suave que no genera sombras pronunciadas, sin la intensidad ni el resplandor de la luz directa. Está diseminada sobre el campo visual de captura, por lo que parece envolver a los atunes.
- 10 La **Figura 3** muestra el módulo de control 30, encargado también del almacenamiento y gestión de datos. Este módulo de control 30 comprende medios de procesamiento de datos que reciben las imágenes capturadas por las cámaras y realizan el procesamiento de las mismas, lo cual se detallará posteriormente.
- 15 Las **Figuras 4A, 4B y 4C** muestra varias vistas (frontal, lateral y planta, respectivamente) del sistema ensamblado sobre una zona de paso de atunes 40 (e.g. una bandeja, rampa o una cinta transportadora). Por simplicidad no se muestra en estas figuras el módulo de control 30, que recibiría las imágenes capturadas por los medios de captura de imágenes 10 para analizarlas. El sistema está compuesto por una estructura de soporte 50, arco de escaneado, que integra los medios de captura de imágenes 10 y los medios de iluminación 20. La estructura de soporte 50 se instala en una de las zonas de paso de atunes 40 en el parque de pesca, dentro de un buque de pesca, ya sea sobre la cinta de transporte o bien sobre los toboganes de descarga hacia las cubas de congelación. La instalación, en principio, puede ser fija o móvil, a fin de poder montar y desmontar los
- 20 módulos necesarios para la inspección, según sean o no necesarios.
- 25 Un conjunto de puntos de iluminación 20 de misma o diversa geometría con mismos o diferentes patrones de emisión, espaciales y espectrales, dispuestos alrededor de la zona de inspección, iluminan el área de escaneado donde pasan los atunes, mientras que un conjunto de cámaras 10, situadas frente al área de inspección, sobre el plano del área a escanear, con igual o diferente campo de visión, capturan imágenes de contraste a color por reflectancia así como mapas de perfiles de línea, del conjunto de atunes desde diversos puntos. La disposición de los puntos de iluminación es tal que permite una iluminación homogénea del área.
- 30
- 35 Las imágenes adquiridas por las cámaras alimentan los medios de procesamiento de datos del módulo de control 30 que, mediante la aplicación de algoritmos específicos para la detección de características fisiológicas y morfológicas de los atunes, clasifican el conjunto analizado. Los algoritmos permiten la detección de especies de túnidos y la estimación de pesos y tamaños. En la detección, los algoritmos procesan la imagen y extraen una serie de parámetros de correlación, conteo de píxeles y valores de derivadas. Estos datos se almacenan en una base de datos que incorpora el sistema.
- 40
- 45 Los medios de procesamiento de datos pueden procesar distintos atunes dentro de una misma captura de escaneado. Adicionalmente, el módulo de control 30 puede permitir gestionar los medios de procesamiento, comprendiendo, por una parte, interfaces de usuario que muestren las imágenes capturadas y los resultados de detección obtenidos, y, por otra, una base de datos que almacene los resultados obtenidos por el sistema.
- 50 El sistema automático de inspección funciona de la siguiente forma:

- Los atunes capturados procedentes del arte de pesca de la embarcación se deslizan por el canal de distribución hacia las cubas congeladoras en el parque de pesca

de la embarcación. Un sensor detecta el paso de los atunes, informando al módulo de control 30 para que se inicie el proceso de captura de datos.

5 - Los módulos informáticos activan los registros y almacenamiento de imágenes, realizando capturas progresivas en una ventana óptica (en una realización preferida, una ventana aproximada de 1000 X 1000 milímetros).

10 - La secuencia de imágenes 2D se almacena indexada, por ejemplo en unidades de memoria física SSD integradas en el equipo. Las imágenes almacenadas incluyen información de diversos parámetros de luminosidad, tiempo de exposición y otros correspondientes a cada fotografía. El equipo cambia a estado de espera cuando el sensor detecta que ya no pasan atunes por la zona de escaneado. El conjunto de imágenes y datos obtenidos se mantiene almacenado en una carpeta autogenerada con datos de fecha, hora, nombre de embarcación, marea, zona de pesca, número de lance, etc.

15 - La aplicación informática de procesamiento de imágenes del módulo de control 30 se inicia de modo manual o automáticamente (definido por el usuario) tras la finalización de captura de imágenes. Tras el procesamiento completo de las imágenes mediante algoritmos y red neuronal artificial desarrollados específicamente para esta invención, se obtienen para el lance de captura:

- Estimación del número total de atunes capturados.
- Estimación de unidades por grupos de tamaño/peso predefinidos.
- Porcentaje de atunes por especie, por grupo y total.

25 A continuación se detalla el algoritmo de procesamiento de imágenes. Cada imagen capturada, con los datos asociados, es procesada por un conjunto de algoritmos expresamente desarrollados y ajustados para esta aplicación. En concreto, se llevan a cabo los siguientes procesos:

- 30
- a. Segmentación mediante varios procesos algorítmicos de sustracción y umbralización de atunes y del fondo de cada captura. La **Figura 5** muestra, a modo de ejemplo, una imagen binaria obtenida como resultado del proceso de sustracción y umbralización, donde se aprecian varios peces 1.
  - b. Marcaje para interpolación en atunes semi-ocultos.
  - c. Cálculo del porcentaje de color en todo el fotograma, por rango en banda definida.

35 Como resultado, se obtiene la siguiente información por fotograma:

- 40
- Número total de atunes.
  - Total volumen y peso.
  - Porcentajes de color por banda.

45 A continuación, cada atún capturado en la imagen es procesado para la extracción de silueta y porcentaje de color. La **Figura 6** muestra, en una imagen binaria, el contorno o silueta de un atún obtenido mediante técnicas de segmentación.

Se aplican posteriormente los siguientes procesos por atún extraído y segmentado:

- 50
- a. Interpolación y generación de las partes ocultas en atunes cuyas partes ocultas representen un porcentaje igual o menor a un umbral de solapamiento determinado (en una realización preferente, el 25% del atún, aunque este porcentaje podría variar).



5 El sistema integra un algoritmo que tras detectar un contorno y segmentar un atún completo o parte del mismo, lo primero que hace es realizar un seguimiento del contorno del atún en la segmentación obtenida. Si el seguimiento perimetral del contorno es completo se computa como ejemplar completo. Si falta alguna o algunas de las partes que no permiten cerrar el perímetro del contorno del atún, lo primero que se realiza es un cálculo del número de secciones ocultas, posteriormente un cálculo del porcentaje total de silueta oculta y en un tercer paso una comparación con una base de modelos para determinar si con el porcentaje de atún visualizado y segmentado se pueden interpolar las partes que faltan y así obtener un ejemplar completo que pasaría directamente a los siguientes procesos de detección de especie y talla.

10 Si en este proceso no se puede recrear un ejemplar de atún mediante interpolación, estos “trozos” o secciones de atún se integran en uno solo para computar volumen que se irá sumando a los volúmenes de los casos en los que no se pueda recrear un ejemplar. Estos volúmenes sin “dueño” se computan como volumen general y se pueden asociar por programación a la especie más numerosa (por ejemplo, o a la de menor valor comercial) en el proceso de inspección actual.

15 Según la experiencia adquirida en la inspección de atunes, un porcentaje oculto mayor del 25% en peces pequeños impide la regeneración, aunque en peces más grandes el porcentaje de ocultación puede ser mayor. También intervienen otros aspectos como la zona ocultada, el número de partes ocultas, etc.

- 20
- 25 b. Proceso de correspondencia de patrones geométricos (“Geometric Model Finder” – GMF).
  - c. Procesado de los datos obtenidos del patrón de deformación para la obtención de indicadores de forma y contorno.
  - 30 d. Procesado del porcentaje de pigmentación-color por banda, obteniendo un perfil colorimétrico por ejemplar.

La presente invención realiza una identificación dinámica de individuos en la escena, lo cual es necesario para identificar, para cada captura, qué individuos han sido procesados y así evitar duplicidades en el análisis. El sistema realiza una captura de imagen matricial secuencial y la identificación y marcado de los diferente individuos que aparecen en la escena y que, al ir trasladándose automáticamente sobre las cintas transportadoras, bandejas o rampas, siguen apareciendo en capturas sucesivas. Esta identificación se realiza en función de la aparición, desplazamiento (generalmente lineal) de los individuos en la escena, y su posterior desaparición.

35 Se emplea un algoritmo iterativo para la correcta identificación. Para cada imagen capturada de la escena se aplican los siguientes pasos:

- 45 i. Captura y registro de imagen.
- ii. Eliminación del fondo de la imagen: Se elimina el fondo de la imagen (si es visible), a fin de dejar únicamente los individuos presentes en la escena.
- 50 iii. Comparación con listado siluetas de individuos previamente registrados en la captura anterior: Si existe una colección de individuos ya identificados sobre la escena, proveniente de la imagen anterior, se aplica una correlación entre la imagen actual y el listado de siluetas de individuos identificados previamente.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- iv. Eliminación del listado de siluetas de aquellas siluetas correspondientes a individuos parcialmente o totalmente fuera de la escena de inspección: Se mantiene, a lo largo de todo el proceso de identificación dinámica, el listado de siluetas de individuos en la escena para poder identificar aquellas zonas de la imagen correspondientes a individuos ya analizados. En cuanto un individuo ha salido, total o parcialmente de la escena, se supone que ha sido por el desplazamiento de la cinta transportadora, entendiéndose que este individuo está saliendo de la escena o ya ha salido totalmente. Esto significa que, anteriormente, el individuo ha sido analizado, y al salir de la escena, ya no es necesario mantener su información de silueta en el listado de individuos identificados.
  - v. Enmascaramiento de zonas correspondientes a individuos ya identificados: Se construye una máscara a partir de la plantilla de siluetas de individuos con los valores de traslación obtenidos por la correlación ejecutada en el punto anterior.
  - vi. Identificación de individuos completos en la imagen: Sobre la parte de la imagen no enmascarada, se buscan los individuos nuevos que puedan haber aparecido, descartando aquellos individuos cuyos cuerpos no estén contenidos en la imagen en su totalidad.
  - vii. Clasificación de individuos completos: Una vez identificados los cuerpos de individuos completos, se procede a su clasificación, mediante los modelos de silueta y color, asignándolos a la especie correspondiente (en caso de no ser asignado a ninguna clase, el individuo se marca como no identificado (captura accidental)).
  - viii. Actualización de listado de siluetas de individuos identificados: Con la nueva colección de siluetas identificadas se actualiza el listado de individuos identificados, que será tenido en cuenta para el análisis de la siguiente imagen capturada.
  - ix. Captura de nueva imagen e inicio del ciclo iterativo: Se captura una nueva imagen, y se repite el ciclo de procesado.

40

45

En este algoritmo iterativo solamente aquellos individuos que aparecen completamente incluidos en la escena son analizados. Un individuo puede estar parcialmente fuera de escena. En este caso, es porque el individuo bien entra en el campo de visión o sale del mismo, por el desplazamiento de la cinta. Si se produce una entrada en el campo de visión, el individuo no se considerará "analizable" hasta que sus límites corporales estén dentro de la escena. Si el individuo ya ha sido analizado estará incorporado como una entrada en el listado dinámico de siluetas de individuos analizados; en ese caso si la silueta del individuo analizado pasa a estar parcialmente (o totalmente) fuera de escena, dicha entrada es eliminada del listado.

50

Un paso crítico a la hora de realizar una correcta identificación dinámica de individuos es la segmentación (eliminación) del fondo de la imagen, es decir, todo aquello que no interesa a la hora de detectar siluetas de individuos.

Tras estos procesos se obtienen por atún más de 80 parámetros característicos de contorno, volumen, forma, pigmentación, etc.

Tras la obtención de los parámetros característicos mencionados, estos son introducidos automáticamente en una red neuronal (**Figura 7**) que permite combinar funciones matemáticas que simulan la manera en que las neuronas del cerebro se conectan entre sí. De este modo, una red neuronal artificial puede ser entrenada mediante algoritmos interactivos para modelizar problemas de solución compleja, estableciendo una relación entre un espacio de características, en este caso incluye todas las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo, con las diferentes especies de atunes.

El procedimiento de extracción de estas características permite la identificación de un vector de entrada a la red neuronal con más de 80 parámetros que deben conseguir una alta eficacia tras el entrenamiento y validación de la red. En concreto, se utilizan un conjunto de características: más de 20 parámetros geométricos y 80 parámetros de coloración.

En cuanto a los parámetros geométricos, se extraen, analizan y procesan directamente:

- Distancias cabeza/cola, cabeza/aleta dorsal, boca/ojo, entre otros.
- Ancho en 5 secciones del individuo fraccionadas de cabeza a cola.
- Ángulo definido por la tangente del individuo del pez con respecto a la horizontal.
- Ángulo definido por las tangentes de la silueta sobre la nariz y sobre la mandíbula del pez.

Por otra parte, se utiliza otra base algorítmica de extracción de puntos, que consiste en la proyección radial a partir del centro de masas C de la proyección del individuo, de diversas líneas 2 sobre las que se obtienen los distintos puntos de referencia 3, tal y como se muestra en la **Figura 8A**, perteneciente a una especie de referencia utilizada en el desarrollo.

Como se observa, el muestreo realizado consigue obtener una serie de puntos de referencia 3 que no están equidistantes sobre la superficie del atún. De este modo, el hecho de que el muestreo radial empleado permite obtener una distribución de puntos no uniforme lo hace especialmente efectivo y muy interesante, ya que al verse afectada la distribución de los puntos por la forma del atún se consigue que se maximicen las diferencias entre los puntos de referencia 3 de las distintas especies de atunes.

En la **Figura 8B** se muestra el muestreo obtenido en otra especie distinta, donde se observa que la distribución de los puntos de referencia 3 cambia considerablemente debido a las diferencias morfológicas.

En cuanto a los parámetros de coloración, se extraen y analizan parámetros de porcentajes de color en cada banda espectral programada, la intensidad lumínica por banda extraída, todo esto determinando también la zona del ejemplar donde se obtiene. Se extraen contrastes en perímetro del ejemplar, en zonas de aletas y ojo. Esta información obtenida se combina para obtener un conjunto de parámetros o indicadores colorimétricos necesarios para completar la determinación de especie.

El procedimiento de modelización sigue un esquema agregativo. Para este equipo se ha identificado la función de neurona base para la red. Seguidamente se ha definido la estructura (basada siempre en la arquitectura del perceptrón multicapa), condicionada por el número de neuronas de entrada (las características) y el de salida (la especie de atún).

Con el fin de ofrecer una estimación del nivel de predicción de la red, se procede a la segmentación del rango numérico de salida de la red (entre 0 y 1, o 0% y 100%) en tres

rangos, aplicándoles el etiquetado de índice de confianza previamente establecido: LOW: 0 - 60%; MEDIUM: 60 - 80% y HIGH: 80 - 100%.

5 El método de entrenamiento utilizado sobre la red resultante es el Resilient Backpropagation (RPROP). Este método es una variación dentro de la familia de algoritmos de retropropagación, basados en la regla de delta, y de primer orden de optimización. La convergencia y robustez de este algoritmo es superior a otros algoritmos de la misma familia. RPROP utiliza parámetros independientes que controlan la velocidad con que se recorre la función objetivo para cada uno de los pesos de la red neuronal.  
10 RPROP tampoco se ve afectado por la saturación de las neuronas de la red neuronal, ya que solamente se usa la derivada para determinar la dirección en la actualización de pesos. Consecuentemente, converge más rápidamente que los algoritmos basados solo en backpropagation.

15 Los resultados obtenidos se quedan almacenados en el equipo con posibilidad de ser exportados, representados en pantalla o impresos mediante la generación de informes personalizados.

20 Por tanto, el sistema objeto de la presente invención basa su funcionamiento en la detección de la morfología (silueta y pigmentación) de los atunes. Como toda la familia de tónidos presenta contorno y forma similar, se aplica una red neuronal artificial para la identificación de la especie. Las redes neuronales no son otra cosa que una combinación de funciones matemáticas que simulan la manera en que las neuronas del cerebro se conectan entre sí. De este modo, una red neuronal artificial puede ser entrenada  
25 mediante algoritmos iterativos para modelizar problemas de solución compleja, estableciendo una relación entre un espacio de características (en este caso toda la información obtenida a partir de la inspección de la silueta y la pigmentación) con las diferentes clases (las diferentes especies de tónidos y el resto de especies).

30 La presente invención aplica algoritmos desarrollados en exclusiva, basados en correlación de siluetas, estimación de volúmenes en espacios multidimensionales de representación de color a partir de las imágenes de color, pudiendo procesar imágenes de fluorescencia, y segmentación y filtrado de las imágenes capturadas.

35 A la hora de identificar las especies, se requiere de un paso previo consistente en separar los individuos existentes en la escena del fondo. Esto conlleva a realizar una segmentación e identificación dinámica. Durante esta fase de pre-procesado las imágenes son sometidas a diferentes procesos de sustracción y umbralización que conllevan diversas operaciones matemáticas.  
40

En la identificación por forma se utiliza un algoritmo basado en la correspondencia de patrones geométricos frente a la tecnología convencional de búsqueda de patrones por correlación normalizada en escala de grises, la comúnmente denominada "NGC". El sistema objeto de la invención se basa en la correspondencia de patrones geométricos  
45 (Geometric Model Finder - GMF).

El algoritmo desarrollado reconoce la geometría de cada individuo utilizando una serie de curvas límite que no corresponden a una cuadrícula de píxeles y después busca formas similares en la imagen sin basarse en niveles específicos de gris. El resultado es una  
50 mejora en la capacidad de localizar individuos con alta precisión a pesar de los cambios de iluminación, escala, rotación, y otros parámetros condicionantes en un buque atunero de pesca comercial.

Para el desarrollo y creación del modelo "GMF" se ha realizado un pre-tratamiento de las imágenes para eliminar ruido y también se han umbralizado a fin de obtener una imagen binaria con la silueta de cada especie.

5 Otros de los procesos que realiza el sistema es la clasificación mediante modelo de detección de colores en tres bandas rojo, verde y azul (RGB) en la pigmentación de los atunes. El modelo procesa y entrega niveles de intensidad, número de píxeles, de cada una de las 3 bandas mencionadas.

10 Tras la obtención de los datos procedentes de los algoritmos anteriores, la red neuronal empleada incluye todas las características morfológicas, de silueta y de pigmentación de cada individuo.

15 De forma preferente, el sistema es controlado mediante un módulo de control comprendido por los medios de procesamiento de forma que el operario maneja el sistema mediante una serie de interfaces mostradas por pantalla, preferentemente táctil que controla las operaciones de dicho sistema.

20 El operario puede seleccionar información por cada lance inspeccionado, como el identificador del mismo, el tipo de especies detectadas, y el tipo de inspección a realizar. El módulo de control puede configurarse para que al final de una sesión de inspección, el sistema emita un informe de resultados, donde, de manera gráfica y estadística, se muestren los resultados de la inspección. Por otro lado, el módulo de control, dispone de una base de datos interna en la que se almacenen los resultados de la inspección de cada lance, para una posterior consulta y filtrado según diversos criterios de búsqueda, por fechas, por especies, por tamaños, etc.

30 Paralelamente a la inspección en busca de especies, el sistema puede estimar además la talla, el tamaño y la biomasa de cada individuo, ofreciendo estadísticas adicionales en relación al peso total por lance, pesos medios y desviaciones estándares. Los resultados de la estimación de pesos también pueden incluirse en la base de datos interna del sistema y ser exportable a disposición del operario. El tamaño se extrae de los cálculos de silueta y forma (angular frontal, cola, mandibular, proporción ojo-branquia, anchura de la cabeza, el vientre, el tramo final y la cola, longitud total, de la cabeza, de la cola, etc.).  
35 El peso, una vez obtenido el volumen, se obtiene aplicando un cálculo dependiendo del peso específico por  $\text{cm}^3$ , que varía según la especie determinada.

40 Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la estimación de atunes capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras, caracterizado por que comprende:
- capturar una secuencia de imágenes a color de los atunes capturados en su tránsito por una zona de paso (40) iluminada mediante luz difusa;
  - procesar cada imagen capturada para:
    - 10 • extraer, mediante técnicas de segmentación, la silueta de cada individuo presente en la imagen;
    - generar mediante interpolación las partes ocultas de individuos que estén parcialmente ocultos en la imagen;
    - 15 • realizar una identificación geométrica de cada individuo mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo;
    - extraer el porcentaje de color por banda definida en cada individuo, obteniendo parámetros de coloración de cada individuo;
    - 20 • introducir un vector de entrada con los parámetros geométricos y de coloración obtenidos para cada individuo en una red neuronal artificial que establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo con distintas especies de atunes, para estimar la especie de atún a la que pertenece el individuo;
  - una vez procesadas todas las imágenes, estimar los diferentes atunes 25 capturados por especie.
- 30 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende estimar el tamaño y el peso de cada individuo detectado en la imagen a partir de los cálculos de su silueta y forma.
3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la segmentación de la imagen incluye procesos de sustracción y umbralización.
- 35 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el proceso de generación de las partes ocultas de atunes se realiza cuando dichas partes ocultas representen un porcentaje del área del atún por debajo de un umbral de solapamiento determinado.
- 40 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la red neuronal artificial es de tipo perceptrón multicapa.
- 45 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la red neuronal artificial establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo con distintas especies de atunes y con otras especies diferentes, para obtener así la captura accesoría.
- 50 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la red neuronal artificial es entrenada mediante el algoritmo de aprendizaje supervisado RPROP.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una etapa de identificación dinámica de individuos en la secuencia de imágenes capturada por la que se realiza un seguimiento e identificación en las distintas imágenes de las siluetas de aquellos individuos que ya hayan sido analizados, evitando

así duplicidades en el análisis de un mismo individuo.

9. Sistema para la estimación de atunes capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras, caracterizado por que comprende:

5

- medios de captura de imágenes (10) configurados para capturar una secuencia de imágenes a color de los atunes capturados en su tránsito por una zona de paso (40);
- medios de iluminación (20) configurados para iluminar la zona de paso (40) mediante luz difusa;

10

- un módulo de control (30) con medios de procesamiento de datos configurados para:

- procesar cada imagen capturada para:

15

- extraer, mediante técnicas de segmentación, la silueta de cada individuo presente en la imagen;

- generar mediante interpolación las partes ocultas de individuos que estén parcialmente ocultos en la imagen;

- realizar una identificación geométrica de cada individuo mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo;

20

- extraer el porcentaje de color por banda definida en cada individuo, obteniendo parámetros de coloración de cada individuo;

- introducir un vector de entrada con los parámetros geométricos y de coloración obtenidos para cada individuo en una red neuronal artificial que establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo con distintas especies de atunes, para estimar la especie de atún a la que pertenece el individuo;

25

- una vez procesadas todas las imágenes, estimar los diferentes atunes capturados por especie.

30

10. Sistema según la reivindicación 9, caracterizado por que los medios de procesamiento de datos del módulo de control (30) están adicionalmente configurados para estimar el tamaño y el peso de cada individuo detectado en la imagen a partir de los cálculos de su silueta y forma.

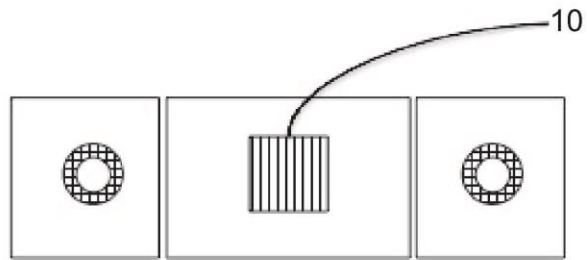


Fig. 1

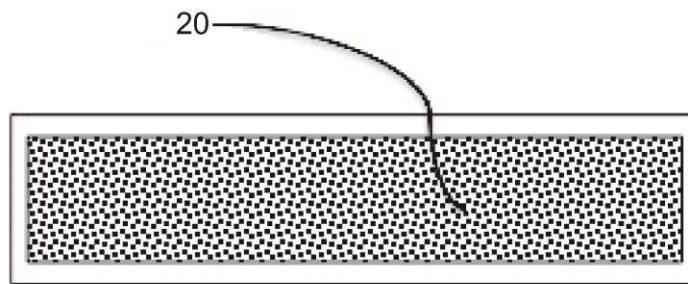


Fig. 2

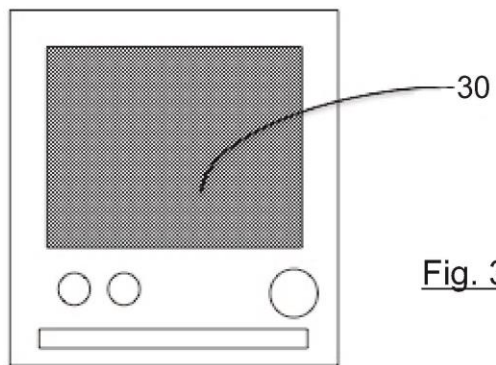


Fig. 3



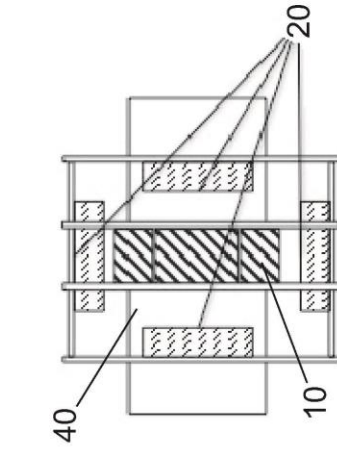


Fig. 4C

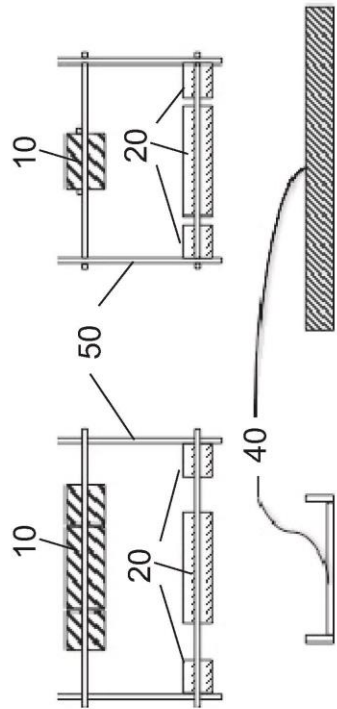


Fig. 4B

Fig. 4A



Fig. 5



Fig. 6

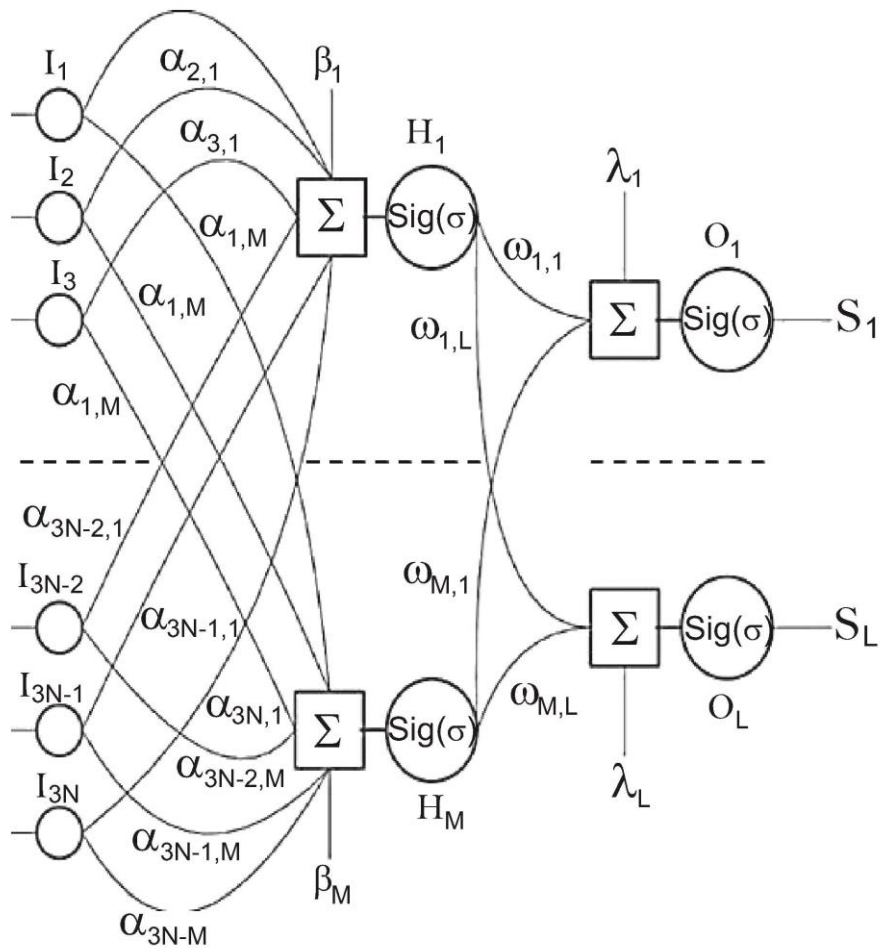


Fig. 7

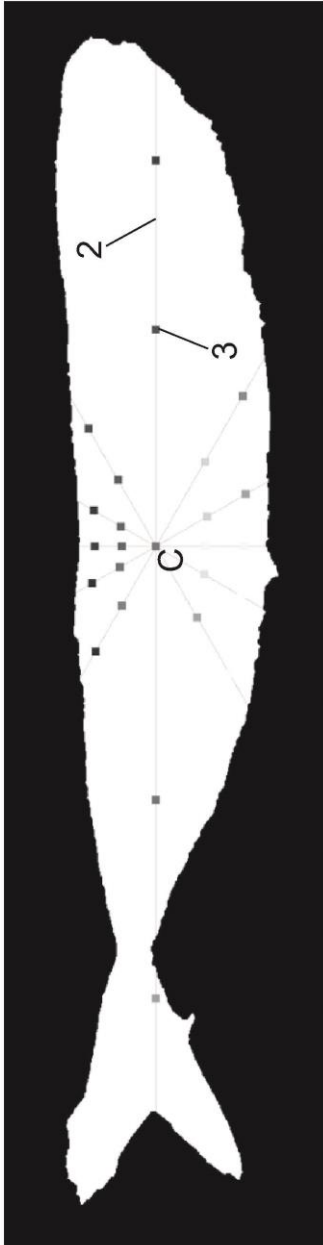


Fig. 8A

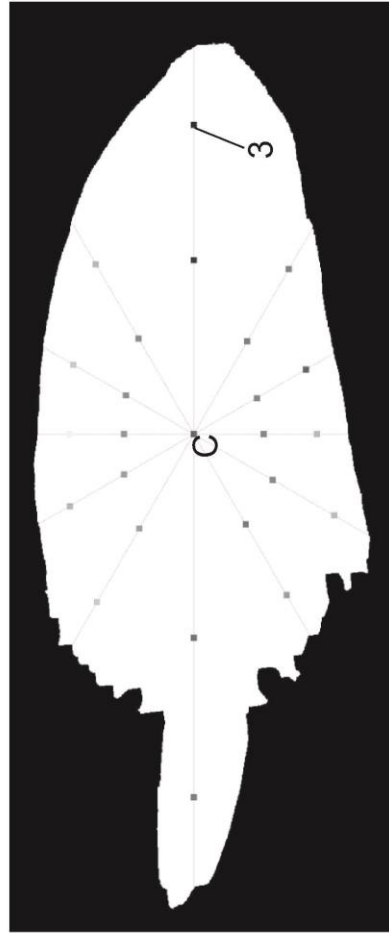


Fig. 8B



- ① N.º solicitud: 201430791  
② Fecha de presentación de la solicitud: 27.05.2014  
③ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 9409920 A1 (MINI AGRICULTURE & FISHERIES et al.) 11.05.1994, página 1; página 2, párrafo 3; página 3, párrafo 4; página 4, párrafo [5] – página 5, párrafo [7]; página 6, párrafo [2] – página 7, párrafo [3]; página 10, párrafo [2] - página 11, párrafo [2]; página 13, párrafos [2-10]; página 14, párrafo [3] - página 15, párrafo [3]; reivindicaciones 4,29; figuras 1-8.	1-3,5-7,9-10
A		4,8
Y	US 2005025357 A1 (LANDWEHR VAL R et al.) 03.02.2005, párrafos [2],[7-8],[103-106],[119-123],[127-131],[136],[149],[255],[346]; figuras 1,8.	1-3,5-7,9-10
A		4,8
A	EP 0331390 A2 (GROVE TELECOMMUNICATIONS LTD) 06.09.1989, columna 1, líneas 1-3; columna 1, línea 45 – columna 2, línea 53; columna 3, línea 24 – columna 4, línea 27; columna 6, líneas 33-38; columna 6, línea 53 – columna 7, línea 1; figuras 1-3.	1-10
A	JP H07231733 A (MATSUO HIROBUMI et al.) 05.09.1995, resumen; figuras 1-3,6-7.	1-10
A	ES 1056844 U (TACORE S L) 16.05.2004, páginas 2-3; figura 1; reivindicación 1.	1-10
A	I. SURYANARAYANA et al. "Neural networks in fisheries research". Fisheries research. Nº 92, vol. 2, pp 115-139. Agosto 2008 [en línea] [Recuperado el 07.10.2015] Recuperado de Internet < URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783608000520/pdf?md5=66e1fd3b577f525bef0730cf2733ac39&amp;pid=1-s2.0-S0165783608000520-main.pdf">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783608000520/pdf?md5=66e1fd3b577f525bef0730cf2733ac39&amp;pid=1-s2.0-S0165783608000520-main.pdf</a> > DOI: 0.1016/j.fishres.2008.01.012	1-10
A	Wikipedia. "Rprop". Noviembre 2013. [en línea] [recuperado el 07.10.2015] Recuperado de Internet <URL: <a href="https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Rprop&amp;oldid=582496004">https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Rprop&amp;oldid=582496004</a> >	7

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  
15.10.2015

Examinador  
J. M. Vazquez Burgos

Página  
1/7

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G06K9/52** (2006.01)

**G06K9/82** (2006.01)

**G06T1/40** (2006.01)

**G06T7/40** (2006.01)

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

G06K, G06T

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

INVENES, EPODOC, WPI, INTERNET

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.10.2015

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-10	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 4, 8	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-3, 5-7, 9-10	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 9409920 A1 (MINI AGRICULTURE & FISHERIES et al.)	11.05.1994
D02	US 2005025357 A1 (LANDWEHR VAL R et al.)	03.02.2005
D03	EP 0331390 A2 (GROVE TELECOMMUNICATIONS LTD)	06.09.1989
D04	JP H07231733 A (MATSUO HIROBUMI et al.)	05.09.1995
D05	ES 1056844 U (TACORE S L)	16.05.2004
D06	I.SURYANARAYANA et al. "Neural networks in fisheries research". Fisheries research. Nº 92, vol. 2, pp 115-139. Agosto 2008 [en línea] [Recuperado el 07.10.2015] Recuperado de Internet < URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165708000520/pdf?md5=66e1fd3b577f525bef0730cf2733ac39&amp;pid=1-s2.0-S0165783608000520-main.pdf">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165708000520/pdf?md5=66e1fd3b577f525bef0730cf2733ac39&amp;pid=1-s2.0-S0165783608000520-main.pdf</a> > DOI: 0.1016/j.fishres.2008.01.012	31.08.2008
D07	Wikipedia. "Rprop". Noviembre 2013 [en línea] [recuperado el 07.10.2015] Recuperado de Internet < URL: <a href="https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Rprop&amp;oldid=582496004">https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Rprop&amp;oldid=582496004</a> >	20.11.2013

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

La invención reivindicada divulga un método y un sistema para la estimación de las especies de atunes capturados a bordo de embarcaciones pesqueras. El método consiste en capturar las imágenes en color de los atunes, extraer la silueta por segmentación, interpolar aquellas partes no visibles, identificar geoméricamente a cada individuo y obtener sus parámetros de coloración y, finalmente, introducir un vector de entrada a una red neuronal, con los parámetros geométricos y de color, para estimar la especie de atún y el número de individuos. El sistema que ejecuta este método dispone de medios de iluminación, captura de imágenes y procesamiento de datos para ejecutar los pasos del proceso.

El documento del estado de la técnica más próximo a la invención es D01 y divulga un método y sistema de clasificación de pescado, asociado con un sistema de procesado del mismo. El documento D01 incorpora por referencia los documentos D03 y D04 (página 1, línea 24 - página 2, línea 4), por lo que a todos los efectos se considera que la combinación de sus características técnicas con las del documento D01 no requeriría de actividad inventiva para un experto en la materia.

**Reivindicación 1**

Para mayor claridad en la comparación entre la invención reivindicada en 1 y el documento D01 del estado de la técnica más próximo, se reproduce a continuación el texto de dicha reivindicación, extrayendo de él las referencias originales, e insertando donde se considere oportuno las de D01. Asimismo, aquellas partes del texto que pudieran no estar recogidas en D01 se señalarían entre corchetes y en negrita.

Método para la estimación de **[atunes]** capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras (página 1, párrafo 2), caracterizado por que comprende:

- capturar una secuencia de imágenes a color (reivindicaciones 4, 29) **[de los atunes capturados]** en su tránsito por una zona de paso (12; figuras 1) iluminada (6) mediante luz difusa (4; página 10, párrafo 5);
- procesar cada imagen capturada para:
  - extraer, mediante técnicas de segmentación, la silueta de cada individuo presente en la imagen (página 13, párrafo 2, apartados (i) a (vii));
  - **[generar mediante interpolación las partes ocultas de individuos que estén parcialmente ocultos en la imagen];**
  - realizar una identificación geométrica de cada individuo mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo (página 14, párrafo 3);
  - extraer el porcentaje de color por banda definida en cada individuo, obteniendo parámetros de coloración de cada individuo (reivindicaciones 4, 29);
  - introducir un vector de entrada con los parámetros geométricos y de coloración obtenidos para cada individuo en una red neuronal artificial (página 1, párrafos 1-2; página 9, primer párrafo) que establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo con distintas especies **[de atunes]**, para estimar la especie **[de atún]** a la que pertenece el individuo;
- **[una vez procesadas todas las imágenes, estimar los diferentes atunes capturados por especie].**



Aunque D01 no menciona explícitamente los vectores de entrada, estos se asimilan con el conjunto de parámetros relativos a cada observación, que en el caso de D01 sería asimilable a la combinación de las variables utilizadas para distinguir el tipo de pescado que se mencionan en dicho documento (página 15, segundo párrafo), las cuales pueden utilizarse en una red neuronal (página 9, primer párrafo).

Las principales diferencias entre la invención reivindicada en 1, y el documento D01 del estado de la técnica más próximo son:

- a) El método de D01 no menciona explícitamente su aplicación al caso de las especies de atunes.
- b) El método de D01 no contempla la interpolación de imágenes incompletas, dando la impresión de que utiliza siempre imágenes completas.
- c) El método de D01 no realiza un conteo de los individuos computados en cada especie.

A partir de ellas, cabe establecer que los efectos técnicos que estas tienen serían los siguientes:

- a) Los parámetros y entrenamiento de la red de D01 no están configurados específicamente para la discriminación de especies de atunes.
- b) El método de D01 exige una toma de imágenes que en número, sincronización y velocidad permita tomar imágenes completas de cada pescado para ser reconocido.
- c) El método de D01 utiliza la información sólo para encaminar el pescado, pero no obtiene estadísticas de su distribución.

Y de dichos efectos, cabe derivar que los problemas técnicos objetivos a resolver serían:

- a) Configurar la red neuronal de D01 para el reconocimiento de especies de atunes.
- b) Establecer un método de procesamiento de imágenes que contemple el interpolado de aquellas que sean incompletas o parciales.
- c) Obtener las estadísticas de cada clase a partir de la identificación de cada individuo.

De estos tres problemas, el primero y el tercero podrían ser resueltos por un experto en la materia sin el recurso a la actividad inventiva. El primero, porque es una cuestión de fijar las características morfológicas y cromáticas distintivas, así como el repertorio de entrenamiento de la red neuronal, correspondientes al caso concreto de cada especie de atún, algo que se supone conocido para dicho experto. El segundo, porque se trata de un mero conteo del número de individuos en cada clase, a partir de la clasificación de cada uno de ellos. En este sentido el documento D02 aporta un ejemplo de dicho conteo a partir de una clasificación previa (párrafo 127; figura 8D).

Con respecto al segundo problema, el documento D02 describe una solución para la detección y clasificación de animales a partir del reconocimiento de imágenes de los mismos, que, aunque con una realización particular para el caso de artrópodos (párrafo 2), puede extenderse al de los peces (párrafo 149). Y, con respecto a dicho procesamiento, este contempla (párrafo 255) el completado de aquellos huecos o valores omitidos en las imágenes, mediante interpolación. Un experto en la materia combinaría por tanto el documento D01 con aquellas partes relevantes de D02 para resolver el problema b) – y por extensión para obtener las características reivindicadas en 1 - con una expectativa razonable de éxito.

Por lo tanto a la luz de la combinación de D01 con D02, la invención carece de actividad inventiva tal como se establece este requisito en el artículo 8 de la Ley de Patentes 1986.

#### Reivindicaciones 2 a 8

La estimación del peso a partir de los cálculos geométricos, reivindicada en 2, estaría incorporada a D01 por referencia (página 1, cuarto párrafo) al documento D03, cuyo contenido se considera incorporado al de D01, y que (columna 6, línea 53 - columna 7, línea 1) menciona esta posibilidad.

El objeto de 3 estaría asimismo incluido en D01 (página 5, punto (d); página 13).

El objeto de 4 cabe entenderlo como que se procede a dar por buena una interpolación en función de si el área que aporta sobre el total no excede de un valor umbral prefijado. Esto es, en realidad las partes ocultas se generan (por interpolado), pero no se utilizan ni forman parte de los pasos posteriores del proceso. Ello sería así, porque sin dicha generación parece imposible estimar su contribución a la superficie total, ya que se dispondría sólo de una imagen con un contorno parcial, que no permitiría hacer el cálculo del porcentaje de superficie (puesto que no habría manera de fijar ni la contribución del interpolado, ni la superficie total; tan sólo la del área visible). De acuerdo con ello, ni D01 ni D02 ya sea por separado o en combinación harían posible, para un experto en la materia, obtener esta característica, si no es mediante el concurso a la actividad inventiva, toda vez que el estado de la técnica anterior, contempla, bien imágenes completas, bien imágenes parciales, pero en este último caso sin introducir criterios para la aceptación del resultado de su interpolación, de manera que siempre se acepta el resultado de la misma..

La misma conclusión cabría obtener con respecto al objeto de 8, puesto que ni en D01 ni en D02 se discrimina o identifica a los individuos más que por su clase, pero nunca a título individual, diferente del resto.

Tampoco en los documentos D03 a D05, aplicables al mismo sector de la técnica, se encontrarían soluciones tales que combinadas con D01 pudieran permitir a un experto en la materia obtener las características reivindicadas en 4 u 8 sin necesidad de recurrir a la actividad inventiva.

El tipo de red neuronal objeto de 5 se considera una técnica muy conocida, como ejemplifica el documento D06 (por ejemplo, en su introducción, página 117, columna izquierda, párrafo 3). Lo mismo se considera del algoritmo RPROP objeto de 7, como ilustra el documento D07, y que indirectamente estaría incluido en D06, que menciona a título genérico los algoritmos BP (*backpropagation*).

Con respecto al contenido de 6, dado que el documento D01 divulga una solución enfocada a discriminar diferentes especies de peces, ello incluiría las características reivindicadas en 6.

En consecuencia, a partir de las consideraciones anteriores, y teniendo en cuenta las correspondientes relaciones de dependencia, se concluye que:

A la luz de la combinación de los documentos D01 y D02, las reivindicaciones 2 y 3 y 5 a 7 no poseen actividad inventiva, tal como se establece este requisito en el artículo 8 de la Ley de Patentes 1986.

Las reivindicaciones 4 y 8 son nuevas y poseen actividad inventiva, tal y como se definen ambos requisitos en los artículos 6 y 8 respectivamente de la Ley de Patentes de 1986.

#### Reivindicación 9

Para mayor claridad en la comparación entre la invención reivindicada en 9 y el documento D01 del estado de la técnica más próximo, se reproduce a continuación el texto de dicha reivindicación, extrayendo de él las referencias originales, e insertando donde se considere oportuno las de D01. Asimismo, aquellas partes del texto que pudieran no estar recogidas en D01 se señalarían entre corchetes y en negrita.

Sistema para la estimación de **[atunes]** capturados por especie a bordo de embarcaciones pesqueras (página 1, párrafo 2), caracterizado por que comprende:

- medios de captura de imágenes (3) configurados para capturar una secuencia de imágenes a color (reivindicación 4) **[de los atunes capturados]** en su tránsito por una zona de paso (1);
- medios de iluminación (4) configurados para iluminar la zona de paso (1) mediante luz difusa (página 10, párrafo 5);
- un módulo de control (figura 8) con medios de procesamiento de datos configurados para:
  - procesar cada imagen capturada para:
    - extraer, mediante técnicas de segmentación, la silueta de cada individuo presente en la imagen (página 13, párrafo 2, apartados (i) a (vii));
    - **[generar mediante interpolación las partes ocultas de individuos que estén parcialmente ocultos en la imagen]**;
    - realizar una identificación geométrica de cada individuo mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo (página 14, párrafo 3);
    - extraer el porcentaje de color por banda definida en cada individuo, obteniendo parámetros de coloración de cada individuo (reivindicaciones 4, 29);
    - introducir un vector de entrada con los parámetros geométricos y de coloración obtenidos para cada individuo en una red neuronal artificial (página 1, párrafos 1-2; página 9, primer párrafo) que establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo **[con distintas especies de atunes]**, para estimar la especie **[de atún]** a la que pertenece el individuo;
- **[una vez procesadas todas las imágenes, estimar los diferentes atunes capturados por especie].**

Aunque D01 no menciona explícitamente los vectores de entrada, estos se asimilan con el conjunto de parámetros relativos a cada observación, que en el caso de D01 sería asimilable a la combinación de las variables utilizadas para distinguir el tipo de pescado que se mencionan en dicho documento (página 15, segundo párrafo), las cuales pueden utilizarse en una red neuronal (página 9, primer párrafo).

Las principales diferencias entre la invención reivindicada en 1, y el documento D01 del estado de la técnica más próximo son:

- a) El sistema de D01 no está explícitamente configurado para discriminar especies de atunes.
- b) El sistema de D01 no está configurado para interpolar imágenes incompletas, dando la impresión de que sólo puede manejar imágenes completas.
- c) El sistema de D01 no realiza un conteo de los individuos computados en cada especie.

A partir de ellas, cabe establecer que los efectos técnicos que estas tienen serían los siguientes:

- a) Los parámetros y entrenamiento de la red de D01 no están configurados específicamente para la discriminación de especies de atunes.
- b) El sistema de D01 sólo es capaz de procesar imágenes completas de cada pescado.
- c) El sistema de D01 identifica la clase del pescado, pero no obtiene estadísticas de su distribución.

Y de dichos efectos, cabe derivar que los problemas técnicos objetivos a resolver serían:

- a) Configurar la red neuronal de D01 para el reconocimiento de especies de atunes.
- b) Configurar el sistema de procesamiento de imágenes para que interpole aquellas que sean incompletas o parciales.
- c) Configurar los medios de procesamiento para computar el número de individuos en cada clase.

De estos tres problemas, el primero y el tercero podrían ser resueltos por un experto en la materia sin el recurso a la actividad inventiva. El primero, porque es una cuestión de fijar las características morfológicas y cromáticas distintivas del caso concreto (en este caso, cada especie de atún), así como el repertorio de entrenamiento de la red neuronal, lo que sería conocido para dicho experto. El segundo, porque se trata de un mero conteo del número de individuos en cada clase, a partir de la clasificación de cada uno de ellos. En este sentido el documento D02 aporta un ejemplo de dicho conteo a partir de una clasificación previa (párrafo 127; figura 8D).

Con respecto al segundo problema, el documento D02 describe un sistema para la detección y clasificación de animales a partir del reconocimiento de imágenes de los mismos, que, aunque con una realización particular para el caso de artrópodos (párrafo 2), puede extenderse al de los peces (párrafo 149). Y, con respecto a dicho procesamiento, este está configurado para completar mediante interpolación (párrafo 255) aquellos huecos o valores omitidos en las imágenes. Un experto en la materia combinaría por tanto el documento D01 con aquellas partes relevantes de D02 para resolver el problema b) – y por extensión para obtener las características reivindicadas en 1 - con una expectativa razonable de éxito.

Por lo tanto a la luz de la combinación de D01 con D02, la invención reivindicada en 9 carece de actividad inventiva tal como se establece este requisito en el artículo 8 de la Ley de Patentes 1986.

#### Reivindicación 10

El sistema divulgado en D01 contempla la posibilidad de determinar el peso del individuo a partir de sus datos geométricos, lo que incluye el objeto de 10.

Por lo tanto a la luz de la combinación de D01 con D02, y teniendo en cuenta las correspondientes relaciones de dependencia, la invención reivindicada en 10 carece de actividad inventiva tal como se establece este requisito en el artículo 8 de la Ley de Patentes 1986.