

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 405**

21 Número de solicitud: 201430789

51 Int. Cl.:

**G06K 9/52** (2006.01)

**G06K 9/82** (2006.01)

**G06T 7/40** (2006.01)

**G06T 7/60** (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. (80.0%)**

**C/ Redondo, 53**

**36212 Vigo (Pontevedra) ES y**

**LUIS CALVO SANZ, S.A. (20.0%)**

72 Inventor/es:

**GRACIA SALVADOR, Joaquín;**

**MINIÑO ARBILLA, Iñaki;**

**PASCUAL DEL HIERRO, Santiago y**

**GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Ángel F.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **Sistema y método de detección de parásitos Anisakis en filetes de pescado**

57 Resumen:

Sistema y método de detección de parásitos anisakis en filetes de pescado. El sistema comprende:

- un módulo de iluminación (10) para someter al filete de pescado (1) a una iluminación pulsada;
- medios de captura de imágenes (20);
- un módulo de control (30) que sincroniza la captura de la imagen (3) con la iluminación pulsada;
- medios de procesamiento (40) para:
  - aplicar un proceso de segmentación sobre la imagen (3) capturada, obteniendo una imagen binaria (6);
  - realizar una identificación geométrica de individuos presentes en la imagen binaria (6) mediante correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos;
  - extraer características de intensidad por banda espectral de cada individuo, obteniendo parámetros de coloración;
  - introducir los parámetros geométricos y de coloración de cada individuo en una red neuronal artificial que establece una relación entre las características morfológicas, de silueta y de color con las características propias del anisakis, para estimar si el individuo es o no anisakis.

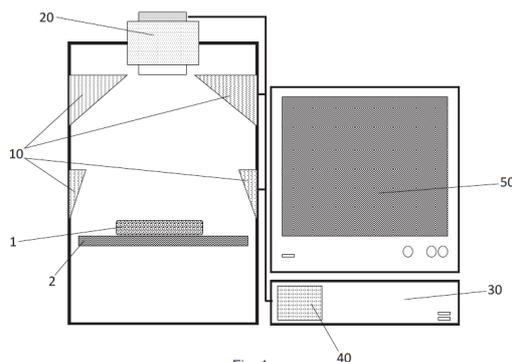


Fig. 1

ES 2 552 405 A1

**Sistema y método de detección de parásitos Anisakis en filetes de pescado**

**DESCRIPCIÓN**

5 **Campo de la invención**

El anisakis es un género de nematodos parásito, cuyo ciclo vital afecta a los peces y mamíferos marinos, en los que puede producir lesiones en su tubo digestivo y plantean un riesgo para la salud humana en dos sentidos: a través de la infección mediante gusanos al comer pescado no elaborado y mediante reacciones alérgicas a las sustancias químicas que los gusanos dejan en el pescado.

La anisakiasis aparece con frecuencia en áreas del mundo en las que el pescado se come crudo o ligeramente salado o condimentado. Horas después de la ingestión de las larvas del parásito, pueden aparecer dolor abdominal, náuseas y vómitos. Si las larvas pasan al intestino, puede producirse una severa respuesta granulomatosa eosinofílica incluso 1 o 2 semanas después de la infestación.

Las manifestaciones clínicas de las reacciones alérgicas varían desde urticaria y/o angioedema que están presentes en todos ellos, hasta casos de choque anafiláctico grave.

El objeto de la invención es la identificación de los anisakis previamente a su ingesta realizado mediante un sistema compacto que permite analizar muestras de carne de pescado y cefalópodos e identificar la presencia del parásito Anisakis, determinando el grado de infección.

25 **Antecedentes de la invención**

Actualmente existen determinados procedimientos capaces de detectar la presencia de Anisakis en alimentos. Dichos métodos son llevados a cabo en laboratorios, utilizando equipos complejos diseñados para condiciones de laboratorio que requieren grandes conocimientos para su manejo, que no están aislados del agua ni son lo higiénicos que deben ser para trabajar con alimentos.

Los documentos de patente WO2007118209-A2 y US20060129327A1 divulgan unos procedimientos de detección de patógenos con un funcionamiento complejo y que presentan determinados problemas, en concreto la necesidad de trocear la muestra, centrifugarla,

embeberla en medios acuosos o utilizar determinados trazadores.

Los métodos empleados están basados en la identificación de antígenos, métodos genéticos y/o bioquímicos que requieren reactivos y trabajo en laboratorios especiales que además hacen incomedible el pescado utilizado en las pruebas. La presente invención tiene por objeto eliminar los problemas expuestos, presentando un sistema y un procedimiento que permite detectar la presencia del parásito Anisakis en pescado de forma inocua, manteniendo la pieza de pescado intacta, de forma que el pescado analizado que es considerado libre de Anisakis puede ser posteriormente ingerido.

10

#### Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un equipo basado en escáner óptico de alta resolución que, empleando técnicas ópticas, de visión artificial y de procesado digital de imagen, es capaz de detectar específicamente la presencia de Anisakis en las muestras de pescado y cefalópodos analizados.

15

La identificación de los anisakis se realiza previamente a la ingesta de carne de pescado y cefalópodos, determinando el grado de infección y aconsejando su descarte si fuera necesario. En caso de no tener infección el mismo trozo analizado puede ser ingerido ya que los procedimientos de análisis son inocuos.

20

El proceso analítico comienza con la adquisición de la imagen. Esta imagen se transfiere al módulo interno de procesado mediante algoritmos que además de realizar el análisis previamente descrito, proporciona un interfaz táctil al usuario para que introduzca la información relativa al ensayo, al lote de producción, o cualquier otra información significativa para la realización de un análisis posterior o para la generación de informes.

25

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un sistema de detección de parásitos Anisakis en filetes de pescado, donde el filete de pescado a inspeccionar es depositado en una zona de inspección. El sistema comprende:

30

- un módulo de iluminación configurado para someter al filete de pescado a una iluminación pulsada;
- medios de captura de imágenes configurados para capturar automáticamente una imagen en color del filete de pescado mientras es sometido a la iluminación pulsada;
- un módulo de control configurado para sincronizar la captura de la imagen con la

35

iluminación pulsada;

- medios de procesamiento configurados para:

• aplicar un proceso de segmentación sobre la imagen capturada, obteniendo una imagen binaria con la silueta de diferentes individuos que pueden corresponder a anisakis en el filete de pescado;

• realizar una identificación geométrica de cada individuo presente en la imagen binaria mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo;

• extraer las características de intensidad y porcentaje de presencia por banda espectral de 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 las características propias del anisakis, para estimar si el individuo es o no anisakis.

En una realización preferida el módulo de iluminación está configurado para generar la iluminación pulsada dentro de una banda de longitud de onda entre 230 y 700 nanómetros, con una irradiancia controlada de hasta  $2 \text{ W/cm}^2$  y/o en periodos programables con una duración de encendido entre 0,1 a 1 segundo por pulso y una duración de apagado de entre 0,1 a 5 segundos por pulso.

El módulo de control puede estar configurado para realizar la sincronización de la captura de la imagen con la iluminación pulsada en función de la longitud de onda e irradiancia programadas en el módulo de iluminación. Para la obtención de los parámetros de coloración, los medios de procesamiento pueden estar configurados para clasificar la intensidad en distintas bandas de color comprendidas entre los 230 a los 700 nanómetros de longitud de onda.

Los medios de procesamiento están preferiblemente configurados para obtener las posiciones de los anisakis identificados en el pescado y el tamaño de los mismos. El módulo de iluminación puede estar formado por una pluralidad de emisores LED de alta potencia.

Para la obtención de la imagen binaria los medios de procesamiento están preferiblemente configurados para extraer, de la imagen capturada y mediante técnicas de segmentación de

fondo, el fondo que pertenece a la zona de inspección no oculta por el filete de pescado, obteniendo una imagen segmentada del filete de pescado; y aplicar un proceso de umbralización sobre dicha imagen segmentada.

- 5 Los medios de procesamiento pueden estar configurados para obtener la imagen binaria mediante una cualquiera de las siguientes formas:
- una segmentación por banda de longitud de onda;
  - una segmentación por luminancia;
  - una segmentación por saturación;
- 10 - aplicar varias de las segmentaciones anteriores y elección de la segmentación que ofrece una imagen con los contornos de los individuos más definidos.

Los medios de procesamiento pueden estar configurados para realizar el proceso de correspondencia de patrones geométricos utilizando una serie de curvas límite que no corresponden a una cuadrícula de píxeles y buscando en la imagen formas similares a los patrones sin basarse en niveles específicos de gris.

- Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un método de detección de parásitos Anisakis en filetes de pescado, que comprende:
- 20 - someter al filete de pescado a una iluminación pulsada;
- capturar automáticamente una imagen en color del filete de pescado mientras es sometido a la iluminación pulsada, estando la captura de la imagen sincronizada con la iluminación pulsada;
- aplicar un proceso de segmentación sobre la imagen capturada, obteniendo una
- 25 imagen binaria con la silueta de diferentes individuos que pueden corresponder a anisakis en el filete de pescado;
- realizar una identificación geométrica de cada individuo presente en la imagen binaria (6) mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo;
- 30 - extraer las características de intensidad y porcentaje de presencia por banda espectral de 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 las
- 35 características propias del anisakis, para estimar si el individuo es o no anisakis.

El sistema presenta en pantalla el resultado de cada proceso, almacenando tanto la información del análisis como la introducida por el usuario en una base de datos que permite su posterior consulta, impresión y exportación a otros formatos (Excel, Word, etc.).

5

El sistema presenta las siguientes funcionalidades:

- Adquisición de imágenes desde sensor óptico.
- Posibilidad de adquisición de imágenes desde archivo (tif, jpg, bmp, etc..).
- Pre-procesado para acondicionamiento de la muestra.
- 10 • Selección automática/manual sobre la imagen a procesar, de los rangos tonales de cada uno de los elementos a detectar y cuantificar.
- Algoritmos específicos de procesado de imagen para la identificación, segmentación y cuantificación de los *Anisakis* (individuos completos y fragmentos) frente a la masa de pescado.
- 15 • Interfaz de usuario, a través de monitor táctil, para la introducción manual de información relativa a la especie escaneada, peso, lote de producción, etc., necesaria para el estudio posterior o la generación de informes automáticos.
- Indicación por el interfaz de usuario de las áreas asignadas a cada uno de los elementos:
  - 20     ▪ Visualización de *Anisakis* sobre la propia imagen.
  - Indicación del número de *Anisakis* detectado dentro de la imagen.
  - Indicación del área y porcentaje de infección.
  - Indicación de grado de infección en cuatro estados:
    - 25           1. Libre de *Anisakis*.
    - 2. Infección leve.
    - 3. Infección moderada.
    - 4. Infección intensa.
- Módulo para la generación automática de informes para cada una de las muestras procesadas por el sistema. En este informe se podrá incluir la imagen con las máscaras identificando cada uno de los elementos especificados y realzados, y la información referida a la presencia de cada uno de ellos cuantitativamente (porcentajes, áreas, no infección, infección leve, moderada e intensa, etc...), junto con la información introducida por el usuario.
- 30 • Almacenamiento de los resultados de los ensayos en una base de datos.

- Impresión de informes personalizados (logo empresa, laboratorio, configuración de bloques informe, etc.).

5 La presente invención se puede destinar, entre otros, para su utilización en laboratorios y control de compra/venta profesional, para su instalación en líneas de procesamiento de plantas industriales, para su utilización en pescaderías y otros puntos de venta de pescado, o para su utilización en restaurantes y tiendas gourmet.

#### Breve descripción de los dibujos

10 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 los elementos del sistema de detección.

15

La Figura 2 muestra una zona ampliada de una imagen capturada donde se aprecian anisakis en el pescado.

20 Las Figuras 3A y 3B muestran, respectivamente, una imagen capturada donde se ha extraído la banda de color y la segmentación por banda de longitud de onda aplicada en dicha imagen.

Las Figuras 4A y 4B muestran, respectivamente, una imagen capturada donde se ha extraído la luminancia y la segmentación por luminancia aplicada en dicha imagen.

25

Las Figuras 5A y 5B muestran, respectivamente, una imagen capturada donde se ha extraído la saturación y la segmentación por saturación aplicada en dicha imagen.

#### Descripción detallada de la invención

30 La presente invención consiste en un sistema automático de inspección para la identificación de Anisakis en filetes de pescado que integra adquisición de imágenes, mediante sistema de visión artificial, y procesamiento de imágenes, mediante algoritmos apoyados por redes neuronales artificiales.

La **Figura 1** muestra los distintos elementos del sistema de detección. El sistema comprende un módulo de iluminación 10, medios de captura de imágenes 20 (una cámara de captura de imágenes a color) y un módulo de control 30 encargado de sincronizar la captura de imágenes con la iluminación. El filete de pescado 1 a inspeccionar se deposita en una zona de inspección 2, por ejemplo una bandeja. El sistema comprende unos medios de procesamiento 40 (que incluyen por ejemplo un procesador) que se encargan de analizar las imágenes capturadas para detectar los anisakis. Dichos medios de procesamiento pueden formar parte del módulo de control 30 o estar incluidos en una unidad separada. También se muestra en la Figura 1 un módulo de visualización 50, el cual es opcional, donde se muestran las imágenes una vez analizadas por los medios de procesamiento 40.

El sistema se coloca sobre una mesa o banco de trabajo. Los filetes de pescado 1 se depositan manualmente en la bandeja de inspección 2. El sistema captura imágenes de la escena. Estas imágenes son almacenadas y etiquetadas de acuerdo con el ajuste realizado por el operador mediante un interface/pantalla táctil que incorpora el sistema.

Una vez que la imagen se captura, se procesa usando un conjunto de operaciones matemáticas basadas en modelos morfológicos y colorimétricos no lineales. Una vez que los Anisakis están siendo detectados e identificados, un modelo de correlación entre el tamaño del Anisakis en la imagen y su intensidad de color y longitud de onda se emplea para estimar el tamaño real individual. Este proceso se lleva a cabo en paralelo en todo Anisakis detectado en el filete de pescado inspeccionado.

Cada Anisakis es señalado en la imagen. La imagen se analiza para extraer dos tipos de información:

- Las posiciones o coordenadas de los Anisakis en el filete de pescado.
- El tamaño de los Anisakis.

Estos dos parámetros individuales de cada anisakis detectado en un filete de pescado se almacenan en un archivo de datos, con información adicional, como la superficie total de filete, la superficie total de Anisakis, número de Anisakis presente en el filete, la especie de pescado analizado, la luz y los parámetros de configuración óptica, el tiempo de inspección y el identificador correspondiente al sistema que ha ejecutado el análisis.

El hardware de la presente invención se compone de un módulo de visión (que en una

realización particular consiste en una cámara industrial RGB sin carcasa de alta resolución con sensor de 2/3 de pulgada, trabajando bajo protocolo de Ethernet GigE), una lente óptica fija, un sistema informático de control y todos los componentes eléctricos necesarios para la seguridad y la alimentación.

5

El sistema también dispone de un módulo de iluminación, formado por un conjunto de bloques de fuentes de luz basadas en LED especiales de alta potencia, encapsulados en recipientes de protección IP67 con alto poder refrigerante. El diseño LED emisor proporciona potencia radiométrica superior a la iluminación neón en el rango de longitud de onda específica requerida para esta aplicación. Cada elemento emisor tiene unas dimensiones muy reducidas (unos 4.4mm x 4.4mm), con lo que esta configuración ofrece una excepcional densidad de potencia óptica y minimiza los esfuerzos, lo que resulta en un módulo de iluminación altamente fiable, de muy bajo mantenimiento y alto control del flujo radiante. El objetivo de este módulo es garantizar las condiciones más adecuadas de iluminación para capturar imágenes. La estructura que sujeta las fuentes de luz se puede ajustar, con el fin de adaptarse a las dimensiones de la zona de inspección, para asegurar la iluminación adecuada y homogénea del campo de visión.

10

15

El sistema está controlado por software desarrollado específicamente para esta aplicación. Este software permite el control de la selección de parámetros de la cámara y permite que el programa de registro de imagen funcione automáticamente. También permite a la interfaz otras funcionalidades. El software implementa la siguiente funcionalidad:

20

25

30

- Interface gráfica de usuario para la visualización de inspección y control (iniciar o detener comandos, visualización de análisis de imagen, resultados de la inspección acumulativos, hora y la fecha, etc.)
- Interfaz gráfica de usuario para la configuración del sistema (ajuste de banda de trabajo, modelo de color, umbral, la utilidad de diagnóstico de la cámara, el etiquetado de inspección, etc.). Parámetros configurables:
  - Banda de trabajo: Ancho ajustable desde 230 a 700 nanómetros. Parámetro ajustable manualmente mediante combinación de filtros ópticos en los proyectores luminosos y en la lente del sensor óptico.
  - Selección del modelo de color con el que trabaja el sensor óptico:

- HLS (Hue, Saturation, Lightness), que es un modelo de color establecido, que combina los componentes de Matiz, Saturación y Luminosidad.
- RGB (Red, Green, Blue), que es un modelo de color basado en la síntesis aditiva, capaz de obtener un color mediante la mezcla por adición de los tres colores de luz primarios, Rojo, Verde y Azul.
- Ajuste del umbral: Se trata de un ajuste numérico de la cantidad mínima de señal luminosa que necesita el sensor óptico del equipo para poder obtener una imagen con la calidad suficiente para ser analizada y procesada por los algoritmos de detección de anisakis.

Estos parámetros permiten ajustar el equipo para obtener la mejor captura de imagen para que los algoritmos de detección puedan trabajar con la mejor y más definida información posible.

- Un modelo de identificación estructurado en una base de datos modelo, con toda la información paramétrica necesaria para la identificación y la estimación de los individuos.
- Un módulo para la generación de análisis de datos en forma de un archivo de texto, con un identificador de sistema de cabecera que incluye una entrada de cada Anisakis detectado y analizado, con la siguiente información: posición Anisakis coordenada en el filete de pescado, tamaño del Anisakis detectado, tamaño total del filete, superficie total de Anisakis detectados, número de la parasitosis por anisakis en filete, las especies de peces, etc.
- Un módulo generador de informes y de comunicación inalámbrica con otros sistemas.

Para la captura automática de imágenes el filete de pescado es sometido a una iluminación pulsada en periodos programables de duración ( $T_{ON}$ ) de 0,1 a 1 segundo, siendo el  $T_{OFF}$  programable de 0,1 a 5 segundos con emisiones controladas dentro de una banda que puede oscilar de los 230 a los 700 nanómetros de longitud de onda y una irradiancia controlada de hasta  $2 \text{ W/cm}^2$ . En el proceso de captura de la mejor imagen, la iluminación y sus características específicas de longitud de onda, potencia y pulso, son fundamentales para que el sistema pueda detectar anisakis en filetes de pescado, no dañando los mismos,

lo que hace de esta invención un sistema detector de anisakis no destructivo. Los filetes de pescado escaneados pueden deteriorarse con algunas combinaciones de longitud de onda e irradiancia si la exposición es intensa y prolongada. La irradiancia elevada permite profundizar más en el filete de pescado, por lo que la utilización de pulsos controlados permite iluminar durante cortos periodos de tiempo, suficientes para que el sensor óptico pueda captar una buena imagen para procesar.

Un sistema electrónico sincroniza los pulsos del módulo de iluminación con las capturas del sensor óptico para realizar la captura en el momento más óptimo y así obtener la mejor imagen que permita el proceso para detectar la presencia de anisakis en el filete de pescado. El momento óptimo de captura depende de la longitud de onda e irradiancia programada en cada momento. El sistema selecciona automáticamente este momento y ordena al sensor óptico la captura.

Tras la captura automática de imágenes y mediante técnicas de segmentación de fondo, se extrae primero el fondo de la bandeja de inspección que no oculta el filete de pescado y seguidamente sobre el filete segmentado se extrae la silueta de cada anisakis detectado, a la que se le ajusta un patrón de muestreo para obtener indicadores precisos de la forma y el contorno del individuo o de trozos del mismo, propios del anisakis. Como pueden existir otros parásitos o elementos que, en alguno de los casos, presenten contorno y forma similar, se aplica el procesamiento de una red neuronal artificial para la identificación precisa del anisakis.

Las redes neuronales son 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 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 color) con las diferentes clases (las diferentes formas detectadas en el filete de pescado, dentro del área de inspección).

La información adquirida por los sensores ópticos se deriva a unos medios de procesamiento encargados de detectar los elementos que correspondan al pescado.

Seguidamente se aplican unos algoritmos desarrollados en exclusiva para esta aplicación. En la detección, los algoritmos procesan la imagen y extraen una serie de parámetros de correlación, realizan un conteo de píxeles para poder extraer el área total por anisakis y calculan distancias para determinar la longitud y la anchura de cada anisakis detectado.

5 Algunos de los parámetros básicos de correlación extraídos por los algoritmos son, para cada anisakis:

- Área total.
- Longitud total.
- Anchura media.
- 10 • Intensidad detectada banda 700-600.
- Intensidad detectada banda 600-550.
- Intensidad detectada banda 550-450.
- Intensidad detectada banda 450-400.
- Intensidad detectada banda 400-230.
- 15 • Porcentaje presencia por banda de espectro.

Si bien las bandas espectrales empleadas en una realización preferida son las anteriormente indicadas (700-600; 600-550; 550-450; 450-400; 400-230), podrían emplearse otras bandas espectrales (en número y en límites, superior e inferior).

20 La invención se basa en correlación de parámetros de siluetas, estimación de volúmenes en espacios multidimensionales de representación de color a partir de las imágenes con detalles a diferentes longitudes de onda, y segmentación y filtrado de las imágenes capturadas.

25 Por tanto, a la hora de identificar los anisakis se requiere de un paso previo consistente en separar los individuos existentes del área de pescado ya segmentada. Esto conlleva realizar una nueva segmentación e identificación dinámica. Durante esta fase de pre-procesado las imágenes son sometidas a diferentes procesos de sustracción y umbralización que  
30 conllevan diversas operaciones matemáticas.

La **Figura 2** muestra, a modo de ejemplo y en blanco y negro, una zona ampliada de una imagen capturada 3 a color obtenida por los medios de captura del sistema de inspección de la presente invención, donde se aprecian anisakis 4 en el pescado 1. En dicha imagen se

muestra en el extremo izquierdo el fondo 5 (en color negro), correspondiente a la bandeja de inspección 2.

5 La **Figura 3A** muestra una imagen capturada (ya sin el fondo 5) donde se ha extraído la banda de color y la **Figura 3B** muestra la segmentación por banda de longitud de onda aplicada en la imagen de la Figura 3A, obteniendo una imagen binaria 6.

10 La **Figura 4A** muestra la misma imagen capturada de la Figura 3A donde se ha extraído la luminancia, y la **Figura 4B** muestra la segmentación por luminancia aplicada en la imagen de la Figura 4A, obteniendo una imagen binaria 6.

La **Figura 5B** muestra la segmentación por saturación obtenida a partir de la imagen capturada mostrada en la **Figura 5A**, obteniendo una imagen binaria 6.

15 En cada segmentación se realizan cálculos para los tres procesos indicados anteriormente (saturación, luminancia y banda) y el sistema determina cuál de las tres técnicas ofrece una imagen con la segmentación más adecuada y robusta para segmentar el anisakis, analizando la linealidad y detalle de los contornos de las segmentaciones y eligiendo la más definida. La segmentación de cada imagen de filete de pescado implica la detección de los  
20 contornos y regiones de la imagen correspondientes a anisakis.

Las componentes de luminancia y de saturación contienen toda la información sobre el color. Según el valor del grado de color o matiz, se obtiene el dominio del color de cada uno de los píxeles. En el caso que nos ocupa la luminancia la podemos definir como la densidad  
25 superficial de flujo luminoso que emerge del filete de pescado cuando es iluminado. La saturación se define como la cromaticidad o intensidad del color, de forma que para un grado de color constante, azul por ejemplo, diferentes valores de la saturación producen píxeles azules, que van del azul intenso al azul débil. Con una saturación muy baja, tenemos un píxel acromático (negro, blanco o grisáceo), con una intensidad de gris según la  
30 componente luminancia.

El método utilizado para distinguir entre los colores cromáticos y acromáticos se basa en un umbral de la componente de saturación. Se aplica a la segmentación realizando los píxeles cromáticos: para estos píxeles, la saturación se fija a 255 y la luminancia a 128. Sobre un  
35 valor máximo de 255:

- Si la saturación es mayor o igual al 20% y la luminancia mayor o igual al 75%, los píxeles se consideran cromáticos de alto brillo.

- Si la saturación es menor del 20% y la luminancia mayor o igual al 75% se puede clasificar como blanco.

5 - Si la luminancia es menor del 25% el píxel es negro.

Después de llevar a cabo los distintos procesos de segmentación y umbralización, se realiza una identificación por forma, para lo cual se utiliza un algoritmo basado en la correspondencia de patrones geométricos (Geometric Model Finder - GMF) frente a la tecnología convencional de búsqueda de patrones por correlación normalizada en escala de grises, la comúnmente denominada "NGC".

El algoritmo desarrollado reconoce la geometría de los anisakis utilizando una serie de curvas límite que no corresponden a una cuadrícula de píxeles y después busca formas similares en la segmentación de la imagen sin basarse en niveles específicos de gris. El resultado es una mejora en la capacidad de localizar anisakis con alta precisión.

La comparación con formas geométricas (patrones) de anisakis es difícil y compleja, ya que numerosas variables pueden alterar el modo en el que aparecen en la captura de imagen los posibles anisakis. La tecnología básica utilizada en estos casos se basa en un proceso de análisis píxel-cuadrícula (correlación normalizada). Este método para determinar la posición X/Y busca una similitud entre una imagen de referencia en gris de un anisakis y los objetos en la imagen capturada. Este método limita tanto la capacidad para localizar anisakis como la precisión con la que pueden localizarse en condiciones de aspecto variable y cambios en el ángulo, el tamaño y los tonos de los anisakis tal y como aparecen en los filetes de pescado. Para superar estas limitaciones, el equipo utiliza la tecnología GMF que conoce la geometría de un anisakis utilizando una serie de curvas límite que no corresponden a una cuadrícula de píxeles. Tras este proceso, busca formas similares en la imagen sin basarse en niveles específicos de gris. El resultado es una mejora en la localización de anisakis con precisión a pesar de los cambios de ángulo, tamaño y tono.

Para el desarrollo y creación del modelo basado en la correspondencia de patrones geométricos (GMF) se realiza un pre-tratamiento de las imágenes para eliminar ruido y también se realiza una umbralización a fin de obtener una imagen binaria con la silueta de

las diferentes configuraciones en las que se puede encontrar el anisakis en un filete de pescado.

5 Otros de los procesos que realiza el sistema es la clasificación de zonas mediante modelo de detección de intensidad en bandas que van desde los 230 a los 700 nanómetros. El modelo procesa y entrega niveles de intensidad y número de pixeles de cada una de las bandas en las que seccionamos el rango de frecuencia mencionado.

10 Tras la obtención de los datos procedentes de los algoritmos anteriores una red neuronal, como la mostrada en la **Figura 6**, incluye todas las características morfológicas, de silueta y de color de cada individuo. El procedimiento de extracción de estas características permite la identificación de un vector de entrada a la red neuronal con más de 30 parámetros que consigue una alta eficacia tras el entrenamiento y validación de la red. En concreto se utilizan un conjunto de más de 20 parámetros geométricos y 10 parámetros de intensidad y presencia en las longitudes de onda determinadas. Entre los distintos parámetros se considera:

- Área total / Longitud total.
- Área total / Ancho medio.
- Longitud total / Ancho medio.
- 20 • Intensidad por banda.
- Porcentaje por banda.

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 en la arquitectura del perceptrón multicapa), condicionada por el número de neuronas de entrada (las características) y de salida.

30 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: BAJA (0 - 60%), MEDIA (60 - 80%) y ALTA (80 - 100%).

En aquellos casos en los que más de dos neuronas de salida presentan parámetros similares, la gradación se reduce en un nivel para la neurona con el valor más alto.

35

El método de entrenamiento utilizado sobre la red neuronal 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. 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.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de detección de parásitos Anisakis en filetes de pescado, donde el filete de pescado (1) a inspeccionar es depositado en una zona de inspección (2), caracterizado por que el sistema comprende:
- 5
- un módulo de iluminación (10) configurado para someter al filete de pescado (1) a una iluminación pulsada;
  - medios de captura de imágenes (20) configurados para capturar automáticamente una imagen (3) en color del filete de pescado (1) mientras es sometido a la iluminación pulsada;

10

  - un módulo de control (30) configurado para sincronizar la captura de la imagen (3) con la iluminación pulsada;
  - medios de procesamiento (40) configurados para:
    - aplicar un proceso de segmentación sobre la imagen (3) capturada, obteniendo una imagen binaria (6) con la silueta de diferentes individuos que pueden corresponder a anisakis (4) en el filete de pescado (1);

15

    - realizar una identificación geométrica de cada individuo presente en la imagen binaria (6) mediante correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo;

20

    - extraer las características de intensidad y porcentaje de presencia por banda espectral de 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 las características propias del anisakis, para estimar si el individuo es o no anisakis.

25
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de iluminación (10) está configurado para generar la iluminación pulsada en periodos programables con una duración de encendido entre 0,1 a 1 segundo por pulso y una duración de apagado de entre 0,1 a 5 segundos por pulso.
- 30

3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de iluminación (10) está configurado para generar la iluminación pulsada dentro de una banda de longitud de onda entre 230 y 700 nanómetros.
- 5 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de iluminación (10) está configurado para generar la iluminación pulsada con una irradiancia controlada de hasta  $2 \text{ W/cm}^2$ .
- 10 5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de control (30) está configurado para realizar la sincronización de la captura de la imagen (3) con la iluminación pulsada en función de la longitud de onda e irradiancia programadas en el módulo de iluminación (10).
- 15 6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para la obtención de los parámetros de coloración, los medios de procesamiento (40) están configurados para clasificar la intensidad en distintas bandas de color comprendidas entre los 230 a los 700 nanómetros de longitud de onda.
- 20 7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de procesamiento (40) están configurados para obtener las posiciones de los anisakis identificados en el pescado y el tamaño de los mismos.
- 25 8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de iluminación (10) está formado por una pluralidad de emisores LED de alta potencia.
9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, para la obtención de la imagen binaria (6), los medios de procesamiento (40) están configurados para:
- 30 - extraer, de la imagen (3) capturada y mediante técnicas de segmentación de fondo, el fondo (5) que pertenece a la zona de inspección (2) no oculta por el filete de pescado (1), obteniendo una imagen segmentada del filete de pescado;

- aplicar un proceso de umbralización sobre dicha imagen segmentada.

10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de procesamiento (40) están configurados para obtener la imagen binaria (6) mediante una cualquiera de las siguientes formas:

- una segmentación por banda de longitud de onda;
- una segmentación por luminancia;
- una segmentación por saturación;
- aplicar varias de las segmentaciones anteriores y elección de la segmentación que ofrece una imagen con los contornos de los individuos más definidos.

11. Método de detección de parásitos Anisakis en filetes de pescado, donde el filete de pescado (1) a inspeccionar es depositado en una zona de inspección (2), caracterizado por que el método comprende:

- someter al filete de pescado (1) a una iluminación pulsada;

- capturar automáticamente una imagen (3) en color del filete de pescado (1) mientras es sometido a la iluminación pulsada, estando la captura de la imagen (3) sincronizada con la iluminación pulsada;

- aplicar un proceso de segmentación sobre la imagen (3) capturada, obteniendo una imagen binaria (6) con la silueta de diferentes individuos que pueden corresponder a anisakis (4) en el filete de pescado (1);

- realizar una identificación geométrica de cada individuo presente en la imagen binaria (6) mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo;

- extraer las características de intensidad y porcentaje de presencia por banda espectral de 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 las características propias del anisakis, para estimar si el individuo es o no anisakis.

12. Método según la reivindicación 11, caracterizado por que la iluminación pulsada es de

periodos programables con una duración de encendido entre 0,1 a 1 segundo por pulso y una duración de apagado de entre 0,1 a 5 segundos por pulso.

5 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizado por que la iluminación pulsada está dentro de una banda de longitud de onda entre 230 y 700 nanómetros.

10 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que la iluminación pulsada es con una irradiancia controlada de hasta  $2 \text{ W/cm}^2$ .

15 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado por que la sincronización de la captura de la imagen (3) con la iluminación pulsada se realiza en función de la longitud de onda e irradiancia de la iluminación pulsada.

16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado por que para la obtención de los parámetros de coloración se clasifica la intensidad en distintas bandas de color comprendidas entre los 230 a los 700 nanómetros de longitud de onda.

20 17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, caracterizado por que comprende obtener las posiciones de los anisakis identificados en el pescado y el tamaño de los mismos.

25 18. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 17, caracterizado por que la iluminación pulsada se realiza empleando una pluralidad de emisores LED de alta potencia.

19. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18, caracterizado por que la obtención de la imagen binaria (6) comprende:

30 - extraer, de la imagen (3) capturada y mediante técnicas de segmentación de fondo, el fondo (5) que pertenece a la zona de inspección (2) no oculta por el filete de pescado (1), obteniendo una imagen segmentada del filete de pescado;

- aplicar un proceso de umbralización sobre dicha imagen segmentada.

20. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 19, caracterizado por que la obtención de la imagen binaria (6) se realiza mediante una cualquiera de las siguientes formas:

- 5           - una segmentación por banda de longitud de onda;
- una segmentación por luminancia;
- una segmentación por saturación;
- aplicar varias de las segmentaciones anteriores y elegir la segmentación que ofrece una imagen con los contornos de los individuos más definidos.

10

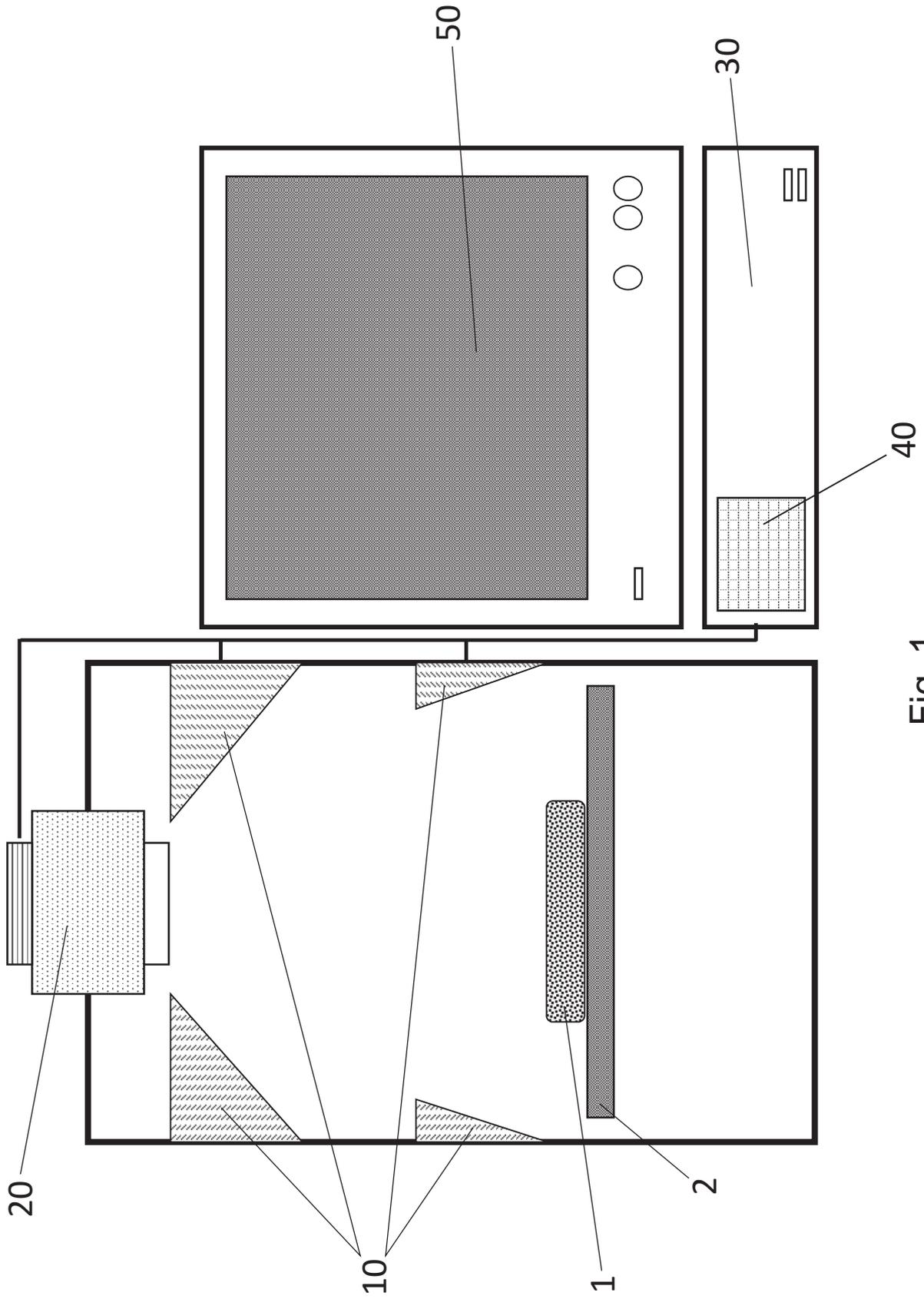


Fig. 1

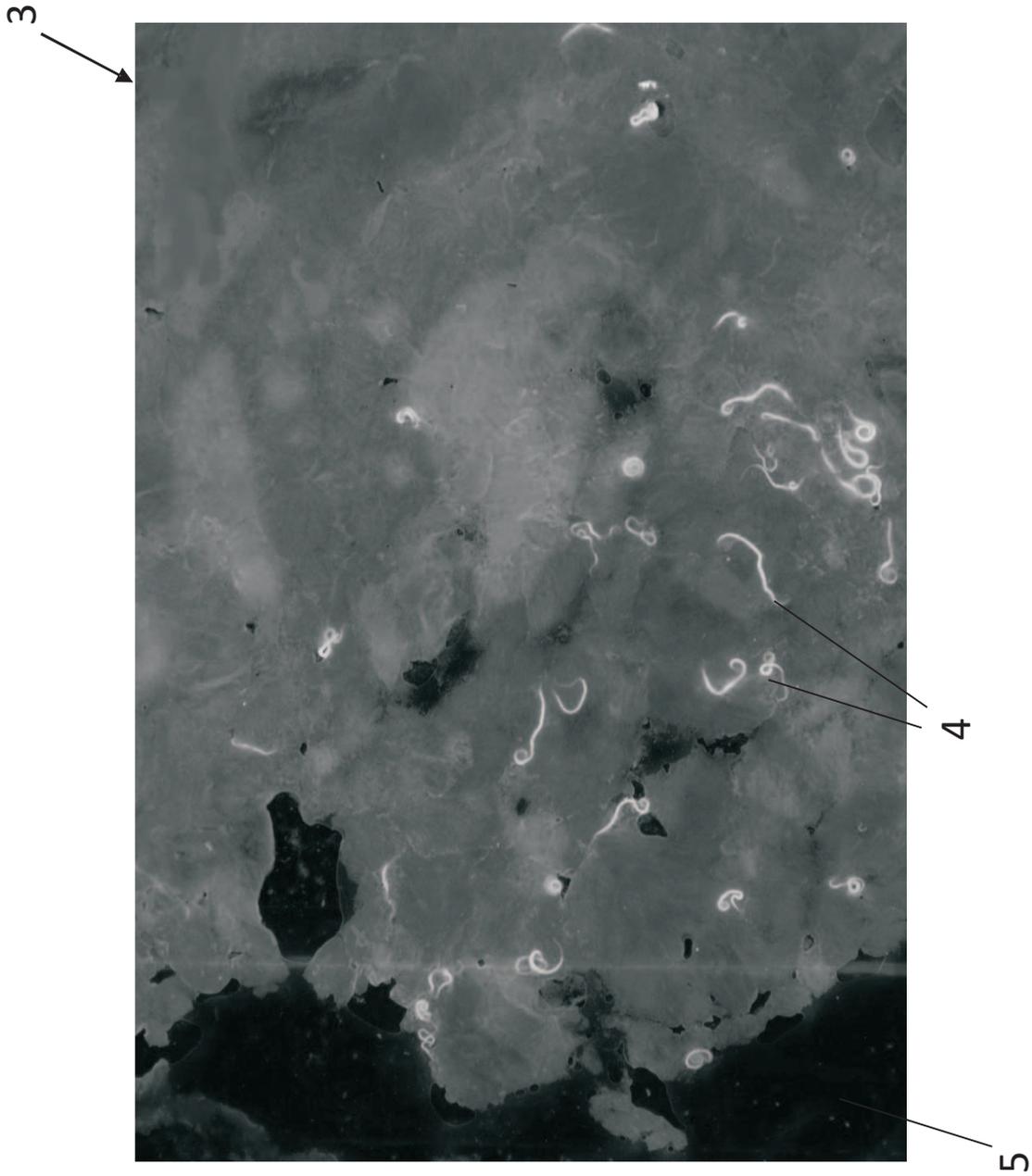


Fig. 2



Fig. 3B



Fig. 4B

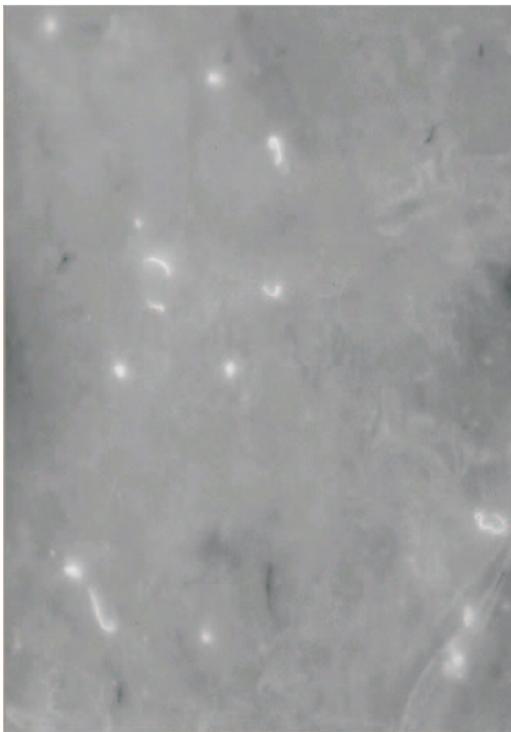


Fig. 3A

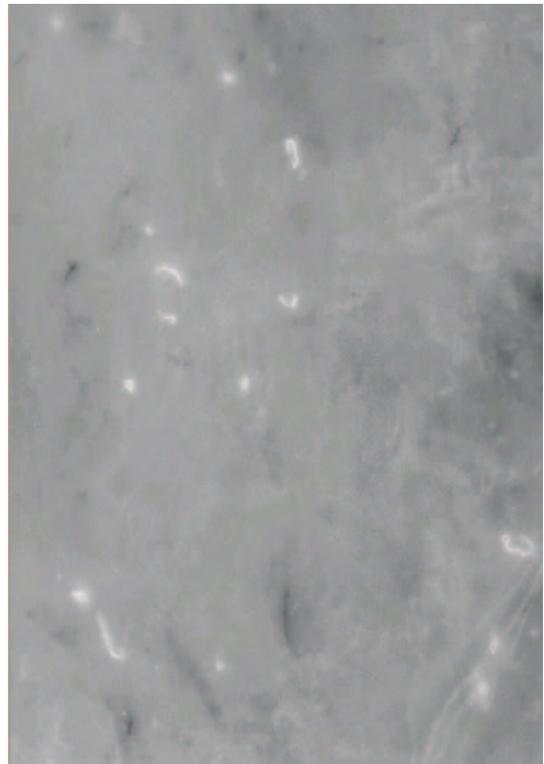


Fig. 4A

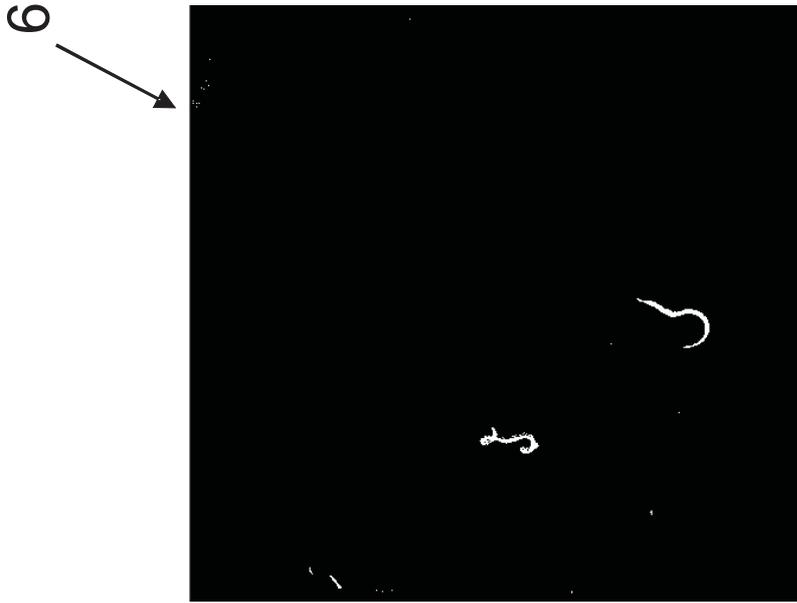


Fig. 5B

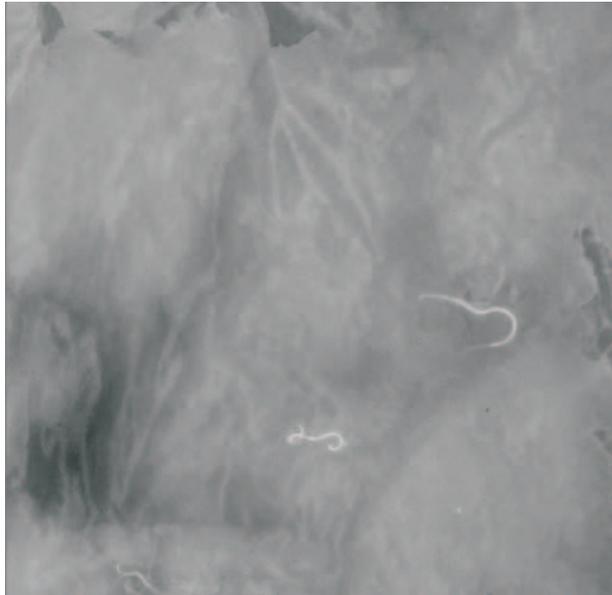


Fig. 5A

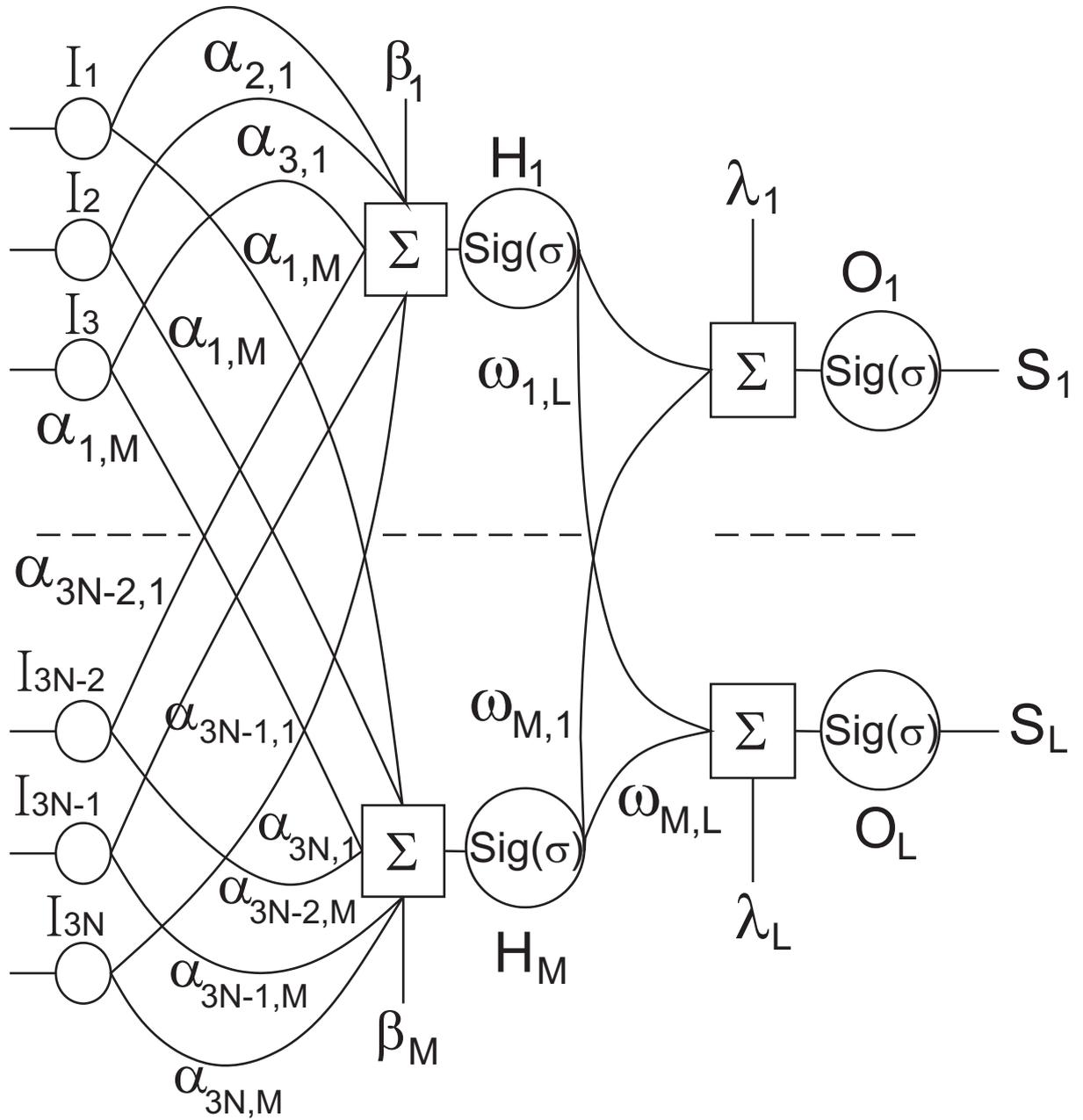


Fig. 6



- ② N.º solicitud: 201430789  
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	⑤ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	E.B. ARYEE et al. "A neural-network-based system to recognize parasites/seal worms on cod fish images". Engineering Applications of Artificial Intelligence. 1991. Vol. 4. Nº 5. pp. 341-350 [en línea] [recuperado el 28.09.2015] Recuperado de Internet: < URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095219769190002N/pdf?md5=d442fd83b49542bb2fd13603d52b8825&amp;pid=1-s2.0-095219769190002N-main.pdf">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095219769190002N/pdf?md5=d442fd83b49542bb2fd13603d52b8825&amp;pid=1-s2.0-095219769190002N-main.pdf</a> > DOI: 10.1016/0952-1976(91)90002-N.	1-20
A	A.G. SIVERTSEN et al. "Automatic nematode detection in cod fillets (Gadus morhua L.) by hyperspectral imaging". Journal of Food Engineering. Agosto 2012. Vol 111, nº 4. pp 675-681 [en línea] [recuperado el 28.09.2015] Recuperado de Internet: < URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877412001161/pdf?md5=e86d79314bc595f9829d5f89c4600cd0&amp;pid=1-s2.0-S0260877412001161-main.pdf">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877412001161/pdf?md5=e86d79314bc595f9829d5f89c4600cd0&amp;pid=1-s2.0-S0260877412001161-main.pdf</a> > DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2012.02.036.	1-20
A	B. GÜMÜS et al. "Machine Vision Applications to Aquatic Foods: A Review". Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2011. Vol 11, nº 1. pp 171-181. [en línea] [recuperado el 28.09.2015] Recuperado de Internet: < URL: <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/trjfas/article/view/5000044895/5000042367">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/trjfas/article/view/5000044895/5000042367</a> > DOI: 10.4194/trjfas.2011.0124.	1-20
A	J. CHENG et al. "Applications of non-destructive spectroscopic techniques for fish quality and safety evaluation and inspection". Noviembre 2013. Vol. 34, issue 1 pp 18-31 [en línea] [recuperado el 28.09.2015] Recuperado de Internet: < URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224413001805/pdf?md5=b0414e19f59840ac4d903a9d6c5a6965&amp;pid=1-s2.0-S0924224413001805-main.pdf">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224413001805/pdf?md5=b0414e19f59840ac4d903a9d6c5a6965&amp;pid=1-s2.0-S0924224413001805-main.pdf</a> > DOI: 0.1016/j.tifs.2013.08.005.	1-20
A	US 2007238147 A1 (OKAMOTO TAKASHI et al.) 11.10.2007, párrafos [1],[3],[15-18],[23-26],[28],[32-33]; figuras 2,4,6.	1-20
A	US 2012169863 A1 (BACHELET IDO et al.) 05.07.2012, párrafos [2],[5],[17],[25-27],[44],[67],[78-85],[108],[121-126],[132],[140-147],[157],[197],[201],[211-216],[222-230],[257-259],[267].	1-20

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  
13.10.2015

Examinador  
J. M. Vázquez Burgos

Página  
1/9



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

② N.º solicitud: 201430789

①  
② Fecha de presentación de la solicitud: 27.05.2014

②  
③ Fecha de prioridad:  
2

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 6061086 A (REIMER ERNEST M et al.) 09.05.2000, columna 3, líneas 59-67; columna 4, línea 48 – columna 5, líneas 40,53-65; columna 6, líneas 43-61; columna 8, líneas 14-32; figuras 1-5.	1-20

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  
13.10.2015

Examinador  
J. M. Vázquez Burgos

Página  
2/9

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G06K9/52** (2006.01)

**G06K9/82** (2006.01)

**G06T7/40** (2006.01)

**G06T7/60** (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: 13.10.2015

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-20	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-20	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<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	E.B. ARYEE et al. "A neural-network-based system to recognize parasites/seal worms on cod fish images". Engineering Applications of Artificial Intelligence. 1991. Vol. 4. Nº 5. pp. 341-350 [en línea] [recuperado el 28.09.2015] Recuperado de Internet: <URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/095219769190002N/pdf?md5=d442fd83b49542bb2fd13603d52b8825&amp;pid=1-s2.0-095219769190002N-main.pdf">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/095219769190002N/pdf?md5=d442fd83b49542bb2fd13603d52b8825&amp;pid=1-s2.0-095219769190002N-main.pdf</a> > DOI: 10.1016/0952-1976(91)90002-N.	31.12.1991
D02	A.G. SIVERTSEN et al. "Automatic nematode detection in cod fillets (Gadus morhua L.) by hyperspectral imaging". Journal of Food Engineering. Agosto 2012. Vol 111, nº 4. pp 675-681 [en línea] [recuperado el 28.09.2015] Recuperado de Internet: <URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877412001161/pdf?md5=e86d79314bc595f9829d5f89c4600cd0&amp;pid=1-s2.0-S0260877412001161-main.pdf">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877412001161/pdf?md5=e86d79314bc595f9829d5f89c4600cd0&amp;pid=1-s2.0-S0260877412001161-main.pdf</a> > DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2012.02.036.	31.08.2012
D03	B. GÜMÜS et al. "Machine Vision Applications to Aquatic Foods: A Review". Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2011. Vol 11, nº 1. pp 171-181 [en línea] [recuperado el 28.09.2015] Recuperado de Internet: <URL: <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/trjfas/article/view/5000044895/500004_2367">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/trjfas/article/view/5000044895/500004_2367</a> > DOI: 10.4194/trjfas.2011.0124.	31.12.2011
D04	J. CHENG et al. "Applications of non-destructive spectroscopic techniques for fish quality and safety evaluation and inspection". Noviembre 2013. Vol. 34, issue 1 pp 18-31 [en línea] [recuperado el 28.09.2015] Recuperado de Internet: <URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224413001805/pdf?md5=b0414e19f59840ac4d903a9d6c5a6965&amp;pid=1-s2.0-S0924224413001805-main.pdf">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224413001805/pdf?md5=b0414e19f59840ac4d903a9d6c5a6965&amp;pid=1-s2.0-S0924224413001805-main.pdf</a> > DOI: 0.1016/j.tifs.2013.08.005.	30.11.2013
D05	US 2007238147 A1 (OKAMOTO TAKASHI et al.)	11.10.2007
D06	US 2012169863 A1 (BACHELET IDO et al.)	05.07.2012
D07	US 6061086 A (REIMER ERNEST M et al.)	09.05.2000

**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 sistema y un método de detección de parásitos Anisakis en filetes de pescado, basado en: un módulo de iluminación, que somete el filete a luz pulsada, medios de captura de imágenes, que captan una imagen en color, medios de control para sincronizar la captura con la pulsación, y medios de procesamiento para realizar el resto de pasos del proceso. De acuerdo con este, la imagen es segmentada y convertida en formato binario, tras lo cual se realiza una identificación geométrica, a la que sigue una extracción de las características de intensidad y porcentaje de presencia por banda espectral de cada individuo, con sus parámetros de coloración. A continuación, se introduce un vector con los parámetros geométricos y de coloración, en una red neuronal artificial, que estima si el individuo es o no Anisakis.

El documento del estado de la técnica más próximo a la invención es D01 y divulga un sistema para el reconocimiento automático de parásitos del bacalao, entre ellos el anisakis, basado en el análisis de imagen mediante redes neuronales.

**Reivindicación 1**

Con el fin de mostrar con mayor claridad la relación 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, eliminando del mismo sus referencias originales si has hubiere, e introduciendo donde resulte oportuno las del documento D01. Asimismo, aquellas partes del texto que pudieran no estar comprendidas en D01 se resaltarían entre corchetes y en negrita.

Sistema de detección de parásitos Anisakis (página 341, segundo párrafo columna izquierda) en filetes de pescado (figura 1), donde el filete de pescado a inspeccionar es depositado en una zona de inspección (figura 9), caracterizado por que el sistema comprende:

- un módulo de iluminación (resumen; figura 1) configurado para someter al filete de pescado (figura 1) a una iluminación [**pulsada**];
- medios de captura de imágenes (página 342, último párrafo, columna derecha) configurados para capturar automáticamente una imagen (figura 1) en color (página 342, último párrafo columna derecha) del filete de pescado (figura 1) mientras es sometido a la iluminación [**pulsada**];

- **[un módulo de control configurado para sincronizar la captura de la imagen con la iluminación pulsada];**
- medios de procesamiento (página 342, último párrafo, columna derecha; figura 5) configurados para:
  - aplicar un proceso **[de segmentación]** sobre la imagen (figura 2) capturada, obteniendo una imagen binaria (figura 2) **[con la silueta de diferentes individuos que pueden corresponder a anisakis en el filete de pescado];**
  - realizar una identificación **[geométrica de cada individuo presente]** en la imagen binaria (páginas 346-347, apartado “processed representation”) **[mediante correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo];**
  - **[extraer las características de intensidad y porcentaje de presencia por banda espectral de cada individuo, obteniendo parámetros de coloración de cada individuo];**
  - introducir un vector (página 343, apartado “neural network model”) 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 las características propias del anisakis (páginas 346-347, apartado “processed representation”), **[para estimar si el individuo es o no anisakis].**

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

- a) La fuente de luz del sistema de D01 no es pulsada, sino continua, y se sitúa entre la fuente de luz y los medios de adquisición de imagen (“*backlighted photographs*”, conforme se menciona en el resumen).
- b) El sistema de D01 no está configurado para obtener y procesar una imagen de cada individuo, sino que maneja áreas uniformes (ventanas o grupos de píxeles) de la foto, de manera que es la distribución acumulativa de frecuencia de los valores de color (traducidos a una escala de grises) dentro de cada ventana, lo que se utiliza para decidir sobre la correspondencia de dicha área con la de un parásito (página 344, apartado “*cumulative frequency distribution*”). Por lo tanto, no se utiliza ningún análisis morfológico para identificar el individuo, ni se maneja tal concepto.
- c) Aunque el sistema de D01 maneja imágenes en color, no lo hace en cuanto a propiedades cromáticas de los individuos, sino de las ventanas o grupos uniformes de píxeles.

Estas diferencias motivan los siguientes efectos técnicos:

- a) La invención reivindicada permite un funcionamiento con una menor transferencia de potencia lumínica a los filetes. Esta menor transferencia reduce los efectos del sistema sobre la calidad de los filetes, lo que puede repercutir en unas mejores propiedades de calidad y caducidad de la carne del pescado tras ser procesada, así como en una mayor garantía de que el proceso es no destructivo.
- b) El sistema divulgado en D01 no está configurado para identificar individuos ni sus propiedades cromáticas. Solamente parcela la imagen y analiza si cada porción de la misma puede o no corresponder a un parásito. Ello implica tanto una menor versatilidad en los resultados (identificar individuos además de aquellos que son anisakis), como una mayor potencia de análisis, al introducir una propiedad adicional en este, como es la relación morfológica entre píxeles, sin la restricción que supone ceñirse a ventanas fijas.

En consecuencia, los problemas técnicos objetivos que se derivan de estas diferencias serían:

- a) Utilizar fuentes de luz cuyo ciclo de trabajo sea modulable, con el fin de reducir al máximo la exposición de los filetes a dicha fuente, y con ello la cantidad de energía que reciben de ella.
- b) Configurar el sistema para identificar la imagen de cada individuo y asignarle propiedades cromáticas, con el fin de poder tomar las decisiones sobre su adscripción o no a la especie buscada.

Para un experto en la materia, ninguno de estos problemas se derivaría de forma evidente del contenido de D01. El uso de luz pulsada implica la posibilidad de conseguir un porcentaje aceptable de aciertos con menos iluminación, lo que posiblemente está ligado a un perfeccionamiento del sistema, conseguido en este caso al configurarlo para manejar una propiedad nueva, como es la combinación de características morfológicas y cromáticas, algo que no es posible concebir de forma evidente a partir de D01, puesto que su solución no contempla técnicas de este tipo.

El documento D02 presenta un sistema y un método para identificar la presencia de nematodos en un pescado, basado en un análisis hiperespectral, donde se obtiene información en diferentes bandas lumínicas para cada píxel, a partir de la radiación dispersada o transmitida a través de la muestra iluminada. En este sentido, con respecto a los problemas técnicos objetivos, un experto en la materia no podría resolverlos bien a partir de D02 o de su combinación con D01, si no es con el concurso a la actividad inventiva. Y ello porque el documento D02 no menciona la posibilidad de que las fuentes de luz sean pulsadas (en realidad maneja incluso dos, aumentando los niveles de exposición respecto a D01), ni se enfoca a obtener las imágenes de individuos, puesto que su objetivo es decidir si cada píxel de la imagen pertenece a un nematodo o no (apartado 2.9), a partir de sus características cromáticas, pero sin relacionarlo morfológicamente con los circundantes.

El documento D03 constituye un trabajo recopilatorio sobre la aplicación de sistemas basados en el procesado de imágenes para la evaluación de diferentes aspectos de la comida procedente de animales del medio acuático. Describe los principales componentes (página 172) y menciona su aplicación para la detección de parásitos (página 176), si bien cita un sistema (apartado "defects/quality", segundo párrafo), que constituye un antecedente de laboratorio del sistema industrial presentado en D02 (página 676, columna izquierda, segundo párrafo). En consecuencia no aporta mucho más que este último, pudiendo concluir sobre él lo mismo que sobre D02.

Lo mismo cabría decir para D04, que también en su página 26 cita a D02 y un antecedente de laboratorio, por toda aplicación de los sistemas hiperespectrales de análisis de imagen para la detección de parásitos en el pescado.

El documento D05 constituye una solución al problema de la detección de parásitos en el pescado, incluido el anisakis (párrafo 25) basada en la detección de la fluorescencia emitida por estos cuando son iluminados por una fuente con una longitud de onda determinada (párrafos 14-18; 28; figuras 2, 4), que puede ser diferente según el tipo de parásito (párrafo 26). La fuente no se afirma que pueda ser pulsada y además no se realiza ningún análisis de imagen del parásito, así como de las propiedades cromáticas del mismo, por lo que no sería posible para un experto en la materia, a partir de D05 o de su combinación con cualquiera de los otros documentos citados en este apartado, dar solución a los problemas técnicos objetivos, sin el concurso a la actividad inventiva.

El documento D06 presenta un dispositivo (párrafo 17) para detectar automáticamente parásitos en fluidos corporales o muestras de tejido, mediante la técnica de la microscopía fluorescente. En este caso se busca la imagen del parásito y se obtienen parámetros geométricos de él (44, 78, 108), así como cromáticos, sobre cuya base una red neuronal decide sobre la presencia de aquel (210-216, 222). También se proporcionan datos sobre su número y especie (párrafo 267). Adicionalmente, el sistema dispone de un controlador que regula tanto la fuente de luz como la cámara (párrafos 140, 257-259). Dicha fuente puede ser regulada en cuanto al tiempo de exposición (párrafo 27, 147, 157). A pesar de que este documento contendría gran parte de los elementos reivindicados en 1, su campo de aplicación no es el del procesado de filetes de pescado, sino de muestras microscópicas. De hecho, su objetivo es ser una solución rápida y automática que evite la necesidad de recurrir a laboratorios de análisis. La diferencia entre ambos campos es notable, de suerte que el análisis de muestras microscópicas no es extrapolable, ni directamente aplicable, de manera evidente, al procesado industrial de piezas de pescado para el consumo, toda vez que existen importantes diferencias en cuanto a la manipulación (tamaño, instrumentación y espacio requerido) y análisis de las muestras en cada caso (las microscópicas admiten tinciones, laminados o ubicación en portaobjetos, mientras que los filetes deben modificarse lo menos posible y experimentan una preparación muy diferente). En definitiva, los procesos y equipos de un laboratorio de análisis clínicos no son equiparables ni guardan una relación evidente con los de una planta industrial de procesado de pescado. Y es por todo ello que cabe concluir que un experto en la materia no aplicaría o combinaría un sistema como el descrito en D06 para solucionar los problemas técnicos señalados más arriba, si no es mediante el concurso a la actividad inventiva.

El documento D07 propone una técnica que mejora el examen de los sistemas automáticos de inspección visual de objetos, entre ellos filetes de pescado, en concreto para la detección de defectos como la presencia de parásitos. Dicha técnica se basa en configurar la captura de imágenes para que emule los movimientos sacádicos del ojo humano, con el fin de conseguir una captura de imágenes más detallada de aquellas zonas para las que una primera imagen general arroja sospechas de la existencia de parásitos (figura 5). El documento menciona el uso del análisis morfológico para identificar los parásitos, teniendo en cuenta propiedades como el color, contraste, textura, con posibilidad de utilizar la detección de bordes o la umbralización (columna 8, líneas 13-26), si bien no menciona más detalles en cuanto a la configuración de los medios de procesamiento o el uso de fuentes pulsadas, conforme se reivindica en 1. Aunque contiene algunos de los elementos necesarios para resolver los problemas b) y c) sin necesidad de actividad inventiva, la falta de detalles sobre el sistema impide que se pueda decir que están todos. En consecuencia, no sería posible para un experto en la materia, a partir de D07 o de su combinación con cualquiera de los otros documentos citados en este apartado, dar solución a los problemas técnicos objetivos, sin el concurso a la actividad inventiva.

Por lo tanto, a la luz de los documentos sobre el estado de la técnica antes considerados, la invención reivindicada en 1 es nueva y posee actividad inventiva tal como se establecen ambos requisitos respectivamente en los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes 1986.

#### Reivindicaciones 2 a 10

A la luz de la conclusión alcanzada para 1, y de las relaciones de dependencia de las reivindicaciones 2 a 10 con respecto a ella, se concluye que todas ellas son nuevas y poseen actividad inventiva tal como se establecen ambos requisitos respectivamente en los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes 1986.

#### Reivindicación 11

Con el fin de mostrar con mayor claridad la relación entre la invención reivindicada en 11 y el documento D01 del estado de la técnica más próximo, se reproduce a continuación el texto de dicha reivindicación, eliminando el mismo sus referencias originales si has hubiere, e introduciendo donde resulte oportuno las del documento D01. Asimismo, aquellas partes del texto que pudieran no estar comprendidas en D01 se resaltarían entre corchetes y en negrita.

Método de detección de parásitos Anisakis en filetes de pescado, donde el filete de pescado (figura 1) a inspeccionar es depositado en una zona de inspección (figura 9), caracterizado por que el método comprende:

- someter al filete de pescado (figura 1) a una iluminación **[pulsada]**;
- capturar automáticamente una imagen (figura 9) en color (página 342, último párrafo columna derecha) del filete de pescado (figura 1) **[mientras es sometido a la iluminación pulsada, estando la captura de la imagen sincronizada con la iluminación pulsada]**;
- aplicar un proceso **[de segmentación]** sobre la imagen (figura 2) capturada, obteniendo una imagen binaria (figura 2) **[con la silueta de diferentes individuos que pueden corresponder a anisakis en el filete de pescado]**;
- realizar una identificación **[geométrica de cada individuo presente]** en la imagen binaria (páginas 346-347, apartado "processed representation") **[mediante un proceso de correspondencia de patrones geométricos, obteniendo parámetros geométricos de cada individuo]**;
- **[extraer las características de intensidad y porcentaje de presencia por banda espectral de cada individuo, obteniendo parámetros de coloración de cada individuo]**;
- introducir un vector de entrada (página 343, apartado "neural network model") **[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 las características propias del anisakis (páginas 346-347, apartado "processed representation"), **[para estimar si el individuo es o no anisakis]**.

Las principales diferencias entre la invención reivindicada en 11 y el documento D01 del estado de la técnica más próximo son:

- a) El procedimiento de D01 no emplea luz pulsada, sino que maneja una iluminación continua del filete, que se sitúa entre la fuente de luz y los medios de adquisición de imagen ("*backlighted photographs*", conforme se menciona en el resumen).
- b) El procedimiento de D01 no obtiene y procesa una imagen de cada individuo, sino que maneja áreas (ventanas o grupos de píxeles) de la foto, de manera que es la distribución acumulativa de frecuencia de color (traducidos a una escala de grises), lo que se utiliza para decidir sobre la correspondencia de dicha área con un parásito (página 344, apartado "*cumulative frequency distribution*"). Por lo tanto, no se utiliza ningún análisis morfológico para identificar el individuo, ni se maneja tal concepto.
- c) Aunque el sistema de D01 maneja imágenes en color, no lo hace en cuanto a propiedades cromáticas de los individuos, sino de las ventanas o grupos uniformes de píxeles.

Estas diferencias motivan los siguientes efectos técnicos:

- a) La invención reivindicada utiliza una iluminación que permite un funcionamiento con una menor transferencia de potencia lumínica a los filetes. Esta menor transferencia reduce los efectos del sistema sobre la calidad de los filetes, lo que puede repercutir en unas mejores propiedades de calidad y caducidad de la carne del pescado tras ser procesada, así como en una mayor garantía de que el proceso es no destructivo.
- b) El procedimiento divulgado en D01 no está configurado para identificar individuos ni sus propiedades cromáticas. Solamente parcela la imagen y analiza si cada porción de la misma puede o no corresponder a un parásito. Ello implica tanto una menor versatilidad en los resultados (identificar individuos además de aquellos que son anisakis), como una mayor potencia de análisis, al introducir una propiedad adicional en este, como es la relación morfológica entre píxeles, sin la restricción que supone ceñirse a ventanas fijas.

En consecuencia, los problemas técnicos objetivos que se derivan de estas diferencias serían:

- a) Utilizar iluminaciones con ciclo de trabajo modulable, con el fin de reducir al máximo la exposición de los filetes a dicha fuente, y con ello la cantidad de energía que reciben de ella.
- b) Identificar la imagen de cada individuo y asignarle propiedades cromáticas, con el fin de poder tomar las decisiones sobre su adscripción o no a la especie buscada.

Para un experto en la materia, ninguno de estos problemas se derivaría de forma evidente del contenido de D01. El uso de luz pulsada implica la posibilidad de conseguir un porcentaje aceptable de aciertos con menos iluminación, lo que posiblemente está ligado a un perfeccionamiento del método, conseguido en este caso al manejar una propiedad nueva, como es la combinación de características morfológicas y cromáticas, algo que no es posible concebir de forma evidente a partir de D01, puesto que su solución no contempla técnicas de este tipo.

El documento D02 presenta un sistema y un método para identificar la presencia de nematodos en un pescado, basado en un análisis hiperespectral, donde se obtiene información en diferentes bandas lumínicas para cada píxel, a partir de la radiación dispersada o transmitida a través de la muestra iluminada. En este sentido, con respecto a los problemas técnicos objetivos, un experto en la materia no podría resolverlos bien a partir de D02 o de su combinación con D01, si no es con el concurso a la actividad inventiva. Y ello porque el documento D02 no menciona la posibilidad de que la iluminación sea pulsada, ni se enfoca a obtener las imágenes de individuos, puesto que su objetivo es decidir si cada píxel de la imagen pertenece a un nematodo o no (apartado 2.9), a partir de sus características cromáticas, pero sin relacionarlo morfológicamente con los circundantes.

El documento D03 constituye un trabajo recopilatorio sobre la aplicación de sistemas basados en el procesado de imágenes para la evaluación de diferentes aspectos de la comida procedente de animales del medio acuático. Describe los principales componentes (página 172) y menciona su aplicación para la detección de parásitos (página 176), si bien cita un sistema (apartado "defects/quality", segundo párrafo), que constituye un antecedente de laboratorio del sistema industrial presentado en D02 (página 676, columna izquierda, segundo párrafo). Por lo tanto no aporta mucho más que este último y se le pueden aplicar las mismas conclusiones.

Lo mismo cabría decir para D04, que también en su página 26 cita a D02 y un antecedente de laboratorio, por toda aplicación de los sistemas de hiperespectrales de análisis de imagen a la detección de parásitos en el pescado.

El documento D05 constituye una solución al problema de la detección de parásitos en el pescado, incluido el anisakis (párrafo 25) basada en la detección de la fluorescencia emitida por estos cuando son iluminados por una fuente con una longitud de onda determinada (párrafos 14-18; 28; figuras 2, 4), que puede ser diferente según el tipo de parásito (párrafo 26). La iluminación no se afirma que pueda ser pulsada y además no se realiza ningún análisis de imagen del parásito, así como de las propiedades cromáticas del mismo, por lo que no sería posible para un experto en la materia, a partir de D05 o de su combinación con cualquiera de los otros documentos citados en este apartado, dar solución a los problemas técnicos objetivos, sin el concurso a la actividad inventiva.

El documento D06 presenta un dispositivo (párrafo 17) para detectar automáticamente parásitos en fluidos corporales o muestras de tejido, mediante la técnica de la microscopía fluorescente. En este caso se busca la imagen del parásito y se obtienen parámetros geométricos de él (44, 78, 108), así como cromáticos, sobre cuya base una red neuronal decide sobre la presencia de aquel (210-216, 222). También se proporcionan datos sobre su número y especie (párrafo 267).

Adicionalmente, el sistema dispone de un controlador que regula tanto la fuente de luz como la cámara (párrafos 140, 257-259). Dicha fuente puede ser regulada en cuanto al tiempo de exposición (párrafo 27, 147, 157). A pesar de que este documento contendría gran parte de los elementos reivindicados en 11, su campo de aplicación no es el del procesado de filetes de pescado, sino de muestras microscópicas. De hecho, su objetivo es ser una solución rápida y automática que evite la necesidad de recurrir a laboratorios de análisis. La diferencia entre ambos campos es notable, de suerte que el análisis de muestras microscópicas no es extrapolable, ni directamente aplicable, de manera evidente, al procesado industrial de piezas de pescado para el consumo, toda vez que existen importantes diferencias en cuanto a la manipulación (tamaño, instrumentación y espacio requerido) y análisis de muestras (las microscópicas admiten tinciones, laminados o ubicación en portaobjetos, mientras que los filetes deben modificarse lo menos posible y experimentan una preparación muy diferente) en cada caso. En definitiva, los procesos y equipos de un laboratorio de análisis clínicos no son equiparables ni guardan una relación evidente con los de una planta industrial de procesado de pescado. Y es por todo ello que cabe concluir que un experto en la materia no aplicaría o combinaría un sistema como el descrito en D06 para solucionar los problemas técnicos señalados más arriba, si no es mediante el concurso a la actividad inventiva.

El documento D07 propone una técnica que mejora el examen de los sistemas automáticos de inspección visual de objetos, entre ellos filetes de pescado, en concreto para la detección de defectos como la presencia de parásitos. Dicha técnica se basa en configurar la captura de imágenes para que emule los movimientos sacádicos del ojo humano, con el fin de conseguir una captura de imágenes más detallada de aquellas zonas para las que una primera imagen general arroja sospechas de la existencia de parásitos (figura 5). El documento menciona el uso de análisis morfológico para identificar, teniendo en cuenta propiedades como el color, contraste, textura, con posibilidad de utilizar la detección de bordes o la umbralización (columna 8, líneas 13-26), si bien no menciona más detalles en cuanto a la combinación de características en un vector o al uso de iluminación pulsada, conforme se reivindica en 11. Aunque contiene algunos de los elementos necesarios para resolver los problemas b) y c) sin necesidad de actividad inventiva, la falta de detalles sobre el procedimiento impide que se pueda decir que están todos. En consecuencia, no sería posible para un experto en la materia, a partir de D07 o de su combinación con cualquiera de los otros documentos citados en este apartado, dar solución a los problemas técnicos objetivos, sin el concurso a la actividad inventiva.

Por lo tanto, a la luz de los documentos sobre el estado de la técnica antes considerados, la invención reivindicada en 11 es nueva y posee actividad inventiva tal como se establecen ambos requisitos respectivamente en los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes 1986.

#### Reivindicaciones 11 a 20

A la luz de la conclusión alcanzada para 11, y de las relaciones de dependencia de las reivindicaciones 12 a 20 con respecto a ella, se concluye que todas ellas son nuevas y poseen actividad inventiva tal como se establecen ambos requisitos respectivamente en los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes 1986.