

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 835**

51 Int. Cl.:

A61B 8/08 (2006.01)

G06N 20/00 (2009.01)

G06V 10/82 (2012.01)

G06V 10/44 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2020 E 20209071 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2023 EP 3825910**

54 Título: **Método y aparato de análisis inteligente para tumor de hígado**

30 Prioridad:

21.11.2019 TW 108142298

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

03.10.2023

73 Titular/es:

NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY HOSPITAL (25.0%)

No. 7, Zhongshan S. Rd. Zhongzhehg Dist. Taipei City 100, TW;

GOOD LIVER FOUNDATION (25.0%);

NIEN, HSIAO-CHING (25.0%) y

YUAN HIGH-TECH DEVELOPMENT CO. LTD. (25.0%)

72 Inventor/es:

NIEN, HSIAO-CHING;

LIN, TA-HSIANG y

CHOU, PEI-LIEN

74 Agente/Representante:

ÁLVAREZ LÓPEZ, Sonia

ES 2 949 835 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato de análisis inteligente para tumor de hígado

5 La presente invención se refiere a un aparato para analizar un tumor de hígado, más particularmente, a la coordinación de la tomografía acústica por escaneo (SAT) con un algoritmo de aprendizaje profundo para determinar la probabilidad de riesgo de un tumor de hígado maligno, en donde, con una imagen SAT, se obtiene de inmediato una ayuda para un médico o técnico de ultrasonido para determinar la probabilidad de riesgo de malignidad de un tumor de hígado, y además se proporciona una base de referencia para diagnosticar el tipo de tumor de hígado.

10

US2018276821 A1 revela el uso de imágenes de ultrasonido proporcionadas por el usuario de un grupo de casos y el tipo de cáncer de hígado en cada caso como datos de entrenamiento, y un proceso mediante el cual se juzga el tipo de lesión de los datos de entrenamiento.

15 El cáncer de hígado es la cuarta causa de muerte más común en todo el mundo. Las causas más comunes de cáncer de hígado en Asia son los virus de la hepatitis B y C, así como la aflatoxina. El virus de la hepatitis C es una causa común en Estados Unidos y Europa. Los cánceres de hígado causados por la esteatohepatitis, la diabetes y los triglicéridos se han vuelto cada vez más graves.

20 La cirugía es actualmente el método más directo para tratar el cáncer de hígado. Sin embargo, los diagnósticos tempranos de cáncer de hígado y los indicadores pronósticos relacionados con los pacientes después de la cirugía también son muy importantes. Un paciente que tenga confirmado un cáncer de hígado mediante un diagnóstico temprano generalmente tiene más opciones de tratamiento, donde la eficacia del tratamiento se muestra mediante una tasa de supervivencia mejorada de los pacientes. Por lo tanto, la inspección regular, el diagnóstico temprano y el

25 tratamiento son clave para mejorar la calidad de vida y prolongar la tasa de supervivencia de los pacientes.

Además de los diagnósticos tempranos que incluyen pruebas de función hepática, virus de la hepatitis B y C, y alfafetoproteína tipo A, la ecografía abdominal es una prueba importante para enfermedades del hígado, como indican los estudios. Un estudio temprano señaló que las pruebas de sangre del hígado de 1/3 de los pacientes con carcinoma

30 hepatocelular (HCC) pequeño mostraban índices normales para la alfafetoproteína tipo A. La ecografía abdominal debe complementarse para la detección temprana del cáncer de hígado. Además, la ecografía abdominal tiene las ventajas de ser rápida, fácil y no exponer al paciente a radiación, lo que la convierte en una herramienta importante para el cribado del cáncer de hígado.

35 El diagnóstico del cáncer de hígado difiere de los de otros tipos de cáncer. Su confirmación no requiere biopsia, sino que se obtiene directamente a través de diagnóstico por imágenes como la ecografía abdominal, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM), entre otros. Su sensibilidad y especificidad son de 0,78-0,73 y 0,89-0,93, 0,84-0,83 y 0,99-0,91, y 0,83 y 0,88, respectivamente.

40 SAT es conveniente, pero tiene sus propias limitaciones. Por ejemplo, la experiencia del operador, la obesidad del paciente, la presencia de fibrosis o cirrosis hepática, etc., afectan los detalles y la precisión de la información que se puede determinar a partir de una imagen de ultrasonido. Por lo tanto, cuando se detecta malignidad mediante SAT, también se realiza una segunda detección por imágenes, como la tomografía computarizada (TC) o el diagnóstico asistido por resonancia magnética (RM). Sin embargo, estas dos detecciones tienen costos elevados para la atención

45 médica y programaciones de examen prolongadas; y la TC plantea consideraciones sobre una mayor exposición a radiación. Por lo tanto, los antecedentes existentes no satisfacen todas las demandas de los usuarios en el uso real.

El principal objetivo de la presente invención es coordinar SAT con un algoritmo de aprendizaje profundo para determinar la naturaleza de un tumor de hígado, donde el método de la invención es capaz de lograr una tasa de

50 precisión de hasta el 86%, similar a la de la TC o la RM, y así proporciona a los médicos un SAT libre de radiación y seguro para diagnosticar de manera rápida y precisa las categorías de tumores de hígado.

Para lograr el objetivo mencionado anteriormente, la presente divulgación incluye un método de análisis inteligente (IA) para tumores de hígado, que comprende los siguientes pasos: (a) primer paso: proporcionar un dispositivo de

55 tomografía acústica por escaneo (SAT) para escanear un área del hígado de un examinado desde una posición externa y obtener una imagen ultrasónica de un tumor de hígado objetivo del examinado; (b) segundo paso: obtener una pluralidad de imágenes de referencia ultrasónicas existentes de tumores de hígado benignos y malignos; (c) tercer paso: obtener una pluralidad de categorías de tumores de hígado a partir de las imágenes de referencia ultrasónicas existentes en base a las áreas de sombreado y sombras de las imágenes de referencia ultrasónicas existentes para

60 marcar una pluralidad de áreas de píxeles tumorales en las imágenes de referencia ultrasónicas existentes e identificar las categorías de tumores de hígado de las áreas de píxeles tumorales; (d) cuarto paso: obtener las áreas de píxeles

tumorales en las imágenes de referencia ultrasónicas para entrenar un modelo clasificador con la coordinación de un algoritmo de aprendizaje profundo; y (e) quinto paso: procesar un análisis de la imagen ultrasónica del tumor de hígado objetivo del examinado con el modelo clasificador para proporcionar el análisis a un clínico para determinar la categoría del tumor de hígado objetivo y predecir la probabilidad de riesgo de malignidad del tumor de hígado objetivo.

5

La presente invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a los siguientes dibujos en los cuales: Figura 1 es un diagrama de flujo que muestra una realización preferida de un método de análisis inteligente (IA) para tumores de hígado; y la figura 2 es un esquema del aparato utilizado para llevar a cabo el método.

10 Las figuras 1 y 2 muestran un método y un aparato para el análisis inteligente (IA) de tumores de hígado, que comprende los siguientes pasos:

(a) Primer paso 11: Se proporciona un dispositivo de tomografía acústica por escaneo (SAT) para escanear un área del hígado de un examinado desde una posición externa y obtener una imagen ultrasónica de un tumor de hígado objetivo del examinado.

15 (b) Segundo paso 12: Se obtiene una pluralidad de imágenes de referencia ultrasónicas existentes de tumores de hígado benignos y malignos.

(c) Tercer paso 13: Basándose en las áreas de sombreado y sombras de las imágenes de referencia ultrasónicas existentes, se adquieren una pluralidad de categorías de tumores de hígado de las imágenes de referencia ultrasónicas existentes para marcar una pluralidad de áreas de píxeles tumorales en las imágenes de referencia ultrasónicas existentes e identificar las categorías de tumores de hígado de las áreas de píxeles tumorales.

20 (d) Cuarto paso 14: Se utilizan las áreas de píxeles tumorales en las imágenes de referencia ultrasónicas para entrenar un modelo clasificador con la coordinación de un algoritmo de aprendizaje profundo.

(e) Quinto paso 15: Se procesa un análisis de la imagen ultrasónica del tumor de hígado objetivo del examinado con el modelo clasificador para proporcionarlo a un médico para determinar la categoría del tumor de hígado objetivo y predecir la probabilidad de riesgo de malignidad del tumor de hígado objetivo. De este modo, se obtiene y divulga aquí un nuevo método de IA para tumores de hígado, siendo que la invención reivindicada se define en las reivindicaciones. La presente invención utiliza un aparato que comprende un módulo SAT 21 y un módulo de análisis 22.

El módulo SAT 21 tiene una sonda de ultrasonido 20.

30

El módulo de análisis 22 se conecta al módulo SAT 21 y comprende una unidad de captura de imágenes 221, una unidad de almacenamiento de referencia 222, una unidad de control 223, una unidad de marcado de tumores 224, una unidad de clasificación 225, una unidad de comparación 226 y una unidad de generación de informes 227. En él, la unidad de control 223 es una unidad central de procesamiento (CPU) que realiza cálculos, controla operaciones, codifica, decodifica y emite comandos hacia/de la unidad de captura de imágenes 221, la unidad de almacenamiento de referencia 222, la unidad de marcado de tumores 224, la unidad de clasificación 225, la unidad de comparación 226 y la unidad de generación de informes 227.

35

Para su aplicación, la presente invención se lleva a cabo en una computadora. La unidad de control 222 es una unidad central de procesamiento (CPU) de la computadora; la unidad de marcado de tumores 224, la unidad de clasificación 225, la unidad de comparación 226 y la unidad de generación de informes 227 son programas almacenados en un disco duro o una memoria de la computadora; la unidad de captura de imágenes 221 es una interfaz visual digital (DVI) de la computadora; la unidad de almacenamiento de referencia 222 es un disco duro; y la computadora además comprende una pantalla, un ratón y un teclado para operaciones de entrada y salida relacionadas. Alternativamente, la presente invención puede implementarse en un servidor.

40

45

Al utilizar la presente invención, una sonda de ultrasonido 20 de un módulo SAT 21 emite SAT hacia un examinado desde una posición externa correspondiente a un área del hígado para obtener una imagen ultrasonográfica de un tumor hepático objetivo del examinado. Durante el escaneo, un médico puede percibir al menos una imagen de ultrasonido de un tumor sospechoso que se selecciona como imagen ultrasonográfica de un tumor hepático objetivo.

50

Mediante el uso de una unidad de captura de imágenes 221, un módulo de análisis 22 obtiene la imagen ultrasonográfica del tumor hepático objetivo del examinado, donde la imagen se forma mediante la imagen con el módulo SAT 21. Una unidad de almacenamiento de referencia 222 almacena una pluralidad de imágenes de referencia ultrasonográficas existentes de tumores hepáticos benignos y malignos. Un programa se almacena en un módulo de análisis 22, donde, al ejecutar el programa mediante una unidad de control 223, el programa determina una categoría de tumor hepático para un médico y predice una probabilidad de riesgo de malignidad del tumor hepático objetivo. El programa comprende una unidad de marcado de tumores 224, una unidad de clasificación 225, una unidad de comparación 226 y una unidad generadora de informes 227.

55

60

La unidad de marcado de tumores 224 obtiene coeficientes y/o parámetros coordinados con datos empíricos para marcar automáticamente las áreas de píxeles de tumores en las imágenes de referencia ultrasonográficas e identificar una pluralidad de categorías de tumores hepáticos. Por ejemplo, la unidad de marcado de tumores 224 puede procesar el marcado basado en la experiencia médica. La unidad de clasificación 225 obtiene las áreas de píxeles de tumores
5 en las imágenes de referencia ultrasonográficas para procesar el entrenamiento utilizando un algoritmo de aprendizaje profundo y construir un modelo clasificador. La unidad de comparación 226 analiza la imagen ultrasonográfica del tumor hepático objetivo con el modelo clasificador para proporcionar al médico la determinación de la naturaleza del tumor hepático del examinado y predecir además una probabilidad de riesgo de malignidad del tumor hepático objetivo del examinado. Por último, la unidad de comparación 226 determina la categoría de tumor hepático y predice la
10 probabilidad de riesgo de malignidad del tumor hepático por parte del médico para el examinado, para que se ingrese a la unidad generadora de informes 227 y se produzca un informe de diagnóstico que ayuda al médico a determinar la naturaleza del tumor hepático.

Por lo tanto, la presente invención utiliza la amplia experiencia de especialistas en ecografía abdominal como base
15 para marcar un área de píxeles de tumor hepático en una imagen de ultrasonido. Los parámetros y coeficientes de estos datos empíricos se obtienen para procesar el entrenamiento mediante el uso de un algoritmo de aprendizaje profundo y establecer el modelo clasificador con una relación de precisión de hasta el 86 por ciento (%). Por lo tanto, con la imagen de SAT, se obtiene de inmediato una ayuda al médico o técnico de ultrasonido a través de la presente invención para determinar la probabilidad de riesgo de malignidad del tumor hepático y se proporciona una base de
20 referencia adicional para el diagnóstico de la categoría del tumor hepático.

En resumen, la presente divulgación incluye un método de IA para tumor hepático, donde SAT se coordina con un algoritmo de aprendizaje profundo para determinar la probabilidad de riesgo de un tumor hepático maligno; mediante el uso de coeficientes y/o parámetros coordinados con datos empíricos, se marcan áreas de tumor en píxeles en
25 imágenes de ultrasonido de referencia para obtener un modelo clasificador con una precisión de hasta el 86% a través del algoritmo de aprendizaje profundo; y, de esta manera, los médicos son asistidos con SAT libre de radiación y seguro para diagnosticar rápidamente y de manera precisa las categorías de tumores hepáticos.

La realización preferida aquí divulgada no tiene la intención de limitar innecesariamente el alcance de la invención, la
30 cual está definida en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un ordenador adaptado para llevar a cabo el siguiente método: un método de análisis inteligente (IA) para tumores de hígado, que comprende los siguientes pasos:

5 Proporcionar un dispositivo de tomografía acústica de exploración (SAT) que comprende un módulo de SAT (21) y un módulo de análisis (22) para escanear un área del hígado de un examinado (11) desde una posición externa y obtener una imagen ultrasónica de un tumor de hígado objetivo del mencionado examinado mediante una unidad de captura de imágenes (221) del módulo de análisis (22); obtener una pluralidad de imágenes de referencia ultrasónicas existentes de tumores benignos y malignos de hígado (12); obtener una pluralidad de categorías de tumores de hígado a partir de las mencionadas imágenes de referencia ultrasónicas existentes en base a las áreas de sombreado y sombras de las mencionadas imágenes de referencia ultrasónicas existentes para marcar una pluralidad de áreas de píxeles de tumores en las mencionadas imágenes de referencia ultrasónicas existentes e identificar las mencionadas categorías de tumores de hígado de las mencionadas áreas de píxeles de tumores (13) mediante una unidad de marcado de tumores (224) del módulo de análisis (22); obtener las mencionadas áreas de píxeles de tumores en las mencionadas imágenes de referencia ultrasónicas para entrenar un modelo clasificador con la coordinación de un algoritmo de aprendizaje profundo (14) mediante una unidad de clasificación (225) del módulo de análisis (22); y procesar un análisis de la imagen ultrasónica del mencionado tumor de hígado objetivo del mencionado examinado con el mencionado modelo clasificador para proporcionar el mencionado análisis mediante una unidad de comparación (226) del módulo de análisis (22), donde el ordenador está adaptado para determinar una categoría de tumor de hígado y predecir una probabilidad de riesgo de malignidad del mencionado tumor de hígado objetivo.

25 2. El ordenador según la reivindicación 1, en donde dicho módulo de SAT (21) tiene una sonda de ultrasonido para proporcionar una emisión de SAT a un examinado desde una posición externa correspondiente a un área del hígado para obtener una imagen ultrasónica de un tumor de hígado objetivo del mencionado examinado (11).

30 3. El ordenador según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho módulo de análisis (22) comprende una unidad de control (223); una unidad de almacenamiento de referencia (222) conectada con dicha unidad de control; y una unidad generadora de informes (227) conectada con dicha unidad de control (223), en donde la unidad de captura de imágenes (221) está conectada con dicha unidad de control (223); la unidad de marcado de tumores (224) está conectada con dicha unidad de control (223), la unidad de clasificación (225) está conectada con dicha unidad de control (223) y en donde la unidad de comparación (226) está conectada con dicha unidad de control (223).

40 4. El ordenador según la reivindicación 3, en donde dicha unidad de control (223) es una unidad central de procesamiento y procesa cálculos, controles, operaciones, codificación, decodificación y comandos de manejo hacia/desde la unidad de captura de imágenes (221), la unidad de almacenamiento de referencia (222), la unidad de marcado de tumores (224), la unidad de clasificación (225), la unidad de comparación (226) y la unidad generadora de informes (227).

45 5. El ordenador según la reivindicación 3 o 4, en donde dicha unidad de captura de imágenes (221) es una interfaz visual digital (DVI).

6. El ordenador según la reivindicación 3, 4 o 5, en donde dicha unidad de almacenamiento de referencia (222) almacena una pluralidad de imágenes de referencia ultrasonográficas existentes de tumores hepáticos benignos y malignos; y dicha unidad de almacenamiento de referencia es un disco duro.

50 7. El ordenador según cualquiera de las reivindicaciones 3-6, en donde dicha unidad de marcado de tumores (224) obtiene una pluralidad de categorías de tumores hepáticos a partir de las imágenes de referencia ultrasonográficas existentes basándose en las áreas de sombreado y sombreado de dichas imágenes de referencia ultrasonográficas existentes para marcar una pluralidad de áreas de píxeles de tumores en dichas imágenes de referencia ultrasonográficas existentes e identificar dichas categorías de tumores hepáticos de dichas áreas de píxeles de tumores.

8. El ordenador según la reivindicación 7, en donde dicha unidad de marcado de tumores (224) obtiene coeficientes y/o parámetros coordinados con datos empíricos para marcar automáticamente dichas áreas de píxeles de tumores en las imágenes de referencia ultrasonográficas.
- 5 9. El ordenador según cualquiera de las reivindicaciones 3-8, en donde dicha unidad de clasificación (225) obtiene dichas áreas de píxeles de tumores en las imágenes de referencia ultrasonográficas para entrenar un modelo clasificador con la coordinación de un algoritmo de aprendizaje profundo.
- 10 10. El ordenador según cualquiera de las reivindicaciones 3-9, en donde dicha unidad de comparación analiza una imagen ultrasonográfica, que corresponde al tumor hepático objetivo de un examinado y que es obtenida por la unidad de captura de imágenes, con un modelo clasificador que es construido por la unidad de clasificación (225).
- 15 11. El ordenador según cualquier reivindicación anterior, en donde las categorías de tumores hepáticos comprenden categorías de tumores hepáticos benignos y categorías de tumores hepáticos malignos.
- 20 12. Aparato para analizar un tumor hepático, el aparato adaptado para recibir una imagen ultrasonográfica de un tumor hepático objetivo de un examinado; recibir una pluralidad de imágenes de referencia ultrasonográficas existentes de tumores hepáticos benignos y malignos; obtener una pluralidad de categorías de tumores hepáticos a partir de las mencionadas imágenes de referencia ultrasonográficas existentes basadas en las áreas de sombreado y sombreado de las mencionadas imágenes de referencia ultrasonográficas existentes; marcar una pluralidad de áreas de píxeles de tumores en las mencionadas imágenes de referencia ultrasonográficas existentes e identificar las mencionadas categorías de tumores hepáticos de las mencionadas áreas de píxeles de tumores; obtener las mencionadas áreas de píxeles de tumores en las mencionadas imágenes de referencia ultrasonográficas para entrenar un modelo de categorización con la coordinación de un algoritmo de aprendizaje profundo; y procesar un análisis de la imagen ultrasonográfica del mencionado tumor hepático objetivo del mencionado examinado con el mencionado modelo de categorización para proporcionar el mencionado análisis, en el que el aparato está adaptado para determinar una categoría de tumor hepático y predecir una probabilidad de riesgo de malignidad del mencionado tumor hepático objetivo.
- 25
- 30

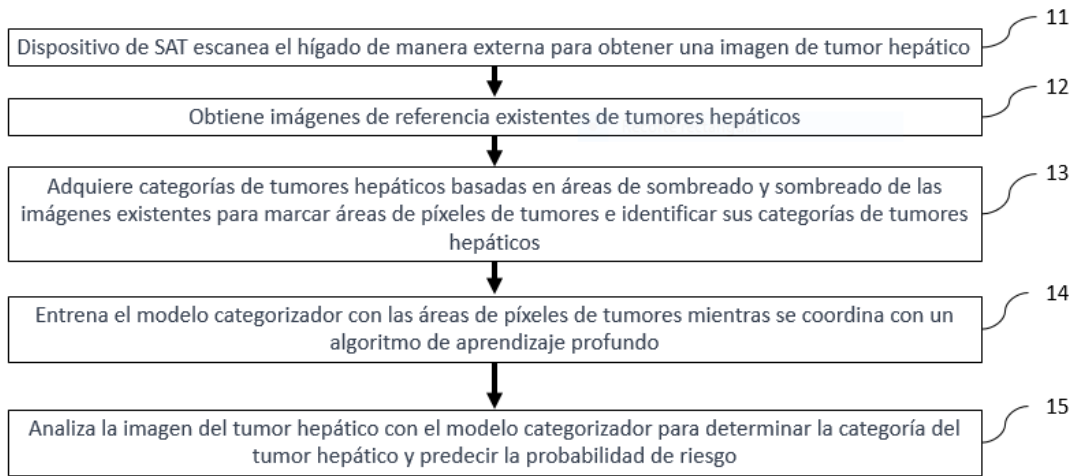


FIG. 1

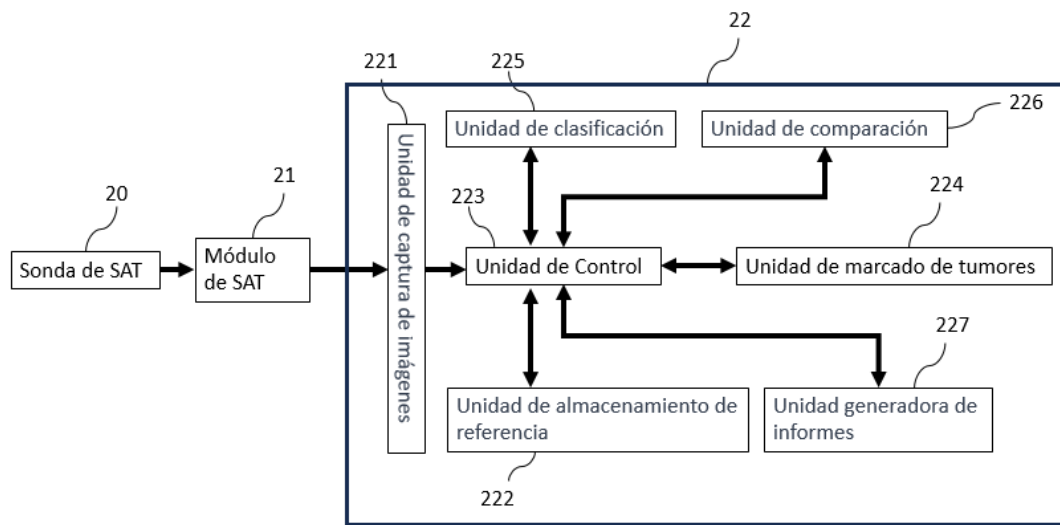


FIG. 2