

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 065**

51 Int. Cl.:

**G06T 7/00** (2007.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

**G16H 50/20** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2019 PCT/KR2019/009844**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2020 WO20032559**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2019 E 19848575 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023 EP 3819912**

54 Título: **Sistema y procedimiento para el diagnóstico de enfermedades mediante red neuronal**

30 Prioridad:

**07.08.2018 KR 20180092011**

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

**16.05.2024**

73 Titular/es:

**DEEP BIO INC. (100.0%)  
(Guro-dong) 1013, 242, Digital-ro, Guro-gu  
Seoul 08394, KR**

72 Inventor/es:

**CHO, JOON YOUNG y  
KIM, SUN WOO**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 969 065 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

Sistema y procedimiento para el diagnóstico de enfermedades mediante red neuronal

## CAMPO TÉCNICO

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de diagnóstico de enfermedades que utiliza una red neuronal y un procedimiento del mismo. Más específicamente, la presente invención se refiere a un sistema y procedimiento que puede diagnosticar una enfermedad predeterminada (por ejemplo, cáncer de próstata), cuando se ingresa una imagen de un tejido biológico, realizando aprendizaje a través de una red neuronal y usando la red neuronal aprendida, y visualizar una parte de tejido diagnosticada como una enfermedad para localizar con precisión la parte de tejido.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 Una de las principales tareas realizadas por patología o un departamento de patología es leer la imagen biométrica de un paciente y realizar un diagnóstico para determinar un estado o síntoma de una enfermedad específica. El diagnóstico como este es un procedimiento que depende de la experiencia y el conocimiento del personal médico capacitado durante un período prolongado de tiempo.

- 15 Recientemente, se han realizado activamente intentos de automatizar tareas como reconocer o clasificar imágenes utilizando un sistema informático debido a los avances en el aprendizaje automático. En particular, se intenta automatizar el diagnóstico realizado por personal médico capacitado utilizando una red neuronal (por ejemplo, un procedimiento de aprendizaje profundo que utiliza una red neuronal convolucional (CNN)), que es un tipo de aprendizaje automático.

- 20 En particular, el diagnóstico mediante aprendizaje profundo utilizando una red neuronal (por ejemplo, CNN) a veces descubre características de factores de enfermedad desconocidos para el personal médico experimentado a partir de una imagen en el sentido de que no simplemente automatiza la experiencia y el conocimiento del personal médico experimentado, sino que descubre factores característicos a través del autoaprendizaje y obtiene la respuesta deseada.

- 25 Generalmente, el diagnóstico de una enfermedad a través de una red neuronal utilizando una imagen biométrica utiliza un trozo de imagen biométrica, es decir, un parche (o también denominado mosaico). Es decir, un médico experto anota el estado de una enfermedad específica (por ejemplo, si se expresa cáncer) con respecto a un mosaico correspondiente y entrena la red neuronal utilizando una pluralidad de mosaicos anotados como datos de entrenamiento. En este caso, se puede utilizar una red neuronal convolucional como red neuronal.

- 30 Sin embargo, en este procedimiento, la red neuronal entrenada determina el estado de una enfermedad de un mosaico correspondiente basándose en las características de la imagen del mosaico. En la práctica, cuando se determina el estado de un tejido biológico específico para una enfermedad específica, hay casos en los que incluso el estado actual de los tejidos alrededor de un tejido biológico específico (por ejemplo, la forma, si existe un patrón específico, etc.) se debe considerar, además del tejido biológico específico en sí. Sin embargo, existe el problema de que el procedimiento convencional no es adecuado en este caso.

- 35 Mientras tanto, en el aprendizaje convencional, el color mismo de una imagen biométrica o un parche se ingresa como dato de entrada. Es decir, en general, los datos de entrada definidos por tres valores de canal de RGB se utilizan tal cual.

- 40 Sin embargo, en este caso, el color de un tejido que se está teñiendo puede ser diferente según las características de un reactivo de tinte utilizado para teñir un tejido biológico correspondiente a la imagen biométrica, y esto puede afectar directamente a una red neuronal entrenada.

En consecuencia, una red neuronal debe entrenarse de una manera más robusta para las características de color no fundamentales según el tinte o similares, no para las características de imagen fundamentales de un tejido.

- 45 Además, cuando se determina para cada parche si se expresa una enfermedad de acuerdo con un resultado del diagnóstico realizado por la unidad de parche y el resultado del diagnóstico realizado por la unidad de parche se visualiza inmediatamente, puede haber un problema en el sentido de que partes distintas al tejido son visualizadas en la práctica. En consecuencia, puede ser necesario un procedimiento de visualización para identificar claramente una parte del tejido diagnosticada como una enfermedad.

## \* Documentos de la técnica anterior

- 50 Patente coreana abierta al público No. 10-2016-0034814 "Dispositivo cliente con red neuronal y sistema que incluye el mismo"

Es conocido implementar un sistema de diagnóstico de enfermedades en un sistema que incluye un procesador y un dispositivo de almacenamiento para almacenar una red neuronal y utilizar una diapositiva, que es una imagen biométrica. Se sabe que la red neuronal puede comprender una red neuronal de parches, un módulo de generación

de mapas de calor, un módulo de generación de máscaras de tejido y un módulo de visualización (MOSQUERA-LÓPEZ CLARA ET AL: "Computer-Aided Prostate Cancer Diagnosis From Digitized Histopathology: A Review on Texture-Based Systems", IEEE REVIEWS IN BIOMEDICAL ENGINEERING, vol. 8 , páginas 98- 113). También se sabe que los campos aleatorios condicionales tienen en cuenta el entorno espacial de un elemento de datos a clasificar (CHUNG AUDREY G ET AL: "Prostate Cancer Detection via a Quantitative Radiomics-Driven Conditional Random Field Framework", IEEE ACCESS, vol. 3 , páginas 2531 - 2541).

## DIVULGACIÓN DE LA INVENCION

### PROBLEMA TÉCNICO

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de visualización para identificar claramente una parte de tejido donde se expresa una enfermedad, y un sistema de diagnóstico que utiliza una red neuronal, que puede realizar el procedimiento.

### SOLUCIÓN TÉCNICA

Para lograr los objetivos anteriores, según un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de diagnóstico de enfermedades para diagnosticar cáncer implementado en un sistema que incluye un procesador y un dispositivo de almacenamiento para almacenar una red neuronal, y que utiliza una diapositiva, que es un imagen biométrica que expresa un tejido biológico, y la red neuronal, comprendiendo el sistema de diagnóstico: una red neuronal de parche para generar un resultado de diagnóstico a nivel de parche que indica si existe una enfermedad en cada uno de los parches predeterminados generados al dividir la diapositiva en un tamaño predeterminado; un módulo de generación de mapas de calor para generar una imagen de mapa de calor a nivel de parche que marca un parche de enfermedad correspondiente a la diapositiva en base al resultado del diagnóstico a nivel de parche de cada uno de la pluralidad de parches incluidos en la diapositiva; un módulo de generación de máscara de tejido para generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva basándose en un modelo de valor de saturación de tono (HSV) correspondiente a la diapositiva; y un módulo de visualización para generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva basándose en la imagen del mapa térmico a nivel de parche y la imagen de máscara de tejido.

El módulo de generación de máscara de tejido genera un primer resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en un espacio S correspondiente a la diapositiva, genera un segundo resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en un espacio de 1-V correspondiente a la diapositiva, y genera una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva en función del primer resultado de binarización y del segundo resultado de binarización. El espacio S correspondiente a la diapositiva es un espacio de saturación de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva. El espacio V correspondiente a la diapositiva es un espacio de valor de brillo de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva. El espacio V también es una matriz configurada de valores de brillo de un canal V. El espacio 1-V es un espacio que resta los valores del canal V de una matriz llena de 1s.

El primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización incluyen un valor binario correspondiente a cada píxel de la diapositiva, en donde el valor binario es 0 o 1, y para cada píxel de la diapositiva, el módulo de generación de máscara de tejido determina un píxel de una imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como un píxel de tejido cuando el valor binario del primer resultado de binarización correspondiente al píxel o el valor binario del segundo resultado de binarización correspondiente al píxel es 1, y determinar el píxel de la imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel es un píxel que no es tejido, de lo contrario.

En una realización, el módulo de visualización puede generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva aplicando un campo aleatorio condicional a la imagen del mapa térmico a nivel de parche y a la imagen de máscara de tejido.

En una realización, en el campo aleatorio condicional, el número de etiquetas puede ser 2, y los píxeles iguales o menores que un umbral específico entre los píxeles incluidos en la imagen del mapa térmico a nivel de parche se pueden convertir a 0.

En una realización, la enfermedad puede ser cáncer de próstata.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para diagnosticar cáncer realizado mediante un sistema de diagnóstico de enfermedades implementado en un sistema que incluye un procesador y un dispositivo de almacenamiento y que utiliza una imagen biométrica que expresa un tejido biológico y una red neuronal, el procedimiento que comprende: una etapa de diagnóstico de generar un resultado de diagnóstico a nivel de parche que indica si existe una enfermedad en cada uno de los parches predeterminados generados dividiendo una diapositiva en un tamaño predeterminado usando la red neuronal, por el sistema de diagnóstico; una etapa de generación de mapa de calor para generar una imagen de mapa de calor a nivel de parche que marca un parche de enfermedad correspondiente a la diapositiva en base al resultado del diagnóstico a nivel de parche de cada uno de la pluralidad de parches incluidos en la diapositiva, por el sistema de diagnóstico; una etapa de generación de máscara de tejido para generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva basándose en un modelo de valor de saturación de tono (HSV) correspondiente a la diapositiva, mediante el sistema de diagnóstico; y una etapa de

visualización para generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva basándose en la imagen del mapa térmico a nivel de parche y la imagen de máscara de tejido, mediante el sistema de diagnóstico.

5 La etapa de generación de máscara de tejido incluye las etapas de: generar un primer resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en un espacio S correspondiente a la diapositiva; generar un segundo resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en un espacio de 1-V correspondiente a la diapositiva; y generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva basándose en el primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización. El espacio S correspondiente a la diapositiva es un espacio de saturación de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva. El espacio V correspondiente a la diapositiva es un espacio de valor de brillo de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva. El espacio V también es una matriz configurada de valores de brillo de un canal V. El espacio 1-V es un espacio que resta los valores del canal V de una matriz llena de 1s.

15 El primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización incluyen un valor binario correspondiente a cada píxel de la diapositiva, en donde el valor binario es 0 o 1, y la etapa de generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva en base al primer resultado de la binarización y el segundo resultado de la binarización incluyen la etapa de determinar, para cada píxel de la diapositiva, un píxel de una imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como píxel de tejido cuando el valor binario del primer resultado de binarización correspondiente al píxel o al binario el valor del segundo resultado de binarización correspondiente al píxel es 1, y en caso contrario se determina el píxel de la imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como un píxel que no es de tejido.

20 En una realización, la etapa de visualización puede incluir la etapa de generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva aplicando un campo aleatorio condicional a la imagen del mapa térmico a nivel de parche y a la imagen de máscara de tejido.

25 En una realización, en el campo aleatorio condicional, el número de etiquetas puede ser 2, y los píxeles iguales o menores que un umbral específico entre los píxeles incluidos en la imagen del mapa térmico a nivel de parche se pueden convertir a 0.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un programa informático instalado en un dispositivo de procesamiento de datos y grabado en un medio para realizar el procedimiento descrito anteriormente.

### EFFECTOS VENTAJOSOS

30 Cuando se proporciona una red neuronal que puede determinar el estado de una enfermedad de un parche específico considerando un macro parche que incluye el parche específico y además incluyendo parches circundantes mientras se realiza el diagnóstico en el parche específico, se produce el efecto de proporcionar una mayor precisión de diagnóstico.

35 Cuando un canal de grises, además de un dato de entrada, es decir, el valor de color original de un parche (por ejemplo, valores de 3 canales RGB), se utiliza adicionalmente como dato de entrada, se produce el efecto de tener una característica robusta a las variaciones según a diversos factores de color, no a las características de la imagen, fundamentales para diagnosticar si se expresa una enfermedad, evitando al mismo tiempo una situación de ignorar características de la imagen relacionadas con una enfermedad expresada por una diferencia de color que puede ocurrir cuando simplemente se usa solo el canal gris.

40 Según la presente invención, existe el efecto de visualizar por separado solo una parte de tejido dentro de un parche que se determina que expresa una enfermedad.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para comprender más suficientemente los dibujos citados en la descripción detallada de la presente invención, se proporciona una breve descripción de cada dibujo.

45 La figura 1 es una vista que muestra una configuración esquemática de un sistema de diagnóstico de enfermedades usando una red neuronal.

La figura 2 es una vista que muestra una configuración lógica de un sistema de diagnóstico de enfermedades que utiliza una red neuronal según una realización de la presente invención.

La figura 3 es una vista que muestra una configuración de hardware de un sistema de diagnóstico de enfermedades que utiliza una red neuronal según una realización de la presente invención.

50 La figura 4 es una vista que muestra una configuración de ejemplo de una red neuronal de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 5 es una vista que muestra una configuración de ejemplo de una red neuronal de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La figura 6a es una vista que muestra un ejemplo de una diapositiva.

La figura 6b es una vista que muestra un ejemplo de un mapa de calor para la diapositiva de la figura 6a.

La figura 6c es una vista que muestra un ejemplo de una imagen de máscara de tejido para la diapositiva de la figura 6a.

5 La figura 6d es una vista que muestra un ejemplo de una imagen como resultado de visualizar una parte diagnosticada como una enfermedad.

### MEJOR MODO PARA REALIZAR LA INVENCION

10 Como la presente invención puede aplicar varias modificaciones y tener varias realizaciones, se ilustrarán realizaciones específicas en los dibujos y se describirán en detalle en la descripción detallada. Al describir la presente invención, cuando se determine que la descripción detallada de una tecnología conocida relacionada puede oscurecer el objeto de la presente invención, se omitirá la descripción detallada.

Aunque se pueden usar términos tales como primero, segundo y similares para describir diversos componentes, los componentes no deben estar limitados por los términos. Estos términos sólo se utilizan con el fin de distinguir un componente de los demás.

15 Los términos utilizados en la presente solicitud solo se usan para describir realizaciones específicas y no pretenden limitar la presente invención. Las expresiones en singular incluyen expresiones en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

20 En esta memoria descriptiva, los términos como "comprenden" o "tienen" pretenden designar la presencia de características, números, etapas, acciones, componentes, partes o combinaciones de los mismos descritos en la memoria descriptiva, y debe entenderse que no excluyen la posibilidad de la presencia o adición de una o más características o números, etapas, acciones, componentes, partes o combinaciones de los mismos.

25 Además, en esta memoria descriptiva, cuando cualquier componente "transmite" datos a otro componente, esto significa que el componente puede transmitir los datos directamente a otro componente, o puede transmitir los datos a otro componente a través de al menos otro componente. Por el contrario, cuando un componente "transmite directamente" datos a otro componente, significa que los datos se transmiten del componente a otro componente sin pasar por los otros componentes.

A continuación, la presente invención se describirá en detalle centrándose en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Los mismos números de referencia en cada dibujo indican los mismos elementos.

30 La figura 1 es una vista que muestra una configuración esquemática de un sistema de diagnóstico de enfermedades usando una red neuronal.

35 Con referencia a la figura 1, un sistema de diagnóstico de enfermedades 100 (en adelante, un sistema de diagnóstico) que utiliza una red neuronal según la presente invención puede instalarse en un servidor 10 predeterminado para implementar la presente invención. El servidor 10 significa un dispositivo de procesamiento de datos que tiene capacidad informática para implementar la presente invención, y aquellos expertos en la técnica pueden inferir fácilmente que cualquier dispositivo capaz de realizar un servicio específico tal como un ordenador personal, una terminal portátil o similar, como así como un dispositivo de procesamiento de datos al que generalmente puede acceder un cliente a través de una red, puede definirse como servidor.

40 El servidor 10 puede incluir un procesador 11 y un dispositivo de almacenamiento 12 como se muestra en la figura 3. El procesador 11 puede significar un dispositivo informático capaz de controlar un programa 12-1, y el procesador 11 puede realizar un diagnóstico utilizando el programa 12-1 y una red neuronal 12-2. La red neuronal 12-2 puede incluir una red neuronal de parche que realiza un diagnóstico a nivel de parche como se describe a continuación.

45 El dispositivo de almacenamiento 12 puede significar un medio de almacenamiento de datos capaz de almacenar el programa 12-1 y la red neuronal 12-2, y puede implementarse como una pluralidad de medios de almacenamiento según ejemplos de implementación. Además, el dispositivo de almacenamiento 12 puede significar un dispositivo de almacenamiento temporal o una memoria que puede incluirse en el procesador 11, así como un dispositivo de memoria principal o similar incluido en el servidor 10.

50 Aunque se muestra en la figura 1 o 3 que el sistema de diagnóstico 100 se implementa como cualquier dispositivo físico, los expertos en la técnica pueden inferir fácilmente que el sistema de diagnóstico 100 se puede implementar combinando orgánicamente una pluralidad de dispositivos físicos según sea necesario.

En esta memoria descriptiva, cuando se describe que el sistema de diagnóstico 100 realiza diagnóstico, puede significar una serie de procesos para recibir una imagen biométrica que expresa un tejido biológico, es decir, todo la diapositiva o un parche que es una parte de la diapositiva, y generar datos de salida definidos en esta memoria

descriptiva.

Según una realización de la presente invención, el sistema de diagnóstico 100 puede realizar un diagnóstico a nivel de parche. El diagnóstico a nivel de parche puede significar dividir la diapositiva en parches y diagnosticar si una enfermedad se expresa o no en los parches divididos. En consecuencia, el sistema de diagnóstico 100 puede recibir una entrada para cada parche de la diapositiva y generar una salida independientemente de que una enfermedad se exprese o no en un parche correspondiente. Naturalmente, se puede entrenar una red neuronal para este fin para implementar el sistema de diagnóstico 100.

Mientras tanto, la red neuronal que realiza el diagnóstico a nivel de parche puede realizar el diagnóstico considerando además los parches circundantes de un parche correspondiente, en lugar de realizar el diagnóstico utilizando únicamente el parche correspondiente. ha sido divulgado en detalle en la solicitud de patente coreana presentada por el solicitante de la presente invención (número de solicitud 10-2016-0168176, un sistema y procedimiento para diagnosticar enfermedades utilizando una red neuronal, en lo sucesivo denominada "solicitud anterior"). Mediante la aplicación anterior, se puede mejorar la precisión del diagnóstico cuando las áreas circundantes se consideran juntas, en lugar de cuando el diagnóstico se realiza considerando sólo un área muy estrecha, es decir, un área correspondiente al parche. Además, existe el efecto de determinar con mayor precisión si existe una enfermedad en la diapositiva considerando más características físicas tales como la ubicación, la densidad y el tamaño del grupo de parches en todo la diapositiva, además de las de los parches circundantes de un parche específico.

Mientras tanto, la información de estado generada por el diagnóstico a nivel de parche puede ser información que indique una probabilidad de si una enfermedad específica (por ejemplo, cáncer de un tipo específico) se expresa en un tejido correspondiente al parche. Cuando aparece una probabilidad mayor o igual que un valor de referencia específico (valor umbral), el sistema de diagnóstico 100 puede determinar el parche como un parche en el que se expresa una enfermedad (por ejemplo, cáncer de próstata).

Por supuesto, el sistema de diagnóstico 100 puede proporcionar información que indique un grado de progresión de una enfermedad específica (o una probabilidad correspondiente al grado de progresión), así como si una enfermedad específica se expresa o no, como se divulga en la solicitud anterior. Por ejemplo, cuando la realización descrita se usa para el diagnóstico de cáncer de próstata, el patrón de Gleason o la puntuación de Gleason, que son índices que indican un grado de progresión del cáncer de próstata, pueden incluirse en la salida de información de estado de la red neuronal. Por ejemplo, la puntuación de Gleason tiene un valor de 2 a 5, y un número mayor indica un mayor grado de expresión del cáncer de próstata. En consecuencia, la información de estado puede significar una probabilidad de que un tejido biológico correspondiente a un parche a diagnosticar corresponda a un valor específico (por ejemplo, 3, 4 o 5) de la puntuación de Gleason.

Puede haber una pluralidad de información de estado. Por ejemplo, la información del primer estado puede indicar una probabilidad de que la puntuación de Gleason sea 3, la información del segundo estado puede indicar una probabilidad de que la puntuación de Gleason sea 4, y la información del tercer estado puede indicar una probabilidad de que la puntuación de Gleason sea 5, y todos los canales de estado correspondientes a la primera información de estado, la segunda información de estado y la tercera información de estado pueden definirse en una capa de salida. Según las implementaciones, se puede definir información de estado que indique una probabilidad de que la puntuación de Gleason tenga un intervalo predeterminado (por ejemplo, de 3 a 5, de 4 a 5, etc.). Es decir, una información de estado puede corresponder a una pluralidad de índices que expresan un estado de progresión de una enfermedad.

En este caso, la red neuronal puede determinar que el parche es un parche de enfermedad, es decir, un parche expresado por una enfermedad, cuando la información de estado que tiene una puntuación de Gleason de 3 o más es igual o mayor que un valor umbral predeterminado.

Mientras tanto, el valor umbral utilizado por la red neuronal se puede establecer de diversas formas. Según realizaciones, se pueden utilizar una pluralidad de valores umbral. No hace falta decir que un parche específico puede determinarse como un parche expresado por una enfermedad, es decir, un parche de enfermedad o un parche normal según el valor umbral.

En una realización, puede haber una pluralidad de valores umbral utilizados por la red neuronal y, en este caso, un parche de enfermedad diagnosticado de acuerdo con cada uno de la pluralidad de valores umbral puede variar.

Mientras tanto, el sistema de diagnóstico 100 puede realizar una visualización del resultado del diagnóstico a nivel de parche realizado. En esta memoria descriptiva, la visualización de un resultado de diagnóstico puede significar dar un efecto visual predeterminado a una parte determinada como una enfermedad como resultado de un diagnóstico. El efecto visual puede significar un efecto que puede percibirse con la vista. Por ejemplo, una parte determinada como enfermedad mediante visualización puede expresarse o enfatizarse en un color diferente.

Cuando el sistema de diagnóstico 100 se implementa para ser incluido en un servidor 10 predeterminado, el sistema de diagnóstico 100 puede realizar comunicación con al menos un cliente (por ejemplo, 20, 20-1) accesible al servidor 10. En este caso, el cliente (por ejemplo, 20, 20-1) puede transmitir una imagen biométrica al sistema de diagnóstico

100, y el sistema de diagnóstico 100 puede realizar un diagnóstico sobre la imagen biométrica transmitida. Además, el sistema de diagnóstico 100 puede transmitir un resultado de diagnóstico al cliente (por ejemplo, 20, 20-1).

El sistema de diagnóstico 100 puede realizar un diagnóstico a nivel de parche usando una red neuronal. Por supuesto, primero se puede realizar un proceso de entrenamiento de la red neuronal para realizar el diagnóstico.

5 En consecuencia, el sistema de diagnóstico 100 puede ser un sistema que recibe una red neuronal entrenada como se describe y un programa para realizar el diagnóstico usando la red neuronal desde el exterior y realiza el diagnóstico, o puede ser un sistema que realiza incluso el entrenamiento. Además, el sistema de diagnóstico 100 puede implementarse como un dispositivo dedicado fabricado para implementar la presente invención, no como un dispositivo de procesamiento de datos de uso general. En este caso, también se pueden proporcionar medios para escanear  
10 imágenes biométricas.

Como se divulga en la solicitud anterior, la red neuronal puede tener una característica de realizar diagnóstico en un parche específico considerando no sólo una imagen del propio parche específico para realizar el diagnóstico en el parche específico, sino también considerando incluso una imagen de al menos un parche adyacente al parche específico. A través de esto, se produce el efecto de mejorar la precisión a un nivel muy significativo en el diagnóstico  
15 de una enfermedad que debería considerar no sólo el tejido biológico sino también el estado de los tejidos circundantes del tejido biológico para diagnosticar realmente un tejido biológico correspondiente a un parche específico. Además, cuando una imagen biométrica se divide en varios parches, existe un fuerte efecto sobre la influencia del resultado del diagnóstico que puede ocurrir dependiendo del procedimiento de división de los parches o de la ubicación de un área dividida en el tejido biológico.

20 Por supuesto, como se describió anteriormente, la red neuronal puede no tener las características divulgadas en la solicitud anterior y, en cualquier caso, la red neuronal puede ser una red neuronal entrenada para realizar diagnósticos para cada parche.

En este punto, a diferencia de la técnica anterior, la red neuronal puede recibir además un canal adicional como valor de entrada para cada uno de los píxeles incluidos en el parche. El canal adicional puede ser un valor de gris de cada  
25 píxel. En consecuencia, la red neuronal puede recibir además un canal gris, que es un canal adicional, como entrada además de 3 canales de valores originales (por ejemplo, RGB) de los píxeles incluidos en el parche mientras recibe una entrada para cada parche.

En este caso, puede tener un fuerte efecto cuando el color de una imagen biométrica cambia debido a un factor (por ejemplo, características de una institución de diagnóstico, reactivo de teñido, etc.) no relacionado con las características de la imagen relacionadas con una enfermedad. Por supuesto, puede haber un problema en el sentido  
30 de que información tan importante no se refleja en el aprendizaje cuando las características de la imagen relacionadas con una enfermedad se reflejan en color y se muestran, lo que puede ocurrir cuando solo se usa el canal gris en lugar de simplemente usar un valor original, y este problema puede tener solución.

35 La red neuronal utilizada por el sistema de diagnóstico 100 puede incluir una micro red neuronal y una macro red neuronal.

La micro red neuronal puede significar una red que realiza aprendizaje usando un mosaico específico y realiza una serie de procesos para realizar diagnósticos en el mosaico usando las características de imagen del mosaico mismo.

40 La macro red neuronal puede significar una red que realiza aprendizaje usando no sólo el mosaico sino también un macro mosaico que incluye el mosaico y al menos un mosaico adyacente del mosaico, y realiza una serie de procesos para realizar diagnósticos en el mosaico usando características de imagen de todo el mosaico de macros.

Por lo tanto, la red neuronal puede tener una característica de realizar diagnóstico en un mosaico específico considerando no solo una imagen del mosaico específico en sí para realizar el diagnóstico en el mosaico específico, sino también considerando incluso una imagen de al menos un mosaico adyacente del mosaico específico. A través  
45 de esto, se produce el efecto de mejorar la precisión a un nivel muy significativo en el diagnóstico de una enfermedad que debe considerar no sólo el tejido biológico sino también el estado de los tejidos circundantes del tejido biológico para diagnosticar realmente un tejido biológico correspondiente a una pieza específica. Además, cuando una imagen biométrica se divide en varios mosaicos, existe un fuerte efecto en la influencia del resultado del diagnóstico, que puede ocurrir dependiendo del procedimiento de división de mosaicos o de la ubicación de un área dividida en el tejido biológico.

50 El sistema de diagnóstico 100 puede tener una configuración lógicamente igual a la que se muestra en la figura 2.

La figura 2 es una vista que muestra una configuración lógica de un sistema de diagnóstico de enfermedades que utiliza una red neuronal según una realización de la presente invención.

55 Con referencia a la figura 2, el sistema de diagnóstico 100 puede incluir un módulo de control 110, un módulo de red neuronal 120 en el que se almacena una red neuronal, un módulo de preprocesamiento 130, un módulo de generación de mapa de calor 140, un módulo de generación de máscara de tejido 150 y un módulo de visualización 160. No hace

falta decir que el sistema de diagnóstico 100 puede incluir más componentes según las realizaciones. Por ejemplo, el sistema de diagnóstico 100 puede incluir además un módulo de comunicación (no mostrado) para comunicarse con el cliente (por ejemplo, 20, 20-1).

5 El sistema de diagnóstico 100 puede significar una configuración lógica provista de recursos de hardware y/o software necesarios, y no necesariamente significa un componente físico o un dispositivo. Es decir, el sistema de diagnóstico 100 puede significar una combinación lógica de hardware y/o software, y puede implementarse como un conjunto de componentes lógicos si es necesario instalándolos en dispositivos separados entre sí y realizando sus funciones. Además, el sistema de diagnóstico 100 puede significar un conjunto de componentes implementados por separado para cada función o papel. Por ejemplo, el módulo de control 110, el módulo de red neuronal 120, el módulo de preprocesamiento 130, el módulo de generación de mapas de calor 140, el módulo de generación de máscara de tejido 150 y/o el módulo de visualización 160 pueden estar ubicados en diferentes dispositivos físicos, o pueden estar ubicados en el mismo dispositivo físico. Además, según ejemplos de implementación, combinaciones de software y/o hardware que configuran cada uno del módulo de control 110, el módulo de red neuronal 120, el módulo de preprocesamiento 130, el módulo de generación de mapas de calor 140, el módulo de generación de máscara de tejido 150 y/o el módulo de visualización 160 también puede estar ubicado en diferentes dispositivos físicos, y los componentes ubicados en diferentes dispositivos físicos pueden combinarse orgánicamente entre sí para implementar cada uno de los módulos.

20 Además, en esta memoria descriptiva, un módulo puede significar una combinación funcional o estructural de hardware y software para controlar el hardware. Por ejemplo, los expertos en la técnica pueden inferir fácilmente que el módulo puede significar un código predeterminado y una unidad lógica de recursos de hardware para ejecutar el código predeterminado, y no necesariamente significa un código conectado físicamente o un único tipo de hardware.

25 El módulo de control 110 puede controlar las funciones y/o recursos de los otros componentes (por ejemplo, el módulo de red neuronal 120, el módulo de preprocesamiento 130, el módulo de generación de mapas de calor 140, el módulo de generación de máscara de tejido 150, el módulo de visualización 160, etc.) incluido en el sistema de diagnóstico 100.

30 El módulo de control 110 puede realizar un diagnóstico a nivel de parche utilizando la red neuronal almacenada en el módulo de red neuronal 120. Como se describió anteriormente, el diagnóstico a nivel de parche se puede implementar a través de una red neuronal basada en aprendizaje profundo como se describió anteriormente. Es decir, bajo el control del módulo de control 110, la red neuronal puede generar un resultado de diagnóstico a nivel de parche que indique si existe una enfermedad en cada uno de los parches predeterminados generados al dividir la diapositiva en un tamaño predeterminado.

La red neuronal puede significar un conjunto de información que expresa una serie de elementos de diseño que definen la red neuronal. En esta memoria descriptiva, la red neuronal puede ser una red neuronal convolucional.

35 Como es bien sabido, la red neuronal convolucional puede incluir una capa de entrada, una pluralidad de capas ocultas y una capa de salida. Cada una de la pluralidad de capas ocultas puede incluir una capa de convolución y una capa de agrupación (o capa de submuestreo).

La red neuronal convolucional puede definirse mediante funciones, filtros, avances, factores de ponderación o similares para definir cada una de estas capas. Además, la capa de salida se puede definir como una capa de alimentación directa completamente conectada.

40 Los detalles del diseño de cada capa que constituye la red neuronal convolucional son ampliamente conocidos. Por ejemplo, se pueden usar funciones conocidas o funciones definidas por separado para el número de capas que se incluirán en la pluralidad de capas y para cada una de una función de convolución, una función de agrupación y una función de activación para definir la pluralidad de capas.

45 Según una realización de la presente invención, la red neuronal que realiza el diagnóstico a nivel de parche utiliza una red densa conocida y, en este punto, puede diseñarse para considerar parches vecinos, así como un parche específico a diagnosticar, como se describe en la solicitud anterior. Además, se pueden usar varias redes neuronales y, en cualquier caso, la red neuronal se puede definir para recibir un parche específico como entrada y generar un valor de característica correspondiente a la probabilidad de expresar una enfermedad del parche específico.

50 El módulo de control 110 puede recibir datos de entrada, es decir, entradas para cada parche, para la red neuronal almacenada en el módulo de red neuronal 120, es decir, una red neuronal entrenada. En este punto, se puede ingresar un valor obtenido sumando un valor de canal gris al valor original como se describió anteriormente. No hace falta decir que el valor del canal de grises se puede obtener convirtiendo un valor de píxel en un valor de grises. Además, se pueden generar datos de salida, es decir, un valor de característica correspondiente a la probabilidad de expresar una enfermedad correspondiente al parche, realizando operaciones definidas por la red neuronal. Además, según las realizaciones, el módulo de control 110 puede generar si una enfermedad se expresa en un parche correspondiente según si el valor de la característica es un valor umbral predeterminado en aras del diagnóstico a nivel de diapositiva que se describe a continuación.

El módulo de red neuronal 120 puede almacenar una red neuronal. La red neuronal puede significar un conjunto de información que expresa una serie de elementos de diseño que definen la red neuronal. En esta memoria descriptiva, la red neuronal puede ser una red neuronal convolucional.

5 Como es bien sabido, la red neuronal convolucional puede incluir una capa de entrada, una pluralidad de capas ocultas y una capa de salida. Cada una de la pluralidad de capas ocultas puede incluir una capa de convolución y una capa de agrupación (o capa de submuestreo).

La red neuronal convolucional puede definirse mediante funciones, filtros, avances, factores de ponderación o similares para definir cada una de estas capas. Además, la capa de salida se puede definir como una capa de alimentación directa completamente conectada.

10 Los detalles del diseño de cada capa que constituye la red neuronal convolucional son ampliamente conocidos. Por ejemplo, se pueden usar funciones conocidas o funciones definidas por separado para el número de capas que se incluirán en la pluralidad de capas y para cada una de una función de convolución, una función de agrupación y una función de activación para definir la pluralidad de capas.

15 Un ejemplo de función de convolución es una suma de convolución discreta. Como ejemplo de la función de agrupación, se puede utilizar la agrupación máxima, la agrupación promedio o similares. Un ejemplo de función de activación puede ser una sigmoide, una tangente hiperbólica (tanh), una unidad lineal rectificadora (ReLU) o similares.

Cuando se definen los elementos de diseño de la red neuronal convolucional, la red neuronal convolucional cuyos elementos de diseño están definidos puede almacenarse en el dispositivo de almacenamiento. Además, cuando se entrena la red neuronal convolucional, se puede especificar un factor de ponderación correspondiente a cada capa.

20 Es decir, aprender la red neuronal convolucional puede significar un proceso de determinación de los factores de ponderación de cada capa. Además, cuando se entrena la red neuronal convolucional, la red neuronal convolucional entrenada puede recibir datos de entrada para la capa de entrada y generar datos de salida a través de la capa de salida previamente definida.

25 La red neuronal según una realización de la presente invención se puede definir seleccionando uno cualquiera o una pluralidad de elementos de diseño ampliamente conocidos como se describió anteriormente, o se pueden definir elementos de diseño independientes para la red neuronal.

El módulo de control 110 puede introducir datos de entrada en la red neuronal almacenada en el módulo de red neuronal 120, es decir, una red neuronal entrenada. Además, puede generar datos de salida realizando las operaciones definidas por la red neuronal.

30 El módulo de preprocesamiento 130 puede realizar un preprocesamiento de una imagen biométrica necesaria antes de realizar el diagnóstico usando una red neuronal. Por ejemplo, el preprocesamiento de la imagen biométrica puede incluir un proceso de mosaico de la imagen biométrica (es decir, diapositiva) en mosaicos (parches) de un tamaño predefinido, y los expertos en la técnica pueden inferir fácilmente que se puede realizar el procesamiento de imágenes apropiado como necesario de una manera adecuada para la red neuronal.

35 Mientras tanto, la red neuronal tiene la característica técnica de incluir una micro red neuronal y una macro red neuronal como se describió anteriormente. Este ejemplo se describirá en detalle con referencia a la figura 4.

La figura 4 es una vista que muestra la configuración de una red neuronal de acuerdo con una realización de la presente invención.

Con referencia a la figura 4, una red neuronal 200 incluye una micro red neuronal y una macro red neuronal.

40 La micro red neuronal incluye una pluralidad de capas 210 y una capa de salida 230. La pluralidad de capas 210 incluye una capa de entrada 211 y una pluralidad de capas ocultas 212.

La macro red neuronal incluye una pluralidad de capas 220 y una capa de salida 230. La pluralidad de capas 220 incluye una capa de entrada 221 y una pluralidad de capas ocultas 222.

45 La micro red neuronal está definida para recibir un mosaico específico 30 y generar un resultado de diagnóstico del mosaico específico, es decir, datos de salida definidos en la capa de salida 230.

Además, la macro red neuronal está definida para recibir un macro mosaico 40 que incluye el mosaico específico 30 y al menos un mosaico adyacente del mosaico específico 30, y generar un resultado de diagnóstico del mosaico específico.

50 Es decir, la red neuronal 200 puede generar un resultado de diagnóstico considerando incluso las características de imagen de mosaicos adyacentes del mosaico 30 específico, además de las características de imagen del mosaico 30 específico, para generar el resultado de diagnóstico del mosaico 30 específico.

Aunque el macro mosaico 40 en la figura 4 muestra un ejemplo del uso de mosaicos de 3×3 rodeando un mosaico, no hace falta decir que son posibles varias realizaciones.

5 La capa de salida 230 puede recibir datos de salida de cada una de una primera capa inmediatamente anterior 212-1, que es una capa inmediatamente anterior a la capa de salida 230 incluida en la micro red neuronal, y una segunda capa inmediatamente anterior 222-1, que es una capa inmediatamente antes de la capa de salida 230 incluida en la macro red neuronal, y genera datos de salida definidos en la capa de salida 230. La primera capa inmediatamente anterior 212-1, la segunda capa inmediatamente anterior 222-1 y la capa de salida 230 pueden estar completamente conectadas.

10 Como función de avance que define la capa de salida 230, se puede usar cualquiera entre varias funciones que generan datos de salida a través de la capa de salida 230 como resultado de una entrada de datos de entrada para la capa de entrada y que pasan a través de la red neuronal 200.

15 Como resultado, para realizar el diagnóstico en el mosaico 30 específico, la red neuronal 200 se entrena para generar datos de salida de la capa de salida 230 correspondientes a valores de anotación de una pluralidad de datos de entrenamiento, considerando tanto las características de imagen del mosaico específico 30 como los valores de anotación de una pluralidad de datos de entrenamiento. mosaico 30 y las características de imagen del mosaico macro 40, incluido el mosaico específico 30.

Es decir, se utiliza una pluralidad de datos de entrenamiento para entrenar la red neuronal 200, y la pluralidad de datos de entrenamiento puede incluir un par de un mosaico específico 30 y un macro mosaico 40. Además, el macro mosaico 40 también puede realizar aprendizaje utilizando información de anotación del mosaico específico 30.

20 Luego, la red neuronal 200 será entrenada para generar datos de salida correspondientes a la información de anotación del mosaico específico 30 considerando tanto las características de imagen del mosaico específico 30 como del macro mosaico 40.

25 Luego, cuando la red neuronal entrenada 200 recibe un mosaico objetivo a diagnosticar y un mosaico macro correspondiente al mosaico objetivo como datos de entrada de la micro red neural y la red neuronal macro, puede generar un resultado de diagnóstico del mosaico objetivo, es decir, datos de salida de la capa de salida 230.

30 Como se muestra en la figura 4a, la capa de salida 230 puede generar un resultado de diagnóstico del parche específico 30 a diagnosticar como datos de salida. El resultado del diagnóstico puede incluir al menos información sobre el estado de una enfermedad del parche 30 específico. La información sobre el estado de una enfermedad puede significar simplemente información sobre si una enfermedad específica se expresa en un parche 30 específico (o un valor de probabilidad). Sin embargo, dependiendo del tipo de enfermedad, la información sobre el estado de una enfermedad puede incluir información que indique un grado de progresión de la enfermedad más específicamente.

35 Como se describe en la solicitud anterior, la capa de salida puede diseñarse para generar diversa información adicional, además de simplemente generar si una enfermedad se expresa o no. Por ejemplo, puede incluir información que indique un grado de progresión de una enfermedad y/o información de un factor relacionado que indique un grado de expresión de un factor relacionado con el valor del canal de estado. Dado que esto se describe en detalle en la solicitud anterior, se omitirá la descripción detallada del mismo.

Cuando la red neuronal 200 mostrada en la figura 4a se usa, aunque no se muestra en la figura 4a, no hace falta decir que puede haber una capa que recibe los datos de salida de la capa de salida 230 y genera un valor de característica correspondiente a la probabilidad de expresar una enfermedad de un parche finalmente ingresado.

40 Alternativamente, como se muestra en la figura 4b, la red neuronal puede diseñarse para tener una capa 240 para generar un valor de característica correspondiente a la probabilidad de expresar una enfermedad del parche de entrada en sustitución de la capa que genera una pluralidad de canales de estado y un canal de factor relacionado como se muestra en la figura 4a.

45 Según otra realización de la presente invención, la red neuronal para diagnóstico a nivel de parche puede diseñarse para tener una única ruta en lugar de un procedimiento que tenga dos rutas (rutas de una micro red y una macro red) como se muestra en la figura 4. Este ejemplo puede ser como se muestra en la figura 5.

La figura 5 es una vista que muestra una configuración de ejemplo de una red neuronal de acuerdo con otra realización de la presente invención.

50 Con referencia a la figura 5, como se describió anteriormente, se puede definir una red neuronal para recibir una entrada del parche y determinar si una enfermedad se expresa en el parche de entrada. En este punto, como se muestra en la figura, la red neuronal puede recibir datos de 4 canales (por ejemplo, canales RGB y Gris).

Como se muestra en la figura 5, los datos de entrada se pueden definir para que pasen a través de una capa de convolución y una pluralidad de capas por agrupación máxima y para generar datos de salida, es decir, si el parche de entrada es un parche de enfermedad. Una red neuronal de este tipo puede ser una red neuronal que utilice un

modelo de red densa conocido. Además, en este punto, se puede ver que, en comparación con el modelo denso original, se agrega convolución  $1 \times 1$  a la red neuronal y existe el efecto de confirmar un mapa de características interno. Además, aunque se utiliza una función sigmoidea como función de activación, se pueden utilizar varias funciones de activación.

5 Los expertos en la técnica pueden deducir fácilmente que se puede definir una red neuronal que realice diagnósticos a nivel de parche de varias otras maneras.

Por otro lado, según la presente invención, sólo se pueden identificar y visualizar partes de tejido dentro de un parche que se determina que expresa una enfermedad, y esto se describirá a continuación con más detalle.

10 Con referencia a la figura 2 nuevamente, el módulo de generación de mapas de calor 140 puede generar una imagen de mapa de calor a nivel de parche correspondiente a la diapositiva en base al resultado del diagnóstico de parches de cada uno de la pluralidad de parches incluidos en la diapositiva.

15 El módulo de generación de mapas de calor 140 puede marcar un parche de enfermedad según el resultado del diagnóstico de cada parche. En el diagnóstico a nivel de parche, dado que cada parche se clasifica según si hay o no una enfermedad, el parche de enfermedad completo puede marcarse como una enfermedad. El módulo de generación de mapas de calor 140 puede generar un mapa de calor para la diapositiva como se muestra en la figura 6a. Por ejemplo, el módulo de generación de mapas de calor 140 puede generar un mapa de calor como se muestra en la figura 6b. Como se muestra en la figura 6b, cuando el resultado de un diagnóstico a nivel de parche se visualiza en forma de mapa de calor, una parte de la enfermedad se muestra en forma de cuadrícula.

20 Mientras tanto, el módulo de generación de máscara de tejido 150 puede generar una imagen de máscara de tejido para la diapositiva. Por ejemplo, el módulo de generación de máscara de tejido 150 puede generar una imagen de máscara de tejido como se muestra en la figura 6c.

El procedimiento para generar una imagen de máscara de tejido mediante el módulo de generación de máscara de tejido 150 tiene las siguientes características.

25 Describiéndolo más específicamente, es el siguiente. El módulo de generación de máscara de tejido 150 puede generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva basándose en un modelo de valor de tono-saturación (HSV) correspondiente a la diapositiva.

30 En una realización, el módulo de generación de máscara de tejido 150 puede generar un primer resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en el espacio S correspondiente a la diapositiva. En este punto, el espacio S correspondiente a la diapositiva es un espacio configurado de valores de saturación de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva.

El módulo de generación de máscara de tejido 150 puede utilizar el Umbral de Otsu como procedimiento de binarización de imágenes. El Umbral de Otsu es una técnica de umbralización de imágenes basada en agrupaciones que se utiliza en el campo de la visión por computadora o el procesamiento de imágenes.

35 Además, el módulo de generación de máscara de tejido 150 puede generar un segundo resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en el espacio de 1-V correspondiente a la diapositiva. En este punto, el espacio V correspondiente a la diapositiva es un espacio configurado de valores de brillo de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva (es decir, que tiene un tamaño de  $w \times h$ , una matriz configurada de los valores de brillo del canal V ( $w$  es el ancho de la imagen,  $h$  es la altura de la imagen)), y el espacio 1-V puede ser un espacio que resta los valores del canal V de una matriz que tiene un tamaño de  $w \times h$  y está llena de unos.

40 Mientras tanto, el módulo de generación de máscara de tejido 150 puede generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva basándose en el primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización.

45 El primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización pueden incluir un valor binario (es decir, 0 o 1) correspondiente a cada píxel de la diapositiva, y para cada píxel de la diapositiva, el módulo de generación de máscara de tejido 150 puede generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva determinando un píxel de una imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como un píxel de tejido (un píxel correspondiente al tejido) cuando el valor binario del primer resultado de binarización correspondiente al píxel o el valor binario del segundo resultado de binarización correspondiente al píxel es 1, y determinar el píxel de la imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como un píxel no tejido (un píxel que no corresponde a un tejido) en caso contrario (es decir, cuando el valor binario es 0). En resumen, el módulo de generación de máscara de tejido 150 puede generar una imagen de máscara de tejido a través de una operación OR entre el resultado de la binarización de la imagen para el espacio S y el resultado de la binarización de la imagen para el espacio 1-V.

55 Mientras tanto, el módulo de visualización 160 puede generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva basándose en la imagen del mapa térmico a nivel de parche y la imagen de máscara de tejido. Por ejemplo, el módulo de visualización 160 puede generar una imagen de visualización de

diagnóstico de enfermedad como se muestra en la figura 6d.

5 En una realización, el módulo de visualización 160 puede generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva aplicando un campo aleatorio condicional a la imagen del mapa térmico a nivel de parche y a la imagen de máscara de tejido. En particular, el campo aleatorio condicional puede caracterizarse porque el número de etiquetas es 2 y los píxeles iguales o menores que un umbral específico entre los píxeles incluidos en la imagen del mapa térmico a nivel de parche se convierten a 0.

Describiéndolo con más detalle, es el siguiente.

10 El módulo de visualización 160 puede recibir una imagen de tejido original (es decir, un diapositiva o un parche), una imagen de máscara de tejido generada por el módulo de generación de máscara de tejido 150 y una imagen de mapa de calor a nivel de parche generada por el módulo de generación de mapa de calor 140. Describir el tamaño de cada valor de entrada, dado que la imagen del tejido original es RGB de 3 canales, su tamaño es  $w \times h \times 3$ , el tamaño de la imagen de la máscara de tejido es  $w \times h$  y el tamaño de la imagen del mapa de calor a nivel de parche. también es ancho x alto. Mientras tanto, el módulo de visualización 160 puede convertir la imagen de mapa térmico a nivel de parche de ancho x alto en ancho x alto x 2. En este punto,  $w \times h \times [0]$  contiene la imagen del mapa de calor a nivel de parche original, y  $w \times h \times [1]$  contiene cada valor de píxel de una imagen de mapa de calor a nivel de parche. Luego, softmax se toma como dimensión = 3 para construir un espacio de probabilidad en el que cada píxel expresa una enfermedad (por ejemplo, cáncer de próstata), y como la forma de una imagen de tejido real se ve afectada y transformada por el algoritmo CRF de acuerdo con esta probabilidad, la imagen de la enfermedad se puede visualizar para que coincida con la forma del tejido real.

20 En particular, en una realización preferida de la presente invención, el módulo de generación de máscara de tejido 150 puede visualizar con mucha precisión una parte diagnosticada como una enfermedad en la diapositiva aplicando simultáneamente el procedimiento de generar una imagen de máscara de tejido a través de una operación OR entre el resultado de binarización de la imagen. para el espacio S y el resultado de la binarización de la imagen para el espacio 1-V, y el procedimiento de aplicación del campo aleatorio condicional.

25 Comparando la figura 6d, que es un ejemplo de un resultado de visualización final, con la figura 6b, que es un mapa de calor en forma de cuadrícula, se puede ver que la forma de la figura 6d es mucho más bonita.

Mientras tanto, el procedimiento de visualización de resultados de diagnóstico según la presente invención también se puede aplicar a un resultado de diagnóstico de un procedimiento de clasificación general en el que el resultado de diagnóstico se deriva del parche. Aunque incluso las partes que no son un tejido se muestran como una enfermedad en el caso de la clasificación de unidades de parche (ver la figura 6a), existe el efecto de distinguir claramente solo una parte del tejido diagnosticada como una enfermedad de otras partes aplicando el resultado del diagnóstico. procedimiento de visualización según la presente invención.

35 Mientras tanto, aunque en esta memoria descriptiva se ha descrito principalmente un ejemplo de aplicación de la presente invención al cáncer de próstata, los expertos en la técnica pueden inferir fácilmente que el diagnóstico preciso y la visualización de un resultado de diagnóstico son posibles cuando la presente invención se aplica a otras enfermedades que es necesario que el diagnóstico se realice en un tejido específico considerando el estado de los tejidos circundantes del tejido, así como el tejido específico.

Mientras tanto, según ejemplos de implementación, el sistema de diagnóstico 100 puede incluir un procesador y una memoria para almacenar programas ejecutados por el procesador. El procesador puede incluir CPU de un solo núcleo o CPU de múltiples núcleos. La memoria puede incluir memoria de acceso aleatorio de alta velocidad y puede incluir uno o más dispositivos de memoria no volátil tales como dispositivos de almacenamiento en disco magnético, dispositivos de memoria flash y otros dispositivos de memoria de estado sólido no volátil. El acceso a la memoria por parte del procesador y otros componentes puede controlarse mediante un controlador de memoria.

45 Mientras tanto, el procedimiento de diagnóstico a través de una red neuronal según una realización de la presente invención puede implementarse en forma de un comando de programa legible por computadora y almacenarse en un medio de grabación legible por ordenador, y programas de control y programas objetivo según una realización. de la presente invención también pueden almacenarse en el medio de grabación legible por ordenador. El medio de grabación legible por ordenador incluye todo tipo de dispositivos de grabación para almacenar datos que pueden ser leídos por un sistema informático.

50 Los comandos de programa grabados en el medio de grabación pueden diseñarse y configurarse especialmente para la presente invención, o pueden ser conocidos y utilizados por aquellos expertos en el campo del software.

Ejemplos de medios de grabación legibles por ordenador incluyen medios magnéticos tales como discos duros, disquetes y cintas magnéticas, medios ópticos tales como CD-ROM y DVD, medios magnetópticos tales como discos ópticos y dispositivos de hardware especialmente configurados para almacenar y ejecutar programas. comandos, como ROM, RAM, memoria flash y similares. Además, el medio de grabación legible por ordenador puede distribuirse en sistemas informáticos conectados a través de una red para almacenar y ejecutar códigos legibles por ordenador de manera distribuida.

Ejemplos de instrucciones de programa incluyen códigos de lenguaje de alto nivel que pueden ejecutarse mediante un dispositivo que procesa electrónicamente información usando un intérprete o similar, por ejemplo, un ordenador, así como códigos de lenguaje de máquina tales como los producidos por un compilador.

5 El dispositivo de hardware descrito anteriormente puede configurarse para ejecutarse como uno o más módulos de software para realizar la operación de la presente invención, y viceversa.

La descripción anterior de la presente invención tiene fines ilustrativos. Por ejemplo, cada componente descrito como una forma única puede implementarse de manera distribuida, y de la misma manera, los componentes descritos como distribuidos también pueden implementarse de forma combinada.

#### **APLICABILIDAD INDUSTRIAL**

10 La presente invención se puede utilizar en "un sistema y procedimiento para diagnosticar una enfermedad utilizando una red neuronal".

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de diagnóstico de enfermedades (100) para diagnosticar cáncer implementado en un sistema que incluye un procesador (11) y un dispositivo de almacenamiento (12) para almacenar una red neuronal (200), y que utiliza una diapositiva, que es una imagen biométrica que expresa un tejido biológico, y la red neuronal (200); comprendiendo el sistema de diagnóstico (100):
- 5 una red neuronal de parche para generar un resultado de diagnóstico a nivel de parche que indica si existe una enfermedad en cada uno de los parches predeterminados generados dividiendo la diapositiva en un tamaño predeterminado;
- 10 un módulo de generación de mapas de calor (140) para generar una imagen de mapa de calor a nivel de parche que marca un parche de enfermedad correspondiente a la diapositiva en base al resultado del diagnóstico a nivel de parche de cada uno de la pluralidad de parches incluidos en la diapositiva;
- un módulo de generación de máscara de tejido (150) para generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva basándose en un modelo HSV de valor de saturación de tono correspondiente a la diapositiva; y
- 15 un módulo de visualización (160) para generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva basándose en la imagen del mapa térmico a nivel de parche y la imagen de máscara de tejido;
- caracterizado por que** el módulo de generación de máscara de tejido (150) genera un primer resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en un espacio S correspondiente a la diapositiva, genera un segundo resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en un espacio de 1-V correspondiente a la diapositiva, y genera un tejido enmascarar la imagen correspondiente a la diapositiva en función del primer resultado de binarización y del segundo resultado de binarización;
- 20 en el que el espacio S correspondiente a la diapositiva es un espacio de saturación de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva;
- 25 en el que el espacio V correspondiente a la diapositiva es un espacio de valores de brillo de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva;
- en el que el espacio V es una matriz configurada con valores de brillo de un canal V, y el espacio 1-V es un espacio que resta los valores del canal V de una matriz llena de 1s;
- 30 en el que el primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización incluyen un valor binario correspondiente a cada píxel de la diapositiva;
- en el que el valor binario es 0 o 1; y
- 35 en el que para cada píxel de la diapositiva, el módulo de generación de máscara de tejido (150) determina un píxel de una imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como píxel de tejido cuando el valor binario del primer resultado de binarización correspondiente al píxel o el valor binario del segundo resultado de binarización correspondiente al píxel es 1, y en caso contrario determina el píxel de la imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como un píxel que no es de tejido.
2. El sistema (100) según la reivindicación 1, en el que el módulo de visualización (160) genera una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva aplicando un campo aleatorio condicional a la imagen del mapa térmico a nivel de parche y a la imagen de máscara de tejido.
- 40 3. El sistema (100) según la reivindicación 2, en el que en el campo aleatorio condicional, el número de etiquetas es 2, y los píxeles iguales o menores que un umbral específico entre los píxeles incluidos en la imagen del mapa de calor a nivel de parche se convierten a 0.
4. El sistema (100) según la reivindicación 1, en el que la enfermedad es cáncer de próstata.
5. Un procedimiento realizado por un sistema de diagnóstico de enfermedades (100) para diagnosticar cáncer implementado en un sistema que incluye un procesador y un dispositivo de almacenamiento y usando una imagen biométrica que expresa un tejido biológico y una red neuronal (200), comprendiendo el procedimiento:
- 45 una etapa de diagnóstico de generar un resultado de diagnóstico a nivel de parche que indica si existe una enfermedad en cada uno de los parches predeterminados generados dividiendo una diapositiva en un tamaño predeterminado usando la red neuronal (200), mediante el sistema de diagnóstico (100);
- 50 una etapa de generación de mapa de calor para generar una imagen de mapa de calor a nivel de parche que marca un parche de enfermedad correspondiente a la diapositiva en base al resultado del diagnóstico a nivel de

parche de cada uno de la pluralidad de parches incluidos en la diapositiva, mediante el sistema de diagnóstico (100);

5 una etapa de generación de máscara de tejido para generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva basándose en un modelo HSV de valor de saturación de tono correspondiente a la diapositiva, mediante el sistema de diagnóstico (100); y

una etapa de visualización para generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva basándose en la imagen del mapa térmico a nivel de parche y la imagen de máscara de tejido, mediante el sistema de diagnóstico (100);

**caracterizado por que** la etapa de generación de máscara de tejido incluye las etapas de:

10 generar un primer resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en un espacio S correspondiente a la diapositiva;

generar un segundo resultado de binarización realizando la binarización de imágenes en un espacio de 1-V correspondiente a la diapositiva;

15 en el que el espacio S correspondiente a la diapositiva es un espacio de saturación de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva;

en el que el espacio V correspondiente a la diapositiva es un espacio de valores de brillo de un modelo HSV correspondiente a la diapositiva;

en el que el espacio V es una matriz configurada con valores de brillo de un canal V, y el espacio 1-V es un espacio que resta los valores del canal V de una matriz llena de 1s;

20 generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva basándose en el primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización;

en el que el primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización incluyen un valor binario correspondiente a cada píxel de la diapositiva;

en el que el valor binario es 0 o 1; y

25 en el que la etapa de generar una imagen de máscara de tejido correspondiente a la diapositiva sobre la base del primer resultado de binarización y el segundo resultado de binarización incluye la etapa de determinar, para cada píxel de la diapositiva, un píxel de una imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como un píxel de tejido cuando el valor binario del primer resultado de binarización correspondiente al píxel o el valor binario del segundo resultado de binarización correspondiente al píxel es 1, y determinar el píxel de la imagen de máscara de tejido correspondiente al píxel como un píxel no píxel de tejido en caso contrario.

6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que la etapa de visualización incluye la etapa de generar una imagen de visualización de diagnóstico de enfermedad correspondiente a la diapositiva aplicando un campo aleatorio condicional a la imagen del mapa térmico a nivel de parche y a la imagen de máscara de tejido.

35 7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que en el campo aleatorio condicional, el número de etiquetas es 2, y los píxeles iguales o menores que un umbral específico entre los píxeles incluidos en la imagen del mapa de calor a nivel de parche se convierten a 0.

8. Un programa informático instalado en un aparato de procesamiento de datos y grabado en un medio para realizar el procedimiento descrito en la reivindicación 5.

FIG. 1

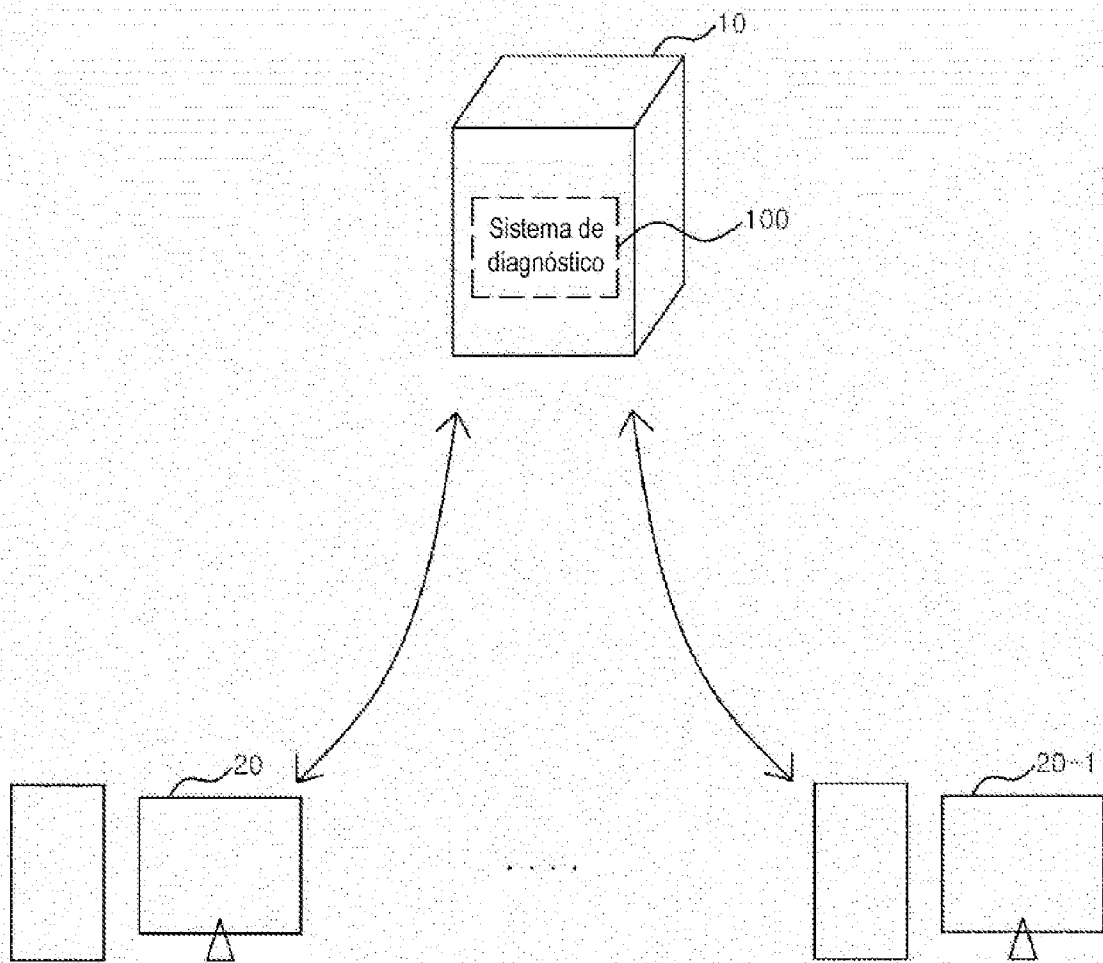


FIG. 2

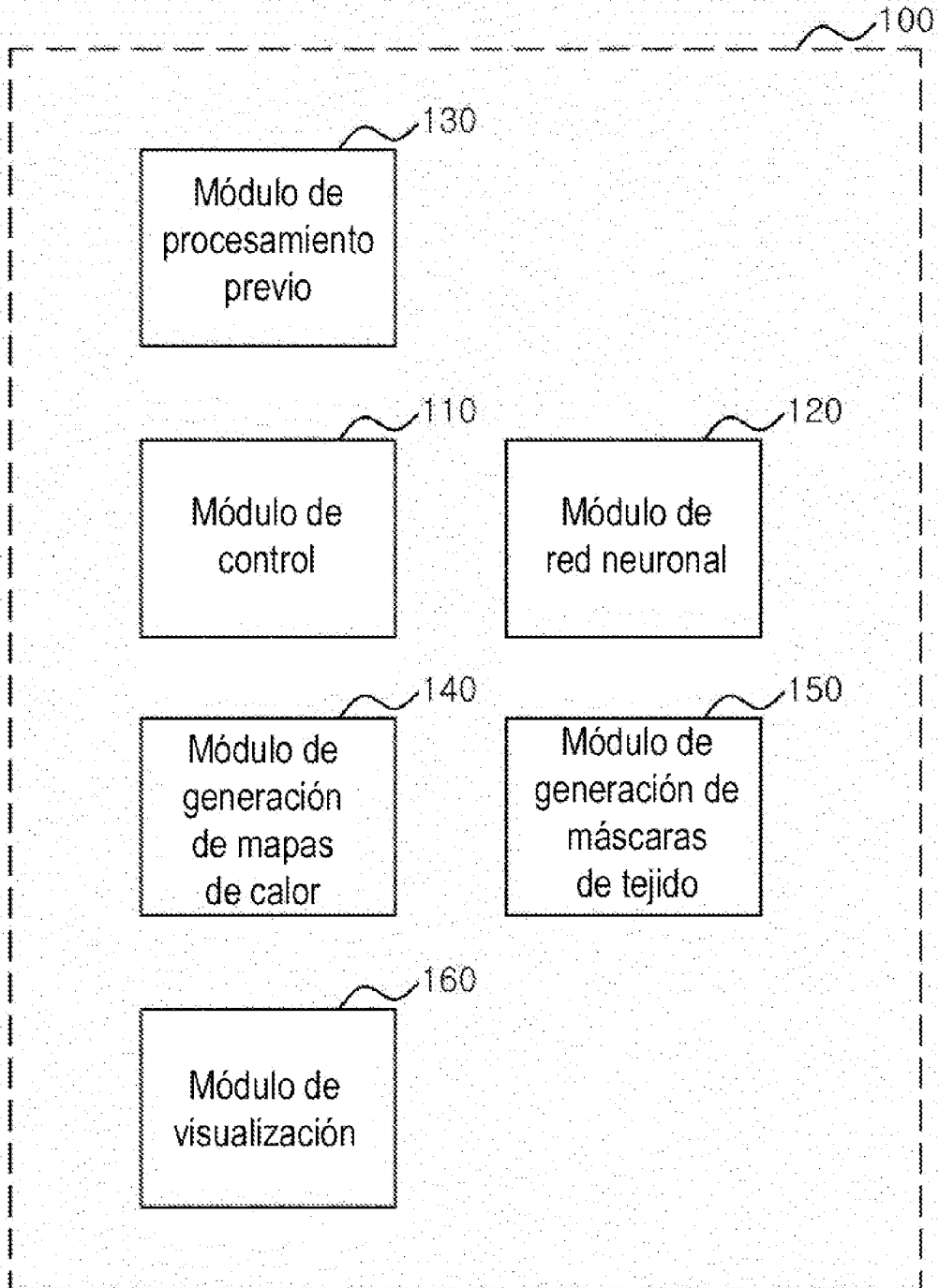


FIG. 3

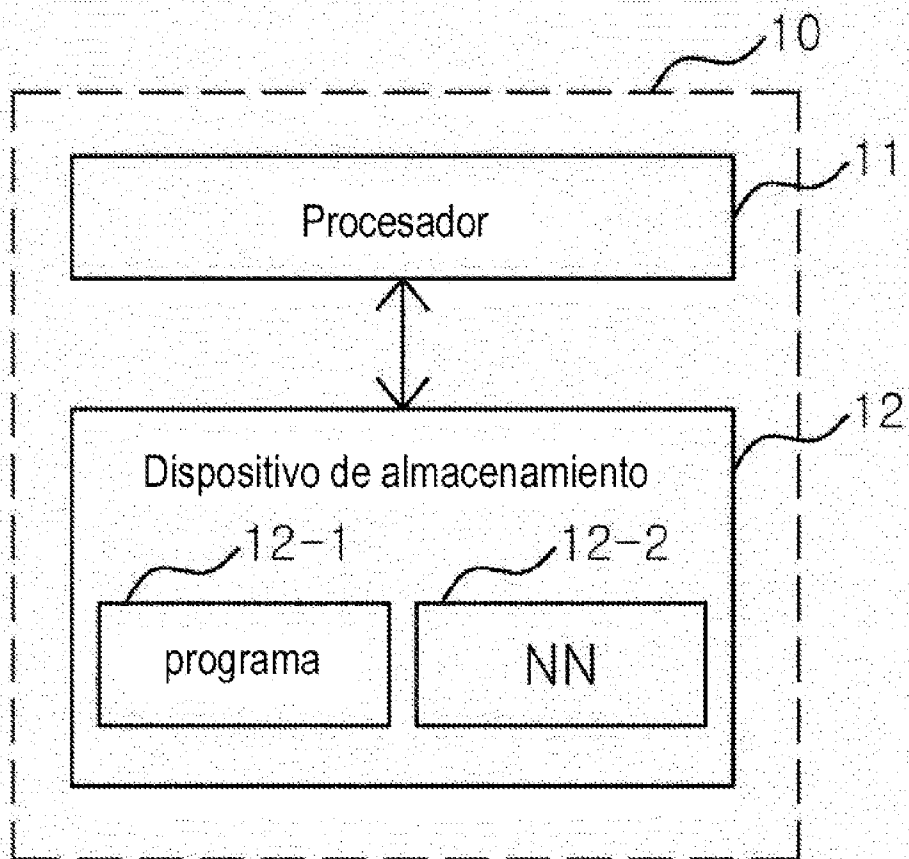


FIG. 4A

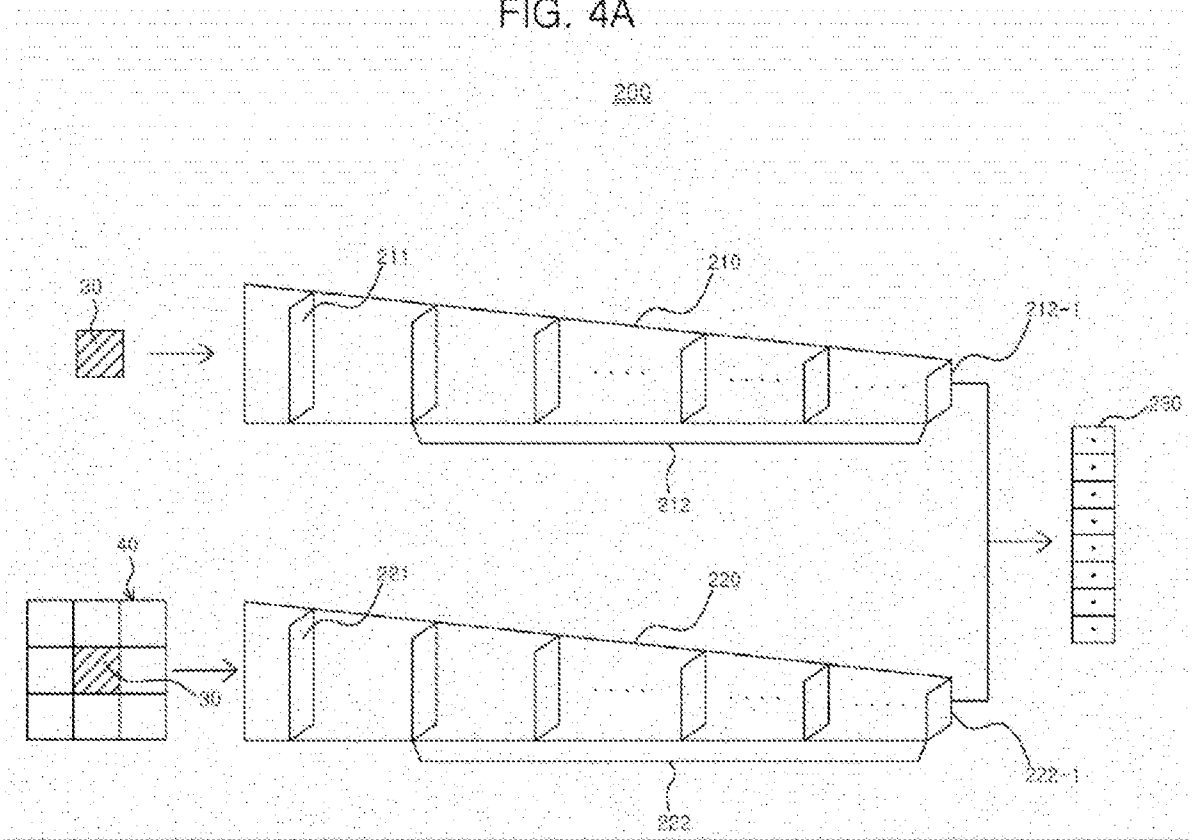


FIG. 4B

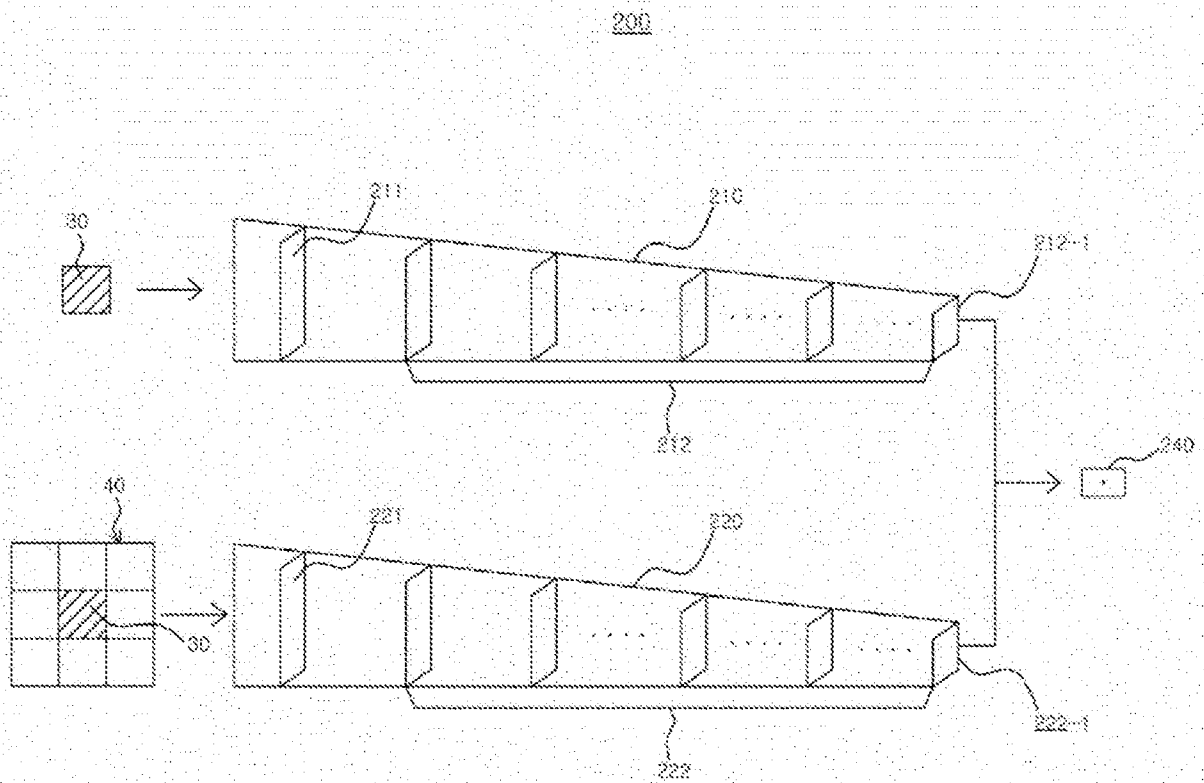


FIG. 5

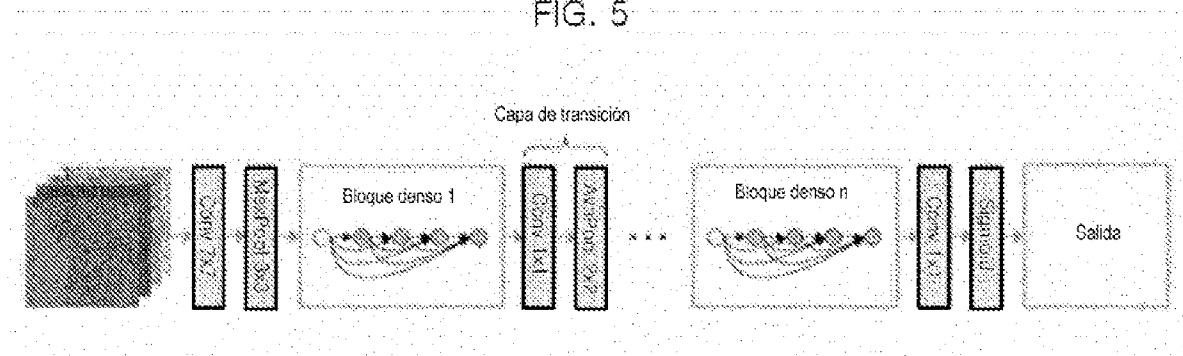


FIG. 6A

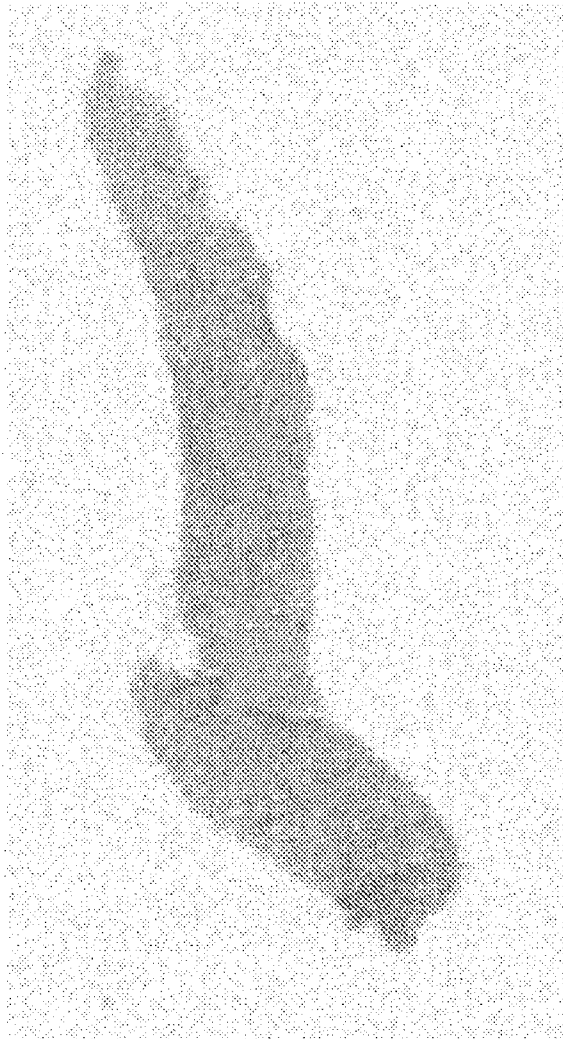


FIG. 6B

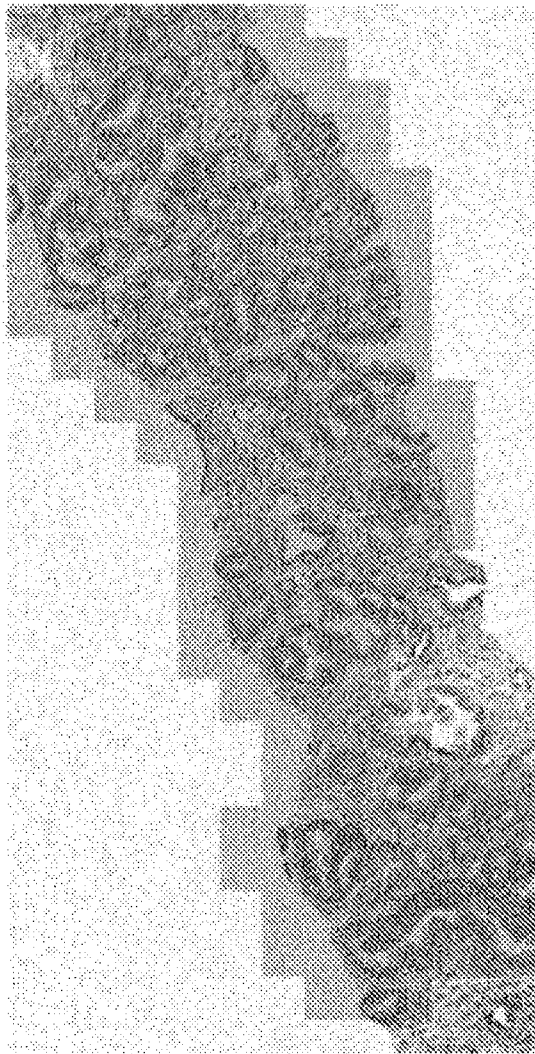


FIG. 6C



FIG. 6D

