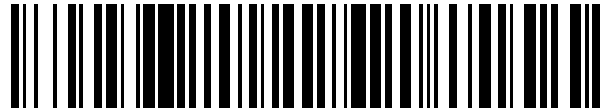


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 272**

21 Número de solicitud: 201531687

51 Int. Cl.:

A61B 5/103 (2006.01)

A61B 5/05 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

20.11.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.05.2017

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS (100.0%)

C/ Tulipán s/n

28933 Móstoles (Madrid) ES

72 Inventor/es:

ABALO DELGADO, Raquel;

MONTEMAYOR SANZ, Antonio;

PANTRIGO FERNÁNDEZ, Juan José y

RAMÍREZ DÍAZ, Iván

54 Título: **Dispositivo de análisis de la motilidad intestinal**

57 Resumen:

Dispositivo de análisis de la motilidad intestinal de un sujeto, humano o animal.

Dispositivo de análisis de la motilidad intestinal que comprende: un equipo (10) de adquisición de secuencias (100) de imágenes radiológicas de una porción de tracto intestinal; una unidad (20) de procesamiento de imágenes que comprende, a su vez, un módulo (20b) de detección de puntos invariantes, un módulo (20c) de análisis del movimiento de puntos invariantes y un módulo (20d) de estabilización de las secuencias de imágenes; una unidad (30) de estimación de la motilidad destinada a estimar el diámetro de la porción del tracto intestinal en un pluralidad de puntos de las imágenes de la secuencia estabilizada de imágenes; y una unidad (40) de representación gráfica de la motilidad, destinada a trazar un mapa espacio temporal (200) del diámetro del tracto intestinal, a partir de las estimaciones realizadas por la unidad (30) de estimación de la motilidad.

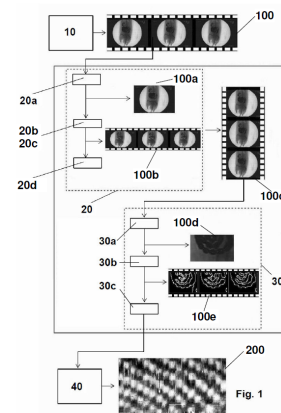


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO DE ANÁLISIS DE LA MOTILIDAD INTESTINAL

OBJETO DE LA INVENCION

5 La presente invención pertenece al campo técnico de los dispositivos biomédicos. Más concretamente, la invención se refiere a un dispositivo de análisis de la motilidad intestinal que, partiendo de una secuencia de imágenes tomadas in vivo del interior de una porción del tracto intestinal de una persona o animal, es capaz de trazar un mapa espacio temporal del diámetro de dicha porción de tracto intestinal.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

A lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes métodos y dispositivos para analizar la motilidad o tránsito intestinal, siendo especialmente ventajosos aquellos de carácter no
15 invasivo.

Dichos dispositivos y procedimientos tienen principalmente por objeto analizar la variación con el tiempo del diámetro (dilatación o contracción), de una porción del tracto intestinal de un humano o animal a analizar.

20

Los resultados obtenidos en dichos análisis de la motilidad o tránsito intestinal son útiles, entre otras aplicaciones, en el estudio y/o tratamiento de las alteraciones motoras gastrointestinales presentes en situaciones patológicas agudas y crónicas tales como diabetes, isquemia, peritonitis, síndrome de intestino irritable, enfermedad inflamatoria
25 intestinal, enfermedades congénitas como enfermedad de Hirschsprung, neuropatías producidas por priones, infecciones como la enfermedad de Chagas, enfermedades neurológicas como enfermedad de Parkinson, íleo paralítico, iatrogénico, lesiones medulares, así como en la evaluación de los efectos en la motilidad gastrointestinal de fármacos, como los antitumorales, antirretrovirales, procinéticos, laxantes, antidiarreicos,
30 opiodes, y/o cannabinoides.

Las técnicas de obtención de imágenes son métodos no invasivos que ofrecen, tanto datos funcionales, como morfológicos. De entre todas ellas, la resonancia magnética (MR) se considera hoy en día el estándar para los estudios de motilidad en humanos (según se
35 divulga, por ejemplo, en L. Marciani, "Assessment of Gastrointestinal Motor Functions by MRI: a Comprehensive Review". Neurogastroenterol Motil 2011, 23: páginas 399-407). No

obstante, su aplicación a animales requiere el uso de sustancias anestésicas -las cuales interfieren con la función motora y pueden afectar a la motilidad intestinal - así como el uso de equipamiento costoso, sofisticado y difícil de manejar (según se divulga, por ejemplo, en MC Torjman y Cols. “Effects of Isoflurane on Gastrointestinal Motility after Brief Exposure in Rats” Int J Pharm 2005; 294, páginas 65-71) y en AC Ailiani y Cols. “Quantifying the effects of inactin vs Isoflurane anesthesia on gastrointestinal motility in rats using dynamic magnetic resonance imaging and spatio-temporal maps”, Neurogastroenterol Motil 2014: 26, páginas 1477–1486). La obtención de imágenes por resonancia magnética también requiere frecuentemente que, si los sujetos a analizar son animales, éstos se mantengan oxigenados y calentados.

Otras técnicas de obtención de imágenes como la Tomografía Computerizada de Emisión Monofotónica (en inglés, SPECT) aplicada tras la administración de un marcador (sustancia que se administra al humano o animal objeto del análisis para resaltar aquellas partes de su organismo que se van a analizar) basado en tecnecio -según se divulga, por ejemplo, en Tsopelas y Cols. “Colonic Transit studies with 99 mTc-Rhenium Sulfide Colloid in Live Rats. A Preliminary Study”.Hell J Nucl Med 2008, 11, páginas 96-100- permite la evaluación no invasiva del tránsito gastrointestinal, pero también es costosa y requiere del uso de radionúclidos y de anestésicos, si se aplican en animales de laboratorio. Las técnicas de obtención de imágenes de reflectancia infrarroja/fluorescente pueden ser aplicadas a animales de laboratorio pequeños tales como ratones o ratas neonatas, cuyas paredes abdominales e intestinales son delgadas, pero la resolución morfológica de estos métodos es muy baja (según se divulga, por ejemplo, en Backer y Cols. “A Novel Method for the Evaluation of Intestinal Transit and Contractility in Mice using Fluorescence Imaging and Spatiotemporal Motility Mapping”.Neurogastroenterol Motil 2008, 20: 700-7).

Existe por tanto la necesidad de desarrollar nuevos dispositivos de análisis de la motilidad intestinal, con las siguientes características:

- Que no tengan carácter invasivo;
- Que no requieran, para su correcto uso, de la administración de sustancias anestésicas a los sujetos (humanos o animales) a analizar;
- Que permitan obtener imágenes con la suficiente resolución como para que se pueda apreciar correctamente la morfología de la porción intestinal del sujeto a analizar;
- Que su uso sea menos costoso y ofrezca resultados fiables más rápidamente que el

de los dispositivos y/o procedimientos de la técnica anterior arriba mencionados.

Por otro lado, los siguientes factores dificultan la realización un correcto análisis de la motilidad intestinal: en primer lugar, los movimientos de los humanos o animales a analizar (causados, entre otros, por la respiración y otros movimientos involuntarios y, en el caso de animales, por la propia tendencia que dicho animal tiene a moverse) interfieren con los movimientos de dilatación o contracción propios del tracto intestinal, enmascarándolos. Por otro lado, la naturaleza sinuosa y provista de pliegues del intestino complica la determinación de una forma fiable de su diámetro.

Asimismo, también existen técnicas de captación de imágenes invasivas por endoscopia que, en general, provocan molestias al paciente al tener que sufrir la introducción en su tracto digestivo del dispositivo endoscópico al que se acopla una microcámara, o bien, en dispositivos endoscópicos ingeribles, la deglución de los mismos lo que debido a su tamaño, los hace difíciles de aplicar a sujetos con dificultades para tragar (personas mayores, niños y ciertamente, animales de laboratorio), aparte de requerir unos tiempos de ensayo prolongados para que el dispositivo llegue y recorra el tracto intestinal.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Con objeto de abordar los problemas y desventajas de la técnica anterior arriba indicados, la invención proporciona un dispositivo de análisis de la motilidad intestinal de un sujeto, humano o animal, que comprende:

- Un equipo de adquisición de imágenes, destinado a captar in vivo secuencias de imágenes radiológicas de una porción del tracto intestinal del sujeto;
- Una unidad de procesamiento de imágenes, destinada a estabilizar las secuencias de imágenes radiológicas captadas por el equipo de adquisición de imágenes y generar una secuencia estabilizada de imágenes radiológicas;
- Una unidad de estimación de la motilidad, conectada a la unidad de procesamiento de imágenes y destinada a estimar el diámetro en una pluralidad de puntos de la porción del tracto intestinal del sujeto, en cada una de las imágenes de la secuencia estabilizada de imágenes radiológicas;
- Una unidad de representación gráfica de la motilidad, conectada a la unidad de estimación de la motilidad y destinada a trazar un mapa espacio temporal del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto, a partir de las estimaciones realizadas por la

unidad de estimación de la motilidad;

En la cual, la unidad de procesamiento de imágenes comprende:

- 5 - un módulo de detección, destinado a detectar partes de las imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas que son invariantes, es decir, que no varían bajo translación, rotación y/o cambios de escala;
- un módulo de análisis del movimiento de dichas partes invariantes en la secuencia de imágenes radiológicas; y
- 10 - un módulo de estabilización, destinado a estabilizar la secuencia de imágenes radiológicas aplicando sobre dichas imágenes radiológicas un movimiento opuesto al detectado por el módulo de análisis de movimiento.

Los equipos de adquisición de imágenes radiológicas empleados en los dispositivos de
15 análisis de la motilidad intestinal según la invención son económicos, en comparación con otros equipos de adquisición de imágenes empleados en la técnica anterior, y proporcionan buenos datos morfológicos y funcionales del tracto intestinal del sujeto.

En una realización preferida de la invención el equipo de adquisición de imágenes
20 radiológicas es un equipo de adquisición de imágenes de rayos X. Más preferiblemente, el equipo de adquisición de imágenes radiológicas es un equipo digital de adquisición de imágenes de rayos X (escopia).

Por otro lado, la unidad de procesamiento de imágenes, así como los distintos módulos que
25 comprenden (el módulo de detección de partes invariantes, el módulo de análisis del movimiento de partes invariantes y el módulo de estabilización), empleados en los dispositivos según la invención permiten minimizar el enmascaramiento de los movimientos del tracto intestinal provocado por la respiración del sujeto, por otros movimientos involuntarios de dicho sujeto y /o su tendencia natural a moverse, sin que para ello sea
30 necesario eliminar ninguna imagen de la secuencia de imágenes radiológicas, especialmente aquellas imágenes significativamente afectadas por la respiración o los movimientos involuntarios del sujeto. Se evita así la aparición de posibles problemas de continuidad en la secuencia de imágenes radiológicas, que podrían derivarse de la eliminación de imágenes, de modo que gracias a la presente invención pueden obtenerse
35 datos morfológicos y funcionales fiables de la porción del tracto intestinal del sujeto analizada.

El dispositivo de la invención comprende un equipo de adquisición de imágenes que está implementado en forma de hardware y puede ser, por ejemplo, un equipo radiológico (digital o analógico).

- 5 Además de dicho equipo de adquisición de imágenes, el dispositivo de la invención también comprende tres unidades: la unidad de procesamiento de imágenes, la unidad de estimación de la motilidad y la unidad de representación gráfica de la motilidad que pueden comprender elementos de hardware y/o software.
- 10 La unidad de procesamiento de imágenes y la unidad de estimación de la motilidad pueden comprender, a su vez, distintos módulos, igualmente implementados en forma de hardware y/o software: el módulo de detección, el módulo de análisis del movimiento y/o el módulo de estabilización (en el caso de la unidad de procesamiento de imágenes) y/o el módulo de identificación del centro de la porción del tracto intestinal, el módulo de detección de bordes,
- 15 el módulo de cálculo del diámetro de la porción del tracto intestinal (en el caso de la unidad de estimación de la motilidad).

Así, la unidad de procesamiento de imágenes, el módulo de detección, el módulo de análisis del movimiento, el módulo de estabilización, la unidad de estimación de la motilidad el

20 módulo de identificación del centro de la porción del tracto intestinal, el módulo de detección de bordes, el módulo de cálculo del diámetro de la porción del tracto intestinal y/o la unidad de representación gráfica de la motilidad, o cualquier combinación de los mismos presente en el dispositivo de la invención, pueden comprender elementos de hardware y/o software. Dichos elementos de hardware son preferiblemente y sin carácter limitativo, un ordenador,

25 teléfono móvil, tablet y/o un equipo radiológico.

Asimismo, dependiendo de la realización concreta de la invención, la unidad de procesamiento de imágenes, el módulo de detección, el módulo de análisis del movimiento, el módulo de estabilización, la unidad de estimación de la motilidad y/o la unidad de

30 representación gráfica de la motilidad presentes en el dispositivo de la invención pueden ser componentes individuales y separados o, por el contrario, estar agrupados entre sí. La invención también contempla expresamente que la unidad de procesamiento de imágenes, el módulo de detección, el módulo de análisis del movimiento, el módulo de estabilización, la unidad de estimación de la motilidad, módulo de identificación del centro de la porción del

35 tracto intestinal, el módulo de detección de bordes, el módulo de cálculo del diámetro de la porción del tracto intestinal y/o la unidad de representación gráfica de la motilidad estén

integradas en el equipo de adquisición de imágenes en la forma, por ejemplo, de un equipo radiológico.

5 En una realización preferida de la invención, el módulo de detección, destinado a detectar las partes invariantes de las imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas, comprende elementos de hardware y/o software que implementan un algoritmo de detección de partes invariantes a transformaciones de traslación, rotación o cambios de escala de Shi y Tomasi. Dicho algoritmo se describe, entre otros documentos, en J. Shi, C. Tomasi "Good features to track. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern
10 Recognition", 1994, páginas 593-600. También es posible que los elementos de hardware y/o software implementen otros algoritmos, como el algoritmo de detección de esquinas de Harris, el algoritmo Scale-Invariant Feature Transform (SIFT o Algoritmo de Transformación de Características Invariantes a Escala), algoritmo Speed-Up Robust Features (SURF o algoritmo de Agilización de Características Robustas), así como cualquier posible
15 combinación de los mismos.

La unidad de procesamiento de imágenes puede comprender además, opcionalmente, un módulo de selección, destinado a seleccionar en las imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas, aquella área que resulta de interés para realizar el análisis de la motilidad
20 intestinal.

En otra realización preferida de la invención, el módulo de análisis del movimiento comprende elementos de hardware y/o software que implementan un algoritmo de estimación del movimiento de Kanade-Lucas-Tomasi (KLT). Dicho algoritmo establece que
25 existe correspondencia entre dos puntos en imágenes consecutivas (o fotogramas) de la secuencia de imágenes radiológicas si el error bidireccional no excede de un umbral predeterminado (por ejemplo, 1 pixel). Este error se calcula mediante la distancia entre las partes invariantes en una imagen de la secuencia de imágenes radiológicas, llamada imagen de referencia y cada una de las imágenes sucesivas compensadas. La imagen
30 compensada es el resultado de aplicar de forma inversa el desplazamiento rígido bidireccional estimado, calculado con el método de estimación de movimiento anterior. Otros algoritmos que pueden estar opcionalmente implementados en el módulo de análisis del movimiento son los basados en el cálculo de flujo óptico, los basados en imágenes diferencia, los basados en ajuste de bloques, así como en cualquier combinación de los
35 mismos.

En aún otra realización preferida de la invención, el módulo de estabilización comprende elementos de hardware y/o software que estiman cuál es el movimiento a aplicar para estabilizar las imágenes radiológicas de la siguiente manera:

- 5
- calculan el punto medio $p(t)$ de las partes invariantes de una imagen de una secuencia de imágenes radiológicas correspondiente a un instante t ;
 - comparan dicho punto medio $p(t)$ con el punto medio $p(t-1)$ de la imagen inmediatamente anterior para obtener el desplazamiento del conjunto $\Delta p(t) = p(t) - p(t-1)$;
- 10
- aplican el desplazamiento inverso acumulado $-\Delta p(t) - \Delta p(t-1) - \dots - \Delta p(2)$ a la imagen correspondiente al instante t ; y
 - repiten el proceso para todas las imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas;
- 15
- Siendo $\Delta p(2)$ el desplazamiento del conjunto entre la primera y la segunda imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas.

La unidad de estimación de la motilidad provista en un dispositivo según la invención puede comprender opcionalmente:

- 20
- un módulo de identificación del centro de la porción del tracto intestinal, destinado a identificar una pluralidad de lugares en al menos una imagen que corresponden al centro de la porción del tracto intestinal y a definir una curva continua interpolando dichos lugares identificados, curva que se corresponde con el eje longitudinal de la porción del tracto intestinal;
- 25
- Un módulo de detección de bordes de la porción del tracto intestinal;
- 30
- Un módulo de cálculo del diámetro de la porción del tracto intestinal conectado al módulo de identificación del centro y al módulo de detección de bordes, destinado a estimar el diámetro en una pluralidad de puntos del tracto intestinal del sujeto a partir de la curva continua y los bordes obtenidos por dichos módulos de identificación del centro y de detección de bordes de la porción del tracto intestinal.
- 35
- El módulo de detección de bordes de la porción del tracto intestinal puede comprender opcionalmente elementos de hardware y/o software que implementan un algoritmo de

5 detección de bordes como el propuesto por Canny y descrito en J. Canny "A computational approach to edge detection". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 198, 8(6), páginas 679-698. Otros posibles algoritmos de detección de bordes son los propuestos por Sobel, Prewitt, Roberts, así como cualquier combinación de los mismos.

El dispositivo de análisis de la motilidad intestinal puede comprender opcionalmente, además, una interfaz de usuario, que permite a un usuario interactuar con dicho dispositivo.

10 Así, por ejemplo, el usuario puede interactuar mediante la interfaz de usuario con el módulo de selección y seleccionar manualmente en las imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas cuál es el área de interés a efectos de análisis de la motilidad intestinal. En otra realización de la invención el usuario puede seleccionar, mediante la interfaz de usuario, qué imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas desea emplear para el análisis de la
15 motilidad intestinal.

Alternativamente, el usuario puede interactuar mediante la interfaz de usuario con el módulo de identificación del centro de la porción del tracto intestinal y seleccionar manualmente en, al menos una imagen de la secuencia de imágenes, una pluralidad de lugares que considera
20 que corresponden al centro de la porción de tracto intestinal. El módulo de identificación del centro de la porción de tracto intestinal define entonces una curva continua interpolando los lugares indicados por el usuario, que corresponde el eje longitudinal de la porción del tracto intestinal.

25 El dispositivo de la invención puede opcionalmente comprender un módulo de comparación de la motilidad, conectado a la unidad de representación gráfica de la motilidad y destinado a comparar el mapa espacio temporal del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto analizado con una pluralidad de mapas espacio temporales del diámetro de porciones del tracto intestinal almacenados en una base de datos.

30 Un segundo objeto de la invención se refiere a un procedimiento de elaboración de un mapa espacio temporal del diámetro de una porción de tracto intestinal de un sujeto, que comprende las siguientes etapas:

35 i) Adquirir secuencias de imágenes radiológicas de una porción del tracto intestinal del sujeto;

- ii) Detectar las partes de las imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas que son invariantes bajo translación, rotación y/o cambios de escala;
- iii) Analizar el movimiento de dichas partes invariantes a lo largo de la secuencia de imágenes radiológicas;
- 5 iv) Estabilizar la secuencia de imágenes radiológicas aplicando sobre dichas imágenes radiológicas un movimiento opuesto al detectado en la etapa iii);
- v) estimar el diámetro en una pluralidad de puntos de la porción del tracto intestinal del sujeto, en cada una de las imágenes de una secuencia estabilizada de imágenes radiológicas;
- 10 vi) trazar un mapa espacio temporal del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto, a partir de las estimaciones realizadas en la etapa v);

En una realización preferida del procedimiento de la invención en la etapa ii) de detección de partes invariantes se utiliza el algoritmo de detección de partes invariantes o algoritmo
15 “Good features to track” de Shi y Tomasi.

En otra realización preferida del procedimiento de la invención en la etapa iii) de análisis del movimiento se utiliza el algoritmo de estimación del movimiento de Kanade-Lucas-Tomasi (KLT).
20

En aún otra realización preferida del procedimiento de la invención la etapa v) de estimación del diámetro del tracto intestinal comprende:

- a) Localizar una pluralidad de lugares situados en el centro de la porción del tracto intestinal, definir una curva continua interpolando dichos lugares identificados, para obtener una curva que corresponde con el eje longitudinal de la porción del tracto intestinal;
- 25 b) Detectar los bordes de la porción de tracto intestinal; y
- c) calcular el diámetro de la porción del tracto intestinal en una pluralidad de puntos,
30 a partir de la información obtenida en las etapas a) y b).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

35 La Figura 1 es un esquema que muestra los distintos componentes de los que consta el dispositivo de la invención;

La Figura 2 muestra una imagen de la secuencia de imágenes radiológicas procesada por el módulo de detección;

La Figura 3 muestra una imagen de la secuencia de imágenes radiológicas procesada por el
5 módulo de identificación del centro de la porción del tracto intestinal; y

La Figura 4 muestra un mapa espacio temporal de la evolución del diámetro de la porción del tracto intestinal (o mapa de motilidad) de un sujeto, generado por un dispositivo según la invención.
10

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación se describe una realización concreta de la invención, dada como ejemplo
15 ilustrativo y no limitativo, haciendo referencia a las figuras adjuntas. En dichas figuras, los componentes con funciones iguales o similares se han designado usando el mismo número de referencia.

En la figura 1 se muestran los distintos componentes de los que consta, en esta posible
20 realización no limitativa, el dispositivo de la invención y cómo dichos componentes procesan las secuencias de imágenes radiológicas.

Más en particular se muestra, primeramente, el equipo 10 de adquisición de imágenes, formado en esta realización, por un aparato digital de Rayos X Siremobil Compact L
25 Siemens (nombre comercial) de 60kV y 7mA, y un software NPG Real DVD Studio II (nombre comercial).

Dicho equipo 10 de adquisición de imágenes adquiere la secuencia 100 de imágenes in vivo y de forma completamente externa al cuerpo del sujeto, sin que ningún elemento de
30 dicho equipo 10 de adquisición de imágenes entre en contacto con el cuerpo del sujeto. El tiempo de exposición se fijó en 0,06 s.

Para ilustrar esta realización de la invención se utilizaron como sujetos, ratas macho Wistar de 250-400 g, provenientes de la Unidad Veterinaria de Hospital General Universitario
35 Gregorio Marañón (HGUGM) Madrid, España. En todo momento se cumplió la normativa europea y española sobre el cuidado y uso de animales experimentales: Directiva Europea

2010/63/EU para experimentos con animales y Real Decreto nº 53/2013. Además, el procedimiento de adquisición de imágenes fue aprobado por los comités de Ética, tanto de la Universidad Rey Juan Carlos, como del HGUGM.

5 Se administró a las ratas 2,5 mL de un marcador de sulfato de bario (Barigraph ® AD, Juste SAQF, Madrid, España) y se esperó un tiempo de entre 1-2 horas antes de la adquisición de la secuencia 100 de imágenes radiológicas. Las ratas no fueron anestesiadas pero sí semi-inmovilizadas al introducirlas, en posición decúbito prona, en tubos semitransparentes de fabricación casera.

10

La unidad 20 de procesamiento de imágenes recibe la secuencia 100 de imágenes y activa el módulo 20a de selección. Dicho módulo 20a de selección activa a su vez una interfaz (no mostrada en las figuras), que permite que un usuario pueda seleccionar manualmente en la secuencia 100 de imágenes radiológicas, un área de interés que comprende una porción de tracto intestinal. Dicha área de interés queda resaltada en la secuencia de imágenes 100a. A
15 continuación se activa el módulo 20b de detección, que detecta las partes 50 (visibles en la Fig. 2) de las imágenes de la secuencia 100a de imágenes que son invariantes bajo translación, rotación y/o cambios de escala y el módulo 20c de análisis del movimiento de dichas partes invariantes 50. En esta realización de la invención, los módulos 20b y 20c no
20 son independientes, estando agrupados entre sí. Las partes invariantes 50 quedan resaltadas en la secuencia de imágenes 100b. Después se activa el módulo 20d de estabilización que genera, aplicando sobre las imágenes un movimiento opuesto al detectado por el módulo 20c de análisis del movimiento, la secuencia 100c de imágenes radiológicas estabilizadas.

25

La unidad 30 de estimación de la motilidad recibe la secuencia 100c de imágenes radiológicas estabilizadas y activa el módulo 30a de identificación del centro de la porción del tracto intestinal. Dicho módulo 30a de identificación de la porción del centro del tracto intestinal activa a su vez una interfaz (no mostrada en las figuras), que permite que un
30 usuario pueda seleccionar manualmente en la secuencia 100c de imágenes radiológicas estabilizadas una pluralidad de lugares que, en opinión de dicho usuario, corresponden aproximadamente al centro de la porción del tracto intestinal. El módulo 30a define entonces una curva continua interpolando dichos lugares identificados que queda resaltada, junto con dichos lugares seleccionados, en la secuencia de imágenes 100d. La curva continua
35 obtenida por interpolación corresponde aproximadamente al centro de la porción de tracto

intestinal.

A continuación se activa el módulo 30b de detección de bordes de la porción de tracto intestinal, que mediante el algoritmo de Canny de detección de bordes, etiqueta en color
5 blanco los píxeles pertenecientes a regiones estimadas de bordes de la porción de tracto intestinal en la secuencia 100e de imágenes radiológicas.

El módulo 30c de cálculo del diámetro del tracto intestinal recibe la secuencia 100e de
10 imágenes radiológicas y calcula automáticamente la evolución del diámetro de la porción del tracto intestinal en una pluralidad de puntos, a partir de las distancias perpendiculares entre la curva continua y los bordes de la porción del tracto intestinal en cada una de las imágenes de la secuencia 100e de imágenes radiológicas.

La unidad 40 de representación gráfica de la motilidad recibe del módulo 30c de cálculo la
15 información relativa a la evolución de la porción del diámetro del tracto intestinal en una pluralidad de puntos y traza un mapa espacio temporal 200 de la evolución del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto (mostrado en la fig. 4).

La figura 2 muestra como el módulo 20b de detección resalta las partes 50, que son
20 invariantes bajo translación, rotación y/o cambios de escala, y las señala con cruces en la secuencia de imágenes 100b.

La figura 3 muestra una imagen de la secuencia de imágenes 100d en la que el módulo 30a
25 de detección resalta los lugares 60, seleccionados por el usuario a través de la interfaz y que corresponden aproximadamente al centro de la porción del tracto intestinal. También puede apreciarse la curva continua 70 definida por dicho módulo 30a de detección por interpolación de los lugares 60.

Aunque la presente invención ha sido descrita en relación a una realización preferida de la
30 misma, se apreciará a partir de la descripción que se pueden hacer diversas combinaciones de elementos, variaciones o mejoras en ella, y están dentro del alcance de la invención, definido exclusivamente por el siguiente juego de reivindicaciones.

LISTADO DE REFERENCIAS NUMÉRICAS EMPLEADAS EN LAS FIGURAS

- (10) Equipo de adquisición de imágenes;
- (20) Unidad de procesamiento de imágenes;
- (20a) Módulo de selección del área de interés;
- 5 • (20b) Módulo de detección de partes invariantes;
- (20c) Módulo de análisis del movimiento de partes invariantes;
- (20d) Módulo de estabilización;
- (30) Unidad de estimación de la motilidad;
- (30a) Módulo de identificación del centro del tracto intestinal;
- 10 • (30b) Módulo de detección de bordes del tracto intestinal;
- (30c) Módulo de cálculo del diámetro del tracto intestinal;
- (40) Unidad de representación gráfica de la motilidad;
- (50) Partes invariantes;
- (60) Lugares que corresponden al centro de la porción del tracto intestinal;
- 15 • (70) Curva continua que define el centro de la porción del tracto intestinal;
- (100) Secuencias de imágenes radiológicas;
- (100a) Secuencias de imágenes radiológicas procesadas por el módulo (20a);
- (100b) Secuencias de imágenes radiológicas procesadas por el módulo (20b);
- (100c) Secuencia estabilizada de imágenes radiológicas;
- 20 • (100d) Secuencias de imágenes radiológicas procesadas por el módulo (30a);
- (100e) Secuencias de imágenes radiológicas procesadas por el módulo (30b);
- (200) Mapa espacio temporal del diámetro de la porción del tracto intestinal (mapa de motilidad).

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de análisis de la motilidad intestinal de un sujeto, humano o animal, que comprende:
- 5
- un equipo (10) de adquisición de imágenes, destinado a captar in vivo secuencias (100) de imágenes radiológicas de una porción del tracto intestinal del sujeto;
 - una unidad (20) de procesamiento de imágenes, destinada a estabilizar las secuencias (100) de imágenes radiológicas captadas por el equipo (10) de adquisición de imágenes

10

 - y generar una secuencia estabilizada (100c) de imágenes radiológicas;
 - una unidad (30) de estimación de la motilidad, conectada a la unidad (20) de procesamiento de imágenes y destinada a estimar el diámetro en una pluralidad de puntos de la porción del tracto intestinal del sujeto, en cada una de las imágenes de la secuencia estabilizada (100c) de imágenes radiológicas;

15

 - una unidad (40) de representación gráfica de la motilidad, conectada a la unidad (30) de estimación de la motilidad y destinada a trazar un mapa espacio temporal (200) del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto, a partir de las estimaciones realizadas por la unidad (30) de estimación de la motilidad;
- 20
- en el que la unidad de procesamiento de imágenes comprende, a su vez:
- un módulo (20b) de detección, destinado a detectar partes (50) de las imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas que son invariantes bajo translación, rotación y/o cambios de escala;

25

 - un módulo (20c) de análisis del movimiento de dichas partes invariantes (50) en la secuencia de imágenes radiológicas; y
 - un módulo (20d) de estabilización, destinado a estabilizar la secuencia de imágenes radiológicas aplicando sobre dichas imágenes radiológicas un movimiento opuesto al detectado por el módulo (20c) de análisis de movimiento.
- 30
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el equipo (10) de adquisición de imágenes radiológicas es un equipo de adquisición de imágenes de rayos X, preferiblemente, un equipo digital de adquisición de imágenes de rayos X.
- 35
3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el módulo (20b) de detección, comprende elementos de hardware y/o software que

implementan un algoritmo seleccionado entre: un algoritmo de detección de partes invariantes de Shi y Tomasi, un algoritmo de detección de esquinas de Harris, un algoritmo Scale-Invariant Feature Transform (SIFT), un algoritmo Speed-Up Robust Features (SURF), así como cualquier combinación de los mismos.

5

4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el módulo (20c) de análisis del movimiento comprende elementos de hardware y/o software que implementan un algoritmo seleccionado entre: un algoritmo de estimación del movimiento de Kanade-Lucas-Tomasi (KLT), un algoritmo basado en cálculo de flujo óptico, un algoritmo basado en imágenes diferencia, un algoritmo basado en ajuste de bloques, así como cualquier combinación de los mismos.

10

5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad (20) de procesamiento de imágenes comprende, además, un módulo (20a) de selección, destinado a seleccionar en las imágenes de la secuencia (100) de imágenes radiológicas, el área de interés para el análisis de la motilidad intestinal

15

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad (30) de estimación de la motilidad comprende:

20

- un módulo (30a) de identificación del centro de la porción del tracto intestinal, destinado a identificar una pluralidad de lugares (60), en al menos una imagen, que corresponden al centro de la porción del tracto intestinal y a definir una curva continua (70) interpolando dichos lugares identificados;

25

- un módulo (30b) de detección de bordes de la porción del tracto intestinal; y

- un módulo (30c) de cálculo del diámetro de la porción del tracto intestinal, conectado al módulo (30a) de identificación del centro y al módulo (30b) de detección de bordes, y destinado a estimar el diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto en una pluralidad de puntos, a partir de la curva continua y los bordes obtenidos por dichos módulos de identificación del centro y de detección de bordes del tracto intestinal.

30

7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque el módulo (30b) de detección de bordes del tracto intestinal comprende elementos de hardware y/o software que

35

implementan un algoritmo seleccionado entre: un algoritmo Canny de detección de bordes, un algoritmo Sobel de detección de bordes, un algoritmo Prewitt de detección de bordes, un algoritmo Roberts de detección de bordes, así como cualquier combinación de los mismos.

5

8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende, además, una interfaz de usuario.

10

9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad (20) de procesamiento de imágenes, el módulo (20a) de selección, el módulo (20b) detección, el módulo (20c) de análisis del movimiento, el módulo (20d) de estabilización, la unidad (30) de estimación de la motilidad y/o la unidad (40) de representación gráfica, o cualquier combinación de los mismos, comprenden elementos de hardware y/o software.

15

10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque los elementos de hardware son un ordenador, teléfono móvil, tablet y/o un equipo radiológico.

20

11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad de procesamiento de imágenes, el módulo de detección, el módulo de análisis del movimiento, el módulo de estabilización, la unidad de estimación de la motilidad, módulo de identificación del centro de la porción del tracto intestinal, el módulo de detección de bordes, el módulo de cálculo del diámetro de la porción del tracto intestinal y/o la unidad de representación gráfica de la motilidad están integradas en el equipo de adquisición de imágenes.

25

12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende un módulo de comparación de la motilidad, conectado a la unidad (40) de representación gráfica de la motilidad y destinado a comparar el mapa espacio temporal del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto analizado con una pluralidad de mapas espacio temporales del diámetro de porciones del tracto intestinal almacenados en una base de datos.

30

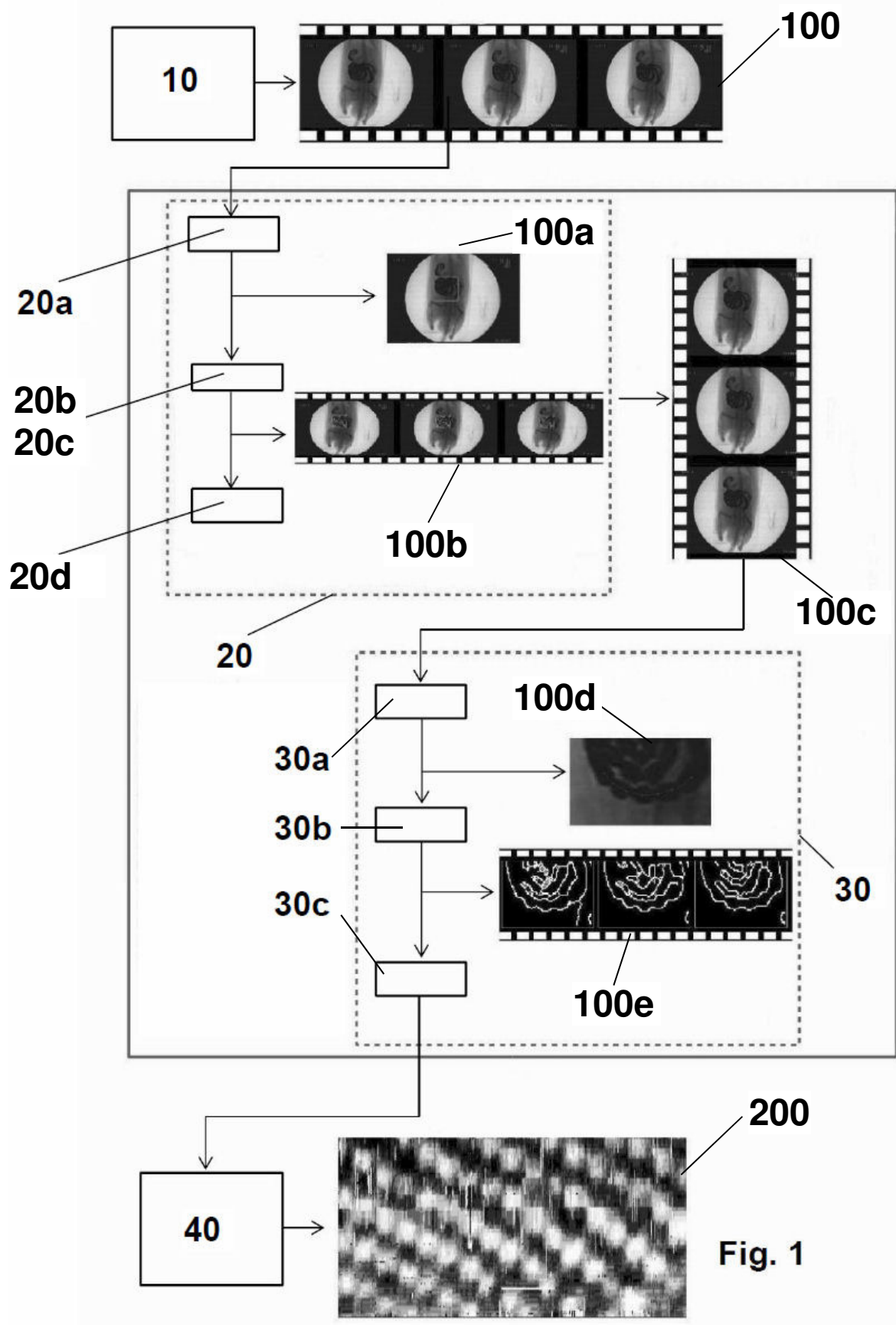
13. Procedimiento de elaboración de un mapa espacio temporal (200) del diámetro de una porción de tracto intestinal de un sujeto, que comprende las siguientes etapas:

35

- i) adquirir secuencias (100) de imágenes radiológicas de una porción del tracto intestinal del sujeto;
- ii) detectar las partes de las imágenes de la secuencia (100) de imágenes radiológicas que son invariantes bajo translación, rotación o cambios de escala;
- 5 iii) analizar el movimiento de dichas partes invariantes a lo largo de la secuencia de imágenes radiológicas;
- iv) estabilizar la secuencia de imágenes de radiológicas (100) aplicando sobre dichas imágenes radiológicas un movimiento opuesto al detectado en la etapa iii);
- v) estimar el diámetro en una pluralidad de puntos de la porción del tracto intestinal del sujeto, en cada una de las imágenes de una secuencia estabilizada (100c) de imágenes radiológicas; y
- 10 vi) trazar un mapa espacio temporal del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto, a partir de las estimaciones realizadas en la etapa v).
- 15 14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado porque en la etapa ii) de detección se utiliza un algoritmo de Shi y Tomasi.
15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 y 14, caracterizado porque en la etapa iii) de análisis del movimiento se utiliza un algoritmo Kanade-Lucas-Tomasi (KLT).
- 20 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, caracterizado porque la etapa v) de estimación del diámetro de la porción del tracto intestinal comprende:
- a) localizar una pluralidad de lugares situados en el centro de la porción del tracto intestinal, definir una curva continua interpolando dichos lugares identificados, para obtener una curva que corresponde con el eje longitudinal del tracto intestinal;
- 25 b) detectar los bordes de la porción de tracto intestinal; y
- c) calcular el diámetro de la porción del tracto intestinal en una pluralidad de puntos, a partir de la información obtenida en las etapas a) y b).
- 30 17. Dispositivo según las reivindicaciones 1-12 para uso en el análisis de la motilidad intestinal.
- 35 18. Dispositivo según las reivindicaciones 1-12 para uso en la elaboración de un mapa espacio temporal (200) del diámetro de una porción del tracto intestinal de un sujeto.

19. Dispositivo según la reivindicación 18, en el que la elaboración del mapa espacio temporal (200) del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto se lleva a cabo mediante el procedimiento de las reivindicaciones 13 a 16.

5



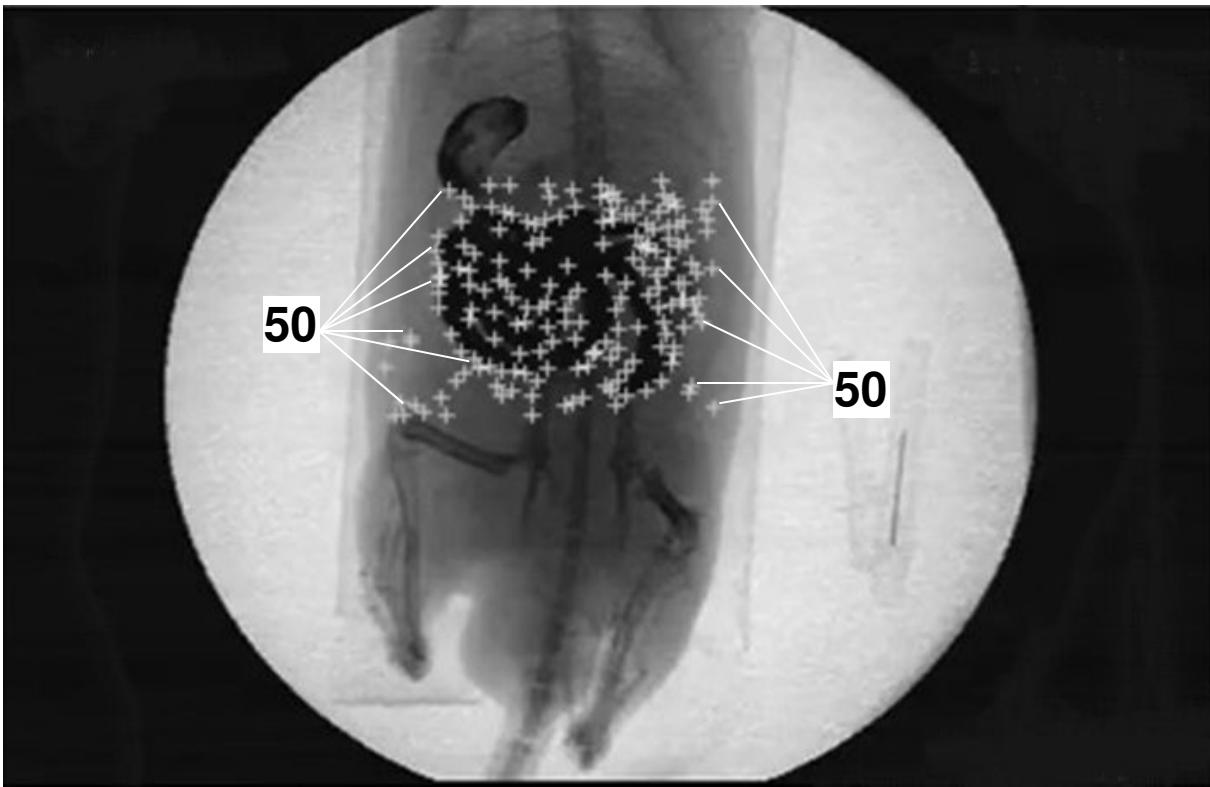


Fig. 2

100b

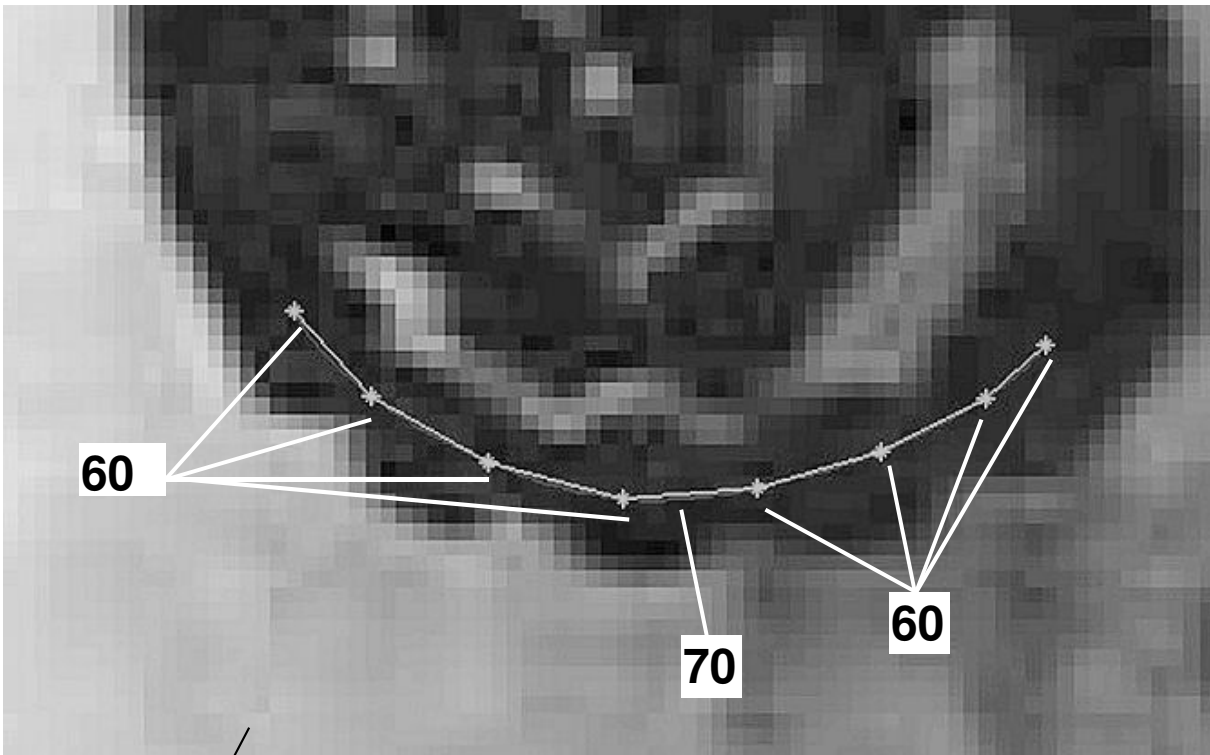
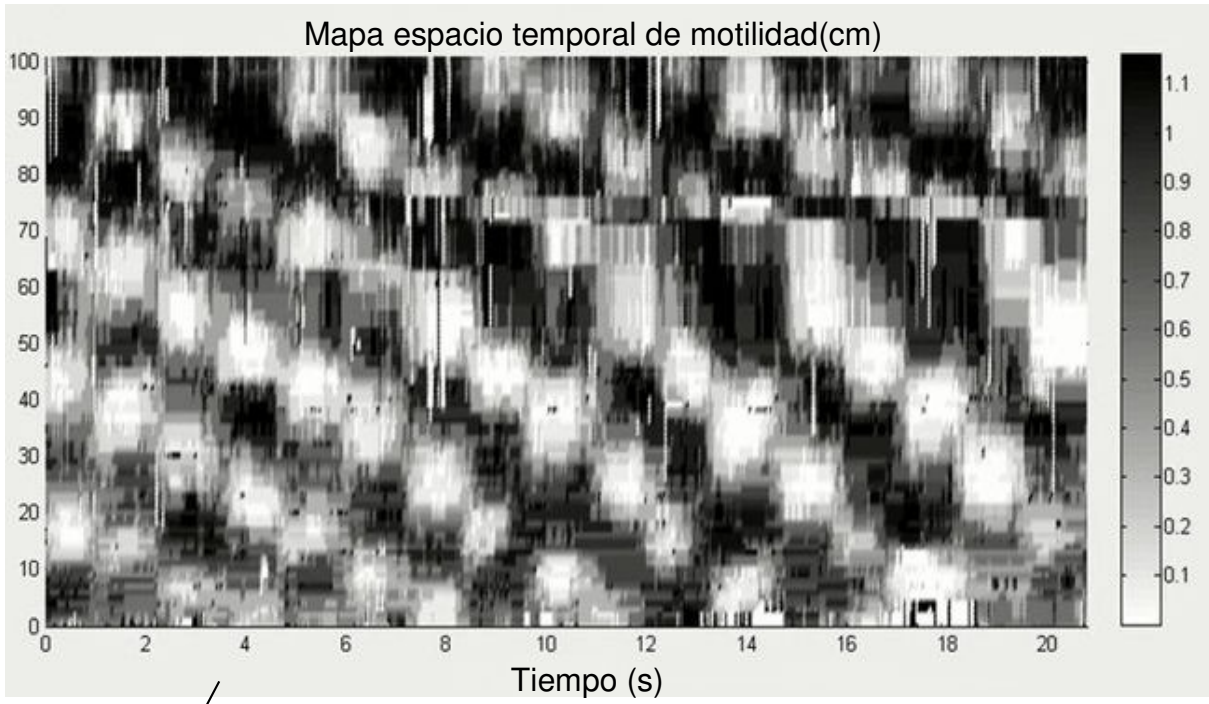


Fig. 3

100d



200

Fig. 4



- ②① N.º solicitud: 201531687
②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.11.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **A61B5/103** (2006.01)
A61B5/05 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ALLIANI, AC et al. Quantitative Analysis of Peristaltic and Segmental Motion In Vivo in the Rat Small Intestine Using Dynamic MRI. Magnetic Resonance in Medicine. Julio 2009, Vol. 62, Nº 1, páginas 116-126, DOI: 10.1002/mrm.21982, Online ISSN: 1522-2594. P. 118-120 - secciones 'Image Registration', 'Image Segmentation', 'Computation of the Medial Axis' y 'Computation of the Diameter at Fixed Location and Quantitative Analysis', 'Determination of Principal Components Using Active Shape Models'; figuras 1-6.	1-19
A	GIRÓN R. et al. X-ray analysis of gastrointestinal motility in conscious mice. Effects of morphine and comparison with rats, Neurogastroenterology & Motility. epub 21 Oct 2015, Vol. 28, páginas 74-84, DOI: 10.1111/nmo.12699, Online ISSN: 1365-2982. P. 75 - sección 'Radiographic analysis of gastrointestinal motor function'	2
A	BICKELHAUPT, S et al. Quantitative in vivo analysis of small bowel motility using MRI examinations in mice – proof of concept study. Laboratory Animals. 2015, Vol. 49, Nº 1, páginas 57-64, DOI: 10.1177/0023677214553321, eISSN: 17581117, todo el documento.	1-19
A	US 2015141800 A1 (LINGURARU MARIUS GEORGE et al.) 21.05.2015, todo el documento.	1-19

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
30.05.2016

Examinador
J. J. Carbonell Olivares

Página
1/6

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

A61B

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

INVENES, EPODOC, Google Scholar, PubMed

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.05.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-19	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-19	NO

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

Base de la Opinión.-

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

1. Documentos considerados.-

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

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	AILLANI, AC et al. Quantitative Analysis of Peristaltic and Segmental Motion In Vivo in the Rat Small Intestine Using Dynamic MRI. Magnetic Resonance in Medicine. Julio 2009, Vol. 62, Nº 1, páginas 116-126, DOI: 10.1002/mrm.21982, Online ISSN: 1522-2594. p. 118-120 - secciones 'Image Registration', 'Image Segmentation', 'Computation of the Medial Axis' y 'Computation of the Diameter at Fixed Location and Quantitative Analysis', 'Determination of Principal Components Using Active Shape Models'; figuras 1-6.	01.07.2009
D02	GIRÓN R. et al. X-ray analysis of gastrointestinal motility in conscious mice. Effects of morphine and comparison with rats, Neurogastroenterology & Motility. epub 21 Oct 2015, Vol. 28, páginas 74-84, DOI: 10.1111/nmo.12699, Online ISSN: 1365-2982. p. 75 - sección 'Radiographic analysis of gastrointestinal motor function'	21.10.2015

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

Se considera el documento D01 el documento del estado de la técnica anterior más próximo al objeto de la solicitud. Este documento afecta a la actividad inventiva de las reivindicaciones de la solicitud, tal y como se detalla a continuación.

Reivindicación 1:

El documento D01 describe el siguiente dispositivo (se citan entre paréntesis referencias del propio documento D01):

Dispositivo de análisis de la motilidad intestinal de un sujeto, humano o animal, que comprende:

- un equipo de adquisición de imágenes (p. 117, 'sección MRI Data Acquisition'; Figs. 1, 2), destinado a captar in vivo secuencias de imágenes radiológicas de una porción del tracto intestinal del sujeto;
- una unidad de procesamiento de imágenes (p. 118, 'sección Image Registration'; Fig. 1), destinada a estabilizar las secuencias de imágenes radiológicas captadas por el equipo de adquisición de imágenes y generar una secuencia estabilizada de imágenes radiológicas;
- una unidad de estimación de la motilidad (p. 118 - 119, 'secciones 'Image Segmentation', 'Computation of the Medial Axis' y 'Computation of the Diameter at Fixed Location and Quantitative Analysis'; Figs. 1, 3 - 6) conectada a la unidad de procesamiento de imágenes y destinada a estimar el diámetro en una pluralidad de puntos de la porción del tracto intestinal del sujeto, en cada una de las imágenes de la secuencia estabilizada de imágenes radiológicas;
- una unidad de representación gráfica de la motilidad (Figs. 1, 3 y 6), conectada a la unidad de estimación de la motilidad y destinada a trazar un mapa espacio temporal del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto, a partir de las estimaciones realizadas por la unidad de estimación de la motilidad;

Se puede por tanto comprobar que los 4 módulos principales que forman el dispositivo de la solicitud se encuentran anticipados en D01, si bien pueden observarse algunas diferencias respecto de aquella. Los componentes (módulos) que forman la unidad de procesamiento de imágenes 20b, 20c y 20d, no se encuentran literalmente descritos como tales en la sección 'Image Registration' (p. 118) de D01, si bien sí se pueden comparar las funciones que realizan. Efectivamente, en D01 se realiza una comparación entre las sucesivas imágenes dinámicas (20b) mediante un análisis estadístico, se analizan los desplazamientos en x e y para las imágenes con mayor correlación (20c) y se re-alinean las sucesivas imágenes (20d). También, se realiza en la secuencia temporal de imágenes el descarte de aquellas con movimientos significativos fuera de plano (i.e. estabilización de la secuencia). Por ello, un experto en la materia podría considerar que las funciones realizadas en uno y otro caso son equivalentes. Por otro lado, si bien no se cita explícitamente una unidad de representación gráfica de la motilidad como unidad física en D01, queda implícito, por las figuras mostradas (Figs. 1, 3 y 6) que es posible representar mapas espacio-temporales (gráficas distancia-tiempo) con el ordenador descrito en la p. 120.

Por todo lo anterior, y a la vista de lo divulgado en D01, el dispositivo divulgado en la reivindicación 1 no cumple con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 2:

La reivindicación dependiente 2 detalla que el equipo de adquisición de imágenes es un equipo (digital) de adquisición de imágenes de rayos X. Aunque en D01 se prima la utilización de un equipo de resonancia magnética (MRI), también se contempla el uso de radiografías 2D para la obtención de imágenes temporales de secciones del intestino y del efecto de las contracciones en la comida ingerida (p. 116). También, y a modo de ilustración, se anticipa en D02 el equipo de rayos X citado en la solicitud.

En consecuencia, la reivindicación 2 no cumple con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicaciones 3 y 4:

Las reivindicaciones dependientes 3 y 4 consideran el empleo de distintos tipos de algoritmos para la detección y el análisis del movimiento en las secuencias de imágenes, respectivamente. Estos algoritmos no están directamente referenciados en D01 donde se realizan esas funciones (*p. 118, sección 'Image Registration'*), aunque se pueden categorizar dentro de los comúnmente conocidos en el ámbito de la visión por ordenador y, de la redacción de las reivindicaciones, no se infiere que tengan un efecto técnico diferenciador por sí mismos. Por ello, pueden considerarse alternativas que un experto en la materia podría considerar a la hora de realizar el análisis de las imágenes capturadas.

En consecuencia, las reivindicaciones 3 y 4 no cumplen con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 5:

La reivindicación dependiente 5 detalla la posibilidad de selección del área de interés para el análisis de la motilidad intestinal en la secuencia de imágenes, siendo ésta una posibilidad también divulgada en D01 (*p. 118*) en relación con la selección de la localización de la sección ('slice') de yeyuno 'tan larga y recta como sea posible'.

En consecuencia, la reivindicación 5 no cumple con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicaciones 6 y 7:

Las reivindicaciones dependientes 6 y 7 detallan los módulos y funciones de la unidad (30), identificación del centro (*p.119 - sección 'Computation of the Medial Axis'; Fig. 5*), detección de bordes (*p. 118 - sección 'Image Segmentation'; Fig. 4*) y cálculo del diámetro (*p. 119 - sección 'Computation of the Diameter at Fixed Location and Quantitative Analysis'; Fig. 6*). Por otro lado, se indica la posibilidad de emplear distintos algoritmos de detección de bordes sin que, según se desprende de la redacción, se produzca un efecto técnico diferenciador por ejemplo de los propuestos en D01 ('3D LW' y 'DDGVFS' en *p. 118 - sección 'Image Segmentation'*).

En consecuencia, las reivindicaciones 6 y 7 no cumplen con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 8:

La reivindicación dependiente 8 especifica que el dispositivo en cuestión incorpora una interfaz de usuario, lo cual sería una alternativa obvia que un experto en la materia consideraría.

En consecuencia, la reivindicación 18 no cumple con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 9:

La reivindicación dependiente 9 detalla la posibilidad de que los elementos de la unidad (20) puedan estar implementados en forma de hardware o en forma de software, lo cual puede considerarse como una alternativa evidente para un experto en la materia.

En consecuencia, la reivindicación 9 no cumple con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 10:

La reivindicación dependiente 10 detalla posibles elementos de hardware, de los cuales el 'ordenador' está anticipado en D01 (*p. 120 - sección 'Determination of Principal Components Using Active Shape Models'*).

En consecuencia, la reivindicación 10 no cumple con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicaciones 11 y 12:

Las reivindicaciones dependientes 11 y 12 detallan aspectos de la organización modular de los distintos elementos del dispositivo completo, los cuales pueden ser considerados como alternativas comunes que un experto en la materia consideraría.

En consecuencia, las reivindicaciones 11 y 12 no cumplen con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 13:

La reivindicación independiente 13 describe el siguiente procedimiento (se citan entre paréntesis referencias del propio documento D01):

Procedimiento de elaboración de un mapa espacio temporal (*Fig. 6*) del diámetro de una porción de tracto intestinal de un sujeto, que comprende las siguientes etapas:

- i) adquirir secuencias de imágenes radiológicas de una porción del tracto intestinal del sujeto (*Figs. 1, 3, 4*);
- ii) detectar las partes de las imágenes de la secuencia de imágenes radiológicas que son invariantes bajo translación, rotación o cambios de escala (*p. 118 - sección 'Image registration'*);
- iii) analizar el movimiento de dichas partes invariantes a lo largo de la secuencia de imágenes radiológicas (*p. 118 - sección 'Image registration'*);
- iv) estabilizar la secuencia de imágenes radiológicas aplicando sobre dichas imágenes radiológicas un movimiento opuesto al detectado en la etapa iii) (*p. 118 - sección 'Image registration'*);
- v) estimar el diámetro en una pluralidad de puntos de la porción del tracto intestinal del sujeto, en cada una de las imágenes de una secuencia estabilizada de imágenes radiológicas (*p. 119 - sección 'Computation of the Diameter at Fixed Location and Quantitative Analysis'; Fig. 6*); y
- vi) trazar un mapa espacio temporal del diámetro de la porción del tracto intestinal del sujeto, a partir de las estimaciones realizadas en la etapa v) (*Fig. 6*).

Con la misma argumentación utilizada para la reivindicación independiente 1, de dispositivo, puede establecerse la falta de actividad inventiva de esta reivindicación de procedimiento asociado a aquél dispositivo.

En consecuencia, la reivindicación 13 no cumple con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicaciones 14 a 16:

Las reivindicaciones dependientes 14 a 16 describen aspectos del procedimiento relacionados con las funciones de los elementos descritos en las reivindicaciones 3, 4 y 6 del dispositivo, por lo que se pueden aplicar los mismos argumentos anteriormente indicados.

En consecuencia, las reivindicaciones 14 a 16 no cumplen con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicaciones 17 a 19:

Las reivindicaciones 17 a 19 detallan los usos y el procedimiento asociados al dispositivo de la primera reivindicación, por ello siguiendo los mismos razonamientos anteriores carecen de actividad inventiva.

En consecuencia, las reivindicaciones 17 a 19 no cumplen con el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

A modo de conclusión, las reivindicaciones 1 a 19 de la solicitud no cumplen con los requisitos de patentabilidad establecidos en el Art. 4.1 de la Ley de Patentes 11/1986.