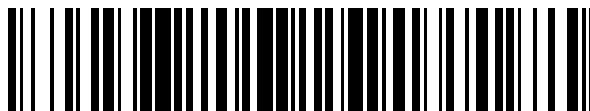


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 011**

21 Número de solicitud: 201530020

51 Int. Cl.:

G06T 7/00

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

09.01.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

12.07.2016

Fecha de concesión:

12.04.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

21.04.2017

73 Titular/es:

**FIZ FERNÁNDEZ, José Antonio (100.0%)
Pl. Garrigó, 21-23 esc. A 1º-1ª
08016 Barcelona (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

FIZ FERNÁNDEZ, José Antonio

74 Agente/Representante:

CAPITAN GARCÍA, Nuria

54 Título: **Procedimiento para la lectura de la reacción de la tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos**

57 Resumen:

Procedimiento para la lectura de la reacción de la tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos para la medición del tamaño de una induración cutánea que comprende las siguientes etapas:

- inyección de derivado de proteína purificada de tuberculina (PPD) o sustancia afín en un sujeto,
- toma de primera imagen por infrarrojos de la piel,
- conversión de la primera imagen tomada en una matriz bidimensional escalada a una segunda imagen,
- detección de objeto de referencia,
- obtención pixel central y radio del objeto,
- cálculo de conversión de píxeles a milímetros,
- rechazo píxeles internos del objeto,
- transformación de intensidad de los píxeles de la segunda imagen, obtención de tercera imagen,
- segmentación de tercera imagen en tres regiones según método de crecimiento local,
- cálculo del área, la temperatura máxima, mínima y desviación estándar de regiones y fondo.

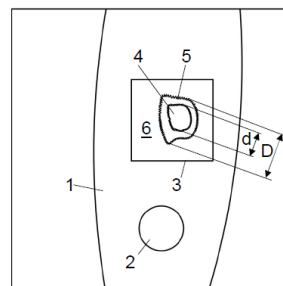


Fig.1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la lectura de la reacción de la tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos.

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para la lectura de la reacción de la tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos para la medición del tamaño de una induración cutánea.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

De acuerdo con los datos suministrados por la Organización Mundial de la Salud en 2004, dos mil millones de personas se encuentran infectadas por el bacilo de la tuberculosis (TB). Se estima
15 que cada año aparecen 8 millones de nuevos casos.

La TB es una enfermedad contagiosa producida por un bacilo y sin un control absoluto, existiendo grandes diferencias entre los países pobres y ricos debido, entre otras causas, a diferencias higiénicas, alimentarias y sanitarias. El diagnóstico de la tuberculosis se basa en la interpretación
20 de la reacción inmunológica cutánea. Así, la infección con *Mycobacterium tuberculosis* proporciona una respuesta inmune retrasada que se mide con el test de tuberculina cutánea (PPD)(American Thoracic Society and Centers for Disease Control And Prevention: Diagnostic standars and classification of tuberculosis in adults and children. Am J Respir Crit Care Med 2000 161:1376). La reacción consiste en un área de induración pequeña (elevación de la superficie de
25 la piel respecto a la zona colindante que puede ser visualizada y palpada por una simple exploración) que aparece en el lugar del test cutáneo. El tamaño de la induración medido en milímetros indica si el test es negativo o positivo.

Se han utilizado métodos de detección como el palpado o el marcado (Bouros D, Zeros G, Panaretos C, Vassilatos C, Siafakas N. Palpation vs pen method for the measurement of skin
30 tuberculin reaction (Mantoux test). Chest. 1991 99:416-9.) pero la interpretación es subjetiva (Pouchot J, Grosland A, Collet C. Coste J, Esdaile JM, Vinceneux P. Reliability of tuberculin skin test measurement. Ann Intern Med 1997 126:210-4.).

Por otra parte, existen precedentes en la aplicación de la toma de imágenes térmicas por infrarrojos como medida de control y diagnostico en medicina en ámbitos diferentes al de la presente invención (Bagavathiappan S, Sarananan T, Philip J, Jayakumar T Ph J, Baldev R, Karunanithi R, Panicker T.M.R, Korath M.P, Jagadeesan K. Infrared thermal imaging for detection
40 of peripheral vascular disorders. J Med Phys 2009 34:43-47.). Esta técnica mide la energía electromagnética radiada entre el rango de longitud de onda 3-12 μm . Un incremento de la radiación infrarroja está causado por un flujo sanguíneo elevado, una actividad metabólica incrementada y diversas reacciones inflamatorias que tienen lugar en la zona afecta (Schaefer A.L, Cool N, Tessaro S.V, Deregt D, Desroches G, Dubeski P.L, Tong A.K.W, Godson D.L. Early detection and prediction of infection using infrared thermography. Can J Anim Sci 2004 84:73-80.).

45

En el proceso inflamatorio, el incremento de temperatura, que puede ser medido por infrarrojos, está causado por el incremento en el flujo sanguíneo con dilatación vascular, proteínas sanguíneas y extravasación celular (Ring F.E, Ammer K, Thermal imaging in diseases of the skeletal and neuromuscular systems. In Medical infrared imaging. Edited by N.A. Dinkides, J.D. Bronzino CRC, US. 2008:17-1.).
50

En general, la reacción tras la inyección de la proteína purificada de la tuberculina (PPD) se caracteriza por edema, infiltración leucocitaria y de células linfocitarias y mononucleares así como extravasación de eritrocitos en la capa epidérmica y dérmica de la piel (12. Haholu A, Ciftci F, Karabudak O, Kutlu A, Bozkurt B, Baloglu H. The significance of histopathologic patterns in positive tuberculin skin test. Journal of Cutaneous Pathology. 2008 35:462-465.).

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención queda establecida y caracterizada en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la misma.

El objeto de la invención es un procedimiento para la lectura de la reacción de la tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos que mide el tamaño de una induración cutánea. El problema técnico a resolver es configurar las etapas del procedimiento para conseguir el objeto citado.

Se emplean técnicas de tratamiento de imágenes, como el método Canny citado en las reivindicaciones que se refiere al conocido algoritmo de Canny para la detección de bordes de objetos que utiliza un filtro basado en la primera derivada de una gaussiana para eliminar el ruido de una imagen. Asimismo, la transformada de Hough circular es una técnica conocida para la detección de figuras en imágenes digitales.

Una ventaja del procedimiento es que puede implementarse en cualquier dispositivo como puede ser un teléfono móvil, con las ventajas propias de portabilidad, lo cual lo hace útil en áreas aisladas como pueden ser poblados con sujetos infectados. Esta facilidad de implementación es debida a que las necesidades de cálculo para realizar el procedimiento de esta invención se pueden llevar a cabo mediante los procesadores de un teléfono móvil de gama media a día de la presentación de la invención y al hecho de que el precio del tipo de cámara necesario para su realización es bajo.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Se complementa la presente memoria descriptiva, con un juego de figuras, ilustrativas del ejemplo preferente y nunca limitativas de la invención.

La figura 1 representa una vista frontal de un antebrazo de un sujeto con un objeto de referencia circular, una máscara de área de análisis cuadrangular y una induración con dos regiones diferenciadas.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

A continuación se expone una realización de la invención con apoyo en la figura.

El test cutáneo de tuberculina Mantoux (TST) se lleva a cabo por inyección intradérmica de 0.1 ml de derivado de proteína purificada de tuberculina (PPD) en la piel (1) del sujeto, por ejemplo en esta realización en la parte anterior del antebrazo. La lectura del TST se lleva a cabo 48 horas después de la inyección, por inspección, palpación y medición de la induración. Un tamaño de la induración mayor de 1 cm se considera como resultado positivo, indicando la presencia de infección por Mycobacterium tuberculosis.

El procedimiento previo a la lectura de la TST por la toma de imágenes térmicas por infrarrojos es como sigue. Los sujetos se permanecen en el laboratorio durante al menos 15 minutos para alcanzar un equilibrio térmico dentro de la habitación del laboratorio. La temperatura, humedad y circulación del aire en el laboratorio se mantienen alrededor de 23°C±1 y de un grado de humedad

de alrededor del 50%, sin filtro de aire en el techo. Se pide a los sujetos no consumir bebidas calientes o comida al menos una hora antes de la sesión, y no usar preparados cutáneos como cremas o polvo de talco. Se asume la emisividad de la piel (1) en 0.98 ± 0.01 . La iluminación se mantiene con longitudes de onda no mayores que $1\mu\text{m}$.

En esta realización, las imágenes térmicas por infrarrojos se obtienen de la cara anterior del antebrazo de cada sujeto. Se puede usar cualquier cámara de infrarrojos, como una TiR32 Fluke® o incluso una cámara incluida en un teléfono móvil (tras retirar los filtros que incluyen dichas cámaras, cuyo fin es precisamente eliminar estas frecuencias). La distancia de la cámara a la piel (1), el antebrazo en este caso, es de 40cm. El objeto de referencia (2) utilizado en esta realización es una moneda de 24mm de diámetro. La adquisición y guardado de imágenes se realiza con el software SmartView®, el cual puede ser utilizado con un teléfono móvil. Cada imagen se exporta en formato jpg. Las medidas de temperatura se exportan a un fichero de texto. Como programa de tratamiento de imágenes se utiliza Matlab 2014b®. Nótese que el algoritmo se puede reprogramar en lenguaje Java o C, que son lenguajes de programación en los que se pueden hacer aplicaciones en dispositivos móviles.

La invención es un procedimiento para la detección de tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos para la medición del tamaño de una induración cutánea que comprende las siguientes etapas:

- inyección de 0.1 ml de derivado de proteína purificada de tuberculina (PPD) en un sujeto, en la realización expuesta se hace en el antebrazo del sujeto aunque podría ser otra zona adecuada, como un muslo, etc., asimismo la PPD es la sustancia más empleada habitualmente y cuya implementación es la preferente en este caso, aunque pueden utilizarse otras sustancias afines a la PPD, tales como el ESAT6/CFP10 (Diaskintest®) antígenos específicos de la M Tuberculosis,
- toma de una primera imagen por infrarrojos de la piel (1) del sujeto,
- conversión de la primera imagen tomada en una matriz bidimensional escalada según: $\text{segunda imagen} = (\text{temp} - T_{\text{min}}) / (T_{\text{max}} - T_{\text{min}})$, obteniendo valores entre 0 y 1 de una segunda imagen en escala de grises, siendo T_{min} y T_{max} las temperaturas mínima y máxima respectivamente,
- detección de un objeto de referencia (2) en la segunda imagen, por ejemplo circular, aplicando la detección de bordes, por ejemplo por el método Canny y la transformada de Hough circular,
- obtención del pixel central y el radio en pixeles del objeto de referencia (2),
- cálculo del factor de conversión de pixeles a milímetros por conocimiento del radio en milímetros del objeto de referencia (2),
- rechazo de los pixeles internos del objeto de referencia (2) estableciendo sus valores como 0 en la segunda imagen,
- transformación de intensidad de los pixeles de la segunda imagen: asignando 0 cuando son por debajo de 0.5, pasando los del rango 0.5-1 al rango 0-1, obteniendo una tercera imagen,
- segmentación de la tercera imagen en tres regiones: primera (4), correspondiente a la induración, y segunda (5), correspondiente al eritema, llamadas así por la similitud que tienen con los hallazgos anatomo-patológicos que produce la reacción de tuberculina, antes comentados, la tercera corresponde al fondo (6). Se utiliza un método de crecimiento local de regiones que comprende las siguientes etapas:
 - selección de un pixel semilla inicial con temperatura máxima (PT_{max}) dentro de un área rectangular centrada en el mismo,
 - binarización de la tercera imagen, guardando los pixeles de la piel (1) del sujeto, con valor 1, rechazando los pixeles fuera de la piel (1) del sujeto, con valor 0, obteniendo una cuarta imagen binaria,

- creación de una máscara de área de análisis (3) a partir de la cuarta imagen binaria, centrada en el pixel semilla con temperatura máxima (PTmax),
- iteraciones sobre la tercera imagen para la detección de subregiones primeras y segundas correspondientes a las regiones primera (4) y segunda (5) respectivamente. Dado que puede haber varias zonas de reacción, las regiones primera (4) y segunda (5) pueden estar formadas por varias subregiones. En cada iteración se detecta una nueva subregión primera y segunda a partir de cada nuevo pixel semilla. Cada subregión se forma sumando pixeles vecinos de acuerdo con un criterio al correspondiente pixel semilla para cada región (4,5). La opción preferida consiste en: en primer lugar se suman pixeles vecinos al pixel semilla para hacer crecer la subregión primera, mientras haya pixeles que cumplan el siguiente criterio:

- $A \times Th1 < \min S1(i,j) < Th1 \rightarrow S1(i,j) = reg_mean1 - temp_e(i,j),$

$\min(|S2(i,j)|) < Th2 \rightarrow S2(i,j) = reg_mean2 - temp_e(i,j),$

siendo reg_mean1 el valor medio de intensidad de todos los pixeles que ya pertenecen a la región primera (4), $temp_e(i,j)$ el valor de intensidad de un pixel vecino, $S1(i,j)$ el valor de similitud de un pixel vecino, $Th1$ el umbral utilizado para delimitar si un pixel vecino se suma o no a la subregión primera, y A el parámetro de escalado para el límite inferior del valor de similitud. Cuando ya no existen pixeles vecinos que cumplan el criterio anterior, se aplica un segundo criterio para sumar pixeles a la subregión segunda, definido como:

$\min(|S2(i,j)|) < Th2 \rightarrow S2(i,j) = reg_mean2 - temp_e(i,j)$ siendo reg_mean2 el valor medio de intensidad de todos los pixeles que ya pertenecen a la región segunda (5), $temp_e(i,j)$ el valor de intensidad de un pixel vecino, $S2(i,j)$ el valor de similitud de un pixel vecino y $Th2$ el umbral utilizado para delimitar si un pixel vecino se suma o no a la subregión segunda. Cuando ya no existen pixeles vecinos que cumplan el segundo criterio, otro pixel semilla se selecciona y una nueva iteración comienza.

Se fija un tamaño mínimo, por ejemplo de 5 mm, para la subregión primera del primer pixel semilla. Las subregiones primeras del resto de pixeles semilla deben tener ese mismo tamaño mínimo o ser adyacentes a la subregión primera del primer pixel semilla. Cada nuevo pixel semilla debe cumplir el criterio de similitud de la región primera (4) y situarse a una distancia máxima de la subregión primera obtenida en la primera iteración,

- continuación de las iteraciones hasta que no se encuentra un nuevo pixel semilla,

- unión de la subregiones primeras adyacentes,
- cálculo de las distancias máximas de las subregiones primeras,
- cálculo de las distancias máximas transversales a las distancias máximas de las subregiones primeras,
- eliminación de las subregiones primeras cuya relación entre su distancia máxima transversal y su distancia máxima (d) no supere un umbral, por ejemplo de 0.35,
- cálculo de la máxima distancia (d) de la región primera (4) como suma de las máximas distancias de las subregiones primeras,
- cálculo de la distancia máxima (D) de la región segunda (5),
- cálculo del fondo (6) eliminando los pixeles que pertenecen a la primera (4) y segunda (5) regiones según la máscara de área de análisis (3),
- cálculo del área, la temperatura máxima, la mínima, la media y la desviación estándar de las tres regiones (4,5,6),
- unión de la región segunda (5) con el fondo (6) si se cumple la siguiente condición: $tmean2 - tstd2 - tmean3 - tstd3 \leq 0.3$, siendo $tmean_k$ y $tstd_k$ ($k = 2$ o 3) las temperaturas medias y las desviaciones estándar de la región segunda (5) y el fondo (6), respectivamente,
- unión de la región primera (4) con la segunda (5) y el fondo (6) si, además de cumplirse la condición del punto anterior, se cumple la siguiente condición: $tmean1 - tstd1 - tmean23 -$

$t_{std23} \leq 0.25$ y $t_{mean1} - t_{std1} - t_{mean2} - t_{std2} \leq 0.3$ ó $t_{mean2} - t_{mean3} \geq 0$, siendo t_{mean_k} y t_{std_k} ($k = 1, 2, 3$) la temperatura media y la desviación estándar de las regiones primera (5), segunda (5) con fondo (6), segunda (5), y fondo (6), respectivamente.

- 5 Opcionalmente el área de análisis centrada en el pixel semilla con temperatura máxima (PTmax) tiene unas dimensiones de 5cm x 5cm.

- Otra opción es que tanto Th1 como Th2 se normalizan dividiéndolos por la diferencia de temperatura máxima y mínima de cada sujeto Además, Th1 y A pueden tomar tres valores diferentes: bajo, por ejemplo 0.49, medio, por ejemplo 0.6, y alto, por ejemplo 0.71 en función de las necesidades de cada caso.
- 10

Otra opción es que el tamaño mínimo de la subregión primera del primer pixel semilla es de 5mm.

- 15 Otra opción es que la distancia máxima respecto a la subregión primera de la primera iteración (4) es 5mm.

REIVINDICACIONES

1.-Procedimiento para la lectura de la reacción de la tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos para la medición del tamaño de una induración cutánea caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

- inyección de 0.1 ml de derivado de proteína purificada de tuberculina (PPD) o una sustancia afín a dicha proteína en un sujeto,
- toma de una primera imagen por infrarrojos de la piel (1) del sujeto,
- conversión de la primera imagen tomada en una matriz bidimensional escalada según: $\text{segunda imagen} = (\text{temp} - T_{\min}) / (T_{\max} - T_{\min})$, obteniendo valores entre 0 y 1 de una segunda imagen en escala de grises, siendo $T_{\min}$ y $T_{\max}$ las temperaturas mínima y máxima respectivamente,
- detección de un objeto de referencia (2) en la segunda imagen aplicando la detección de bordes,
- obtención del pixel central y el radio en pixeles del objeto de referencia (2),
- cálculo del factor de conversión de pixeles a milímetros por conocimiento del radio en milímetros del objeto de referencia (2),
- rechazo de los pixeles internos del objeto de referencia (2) estableciendo sus valores como 0 en la segunda imagen,
- transformación de intensidad de los pixeles de la segunda imagen: asignando 0 cuando son por debajo de 0.5, pasando los del rango 0.5-1 al rango 0-1, obteniendo una tercera imagen,
- segmentación de la tercera imagen en tres regiones: primera (4), segunda (5) y fondo (6), utilizando un método de crecimiento local de regiones que comprende las siguientes etapas:
 - selección de un pixel semilla inicial con temperatura máxima ($PT_{\max}$) dentro de un área rectangular centrada en el mismo,
 - binarización de la tercera imagen, guardando los pixeles de la piel (1) del sujeto, con valor 1, rechazando los pixeles fuera de la piel (1) del sujeto, con valor 0, obteniendo una cuarta imagen binaria,
 - creación de una máscara de área de análisis (3) a partir de la cuarta imagen binaria, centrada en el pixel semilla con temperatura máxima ($PT_{\max}$),
 - iteraciones sobre la tercera imagen para la detección de subregiones primeras y segundas correspondientes a las regiones primera (4) y segunda (5) respectivamente, de cada nuevo pixel semilla, sumando pixeles vecinos,
 - continuación de las iteraciones hasta que no se encuentra un nuevo pixel semilla,
 - unión de la subregiones primeras adyacentes,
 - cálculo de las distancias máximas de las subregiones primeras,
 - cálculo de las distancias máximas transversales a las distancias máximas de las subregiones primeras,
 - eliminación de las subregiones primeras cuya relación entre su distancia máxima transversal y su distancia máxima no supere un umbral,
 - cálculo de la máxima distancia (d) de la región primera (4) como suma de las máximas distancias de las subregiones primeras,
 - cálculo de la distancia máxima (D) de la región segunda (5),
 - cálculo del fondo (6) eliminando los pixeles que pertenecen a la primera (4) y segunda (5) regiones según la máscara de área de análisis (3),
 - cálculo del área, la temperatura máxima, la mínima, la media y la desviación estándar de las regiones y el fondo.

2.-Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la formación de cada subregión se forma sumando pixeles vecinos de acuerdo con un criterio al correspondiente pixel semilla para cada

región, consistente en: en primer lugar se suman pixeles vecinos al pixel semilla para hacer crecer la subregión primera, mientras haya pixeles que cumplan el siguiente criterio:

- $A \times Th1 < \min S1(i,j) < Th1 \rightarrow S1(i,j) = \text{reg_mean1} - \text{temp_e}(i,j)$,

$\min(|S2(i,j)|) < Th2 \rightarrow S2(i,j) = \text{reg_mean2} - \text{temp_e}(i,j)$,

5 siendo reg_mean1 el valor medio de intensidad de todos los pixeles que ya pertenecen a la región primera, $\text{temp_e}(i,j)$ el valor de intensidad de un pixel vecino, $S1(i,j)$ el valor de similitud de un pixel vecino, $Th1$ el umbral utilizado para delimitar si un pixel vecino se suma o no a la subregión primera, y A el parámetro de escalado para el límite inferior del valor de similitud. Cuando ya no existen pixeles vecinos que cumplan el criterio anterior, se aplica un segundo

10 criterio para sumar pixeles a la subregión segunda, definido como:
 $\min(|S2(i,j)|) < Th2 \rightarrow S2(i,j) = \text{reg_mean2} - \text{temp_e}(i,j)$ siendo reg_mean2 el valor medio de intensidad de todos los pixeles que ya pertenecen a la región segunda, $\text{temp_e}(i,j)$ el valor de intensidad de un pixel vecino, $S2(i,j)$ el valor de similitud de un pixel vecino y $Th2$ el umbral utilizado para delimitar si un pixel vecino se suma o no a la subregión segunda. Cuando ya no existen pixeles

15 vecinos que cumplan el segundo criterio, otro pixel semilla se selecciona y una nueva iteración comienza. Se fija un tamaño mínimo para la subregión primera del primer pixel semilla. Las subregiones primeras del resto de pixeles semilla deben tener ese mismo tamaño mínimo o ser adyacentes a la subregión primera del primer pixel semilla. Cada nuevo pixel semilla debe cumplir el criterio de similitud de la región primera (4) y situarse a una distancia máxima de la subregión

20 primera obtenida en la primera iteración.

3.-Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2 en el que tras el cálculo del área, la temperatura máxima, la mínima, la media y la desviación estándar de las regiones y el fondo, se une la región

25 segunda (5) con el fondo (6) si se cumple: $\text{tmean2} - \text{tstd2} - \text{tmean3} - \text{tstd3} \leq 0.3$, siendo tmean_k y tstd_k ($k = 2$ o 3) las temperaturas medias y las desviaciones estándar de la región segunda (5) y el fondo (6), respectivamente.

4.-Procedimiento según la reivindicación 3 en el que se une la región primera (4) con la segunda

30 (5) y el fondo (6) si se cumple: $\text{tmean1} - \text{tstd1} - \text{tmean23} - \text{tstd23} \leq 0.25$ y $\text{tmean1} - \text{tstd1} - \text{tmean2} - \text{tstd2} \leq 0.3$ ó $\text{tmean2} - \text{tmean3} \geq 0$, siendo tmean_k y tstd_k ($k = 1, 23, 2$ o 3) la temperatura media y la desviación estándar de las regiones primera (4), segunda (5) con fondo (6), segunda (5), y fondo (6), respectivamente.

5.-Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la detección del objeto de referencia (2) es

35 por el método Canny de detección de bordes y la transformada de Hough circular.

6.-Procedimiento según la reivindicación 1 en el que el área de análisis centrada en el pixel semilla con temperatura máxima ($PT_{\max}$) tiene unas dimensiones de 5cm x 5cm.

40 7.-Procedimiento según la reivindicación 1 en el que el tamaño mínimo de la subregión primera del primer pixel semilla es de 5mm.

8.-Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la distancia máxima respecto a la subregión

45 primera de la primera iteración (4) es 5mm.

9.-Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la eliminación de las subregiones primeras se lleva a cabo cuando la relación entre su distancia máxima transversal y su distancia máxima no supera el umbral de 0.35.

50 10.-Procedimiento según la reivindicación 2 en el que tanto $Th1$ como $Th2$ se normalizan dividiéndolos por la diferencia de temperatura máxima y mínima de cada sujeto.

11.-Procedimiento según la reivindicación 2 en el que $Th1$ y A toman tres valores diferentes: 0.49, 0.6 y 0.71.

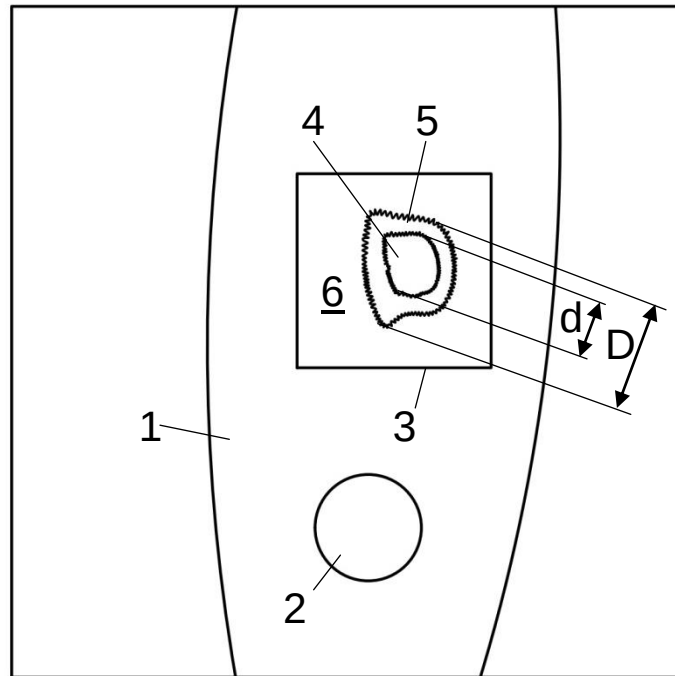


Fig.1



- ②① N.º solicitud: 201530020
②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.01.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G06T7/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2014276358 A1 (KASHIWAGI SATOSHI et al.) 18.09.2014	1
A	US 2005106107 A1 (NAKAMURA REIKO M) 19.05.2005	1
A	RU 2364430 C1 (SOLOMKINA NATAL JA JUR EVNA et al.) 20.08.2009	1
A	RU 2134056 C1 (UBERKULEZA et al.) 10.08.1999	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
15.10.2015

Examinador
M. C. González Vasserot

Página
1/5

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

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

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.10.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-11	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-11	SI
	Reivindicaciones	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	US 2014276358 A1 (KASHIWAGI SATOSHI et al.)	18.09.2014
D02	US 2005106107 A1 (NAKAMURA REIKO M)	19.05.2005
D03	RU 2364430 C1 (SOLOMKINA NATAL JA JUR EVNA et al.)	20.08.2009
D04	RU 2134056 C1 (UBERKULEZA et al.)	10.08.1999

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

Los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Así, la invención reivindicada se considera que cumple los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial.

1.- El objeto de la presente solicitud de patente se refiere a un procedimiento para la lectura de la reacción de la tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos para la medición del tamaño de una induración cutánea. Se emplean técnicas de tratamiento de imágenes, como el método Canny que se refiere al conocido algoritmo de Canny para la detección de bordes de objetos que utiliza un filtro basado en la primera derivada de una gaussiana para eliminar el ruido de una imagen. Asimismo, la transformada de Hough circular es una técnica conocida para la detección de figuras en imágenes digitales.

2.- El problema planteado por el solicitante es configurar las etapas del método para conseguir el citado objeto. Una ventaja del procedimiento es que puede implementarse en cualquier dispositivo como puede ser un teléfono móvil, con las ventajas propias de portabilidad, lo cual lo hace útil en áreas aisladas como pueden ser poblados con sujetos infectados. Esta facilidad de implementación es debida a que las necesidades de cálculo para realizar el procedimiento de esta invención se pueden llevar a cabo mediante los procesadores de un teléfono móvil de gama media a día de la presentación de la invención y al hecho de que el precio del tipo de cámara necesario para su realización es bajo.

El documento D1 puede considerarse como el representante del estado de la técnica más cercano ya que en este documento confluyen la mayoría de las características técnicas reivindicadas.

Análisis de las reivindicaciones independientes

El estado de la técnica más cercano al objeto de la invención está representado por el documento

D01, que divulga:

Un procedimiento para la lectura de la reacción de la tuberculina por toma de imágenes térmicas por infrarrojos para la medición del tamaño de una induración cutánea

que comprende las siguientes etapas:

a) inyección de 0.1 ml de derivado de proteína purificada de tuberculina (PPD) o una sustancia afín a dicha proteína en un sujeto,

b) toma de una primera imagen por infrarrojos de la piel del sujeto,

No realiza:

c) conversión de la primera imagen tomada en una matriz bidimensional escalada según:

$\text{segunda imagen} = (\text{temp} - T_{\min}) / (T_{\max} - T_{\min})$, obteniendo valores entre 0 y 1 de una segunda imagen en escala de grises, siendo $T_{\min}$ y $T_{\max}$ las temperaturas

mínima y máxima respectivamente,

d) detección de un objeto de referencia en la segunda imagen aplicando la detección de bordes,

e) obtención del pixel central y el radio en píxeles del objeto de referencia,

f) cálculo del factor de conversión de píxeles a milímetros por conocimiento del radio en milímetros del objeto de referencia,

g) rechazo de los píxeles internos del objeto de referencia estableciendo sus valores como 0 en la segunda imagen,

h) transformación de intensidad de los píxeles de la segunda imagen: asignando 0 cuando son por debajo de 0.5, pasando los del rango 0.5-1 al rango 0-1, obteniendo una tercera imagen,

i) segmentación de la tercera imagen en tres regiones: primera, segunda y fondo, utilizando un método de crecimiento local de regiones que comprende las siguientes etapas:

- selección de un pixel semilla inicial con temperatura máxima ($PT_{\max}$) dentro de un área rectangular centrada en el mismo,

- binarización de la tercera imagen, guardando los píxeles de la piel del sujeto, con valor 1, rechazando los píxeles fuera de la piel (1) del sujeto, con valor 0, obteniendo una cuarta imagen binaria,

- creación de una máscara de área de análisis a partir de la cuarta imagen binaria, centrada en el pixel semilla con temperatura máxima ($PT_{\max}$),

- iteraciones sobre la tercera imagen para la detección de subregiones primeras y segundas correspondientes a las regiones primera y segunda respectivamente, de cada nuevo pixel semilla, sumando píxeles vecinos,

- continuación de las iteraciones hasta que no se encuentra un nuevo pixel semilla,

- unión de la subregiones primeras adyacentes,

- cálculo de las distancias máximas de las subregiones primeras,

- cálculo de las distancias máximas transversales a las distancias máximas de las subregiones primeras,

- eliminación de las subregiones primeras cuya relación entre su distancia máxima transversal y su distancia máxima no supere un umbral,

- cálculo de la máxima distancia de la región primera como suma de las máximas distancias de las subregiones primeras,
 - cálculo de la distancia máxima de la región segunda,
 - cálculo del fondo eliminando los pixeles que pertenecen a la primera y segunda regiones según la máscara de área de análisis,
 - cálculo del área, la temperatura máxima, la mínima, la media y la desviación estándar de las regiones y el fondo.
- La reivindicación 1 es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

Análisis del resto de los documentos

De este modo, ni el documento D1, ni ninguno del resto de los documentos citados en el Informe del Estado de la Técnica, tomados solos o en combinación, revelan la invención en estudio tal y como es definida en las reivindicaciones independientes, de modo que los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Además, en los documentos citados no hay sugerencias que dirijan al experto en la materia a una combinación que pudiera hacer evidente la invención definida por estas reivindicaciones y no se considera obvio para una persona experta en la materia aplicar las características incluidas en los documentos citados y llegar a la invención como se revela en la misma.