

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 422 716**

51 Int. Cl.:

**G06T 7/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2010 E 10189552 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 2336973**

54 Título: **Procedimiento para mejora de estimación de movimiento que evita correspondencias de bloques de error**

30 Prioridad:

**06.11.2009 TR 200908439**

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

**13.09.2013**

73 Titular/es:

**VESTEL ELEKTRONIK SANAYI VE TICARET A.S.  
(100.0%)**

**Organize Sanayi Bölgesi  
45030 Manisa, TR**

72 Inventor/es:

**GUNYEL, BERTAN y  
BASTUG, AHMET**

74 Agente/Representante:

**ARPE FERNÁNDEZ, Manuel**

**ES 2 422 716 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

Procedimiento para mejora de estimación de movimiento que evita correspondencias de bloques de error

5 Campo técnico

**[0001]** Esta invención se refiere a un procedimiento para limitar el vector de movimiento de la trayectoria de búsqueda central en la dirección inversa a la del movimiento global de la escena.

10 Técnica anterior

**[0002]** Las técnicas de estimación de movimiento son ampliamente utilizados en los sistemas de vídeo, tales como compresión, trazado de movimiento y filtración de ruido de vídeo. La estimación de movimiento es generalmente la parte más intensiva de tal sistema de vídeo en términos de complejidad cálculo. Por lo tanto, se han desarrollado diversas técnicas de correspondencia de bloques (block matching) rápida, que permiten la estimación de movimiento rápido mediante disminución del número total de operaciones bajo la condición de error tolerante. La mayoría de las técnicas de correspondencia de bloques rápidas, utilizan un patrón de búsqueda transversal en un rango de búsqueda para limitar el número de operaciones. Algunos ejemplos de procedimientos de estimación de movimiento de bloque que utilizan modelo de búsqueda son la búsqueda en tres etapas, búsqueda en diamante, búsqueda en diamante en cruz, búsqueda hexagonal y técnicas de trayectoria múltiple.

**[0003]** Un ejemplo del procedimiento de estimación de movimiento por bloques es la estrategia de búsqueda de tres etapas. De acuerdo con el procedimiento de T. Koga ((T. Koga, K. Linuma, A. Hirano, Y. Lijima, and T. Ishiguro, "Motion Compensated Interframe Coding for Video Conferencing", Proc. Nat. Telecommun. Conf., New Orleans, LA, 29 noviembre a 3 de diciembre de 1981, pp.G5.3.1-5.3.5), de estrategia de tres de etapas, se calcula la métrica de diferencia de píxel (PDM) en el punto central y los ocho puntos adicionales que están a cuatro unidades de distancia del punto central. El punto con la PDM mínima se elige como centro para la siguiente etapa en la que los valores de PDM se calculan para los ocho puntos vecinos adicionales que se encuentran a dos unidades de distancia del punto central. En el paso final, el punto que tiene la PDM mínima en el paso anterior se toma como el centro para la búsqueda. La PDM se calcula para el centro y los ocho puntos vecinos adicionales que se encuentran a una unidad de distancia. Entonces, el punto que tiene la PDM mínima se elige como correspondiente.

**[0004]** El segundo ejemplo del procedimiento de búsqueda es la estrategia de búsqueda en diamante. De acuerdo con el método de S. Zhu (Zhu S. y K. Ma, A New Diamond Search Algorithm for Fast Block-Matching Motion Estimation", IEEE Trans., Image Processing, volumen 9, n<sup>o</sup> 2, pp 287-290, febrero de 2000), la estrategia de búsqueda en diamante utiliza dos patrones de búsqueda en forma de diamante, concretamente, diamante grande y diamante pequeño, que respectivamente tienen nueve y cinco puntos de control. Según este documento, en primer lugar, el patrón de búsqueda en diamante grande (LDSP) se aplica a los puntos de control y los valores de PDM se calculan para estos puntos. En cada paso, se controla si el candidato que tiene la PDM mínima es el punto central. Después, si el punto con el valor mínimo de PDM no es el punto central, el patrón de diamante grande es situado alrededor del punto que tiene el valor mínimo de PDM y se procesa en el siguiente paso. Si el punto con el valor mínimo de diferencia de píxel es el punto central, el patrón de búsqueda de diamante pequeño (SDSP) es situado alrededor del punto central. En este paso, la PDM se calcula para los cinco puntos candidatos y el punto que indica el valor mínimo de diferencia de píxel se asigna como correspondiente.

**[0005]** Otro procedimiento de búsqueda para estimación de movimiento por bloque, es el método de búsqueda en diamante en cruz. De acuerdo con el procedimiento de búsqueda en diamante en cruz de CH Cheung (C. H. Cheung and L. M. Po, "A Novel Cross Diamond Search Algorithm for Fast Block Motion Estimation", IEEE Trans., Circuits and Syst. Video Technol., volumen 12, n<sup>o</sup> 12, pp.1168-1177, diciembre de 2002), dicho procedimiento utiliza un patrón de búsqueda en forma de cruz (CSSP) calculando la PDM para nueve candidatos, incluyendo el candidato de centro. Si el candidato de centro tiene el valor mínimo de PDM, la búsqueda se detiene. Si no, se comprueban dos puntos adicionales de búsqueda, que son los puntos más cercanos del LDSP central al punto que da la PDM mínima en el paso anterior. Si el punto que da el valor mínimo de PDM es el mismo punto de la etapa anterior, este punto se asigna como correspondiente. Si no, se aplica el procedimiento de búsqueda en diamante normal mediante la localización del LDSP en el punto que da el valor mínimo de PDM en el paso anterior.

**[0006]** El siguiente procedimiento para estimación de movimiento de bloque, es la estrategia de búsqueda hexagonal. Conforme al procedimiento para patrón de búsqueda de base hexagonal para estimación de movimiento por bloque rápida de C. Zhu (C. Zhu, X. Lin and L. P. Chau, "Hexagonal- Based Search Pattern for Fast Block Motion Estimation", IEEE Trans., Circuits and Syst. Video Technol., volumen 12, n<sup>o</sup> 5, pp 349-355, mayo de 2002), en este método, son utilizados dos patrones de búsqueda, que son, por una parte, el patrón de búsqueda hexagonal que comprueba siete puntos de control y por otra parte, el patrón de búsqueda rectangular que comprueba nueve puntos de control. El patrón de búsqueda hexagonal se aplica a los siete candidatos alrededor del punto de inicio del procedimiento de búsqueda y se calculan los valores de PDM. Si el punto con el valor mínimo de PDM es el candidato de centro, se aplica el patrón de búsqueda rectangular y se comprueban los nueve candidatos. El punto que da la PDM mínima es asignado como

correspondiente. Si el candidato que da el valor mínimo de PDM con el patrón hexagonal no es el central, el patrón de búsqueda hexagonal se sitúa alrededor del candidato de PDM mínima y que es aplicado de forma continua hasta encontrar el punto de PDM mínima en la ubicación central.

5 [0007] Aunque las técnicas de correspondencia de bloque rápidas, proporcionan la estimación de movimiento con menor número de operaciones, por lo general adolecen de ser incapaces de estimar el movimiento real. Una de las principales razones de una tal estimación de movimiento errónea, es la incorrecta estimación de la trayectoria de inicio en el comienzo del procedimiento de búsqueda. Buscar el punto mínimo en una dirección equivocada puede dar lugar a vectores de movimiento totalmente diferentes del vector de movimiento real. Otra razón puede ser citada como estar atrapado en puntos mínimos locales. Un punto mínimo local puede impedir  
10 que el procedimiento de búsqueda alcance el mínimo global y por lo tanto, el vector de movimiento real, incluso cuando la dirección de búsqueda inicial se estima de una manera correcta.

[0008] En el artículo titulado "Filtering of block motion vectors for use in motion-based video indexing and retrieval" de Sorwar G y otros, se menciona que los movimientos reales de objetos pueden obtenerse a través de la estimación global de movimiento cuando en unas secuencias de vídeo existen tanto movimiento local como movimiento global. Dado que en las secuencias de vídeo, la mayoría de los objetos en movimiento ocupan más de un macrobloque vecino, se puede suponer que los vectores de movimiento de objetos reales siempre se dan en una forma agrupada mientras que los vectores de movimiento falsos tienden a aparecer como ruido impulsivo. Por esa razón, se define un umbral de tolerancia de ruido y los movimientos de objeto reales se deciden a partir de cierto valor umbral. Sin embargo, esta aproximación funciona bien cuando los vectores de movimiento reales y tienen diferentes longitudes. Así, en dicho artículo, se divulga una estrategia para la eliminación de estos falsos vectores. En esta estrategia, se proporciona el aumento gradual de la longitud del vector de movimiento real en una proporción mayor en comparación con la proporción de aumento de la longitud del vector de movimiento falso. Por lo tanto, al final, la longitud del vector de movimiento real se hace mayor que la del vector falso y un umbral predefinido es apto para utilizarse para separar el uno al otro. Para ello, puesto que los vectores de movimiento reales se dan con frecuencia en forma agrupada y los vectores falsos se dan como ruido impulsivo, se utiliza acumulación de la longitud de vector promedio, además de la longitud original del vector. Luego, en dicho artículo se plantea un filtro umbral acumulativo de promedio como proceso de eliminación de vectores de movimiento falsos.

[0009] En el documento de patente con número de publicación EE.UU. 2007/0196018 A1, se revela un procedimiento de correspondencia de bloques de trayectorias múltiples de cálculo, para procesamiento de imágenes. Las técnicas de trayectorias múltiples se utilizan para solución de los problemas de estimación errónea de la dirección de búsqueda inicial y el quedar atrapado en puntos mínimos locales. En las técnicas de múltiples trayectorias, el procedimiento de búsqueda es aplicado en paralelo partiendo de diferentes puntos y se obtienen múltiples vectores de movimiento para cada bloque de píxeles. Después de completar los recorridos de búsqueda paralelos, uno de los vectores de movimiento se elige de acuerdo con alguna métrica. Sin embargo, la determinación de la trayectoria de ganador de acuerdo con alguna métrica puede conducir a decisiones equivocadas aunque el candidato de trayectoria de ganador da un rendimiento de métrica mejor que la(s) otra(s) trayectoria(s). Tal situación puede ser observada cuando en la escena existe un fuerte movimiento global. Una o más de las trayectorias de búsqueda pueden estimar vectores de movimiento que sean incompatibles con el movimiento global de la escena al ser atrapado en puntos mínimos locales, por ejemplo, correspondencias falsas que tienen muy poca probabilidad de existir en situaciones de la vida real.

[0010] Además, la idea central del presente procedimiento es limitar el vector de movimiento de la trayectoria de búsqueda central en la dirección inversa a la de movimiento global de la escena. La trayectoria de búsqueda central es la trayectoria de búsqueda que inicia la búsqueda de correspondencia de un bloque particular de la trama de referencia de las coordenadas de trama del centro de bloque en la trama de búsqueda. Cuando se encuentra el vector de movimiento de la trayectoria de búsqueda central para apuntar hacia la dirección opuesta del movimiento global de la escena por amplitud mayor que un umbral permitido decidido teniendo en cuenta la amplitud del movimiento global y así limitándose. Por lo tanto, el presente procedimiento evita correspondencias de bloque inesperadas.

#### 50 Objeto de la invención

[0011] El propósito de la presente invención es encontrar la estimación de movimiento correcta mediante la limitación de los vectores de movimiento.

55 [0012] Otro propósito de la presente invención es mejorar el procedimiento de estimación de movimiento evitando correspondencias de bloque inesperadas.

#### Breve descripción de los dibujos

60 [0013] La invención se ilustra en las figuras adjuntas, en las que;

La figura - 1 muestra el esquema de estimación de movimiento general con realimentación del movimiento global.

La figura - 2 muestra una situación problemática sin la presente invención.

La figura - 3 muestra el diagrama interno del bloque de estimación de movimiento.

**[0014]** Las partes de las figuras se dotan de números de referencia, cuyos números se describen a continuación.

- 5   Objetos de la primera trama (a1), (a2), (a3)
- Objetos de la segunda trama (b1), (b2), (b3), (b4)

Revelación detallada de la invención

10   **[0015]** La presente invención incluye una solución al problema de estimación de movimiento equivocada mediante la limitación de los vectores de movimiento que son incompatibles con el movimiento global de la escena. El principio fundamental de esta invención es limitar los vectores de movimiento estimados según un umbral determinado en conjunción con el movimiento global de la escena. El esquema de estimación de movimiento general se muestra en la figura 1. Para la estimación del vector de movimiento para cualquier bloque, se considera también la estimación de movimiento global para toda la trama.

15   **[0016]** En la figura 2, se muestra una situación problemática para la estimación de movimiento. Se supone que las correspondencias actuales de los objetos del primer cuadro (a1, a2, a3) son respectivamente los objetos (b1, b2, b3), del segundo cuadro. Teniendo en cuenta las correspondencias actuales, existe un movimiento global en la dirección x positiva, ya que esta estimación de movimiento global debe ser suministrada al módulo de estimación de movimiento. Además, supongamos que el objeto (b4) de la segunda trama sea un objeto de abertura, es decir, un objeto que entra nuevamente en la escena. Cuando el algoritmo de estimación de movimiento está buscando para la correspondencia del objeto (a3) en la segunda trama, es posible que de alguna manera (si el rango de búsqueda es lo suficientemente grande) etiquetar el objeto (b4) como la correspondencia del objeto (a3), aunque la correspondencia real es del objeto (a3) al objeto (b3). Esta correspondencia puede ser aceptable en términos de minimizar la métrica de diferencia de píxel (PDM) o la maximización del valor de relación señal de pico/ruido (PSNR) entre las tramas actual y de movimiento compensado. Sin embargo, para aplicaciones en las que la estimación del movimiento real es más importante que esos indicadores, tal correspondencia puede dar lugar a resultados erróneos. Puesto que la coherencia de los bloques vecinos es un aspecto importante para aplicaciones de movimiento real, un vector de movimiento equivocado tal, puede dar lugar a modificaciones erróneas de los vectores de movimiento de los bloques vecinos durante los pasos de post-procesamiento para el campo de vector de movimiento, incluso cuando están realmente estimados.

20   **[0017]** La presente invención comprende limitar el vector de movimiento encontrado en la dirección inversa del vector de movimiento global de acuerdo con umbrales para las componentes x e y. El diagrama de bloques interno del procedimiento de estimación de movimiento de la presente invención añadido se muestra en la figura 3.

25   **[0018]** La primera etapa de este procedimiento es la unidad de calculador de límite de vector de movimiento (MVL) que calcula los umbrales de los vectores de movimiento según el vector de movimiento global suministrado al módulo. Entonces los límites de vector de movimiento se hallan en la forma siguiente:

$$\begin{aligned}
 &\text{Para } GMV_x \geq 0, \\
 &L_x = \begin{cases} -K_x & , \text{ si } GMV_x - \lambda K_x > -K_x \\ GMV_x - \lambda K_x & , \text{ si no} \end{cases} \\
 &\text{Para } GMV_x < 0, \\
 &L_x = \begin{cases} K_x & , \text{ si } GMV_x + \lambda K_x < K_x \\ GMV_x + \lambda K_x & , \text{ si no} \end{cases}
 \end{aligned} \tag{1}$$

40

$$\begin{aligned}
 &\text{Para } GMV_y \geq 0, \\
 &L_y = \begin{cases} -K_y & , \text{ si } GMV_y - \lambda K_y > -K_y \\ GMV_y - \lambda K_y & , \text{ si no} \end{cases} \\
 &\text{Para } GMV_y < 0, \\
 &L_y = \begin{cases} K_y & , \text{ si } GMV_y + \lambda K_y < K_y \\ GMV_y + \lambda K_y & , \text{ si no} \end{cases}
 \end{aligned} \tag{2}$$

5 **[0019]** Las componentes x e y de los límites de vector de movimiento y del vector de movimiento global son respectivamente indicados como Lx, Ly y GMVx, GMVy. Además Kx, Ky y λ indican las componentes de límites base que son respectivamente los umbrales y la constante de puesta en escala.

**[0020]** Los parámetros λ, Kx, Ky son parámetros de diseño a determinar como constantes. Sin embargo existen restricciones sobre estos parámetros de diseño.

$$\begin{aligned}
 &\lambda > 1 \\
 &K_x > 0 \\
 &K_y > 0
 \end{aligned} \tag{3}$$

10 **[0021]** Considerando las ecuaciones determinantes del límite de vector de movimiento para la componente x (1) de manera intuitiva, dichas ecuaciones pueden escribirse de la forma siguiente.

$$\begin{aligned}
 &\text{Para } GMV_x \geq 0, \\
 &L_x = \begin{cases} -K_x & , \text{ si } GMV_x > (\lambda - 1)K_x \\ GMV_x - \lambda K_x & , \text{ si no} \end{cases} \\
 &\text{Para } GMV_x < 0, \\
 &L_x = \begin{cases} K_x & , \text{ si } GMV_x < (1 - \lambda)K_x \\ GMV_x + \lambda K_x & , \text{ si no} \end{cases}
 \end{aligned} \tag{4}$$

15 **[0022]** Existen dos casos básicos. En el primer caso, el vector de movimiento global es fuerte en la dirección positiva, y

20 • si la componente x del vector de movimiento global es positivo y mayor que el umbral predeterminado, el límite de vector de movimiento se establece de manera más ajustada en la dirección negativa ya que se permite una proporción de vectores de valor negativo de pequeña magnitud absoluta;

25 • si la componente x del vector de movimiento global es más pequeño que el umbral predeterminado, entonces esto significa que no es muy fuerte en la dirección positiva. En este caso, el límite de vector de movimiento en la dirección negativa se establece en un valor más flojo ya que se permiten más vectores de movimiento negativos.

30 **[0023]** Y la componente y del límite de vector de movimiento global se obtiene mediante un procedimiento similar que tiene una sola diferencia con el procedimiento mencionado anteriormente utilizando la componente y del vector de movimiento global y la componente y del límite de base en lugar de la componente x. También, se pueden hacer similar argumentación respecto del caso en el que la componente x del vector de movimiento global es negativa y también para la componente y del vector de movimiento global.

35 **[0024]** Estos umbrales citados se utilizan para limitar los vectores de movimiento que se encuentran en cada trayectoria de un módulo de estimación de movimiento de trayectorias múltiples. Para cada trayectoria, si cualquier componente del vector de movimiento estimado tiene el mismo signo que el límite correspondiente (Lx o Ly) y tiene un valor absoluto mayor, entonces la componente correspondiente del vector de movimiento se fija directamente al límite correspondiente (Lx y Ly).

5 **[0025]** La idea central del método de la presente invención es que, la trayectoria de búsqueda central es la trayectoria de búsqueda que inicia la búsqueda de la correspondencia en un bloque particular de la trama de referencia de las coordenadas de trama del centro de bloques en la trama de búsqueda. Cuando se encuentra el vector de movimiento de la trayectoria de búsqueda central para apuntar hacia la dirección opuesta del movimiento global de la escena por amplitud mayor que un umbral permitido decidido teniendo en cuenta la amplitud del movimiento global y así limitándose. De esta manera se evitan correspondencias de bloque inesperadas.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para mejora de estimación de movimiento que evita correspondencias de bloques de error caracterizado por que contiene además las etapas de;

- calcular los umbrales para las componentes x e y de los vectores de movimiento,
- obtener las componentes x e y de los límites de vector de movimiento (Lx y Ly) de acuerdo con dichos umbrales, y
- limitar los vectores de movimiento en la dirección inversa del vector de movimiento global de acuerdo con los umbrales, de tal manera que las correspondientes componentes x e y del vector de movimiento se ajustan directamente a los límites correspondientes (Lx y Ly) si cualquiera de las componentes del vector de movimiento estimado tiene el mismo signo que corresponde al límite (Lx o Ly) y tiene un valor absoluto mayor.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque, las componentes x e y del vector de movimiento se hallan conforme a la siguiente ecuación condicional:

$$\begin{aligned}
 &\text{Para } GMV_x \geq 0, GMV_y \geq 0 \\
 &L_{x,y} = \begin{cases} -K_{x,y} & , \text{si } GMV_{x,y} > (\lambda - 1)K_{x,y} \\ GMV_{x,y} - \lambda K_{x,y} & , \text{si no} \end{cases} \\
 &\text{Para } GMV_{x,y} < 0, \\
 &L_{x,y} = \begin{cases} K_{x,y} & , \text{si } GMV_{x,y} < (1 - \lambda)K_{x,y} \\ GMV_{x,y} + \lambda K_{x,y} & , \text{si no.} \end{cases}
 \end{aligned}$$

en la que Lx y Ly representan respectivamente las componentes x e y de los límites del vector de movimiento, representando GMVx y GMVy, las componentes x e y del vector de movimiento global; representando Kx y Ky las componentes x e y de límites de base que son límites predeterminados y, indicando λ una constante de puesta en escala.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los parámetros λ, Kx, Ky , pueden tomar valores tales como:

$$\begin{aligned}
 &\lambda > 1 \\
 &K_x > 0 \\
 &K_y > 0
 \end{aligned}$$

4. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 y 3, en el que el vector de movimiento global (GMVx) es positivo y mayor que el umbral predeterminado, ajustándose el límite de vector de movimiento (Lx) en dirección negativa puesto que se permite una proporción de vectores con valor negativo de pequeña magnitud absoluta.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,2 o 3, si la componente x del vector de movimiento global (GMVx) es menor que el umbral predeterminado, significa que no es muy intensa en dirección positiva.

6. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, en el que la componente y del vector de movimiento global se obtiene mediante procedimiento similar.

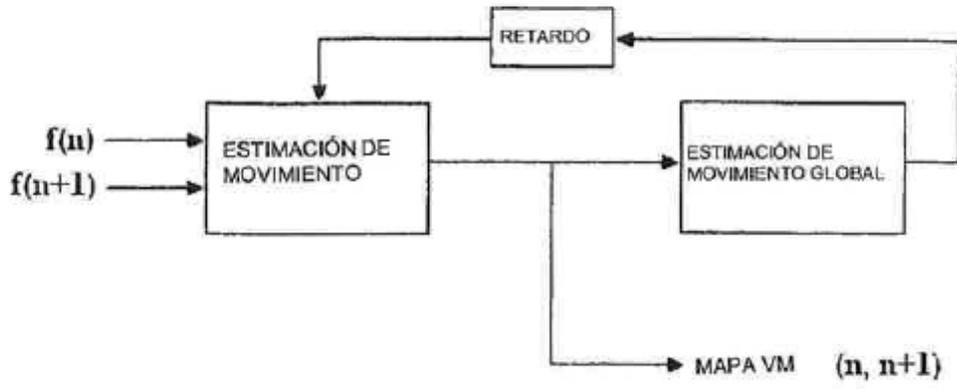


FIGURA 1

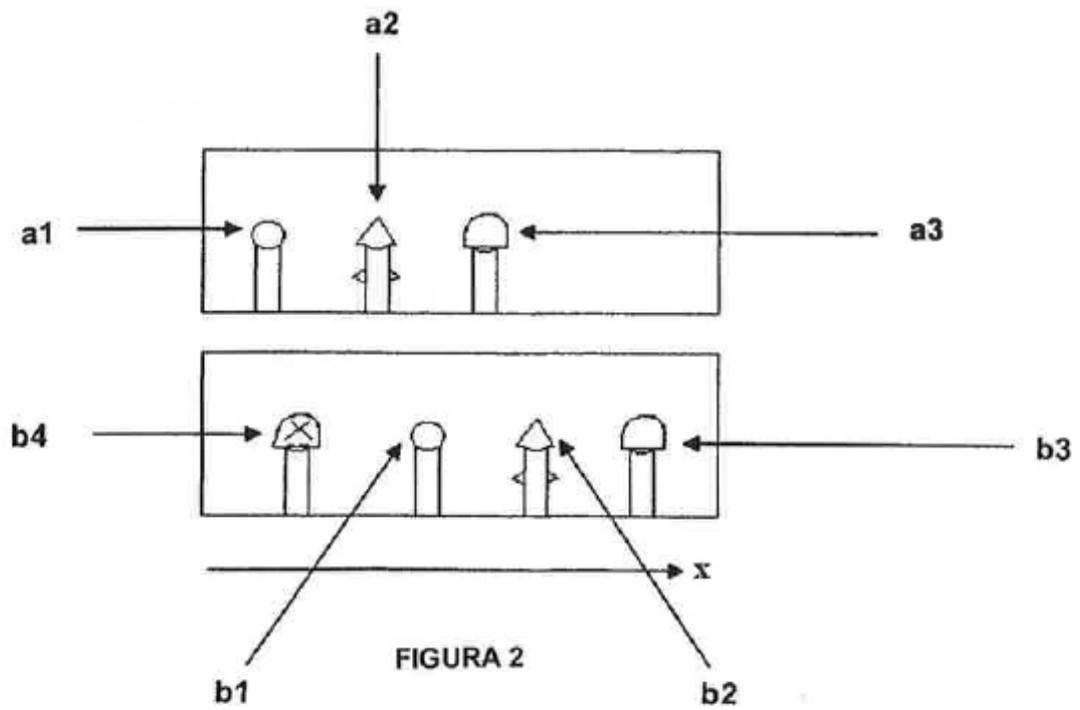


FIGURA 2

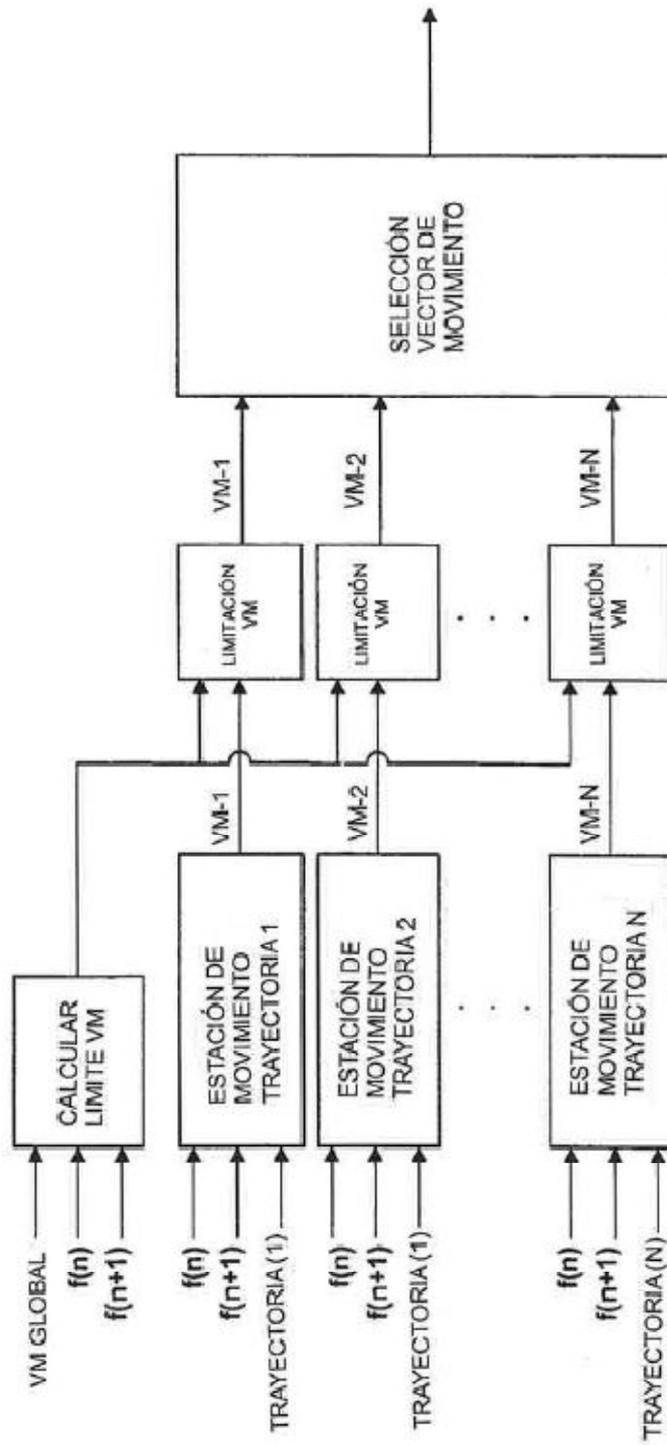


FIGURA 3

#### REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

#### 5 Documentos de patente citado en la descripción

- US 20070196018 A1 [0009]

#### Bibliografía de patentes citada en la descripción

- **T. KOGA ; K. LINUMA ; A. HIRANO ; Y. LIJIMA ; T. ISHIGURO.** Motion Compensated Interframe Coding for Video Conferencing. *Proc. Nat. Telecommun. Conf., New Orleans*, 29 November 1981, G5.3.1-5.3.5 [0003]
- **S. ZHU ; K. MA.** A New Diamond Search Algorithm for Fast Block-Matching Motion Estimation. *IEEE Trans., Image Processing*, February 2000, vol. 9 (2), 287-290 [0004]
- **C. H. CHEUNG ; L. M. PO.** A Novel Cross Diamond Search Algorithm for Fast Block Motion Estimation. *IEEE Trans., Circuits and Syst. Video Technol.*, December 2002, vol. 12 (12), 1168-1177 [0005]
- **C. ZHU ; X. LIN ; L. P. CHAU.** Hexagonal-Based Search Pattern for Fast Block Motion Estimation. *IEEE Trans., Circuits and Syst. Video Technol.*, May 2002, vol. 12 (5), 349-355 [0006]