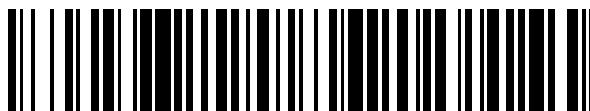


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 352**

51 Int. Cl.:

**H04N 19/43** (2014.01)

**H04N 19/436** (2014.01)

**H04N 19/56** (2014.01)

**H04N 19/557** (2014.01)

**H04N 21/4143** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2005 E 05108157 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 1641278**

54 Título: **Codificación de video acelerada utilizando una unidad de procesamiento de gráficos**

30 Prioridad:

**13.09.2004 US 939983**

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

**03.10.2019**

73 Titular/es:

**MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC  
(100.0%)  
One Microsoft Way  
Redmond, WA 98052, US**

72 Inventor/es:

**GAO, GUANGPING;  
SHEN, GUOBIN y  
LI, SHIPENG**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 726 352 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

Codificación de vídeo acelerada utilizando una unidad de procesamiento de gráficos

**Campo técnico**

5 Los sistemas y procedimientos descritos en la presente memoria se refieren al procesamiento de vídeo y, en particular, a la codificación de vídeo acelerada.

**Antecedentes de la invención**

10 La codificación de contenido digital multimedia requiere, por lo general, gran cantidad de potencia de procesamiento, especialmente para aplicaciones en tiempo real. En particular, la codificación de vídeo es computacionalmente intensiva y requiere normalmente un ordenador con una rápida unidad central de procesamiento (CPU). En la codificación de vídeo, la estimación de movimiento es a menudo el procedimiento más complejo. La estimación de movimiento se refiere al procedimiento de hallar la mejor predicción para un bloque en el fotograma actual a partir de una o más fotogramas de referencia previamente codificadas. La estimación de movimiento se realiza habitualmente a través de la búsqueda. Para capturar el movimiento real para una mejor predicción y calidad visual, el rango de búsqueda no puede ser muy pequeño. En consecuencia, debido a que la complejidad computacional de la estimación de movimiento es alta, la estimación de movimiento ocupa una parte significativa de la potencia de procesamiento y de los recursos que se necesitan para todo el procedimiento de codificación y es, por lo general, el cuello de botella.

Por lo tanto, existe la necesidad de ordenadores para realizar de forma más eficaz la estimación de movimiento de manera que la codificación de vídeo se pueda acelerar sin simplemente mejorar la velocidad de la CPU.

20 F. Kelly y A. Kokaram, "General purpose graphics hardware for accelerating motion estimation", Conferencia Irlandesa de Visión Artificial y Procesamiento de imágenes, septiembre de 2003, se refieren a un hardware de gráficos de propósito general para acelerar la estimación de movimiento y proponen la utilización de hardware de gráficos como un co-procesador de la GPU para la estimación de movimiento.

25 El documento US 2003/151608 A1 se refiere a la estimación de movimiento en la compresión de imágenes para mejorar el hospedaje del software en una plataforma informática centralizada. Un programa de juego envía instrucciones gráficas a una primera GPU mientras se genera una versión manipulada de las instrucciones y se pasa a una segunda GPU. La primera GPU representa los datos de imagen mientras que la segunda GPU representa datos gráficos especialmente adaptados de los que se extraen los datos de asistencia de compresión utilizados para la compresión. Un DSP utiliza los datos de asistencia de compresión de la segunda GPU para comprimir los datos de imagen de la primera GPU y pasa la secuencia de vídeo comprimida resultante a la GPU.

30 El documento EP 1 370 086 propone utilizar la GPU para acelerar la estimación de movimiento mediante la descarga de las tareas de procesamiento de imágenes comunes, tales como la generación de gradientes de DFD y de imagen de la GPU. Las tareas de promediación de imágenes y compensación de movimiento se pueden lograr con una sola o múltiples realizaciones de canalización. La compensación de movimiento no es posible con los procesadores gráficos convencionales.

35 El documento WO 03/075116 describe un canal de gráficos 3D programable para aplicaciones multimedia. Una arquitectura unificada representa una extensión de un canal de gráficos 3D. Una estructura unificada proporciona las capacidades de acceso de datos y de cálculo necesarias tanto para el procesamiento de gráficos 3D como para el procesamiento de otros medios. Las capacidades de acceso de datos extendidos se proporcionan por una unidad de entrada de vector y una unidad de salida de vector que comprende un motor de streaming de vector VSE.

40 Kelly F. *et al.*, "Graphics hardware for gradient based motion estimation", Procedimientos de la SPIE, EE.UU., Vol. 5309, nº. 1, 2003, páginas 92 a 103, describe un sistema para la generación de vectores de movimiento en el fotograma de un estimador de movimiento que se configura para cooperar con un motor para calcular el error de estimación para generar vectores de movimiento. El sistema comprende además una unidad aritmética y lógica que coopera con una memoria de programa y memoria de vector de movimiento.

45 F. Kelly *et al.*: "Fast Image Interpolation for Motion Estimation using Graphics Hardware", IMÁGENES EN TIEMPO REAL VIII: 20 - 22 DE ENERO DE 2004, SAN JOSÉ, CALIFORNIA, EE.UU.; [PROCEDIMIENTOS DE IMÁGENES ELECTRÓNICAS, CIENCIA Y TECNOLOGÍA]; [SPIE; 5297], SPIE, BELLINGHAM, WASH, 20 DE ENERO DE 2004, se refiere por lo general a la rápida interpolación de imágenes para la estimación de movimiento utilizando el hardware de gráficos. Las diferencias de fotogramas desplazadas y las SAD se calculan por la GPU.

El objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento eficaz, mejorado para realizar la estimación de movimiento y un sistema del mismo.

Este objeto se resuelve por la materia objeto de las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Los sistemas y procedimientos descritos en la presente memoria se refieren a la codificación de vídeo acelerada utilizando una unidad de procesamiento de gráficos. En un aspecto, un sistema de codificación de vídeo utiliza tanto una unidad central de procesamiento (CPU) como una unidad de procesamiento de gráficos (GPU) para realizar la codificación de vídeo. El sistema implementa una técnica que permite a la GPU realizar la estimación de movimiento para la codificación de vídeo. La técnica permite a la GPU realizar un procedimiento de estimación de movimiento en paralelo con el procedimiento de codificación de vídeo realizado por la CPU. El rendimiento de la codificación de vídeo utilizando un sistema de este tipo se acelera en gran medida en comparación con la codificación que utiliza solo la CPU.

En otro aspecto, los datos relacionados con la estimación de movimiento se disponen y se proporcionan a la GPU de una manera que utiliza las capacidades de la GPU. Los datos sobre los fotogramas de vídeo pueden intercalarse para permitir que múltiples canales de la GPU procesen tareas en paralelo. El búfer de profundidad de la GPU se puede utilizar para consolidar cálculos y tareas de búsqueda repetidos durante el procedimiento de estimación de movimiento. La utilización del intercalado de fotogramas y del búfer de profundidad permite a una mejor utilización de la GPU y acelerar aún más la codificación de vídeo.

### **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 ilustra un sistema de codificación de vídeo acelerada en el que los sistemas y procedimientos descritos pueden implementarse ya sea total o parcialmente.

La Figura 2 ilustra un procedimiento ilustrativo para la codificación de señales de vídeo en datos de vídeo digitales.

La Figura 3 muestra una representación gráfica de cómo un fotograma se prepara para su procesamiento por una unidad de procesamiento de gráficos.

La Figura 4 ilustra un macrobloque ilustrativo sin intercalado o desplazamiento de píxeles.

La Figura 5 ilustra macrobloques ilustrativos de fotogramas intercalados con un desplazamiento de 1 píxel.

La Figura 6 ilustra macrobloques ilustrativos de fotogramas intercalados con un desplazamiento de 4 píxeles.

La Figura 7a muestra un macrobloque ilustrativo para un fotograma de vídeo particular.

La Figura 7b muestra un ejemplo de macrobloques vecinos.

La Figura 8 muestra un procedimiento ilustrativo que realiza la estimación de movimiento en un fotograma de una señal de vídeo.

La Figura 9 muestra un procedimiento ilustrativo para la replicación de un fotograma.

La Figura 10 muestra un procedimiento ilustrativo para la determinación de los vectores de movimiento utilizando fotogramas intercalados.

La Figura 11 muestra un procedimiento ilustrativo para la aceleración de un procedimiento de estimación de movimiento utilizando un búfer de profundidad.

La Figura 12 muestra un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de píxel entero.

La Figura 13 muestra un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de medio píxel.

La Figura 14 muestra un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de un cuarto de píxel.

### **Descripción detallada**

La capacidad de procesamiento de las unidades de procesamiento gráfico (GPU) ha ido aumentando mucho más rápido que el de las unidades centrales de procesamiento (CPU). Los ordenadores se están equipando cada vez con más con GPU de alto rendimiento. Los sistemas y procedimientos descritos utilizan la potencia de procesamiento de la GPU para manipular la estimación de movimiento. Para utilizar una GPU para acelerar la codificación de vídeo, se necesita una arquitectura de codificación de vídeo diferente de tal manera que la CPU y la GPU puedan operarse en paralelo. Un ejemplo de tal arquitectura se describe a continuación.

La Figura 1 ilustra un sistema 100 de codificación de vídeo acelerada dentro del que los sistemas y procedimientos descritos pueden implementarse total o parcialmente. El sistema de codificación de vídeo acelerada es solo un ejemplo de un sistema informático y no pretende sugerir ninguna limitación en cuanto al alcance de la utilización o funcionalidad de la invención.

El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada se configura para recibir la señal de vídeo a partir de una variedad de fuentes. El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada se configura también para codificar la señal de vídeo en datos de vídeo digitales tal como un tren de bits de vídeo. El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada puede manipular datos de vídeo digitales en una variedad de formas, tales como el almacenamiento de datos, representar los datos sobre un dispositivo de visualización, proporcionar los datos a otros dispositivos a través de una red, o similares.

Los componentes del sistema 100 de codificación de vídeo acelerada pueden incluir unidad 102 central de procesamiento (CPU), la unidad 121 de procesamiento de gráficos (GPU), y la memoria 104. La CPU 102 se puede configurar para realizar varios tipos de tareas de procesamiento. Para el procesamiento de vídeo, la CPU 102 se puede configurar para identificar fotogramas de una señal de vídeo y codificar los fotogramas en datos de vídeo digitales. La CPU 102 se puede configurar también para interactuar con la GPU 121 y para permitir que la GPU 121

lleve a cabo algunas de las tareas asociadas con la codificación de los datos de vídeo digitales, tales como las tareas asociadas con la estimación de movimiento.

La GPU 121 se configura principalmente para procesar y representar gráficos. La GPU 121 incluye normalmente múltiples canales para el procesamiento de elementos de textura, que son unidades asociadas con la textura. Como se muestra en la Figura 1, la GPU 121 puede incluir un sombreador 123, que es un componente programable configurado para procesar los datos gráficos, tales como los datos relacionados con la textura. El sombreador 123 puede incluir un sombreador de vértices, sombreado de píxeles, o cualesquiera otros componentes apropiados. El sombreador de vértices se configura para realizar operaciones gráficas sobre una base por vértice y el sombreador de píxeles se configura para realizar operaciones gráficas sobre una base por píxel.

Con las instrucciones y datos apropiados, la GPU 121 se puede configurar para realizar tareas de codificación de vídeo, tales como estimación de movimiento. El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada puede utilizar la GPU 121 para proporcionar datos de estimación de movimiento a la CPU 102, que utiliza los datos de estimación de movimiento para codificar datos de vídeo digitales. Para acelerar aún más el procedimiento de codificación de vídeo, la información se proporciona a la GPU 121 de tal manera que permite que la GPU 121 utilice sus múltiples canales para determinar los datos de estimación de movimiento.

Un procedimiento de estimación de movimiento convencional implica dividir un fotograma de vídeo en bloques rectangulares y calcular los vectores de movimiento para los bloques. Un vector de movimiento (MV) representa el desplazamiento del bloque (en el plano de píxeles x-y) con respecto a una imagen de referencia. Para cada bloque, se examinó una serie de candidatos de vector de movimiento. El número de candidato de vector de movimiento puede ser estático (tal como búsqueda completa, búsqueda de tres pasos, etc.) o dinámica (como tal como búsqueda MVFast, PMVFast, de diamante, etc.). Para cada candidato de vector de movimiento, un bloque evaluado en el fotograma actual se compara con el bloque correspondiente de las imágenes de referencia, que se desplaza por el vector de movimiento. Después de probar todos los candidatos, se selecciona el que tiene la mejor coincidencia. Esta coincidencia se puede hallar mediante la comparación de la suma de las diferencias absolutas en píxeles (SAD) o del error cuadrático medio (MSE) entre el bloque actual y el bloque de referencia desplazada. Más técnicas avanzadas de estimación de movimiento que adoptan criterios más complejos cuando se comparan las coincidencias se pueden utilizar también. Por ejemplo, una métrica basada en R-D, que no solo considera la SAD o MSE sino que también considera el coste en la codificación de los vectores de movimiento resultantes de forma simultánea, se adopta por H.264 y WMV9 y puede utilizarse también.

La GPU 121 puede configurarse en una variedad de manera. En una realización, la GPU 121 es compatible con Microsoft DirectX 9 (DX9). DX9 tiene ocho motores de píxeles en paralelo, lo que significa que ocho píxeles se pueden procesar de forma simultánea. DX9 soporta también el sombreador de vértices, sombreado de píxeles, multi-elemento de textura, múltiple objetivo de representación, búfer de profundidad, y similares. La utilización de múltiples objetivos de representación permite que múltiples tareas de cálculo sean terminadas en una pasada de sombreado. El sombreador de vértices soporta el control estático de flujo, conjunto de instrucciones mejorado, y múltiples ranuras de instrucciones y nuevos registros. La versión del sombreador de píxeles soporta el conjunto de instrucciones mejorado, mayores registros temporales y de entrada, múltiples texturas, múltiples ranuras de instrucciones aritméticas, swizzling de registro fuente, modificadores de registro de origen y máscaras de escritura de registro destino. Tanto el sombreador de vértices como el sombreador de píxeles soportan la precisión en coma flotante de 32 bits IEEE 1394.

La GPU 121 puede incluir también un búfer 125 de profundidad, que también puede ser referido como búfer Z o búfer W. El búfer 125 de profundidad es un componente de la GPU 121 configurado para almacenar la información de profundidad a ser utilizada por los componentes de representación de gráficos, tales como Microsoft® Direct3D®. El búfer 125 de profundidad se puede utilizar para resolver el problema de la oclusión. Por ejemplo, en la representación de una escena 3-D sobre una superficie objetivo, la GPU 121 puede utilizar la memoria en una superficie del búfer de profundidad asociada como un espacio de trabajo para determinar cómo los píxeles de los polígonos rasterizados se ocuyen entre sí. Una superficie fuera de la pantalla se puede utilizar como el objetivo sobre el que se escriben los valores de color finales. La superficie del búfer de profundidad que se asocia con la superficie del objetivo representado se utiliza para almacenar información de la profundidad relacionada con cuán profundo es cada píxel visible en la escena.

El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada puede utilizar el búfer 125 de profundidad para mejorar las capacidades de la GPU 121 para determinar los datos de estimación de movimiento. Por ejemplo, el búfer 125 de profundidad se puede utilizar para almacenar datos, tales como banderas, durante el procedimiento de estimación de movimiento para que los procedimientos redundantes no se repitan.

La memoria 104 se utiliza por los componentes de sistema 100 de codificación de vídeo acelerada para almacenar datos. Por ejemplo, la memoria 104 se puede utilizar para almacenar datos 114 de vídeo, a los que se puede acceder a través de la CPU 102. En el ejemplo de configuración, la memoria 210 se comparte por la CPU 102 y la GPU 121. El intercambio de memoria 104 permite que los datos se comuniquen de forma eficaz y efectiva entre la CPU 102 y la GPU 121. Como se muestra en la Figura 1, la memoria 104 puede incluir también programas 112 informáticos, tales como aplicación 116 de codificación de vídeo. La aplicación 116 de codificación de vídeo se

5 configura para codificar las señales de vídeo en datos de vídeo digitales utilizando tanto la CPU 102 como la GPU 121. La aplicación 116 de codificación de vídeo se configura para procesar señales de vídeo como fotogramas de vídeo, tal como Intra fotograma (Fotograma I), un fotograma predicho (fotograma P) o un fotograma predicho bidireccional (fotograma B). Específicamente, la aplicación 116 de codificación de vídeo se configura para proporcionar instrucciones para la utilización de la GPU 121 para determinar datos de estimación de movimiento, tales como vectores de movimiento y valores de diferencia. Los valores de diferencia pueden incluir valores de suma de diferencia absoluta (SAD), valores de error cuadrático medio (MSE), o valores de métrica basada en R-D.

10 El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada puede implementarse con otros numerosos entornos o configuraciones de sistemas informáticos de propósito general o de propósito especial. Ejemplos de sistemas, entornos, y/o configuraciones bien conocidos que pueden ser adecuados para su utilización incluyen, pero no se limitan a, ordenadores personales, ordenadores servidores, clientes ligeros, clientes pesados, dispositivos de mano o portátiles, sistemas multiprocesador, sistemas basados en microprocesador, decodificadores, electrónica de consumo programables, ordenadores personales en red, miniordenadores, sistemas centrales, consolas de juegos, entornos informáticos distribuidos que incluyen cualquiera de los sistemas o dispositivos anteriores, y similares.

15 El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada incluye normalmente una variedad de medios legibles por ordenador. Tales medios pueden ser cualquier medio disponible que sea accesible por el sistema 100 de codificación de vídeo acelerada e incluye tanto medios volátiles como no volátiles, medios extraíbles como no extraíbles. La memoria 104 incluye medios legibles por ordenador en forma de memoria volátil, como la memoria de acceso aleatorio (RAM), y/o la memoria no volátil, tales como memoria de solo lectura (ROM). Un sistema básico de entrada/salida (BIOS), que contiene las rutinas básicas que ayudan a transferir información entre elementos dentro sistema 100 de codificación de vídeo acelerada, como durante el arranque, se almacena en la memoria 104. La memoria 104 contiene normalmente módulos de datos y/o de programas que son inmediatamente accesibles a y/o actualmente operados por la CPU 102 y la GPU 121.

20 La memoria 104 puede incluir también otros medios de almacenamiento informático extraíbles/no extraíbles, volátiles/no volátil. A modo de ejemplo, una unidad de disco duro se puede incluir para la lectura y la escritura en un medio magnético no-extraíble y no volátil; una unidad de disco magnético se puede incluir para la lectura y escritura en un disco magnético extraíble y no volátil (por ejemplo, un "disquete"); y una unidad de disco óptico se puede incluir para la lectura y/o escritura en un disco óptico extraíble y no volátil, tal como un CD-ROM, DVD o cualquier otro tipo de medios ópticos.

25 Las unidades de disco y sus medios legibles por ordenador asociados proporcionan un almacenamiento no volátil de las instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa y otros datos del sistema 100 de codificación de vídeo acelerada. Se debe apreciar que otros tipos de medios legibles por ordenador que pueden almacenar datos que sean accesibles por sistema 100 de codificación de vídeo acelerada, como por ejemplo casetes magnéticos u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos, tarjetas de memoria flash, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento óptico, memorias de acceso aleatorio (RAM), memorias de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable eléctricamente borrable (EEPROM), y similares, se pueden utilizar también para implementar el sistema 100 de codificación de vídeo acelerada.

30 El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada puede incluir una variedad de medios legibles por ordenador identificados como medios de comunicación. Los medios de comunicación representan normalmente instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa, u otros datos en una señal de datos modulada tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte e incluyen cualquier medio de entrega de información. La expresión "señal de datos modulada" se refiere a una señal que tiene una o más de sus características fijadas o cambiadas de tal manera como para codificar información en la señal. A modo de ejemplo, y no como limitación, los medios de comunicación incluyen medios cableados tales como una red cableada o conexión de cableado directo, y medios inalámbricos tales como acústicos, de RF, infrarrojos y otros medios inalámbricos. Las intercalaciones de cualquiera de los anteriores se incluyen también dentro del alcance de medios legibles por ordenador.

35 Un usuario puede introducir comandos e información en el sistema 100 de codificación de vídeo acelerada a través de dispositivos 106 de entrada tal como un teclado y un dispositivo señalador (por ejemplo, un "ratón"). Otros dispositivos 106 de entrada pueden incluir un micrófono, joystick, controlador para juegos, controlador, antena parabólica, puerto serie, escáner, pantalla táctil, paneles táctiles, teclados, y/o similares. Los dispositivos 108 de salida pueden incluir un monitor CRT, pantalla LCD, altavoces, impresoras, y similares. El sistema 100 de codificación de vídeo acelerada puede incluir dispositivos 110 de red para la conexión a las redes de ordenadores, como la red de área local (LAN), red de área amplia (WAN), y similares.

40 La Figura 2 ilustra un procedimiento 200 ilustrativo para la codificación de señales de vídeo en datos de vídeo digitales. El procedimiento 200 se puede emplear por una unidad central de procedimiento y una unidad de procesamiento de gráficos en paralelo. Por ejemplo, la CPU 102 y la GPU 121 de la Figura 1 pueden utilizar el procedimiento 200 para acelerar la codificación de datos de vídeo digitales.

45 El procedimiento 200 comienza cuando se ha recibido una señal de vídeo. En el bloque 202, un fotograma de vídeo particular (es decir, el fotograma de vídeo n) de la señal de vídeo se identifica por la CPU 102. La CPU 102 puede

proporcionar el fotograma de vídeo n a la GPU 121 para su procesamiento. Como alternativa, la GPU 121 puede tener independientemente acceso al fotograma de vídeo n. En el bloque 222, la GPU 121 realiza la estimación de movimiento para el fotograma n. Un procedimiento ilustrativo para la estimación de movimiento se describirá junto con la Figura 8. En pocas palabras, la GPU 121 determina los vectores de movimiento asociados con el fotograma de vídeo n mediante la determinación y el análisis de datos de estimación de movimiento asociados con el fotograma. La GPU 121 puede recibir posiciones de valores de inicialización para su utilización como puntos de partida para la búsqueda de los vectores de movimiento.

En el bloque 204, la CPU 102 realiza la predicción compensada en movimiento utilizando los vectores de movimiento proporcionados por la GPU 121. En el bloque 206, se realiza la transformada discreta del coseno (DCT) y la cuantificación en el fotograma de vídeo n. En el bloque 208, la CPU 102 realiza la codificación de longitud variable. El fotograma de vídeo n puede, a continuación, codificarse en datos de vídeo digitales.

El fotograma de vídeo n se puede utilizar como un sistema de referencia para un fotograma B o fotograma P posterior. En el bloque 210, la cuantificación inversa y la DCT inversa se llevan a cabo en el fotograma de vídeo n procesado.

En el bloque 212, otro fotograma de vídeo (es decir, el fotograma de vídeo n+1) de la señal de vídeo se identifica por la CPU 102. La GPU 121 sigue llevando a cabo la estimación de movimiento para el fotograma n+1 en el bloque 224 y la CPU 102 continúa codificando los datos de vídeo digitales para el fotograma en el bloque 214.

Ha de apreciarse que la GPU 121 puede realizar la estimación de movimiento en paralelo con el procedimiento de codificación de vídeo realizado por la CPU 102. Específicamente, la GPU puede realizar la estimación de movimiento para los fotogramas en la señal de vídeo sin la necesidad de sincronizar sus operaciones con la CPU 102. El rendimiento de este procedimiento de codificación de vídeo en paralelo es una mejora significativa con respecto al rendimiento de la codificación de vídeo que utiliza solo la CPU 102.

La Figura 3 muestra una representación gráfica de cómo un fotograma se prepara para su procesamiento por una unidad de procesamiento de gráficos. El fotograma 302 es un fotograma en una señal de vídeo y se soporta por la GPU para su procesamiento. Para calcular los vectores de movimiento para píxeles en el límite, el fotograma 302 se rellena con una banda horizontal y una banda vertical de píxeles. El fotograma 304 relleno resultante incluye píxeles en las bandas que se pueden utilizar como píxeles vecinos con la finalidad de calcular vectores de movimiento no restringidos (UMV) para los píxeles en el borde del fotograma 302.

El UVM es una técnica estándar común para los estándares de codificación de vídeo. El procedimiento de relleno se puede conseguir con muchos procedimientos diferentes, tales como procedimiento implícito y procedimiento explícito. El procedimiento implícito consigue el efecto de relleno configurando selectivamente el modo de dirección de estado y textura representado. Sin embargo, el procedimiento implícito depende de la capacidad de la GPU subyacente (por ejemplo, los controladores de la GPU). Por ejemplo, el controlador puede tener que soportar el modo de dirección lineal en el que el tamaño de la textura puede ser el mismo que el tamaño de la imagen. Tal capacidad se soporta, por lo general, por las GPU estándar. Para algunos controladores, el tamaño de la textura se limita a ser la potencia entera de dos. El procedimiento de relleno explícito se puede lograr mediante una simple programación de sombreado. Para el fotograma a rellenar, el sombreador de vértices puede configurar las direcciones de textura para apuntar al píxel límite. El sombreador de píxeles puede representar los valores de píxeles límites en el área rellena.

Como se muestra en la Figura 3, el fotograma 304 relleno se puede intercalar para crear múltiples fotogramas 306 intercalados. La finalidad de crear fotogramas 306 intercalados es manipular el fotograma 302 de manera que los cuatro canales de un elemento de textura corresponderán a los píxeles. De esta manera, se utilizan plenamente los cuatro canales paralelos de la GPU. El intercalado de fotogramas puede mejorar la eficacia de cálculo cuatro veces cuando la GPU selecciona adecuadamente cuatro píxeles para su procesamiento y los mapas de los píxeles para los cuatro canales de un elemento de textura.

La estimación de movimiento se realiza mediante la evaluación de valores de diferencia, como la suma de diferencia absoluta (SAD), de un bloque de referencia a otro. Estos bloques de referencia están normalmente dentro de cierta ventana alrededor de la posición predicha (es decir, el valor de inicialización). El desplazamiento entre estos bloques de referencia se predetermina de acuerdo con los algoritmos de búsqueda. Si los cuatro canales de un elemento de textura contienen los píxeles que están desplazados de acuerdo con un valor predeterminado (por ejemplo de acuerdo con los algoritmos de búsqueda), entonces la evaluación de SAD de un punto de búsqueda de elemento de textura será equivalente a la evaluación de las SAD de cuatro puntos de búsqueda candidatos. Las direcciones de elementos de textura pueden interpolarse linealmente desde las posiciones de los vértices. Puesto que la dirección de un elemento de textura específica puede no ser distinguible de otros elementos de textura entre dos vértices, los elementos de textura resultantes sobre los que se debe calcular la SAD pueden estar preferentemente separados de manera uniforme. Mediante esta técnica, el sombreado de píxeles llevará a cabo la misma operación en los elementos de textura intermedios entre dos vértices.

La Figura 4 ilustra un macrobloque 400 ilustrativo sin intercalado o desplazamiento de píxeles. Como se muestra en

la Figura 4, el macrobloque 400 incluye 16 x 16 píxeles. Sin embargo, el macrobloque 400 puede incluir otras configuraciones de píxeles, tales como 8 x 8 píxeles, 4 x 4 píxeles, etc. Los píxeles de la primera línea se etiquetan de 0-15 con fines descriptivos.

5 La Figura 5 ilustra macrobloques 500 ilustrativos de fotogramas intercalados con un desplazamiento de 1 píxel. La Figura 6 ilustra macrobloques 600 ilustrativos de fotogramas intercalados con un desplazamiento de 4 píxeles. En las Figuras, solo una línea de cada uno de los macrobloques 500 se marca. Otras líneas de macrobloque se manipulan de la misma manera y la distancia entre dos líneas vecinas es igual al paso de la textura.

10 Para el macrobloque 500 que se muestra en la Figura 5, cuando los valores de diferencia, tal como la suma de diferencia absoluta (SAD), de un macrobloque de elemento de textura de referencia en la posición (x, y) se calcula, los valores de cuatro macrobloques de píxeles de referencia en la posición (x, y), (x + 1, y), (x + 2, y) y (x + 3, y) son conocidos de forma simultánea mediante la extracción de los valores de los cuatro canales de elementos de textura correspondientes. Para el macrobloque 600 que se muestra en la Figura 6, se conocen los valores de diferencia de posición (x, y), (x + 4, y), (x + 8, y) y (x + 12, y) si se utiliza la asignación.

15 Se debe apreciar que un aumento de velocidad de cuatro veces se puede lograr. Como se muestra por los píxeles indicados por líneas de trazos, el bloque original de 16 x 16 píxeles puede también expresarse conceptualmente en un bloque de 4 x 16 elementos de textura.

20 La Figura 7A muestra un macrobloque 702 ilustrativo para un fotograma de vídeo particular. Para codificar un fotograma de vídeo en datos de vídeo digitales, tales como un tren de bits de vídeo, el fotograma de vídeo se divide normalmente en múltiples macrobloques, como el macrobloque 702. Una unidad de procesamiento de gráficos tiene normalmente ranuras de instrucción que la forma en que pueden introducirse los datos. Por ejemplo, el sombreado de píxeles de una unidad de procesamiento de gráficos puede ser solo capaz de procesar un cierto número de elementos de textura a la vez. En un ejemplo la unidad de procesamiento de gráficos, solo 32 elementos de textura se pueden procesar en un momento por cuatro canales separados. En este ejemplo, el macrobloque 702 se puede dividir en ocho grupos de cuatro bloques de elementos de textura intermedios, cada uno con 8 píxeles. Los bloques de elementos de textura intermedios pueden estar en una variedad de dimensiones, en función de la cantidad de desplazamiento de píxeles en el macrobloque. Como se muestra en la Figura 7A, los bloques 704 de elementos de textura intermedios tiene una dimensión 4 x 2 que corresponde a un desplazamiento de 1 píxel. Los bloques 706 de elementos de textura intermedios tienen una dimensión 2 x 4 correspondiente a un desplazamiento de 4 píxeles. Cada bloque de elementos de textura se procesa por un canal de la unidad de procesamiento de gráficos.

30 La Figura 7B muestra macrobloques ilustrativos vecinos. Una buena predicción inicial del vector de movimiento es importante para diversos procedimientos de búsqueda rápida. Un nuevo procedimiento de predicción de vectores de movimiento se desarrolla para la búsqueda de movimiento basada en la GPU. Los procedimientos existentes de predicción de vectores de movimiento utilizan normalmente vectores de movimiento de macrobloques vecinos para predecir el vector de movimiento de un macrobloque actual. Para repetir la predicción, los vectores de movimiento izquierdo, superior, y superior izquierdo se utilizan para garantizar que la predicción sea causal. Esta técnica se puede implementar por una búsqueda del vector de movimiento basado en la CPU porque la búsqueda del vector de movimiento basado en la CPU halla vectores de movimiento en una base de macrobloque por macrobloque. Por lo tanto, los vectores de movimiento para los vectores de movimiento izquierdo, superior y superior izquierdo están disponibles para fines de predicción. Sin embargo, una búsqueda de movimiento basada en la GPU puede tener que procesar todos los macrobloques juntos. Como resultado, puede que no sea posible predecir el vector de movimiento para un macrobloque utilizando los vectores de movimiento de sus macrobloques vecinos, puesto que los vectores de movimiento pueden no estar disponibles para los macrobloques vecinos.

35 En una implementación, los vectores de movimiento de un fotograma anterior se utilizan para predecir los de un fotograma actual. Puesto que los vectores de movimiento vecinos del fotograma anterior están disponibles, más vectores de movimiento vecinos se pueden utilizar. Esta tecnología de predicción de búsqueda de movimiento basada en la GPU puede referirse como Predicción Adaptativa del Campo de Vector de Movimiento Temporal. El procedimiento puede incluir la detección de la actividad de movimiento local y la selección de valores de inicialización de movimiento.

40 La Predicción Adaptativa del Campo de Vector de Movimiento Temporal puede incluir varias etapas. El macrobloque intercalado en el fotograma anterior correspondiente al macrobloque actual que necesita un vector de movimiento predicho se halla. En la Figura 7B, el macrobloque actual se ilustra como MB0 y los macrobloques vecinos se ilustran como MB1-MB8. Sea  $V = \{V_0, V_1, \dots, V_8\}$ , en la que  $V_i$  es el vector de movimiento de  $MB_i$ . La longitud de la ciudad-bloque de  $V_i = (x_i, y_i)$  se define como  $|v_i| = |x_i| + |y_i|$ . Sea  $L = \text{MAX} \{|v_i|\}$  para todos los  $V_i$ . La actividad de movimiento en la posición de MBO se define como:

$$\begin{aligned} \text{Actividad de Movimiento} &= \text{Baja, si } L \leq L_1 \\ &= \text{Media, si } L_1 < L < L_2 \\ &= \text{Alta, si } L \geq L_2 \end{aligned}$$

en la que L1 y L2 son valores de umbral predeterminados.

La elección del valor de inicialización de movimiento depende de la actividad de movimiento local en la posición MBO. Si la actividad de movimiento es baja o media, el centro de búsqueda (es decir, el valor de inicialización) es (0,0). Si bien el centro de búsqueda sea (0,0), el patrón de búsqueda puede ser diferente. Si la actividad de movimiento es alta, el siguiente procedimiento se puede aplicar:

- 1) El signo del vector de movimiento predicho se dispone para ser mayoría entre los de V0 a V8.
- 2) El valor del vector de movimiento predicho se establece para que sea el valor medio (o mediana) de V0 a V8. El procedimiento se aplica a la dirección x e y por separado.

En el procedimiento de estimación de movimiento, el flujo de vértices puede tener que prepararse de antemano. El tiempo de la CPU puede ser necesario para establecer un flujo de vértices. Sin embargo, una buena predicción puede ser beneficiosa para algoritmos de búsqueda de vectores de movimiento rápido. Por lo tanto, la velocidad del procedimiento de estimación de movimiento puede verse afectada negativamente si la CPU se configura para preparar el flujo de vértices después de que se hizo la predicción de vectores de movimiento. Utilizar la CPU de tal manera puede requerir también que el búfer de vértice sea dinámico, lo que también penaliza la velocidad.

Los sistemas y procedimientos descritos pueden configurarse para almacenar los vectores de movimiento predichos como una textura y para transferir la textura del vector de movimiento a la GPU. Cuando se muestrea la textura de referencia, el sombreado de píxeles de una GPU puede tener en cuenta la textura de vectores de movimiento en la etapa de muestreo. Como resultado, la predicción de vectores de movimiento se refleja en el procedimiento de búsqueda de vectores de movimiento. En este caso, el flujo de vértices será estático (determinista de acuerdo con un algoritmo de búsqueda MV específico) y puede ser colocado en el búfer estático, que es más rápido.

La Figura 8 muestra un procedimiento 800 ilustrativo para realizar la estimación de movimiento en un fotograma de una señal de vídeo. El procedimiento 800 se puede implementar por una unidad de procesamiento de gráficos para determinar los datos de estimación de movimiento. En el bloque 802, se identifica un fotograma actual y una referencia. La unidad de procesamiento de gráficos puede identificar los fotogramas de datos proporcionados por otro componente de procesamiento, tal como una unidad central de procesamiento. La unidad de procesamiento de gráficos puede también identificar los fotogramas directamente desde la memoria o un componente de E/S.

En el bloque 804, los fotogramas se replican en preparación para el procesamiento de estimación de movimiento. Un procedimiento de réplica de fotogramas ilustrativo se describirá junto con la Figura 9. En pocas palabras, los fotogramas se rellenan e intercalan de manera que puedan procesarse fácilmente por una unidad de procesamiento de gráficos.

En el bloque 806, se determinan los datos de estimación de movimiento. Los datos de estimación de movimiento pueden incluir vectores de movimiento. Los vectores de movimiento se determinan mediante la comparación de los bloques del fotograma actual con los bloques del fotograma de referencia. Un procedimiento ilustrativo para la determinación de datos de estimación de movimiento se describirá junto con la Figura 10. En el bloque 808, se emitirán los datos de estimación de movimiento para el fotograma actual. Los datos de estimación de movimiento se pueden proporcionar por la unidad de procesamiento de gráficos en una unidad central de procesamiento. La unidad central de procesamiento puede utilizar los datos de estimación de movimiento para codificar el fotograma actual en un flujo de datos de vídeo digitales.

La Figura 9 muestra un procedimiento 900 ilustrativo para la replicación de un fotograma. El procedimiento 900 se puede utilizar por una unidad de procesamiento de gráficos para preparar un fotograma para la estimación de movimiento. En el bloque 902, se identifica un fotograma de una señal de vídeo. En el bloque 904, el fotograma se rellena con bandas de píxeles horizontales y verticales. El fotograma relleno permite que los píxeles en los bordes del fotograma se procesen debidamente mediante la representación de dichos píxeles del borde con los píxeles vecinos.

En el bloque 906, el fotograma relleno se intercala. El intercalado de un fotograma implica realizar copias del fotograma de manera que cada canal de una unidad de procesamiento de gráficos pueda procesar el fotograma en paralelo. En el bloque 908 de decisión, se realiza la determinación de si el fotograma que está siendo procesado se utiliza como un fotograma de referencia para el procesamiento de otro fotograma. Si no se va a utilizar el fotograma como un fotograma de referencia, el procedimiento 900 se mueve al bloque 912.

Volviendo al bloque 908 de decisión, si el fotograma se utilizará como un sistema de referencia, el procedimiento 900 pasa al bloque 910 en el que el fotograma se guarda en un búfer. El almacenamiento en búfer del fotograma permite a la unidad de procesamiento de gráficos continuar procesando fotogramas secuenciales sin tener que recuperar los fotogramas que ya han sido procesados. En el bloque 912, el procedimiento 900 vuelve al procedimiento de estimación de movimiento.

La Figura 10 muestra un procedimiento 1000 ilustrativo para la determinación de los vectores de movimiento utilizando fotogramas intercalados. El procedimiento 1000 se puede implementar por una unidad de procesamiento de gráficos para realizar la estimación de movimiento para un fotograma. En el bloque 1002, los fotogramas



- intercalados asociados con un fotograma actual y los fotogramas de referencia se determinan. En el bloque 1004, cada uno de los fotogramas intercalados se divide en macrobloques. Los macrobloques pueden tener cualquier dimensión, tales como 16 x 16 píxeles. En el bloque 1006, desplazamientos de píxeles se realizan en los macrobloques de los fotogramas intercalados. Los desplazamientos de píxeles en macrobloques de los fotogramas intercalados permiten que diferentes secciones del fotograma actual sean procesadas por canales diferentes de la unidad de procesamiento de gráficos en paralelo. Los píxeles de macrobloques de diferentes fotogramas intercalados en el mismo se pueden desplazar secuencialmente por una cantidad fija. El procedimiento 1000 puede utilizar cualquier desplazamiento de píxeles. El desplazamiento de uno a cuatro píxeles se puede utilizar con buenos resultados.
- En el bloque 1008, los macrobloques se dividen en bloques intermedios. Los bloques intermedios permiten que los sombreadores de una unidad de procesamiento de gráficos procesen fácilmente los fotogramas. Los sombreadores se configuran para procesar elementos de textura de una textura y pueden solo ser capaces de procesar un número limitado de elementos de textura en cada canal a la vez. En una implementación, los bloques intermedios de 8 píxeles de cada fotograma intercalado se utilizan para proporcionar datos de cuatro canales de la unidad de procesamiento de gráficos.
- En el bloque 1010, los vectores de movimiento se determinan utilizando el bloque intermedio intercalado. La unidad de procesamiento de gráficos puede recibir información de valores de inicialización para buscar los vectores de movimiento. En el bloque 1012, el procedimiento 1000 vuelve al procedimiento de estimación de movimiento.
- La Figura 11 muestra un procedimiento 1100 ilustrativo para la aceleración de un procedimiento de estimación de movimiento utilizando un búfer de profundidad. El procedimiento 1100 se puede implementar por una unidad de procesamiento de gráficos para determinar y proporcionar los vectores de movimiento para la codificación de un fotograma. En el bloque 1102, se determinan las posiciones de valores de inicialización para iniciar la búsqueda del vector de movimiento. Las posiciones de valores de inicialización se pueden proporcionar por otro componente de procesamiento, tal como una unidad central de procesamiento. Cada posición del valor de inicialización crea una ventana de búsqueda que permite a la unidad de procesamiento de gráficos determinar un vector de movimiento sin tener que buscar todo el fotograma.
- En el bloque 1104, se calculan valores de diferencia para las posiciones de valores de inicialización. Los valores de diferencia pueden incluir cualquier valor que represente las diferencias, tales como un valor de suma de diferencia absoluta (SAD). En el bloque 1106, el búfer de profundidad se actualiza después de que se determinan los valores de diferencia. El búfer de profundidad se puede utilizar para indicar o marcar un macrobloque con un valor de diferencia que sobrepasa un umbral predeterminado. Al utilizar el búfer de profundidad de tal manera, el procedimiento de estimación de movimiento no tiene que buscar repetidamente macrobloques que ya tienen un valor de diferencia satisfactoria.
- En una implementación, antes de que comience el procedimiento de búsqueda, el búfer de profundidad se inicializa a un valor particular de tal manera que los bloques que se van a representar pasarán la prueba de profundidad. Por lo tanto, se buscarán todos los puntos de valores de inicialización. Para algunos algoritmos rápidos, la búsqueda del vector de movimiento para un macrobloque se puede parar mientras la SAD resultante es satisfactoria como se determina por algunos umbrales. Para estos rápidos algoritmos de búsqueda, el valor umbral se puede utilizar para controlar la forma de actualizar el búfer de profundidad. Por ejemplo, para un punto de búsqueda satisfactorio, el búfer de profundidad correspondiente se puede ajustar a un valor de tal manera que los bloques asociados no pasarán la prueba de profundidad. Como resultado, estos macrobloques no se buscarán de nuevo durante el resto del procedimiento de búsqueda.
- La condición de prueba D3DCMP\_LESS se puede utilizar como un ejemplo. Suponga que el intervalo de profundidad es [0,0; 1,0]. El valor de profundidad del bloque actual obtenido por el sombreador de vértices es 0,5. Inicialmente, el búfer de profundidad de la superficie representada se establece en 1,0. Como resultado, todos los puntos de valor de inicialización pasan la prueba de profundidad y se calculan sus SAD. Después de buscar las posiciones del valor de inicialización, si se consideran las SAD de algunos bloques como satisfactorias, el valor del búfer de profundidad del bloque correspondiente se puede actualizar de 1,0 a 0,0. Como resultado, estos bloques no se representarán en los pases de búsqueda restantes. La misma operación de actualización del búfer de profundidad puede realizarse después de la búsqueda del vector de movimiento de píxel entero y de medio píxel. En estas dos operaciones, el búfer de profundidad se utiliza para controlar si el macrobloque va a someterse al procedimiento de búsqueda de movimiento. Por ejemplo, si la profundidad actual es 0,5 y el bloque correspondiente en la superficie representada tiene una profundidad de 0,0, este macrobloque no se buscará en la iteración actual.
- En el bloque 1108, se realiza una estimación de movimiento de píxel entero. Un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de píxel entero se describirá junto con la Figura 12. En el bloque 1112, el búfer de profundidad se actualiza durante el procedimiento de búsqueda del vector de movimiento para controlar si un macrobloque particular se someterá al procedimiento.
- En el bloque 1114 de decisión, se realiza la determinación de si realizar la estimación de movimiento de medio píxel. Si no, el procedimiento 1110 pasa al bloque 1124 en el que se emiten los vectores de movimiento determinados. Si

la estimación de movimiento de medio píxel se va a realizar, el procedimiento pasa al bloque 1116 en el que se realiza la estimación de movimiento de medio píxel. Un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de medio píxel se describirá junto con la Figura 13. En el bloque 1118, el búfer de profundidad se actualiza durante el procedimiento de búsqueda del vector de movimiento.

5 En el bloque 1120 de decisión, se realiza la determinación de si realizar la estimación de movimiento de un cuarto de píxel. Si la estimación de movimiento de un cuarto de píxel se va a realizar, el procedimiento pasa al bloque 1122 en el que se realiza la estimación de movimiento de un cuarto de píxel. Un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de un cuarto de píxel se describirá junto con la Figura 14. Si no se realizará de estimación de movimiento de un cuarto de píxel, el procedimiento 1110 pasa al bloque 1124 en el que se emiten los vectores de movimiento determinados.

10 La Figura 12 muestra un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de píxel entero. El procedimiento 1200 se puede implementar por una unidad de procesamiento de gráficos. En el bloque 1202, los vértices se configuran. Por ejemplo, el sombreador de vértices de la unidad de procesamiento de gráficos puede calcular los vértices de los macrobloques que necesitan vectores de movimiento y los macrobloques de referencia, de acuerdo con la entrada del flujo de vértices. El flujo de vértices se puede preparar por la CPU. Diferentes algoritmos de estimación de movimiento pueden generar diferentes configuraciones de flujo de vértices y diferentes vértices.

15 En el bloque 1204, se calculan los valores de diferencia. El cálculo de los valores de diferencia se puede realizar para los macrobloques de todo el fotograma. La operación se puede repetir hasta que todos los puntos de búsqueda determinados por el algoritmo de estimación de movimiento se comprueban. Los vectores de movimiento de la estimación de movimiento de píxel entero se pueden utilizar como el valor de inicialización para las técnicas más precisas, tales como una búsqueda de medio píxel.

20 En el bloque 1206 de decisión, se realiza una determinación de si todas las posiciones se han buscado. Si no, el procedimiento 1200 vuelve al bloque 1202. Si todas las posiciones se han buscado, el procedimiento pasa al bloque 1208 en el que se emiten los vectores de movimiento determinados y los valores de diferencia.

25 La Figura 13 muestra un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de medio píxel. En el bloque 1302, los vértices se configuran. Con los mejores vectores de movimiento desde el procedimiento de estimación de movimiento de píxel entero como el valor de inicialización, un sombreador de vértices podrá establecer los vértices de los macrobloques en el uno o más fotogramas de referencia alrededor de las posiciones de valores de inicialización. En el bloque 1304, se realiza la interpolación de medio píxel e intercalado de píxeles. La interpolación de medio píxel se puede realizar por un sombreador de píxeles. El filtro de interpolación arbitraria puede soportarse. Los archivos de interpolación pueden ser un filtro bilineal. En el bloque 1306, se calculan los valores de diferencia.

30 En el bloque de decisión 1308, se realiza una determinación de si todos los puntos (es decir, candidatos de píxeles) se han buscado. Si no es así, el procedimiento 1300 se mueve de nuevo al bloque 1302. Si todos los puntos se han buscado, el procedimiento pasa al bloque 1310 en el que se emiten los vectores de movimiento y valores de diferencia determinados.

35 La Figura 14 muestra un procedimiento ilustrativo para realizar la estimación de movimiento de un cuarto de píxel. En el bloque 1402, los vértices se configuran con los mejores vectores de movimiento desde el procedimiento de estimación de movimiento de medio píxel como el valor de inicialización. Un sombreador de vértices podrá establecer los vértices de los macrobloques en el uno o más fotogramas de referencia alrededor de las posiciones de valores de inicialización. En el bloque 1404, se realiza la interpolación de un cuarto de píxel e intercalado de píxeles. Un filtro bi-cúbico se puede utilizar. En el bloque 1406, se calculan los valores de diferencia.

40 En el bloque de decisión 1408, se realiza una determinación de si todos los puntos (es decir, los candidatos de píxeles) se han buscado. Si no, el procedimiento 1400 se mueve de nuevo al bloque 1402. Si todos los puntos se han buscado, el procedimiento pasa al bloque 1410 en el que se emiten los vectores de movimiento determinados. Los vectores de movimiento de todos los macrobloques pueden transferirse a la CPU para su procesamiento posterior.

45 Si bien la invención se ha descrito en el lenguaje específico de las características estructurales y/o etapas metodológicas, se debe entender que la invención definida en las reivindicaciones adjuntas no se limita necesariamente a las características o etapas específicas descritas. Más bien, las características y etapas específicas se divulgan como formas preferentes de ejecución de la invención reivindicada.

50

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de procesamiento de señal de vídeo que comprende:

determinar (202) un fotograma (302) actual de la señal de vídeo por una unidad (102) central de procesamiento y proporcionar dicho fotograma (302) actual a una unidad (121) de procesamiento de gráficos;  
 5 determinar (222) datos de estimación de movimiento asociados con el fotograma (302) actual utilizando la unidad (121) de procesamiento de gráficos mediante el hallazgo de la mejor predicción para los píxeles en el fotograma actual a partir de un fotograma de referencia previamente codificado;  
 10 codificar la señal de vídeo en datos de vídeo digitales utilizando la unidad (102) central de procesamiento, en el que el fotograma (306) actual se codifica en los datos de vídeo digitales basándose, al menos en parte, en los datos de estimación de movimiento, y en el que la determinación de los datos de estimación de movimiento comprende las etapas de:

determinar (802) un fotograma de referencia asociado con el fotograma (302) actual;  
 rellenar (904) el fotograma actual y el fotograma de referencia con una banda horizontal y vertical de píxeles;  
 15 intercalar (906) el fotograma (304) actual rellenado y el fotograma de referencia rellenado, en el que la intercalado del fotograma (304) actual rellenado y del fotograma de referencia rellenado implica realizar copias del fotograma (304) actual rellenado y del fotograma de referencia rellenado, de manera que cada uno de los cuatro canales de la unidad (121) de procesamiento de gráficos procese un píxel correspondiente a uno de los cuatro canales de un elemento de textura en paralelo;  
 20 dividir (1004) el fotograma (306) actual intercalado y el fotograma de referencia intercalado en macrobloques;  
 desplazar (1006) los píxeles en los macrobloques de los fotogramas (306) intercalados para permitir que las diferentes secciones de los macrobloques del fotograma (306) actual sean procesadas por los cuatro canales diferentes de la unidad (121) de procesamiento de gráficos en paralelo, comprendiendo además el procesamiento paralelo por los cuatro canales diferentes de la unidad (121) de procesamiento de gráficos:

identificar (1102) posiciones de valores de inicialización para iniciar una búsqueda de vectores de movimiento;  
 25 identificar bloques correspondientes en el fotograma (306) actual y en el fotograma de referencia;  
 determinar (1104) los valores de diferencia para los bloques en el fotograma (306) actual basándose, al menos en parte, en las posiciones de valores de inicialización; y  
 30 generar (1208) vectores de movimiento para los bloques basándose, al menos en parte, en los valores de diferencia.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada bloque es al menos uno de 16 píxeles por 16 píxeles, 8 píxeles por 8 píxeles o 4 píxeles por 4 píxeles.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

representar la información sobre los bloques como datos de vértice; y  
 35 procesar los datos de vértice utilizando un sombreador (123) de vértices de la unidad (121) de procesamiento de gráficos.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los valores de diferencia incluyen al menos uno de un valor de suma de diferencia absoluta, SAD, un valor de error cuadrático medio, MSE, un valor de métrica basada en tasa de distorsión, R-D.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además utilizar la unidad (121) de procesamiento de gráficos para generar el vector de movimiento utilizando la estimación de movimiento de medio píxel.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además utilizar la unidad (121) de procesamiento de gráficos para generar el vector de movimiento utilizando la estimación de movimiento de un cuarto de píxel.

7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además guardar los datos de estimación de movimiento asociados al fotograma (306) actual.

8. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende además determinar datos de estimación de movimiento para un fotograma siguiente utilizando los datos de estimación de movimiento asociados al fotograma (306) actual.

9. Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador, que, cuando se ejecutan por un dispositivo informático, hacen que dicho dispositivo informático realice las etapas de procedimiento descritas en la reivindicación 1.

10. Un aparato que comprende:

medios para recibir una señal de vídeo;  
 una unidad (102) central de procesamiento para codificar la señal de vídeo en datos de vídeo digitales utilizando datos de estimación de movimiento;

- una unidad (121) de procesamiento de gráficos para determinar los datos de estimación de movimiento asociados con la señal de vídeo mediante el hallazgo de la mejor predicción para los píxeles en un fotograma actual a partir de un fotograma de referencia previamente codificado, comprendiendo además la unidad (121) de procesamiento de gráficos:
- 5 medios para comunicar los datos de estimación de movimiento a la unidad (102) central de procesamiento;  
 medios para determinar (802) un fotograma de referencia asociado con el fotograma (302) actual;  
 medios para rellenar (904) el fotograma (302) actual y el fotograma de referencia con una banda horizontal y vertical de píxeles;
- 10 medios para intercalar (906) el fotograma (304) actual relleno y el fotograma de referencia relleno, en el que intercalar el fotograma (304) actual relleno y el fotograma de referencia relleno implica realizar copias del fotograma (304) actual relleno y del fotograma de referencia relleno de manera que cada uno de los cuatro canales de la unidad (121) de procesamiento de gráficos procese un píxel correspondiente a uno de los cuatro canales de un elemento de textura en paralelo;
- 15 medios para dividir (1004) el fotograma (304) actual intercalado y el fotograma de referencia intercalado en macrobloques (400);  
 medios para desplazar (1006) los píxeles en los macrobloques (400) de los fotogramas intercalados para permitir que diferentes secciones de los macrobloques del fotograma actual sean procesadas por los cuatro canales diferentes de la unidad (121) de procesamiento de gráficos en paralelo, en el que el procesamiento en paralelo por los cuatro canales diferentes de la unidad (121) de procesamiento de gráficos comprende además:
- 20 medios para identificar (1102) posiciones de valores de inicialización para iniciar una búsqueda de vectores de movimiento;  
 medios para identificar bloques correspondientes en el fotograma actual y en los fotogramas de referencia;  
 medios para determinar (1204) los valores de diferencia para los bloques en el fotograma actual basándose, al menos en parte, en las posiciones de valores de inicialización; y
- 25 medios para generar vectores (1208) de movimiento para los bloques basándose, al menos en parte, en los valores de diferencia.
11. El aparato de la reivindicación 10, que comprende además medios para que la unidad (121) de procesamiento de gráficos determine los datos de estimación de movimiento para múltiples fotogramas antes de que la unidad central de procesamiento codifique cualquiera de los fotogramas en los datos de vídeo digitales.
- 30 12. El aparato de la reivindicación 10, que comprende además:  
 medios para que la unidad (121) de procesamiento de gráficos represente el fotograma como macrobloques; y  
 medios para que la unidad (121) de procesamiento de gráficos represente los macrobloques como datos que pueden ser procesados por un sombreador de vértices.
- 35 13. El aparato de la reivindicación 10, que comprende además:  
 medios para que la unidad (121) de procesamiento de gráficos determine datos de estimación de movimiento asociados con un fotograma en la señal de vídeo, en el que los datos de estimación de movimiento incluyen al menos uno de un vector de movimiento, un valor de suma de diferencia absoluta, SAD, un valor de error cuadrático medio, MSE, un valor de métrica basada en tasa de distorsión, R-D.
- 40 14. El aparato de la reivindicación 10, que comprende además:  
 medios para que la unidad (121) de procesamiento de gráficos almacene en búfer los datos de estimación de movimiento asociados con el fotograma; y  
 medios para utilizar los datos de estimación de movimiento almacenados en búfer para procesar un fotograma siguiente en la señal de vídeo.

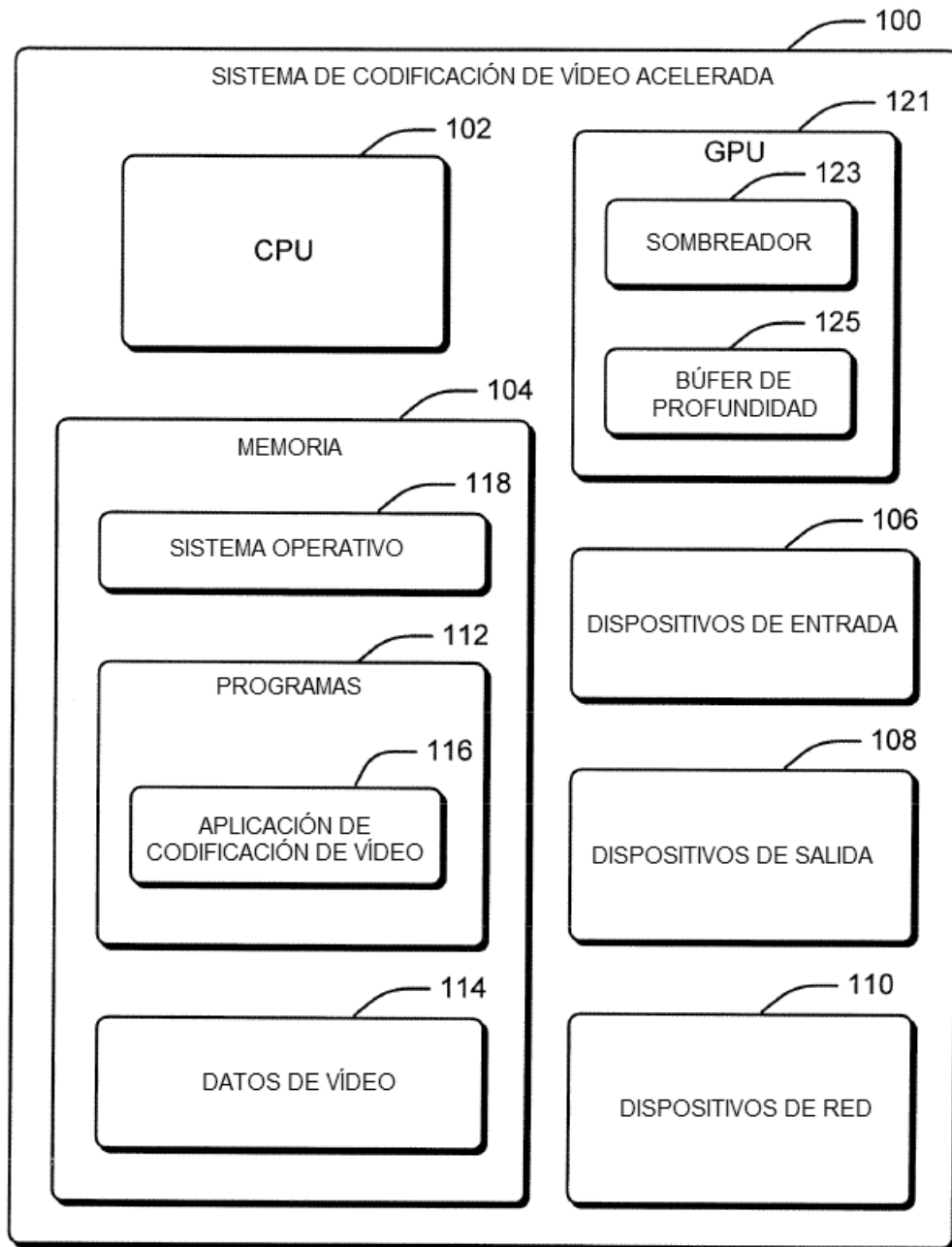


Fig. 1

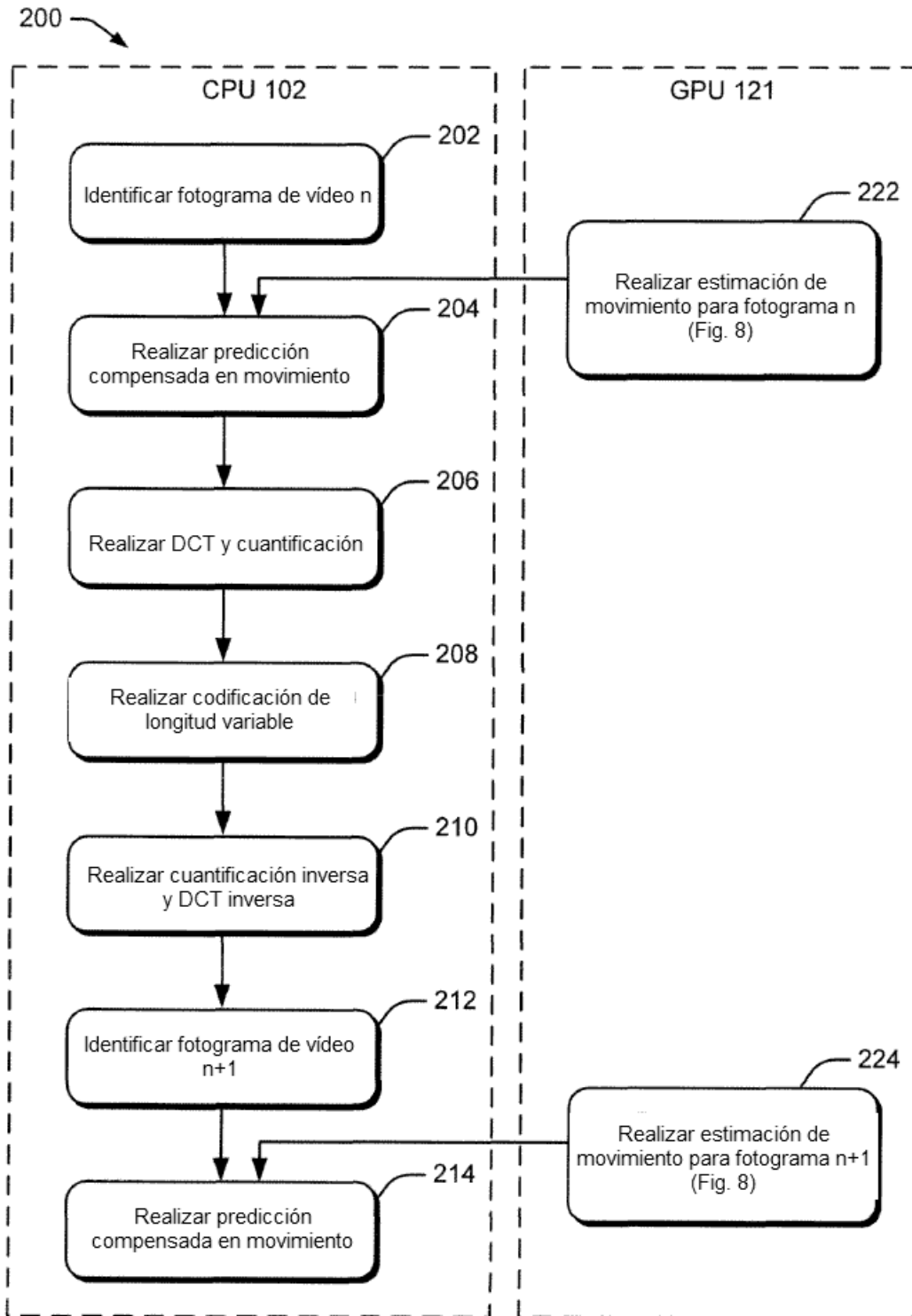


Fig. 2

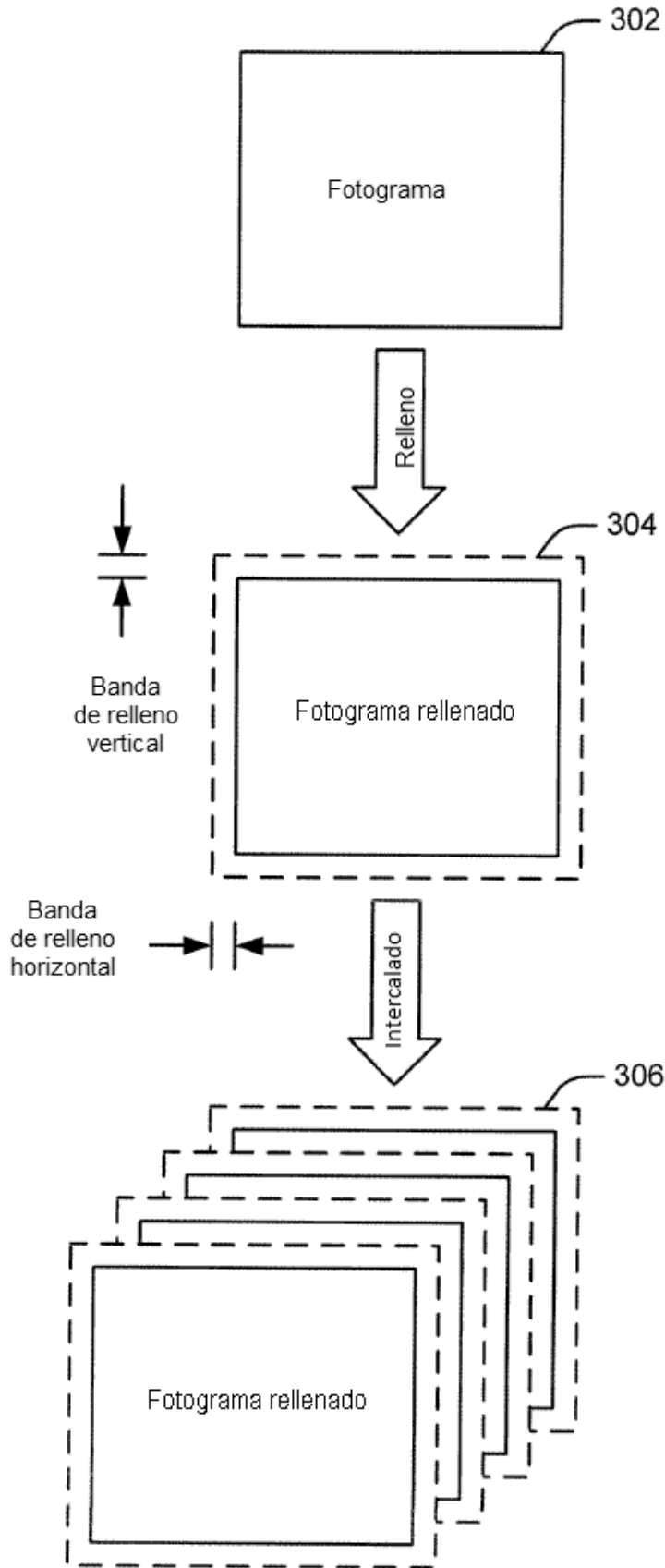



Fig. 3

400 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
.....															

Fig. 4



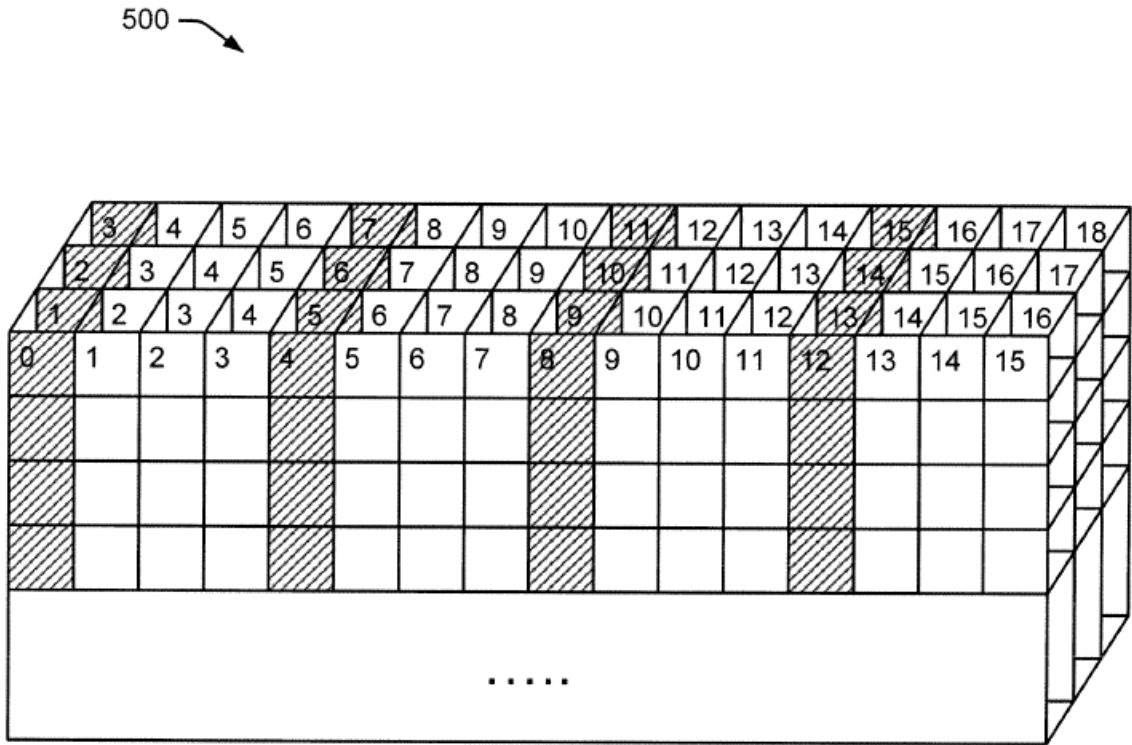


Fig. 5

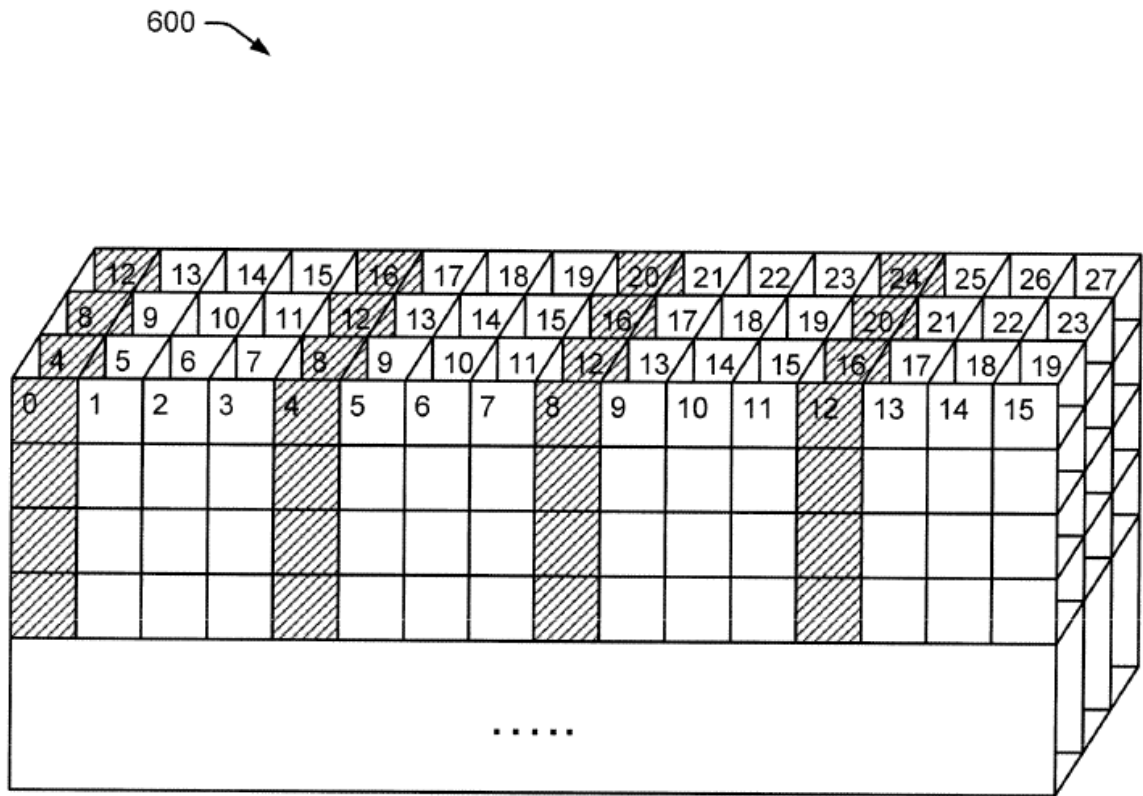


Fig. 6

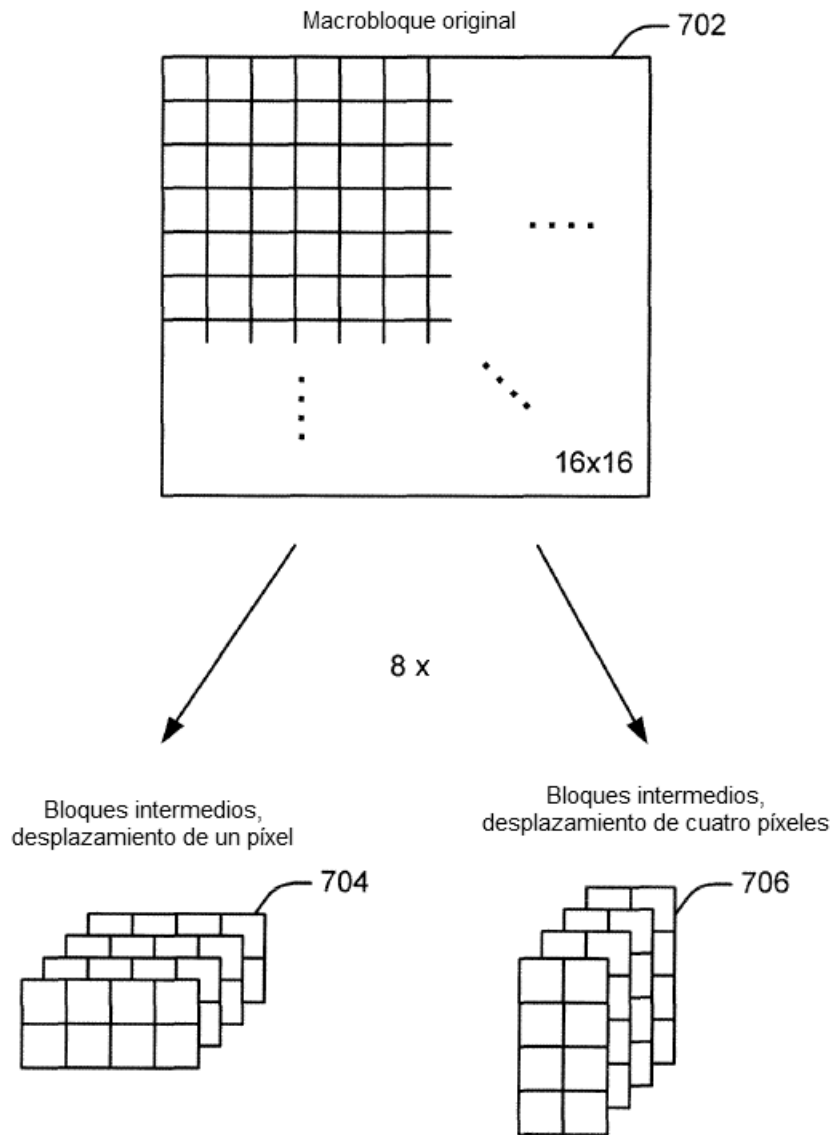


Fig. 7A

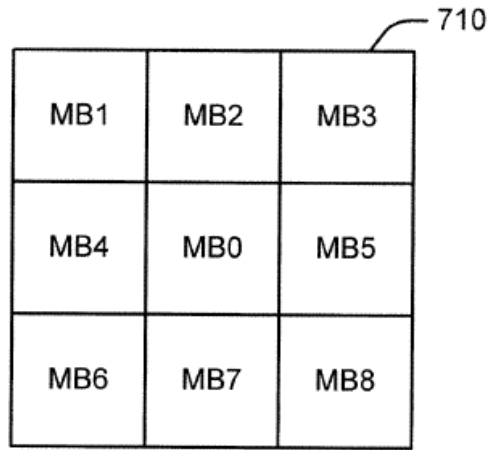


Fig. 7B

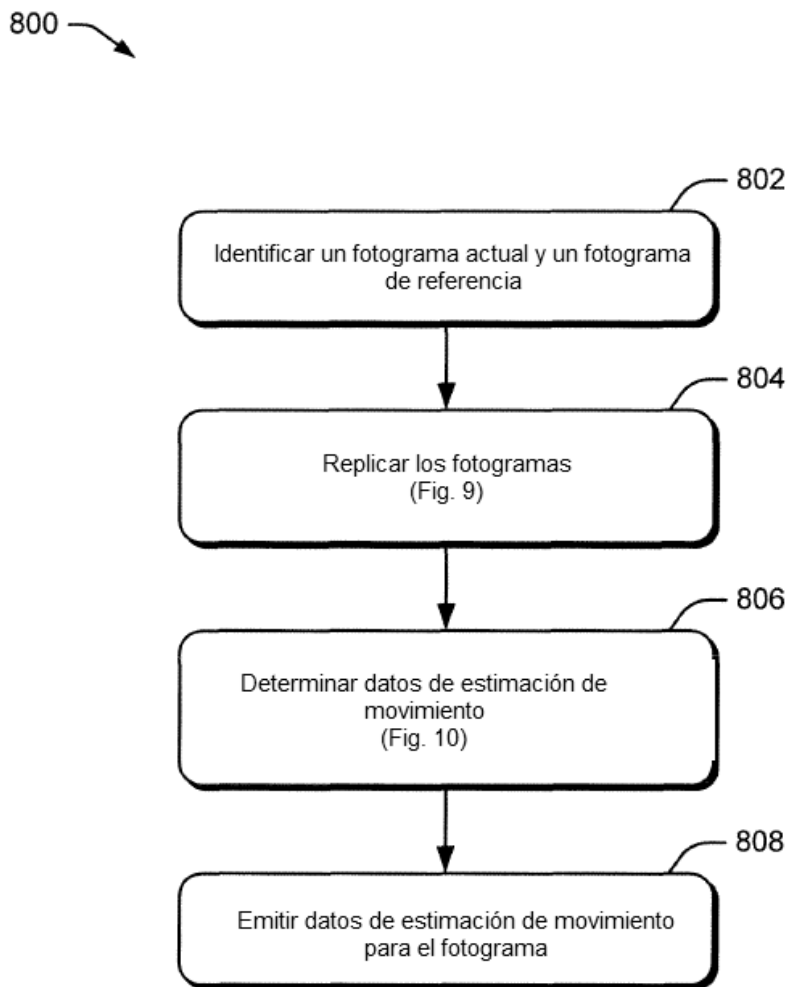


Fig. 8

900 →

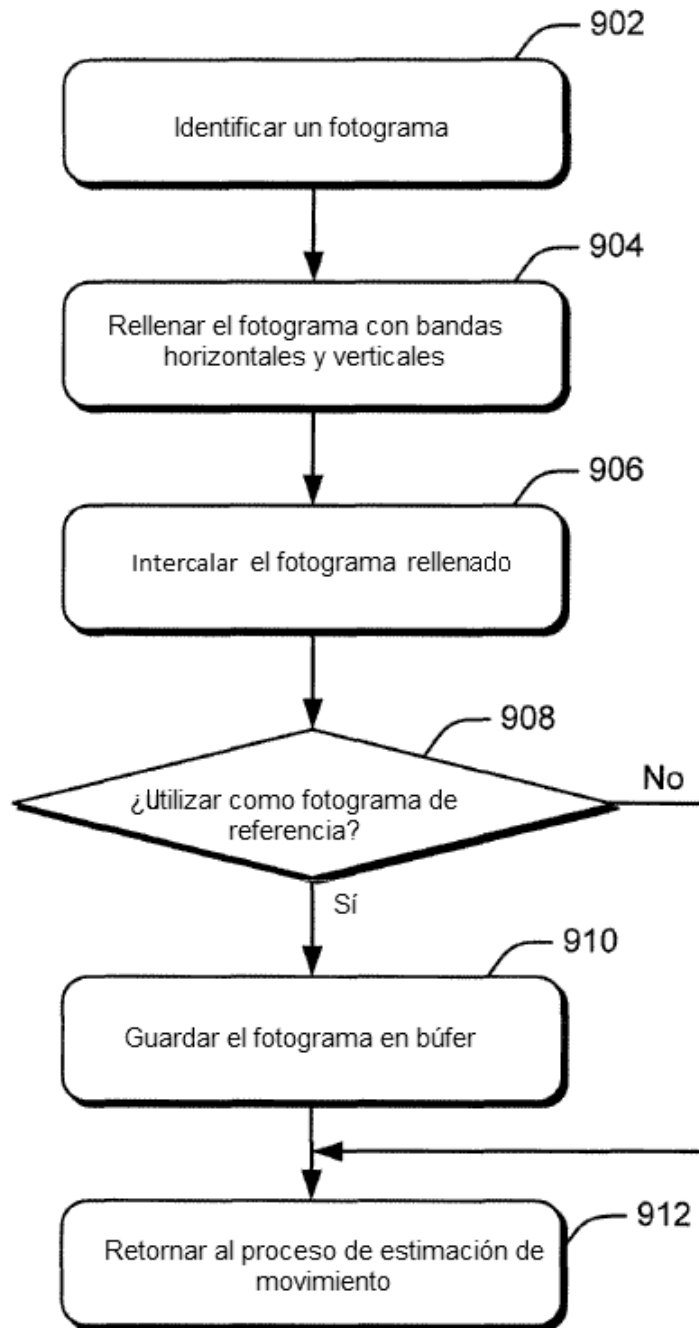


Fig. 9

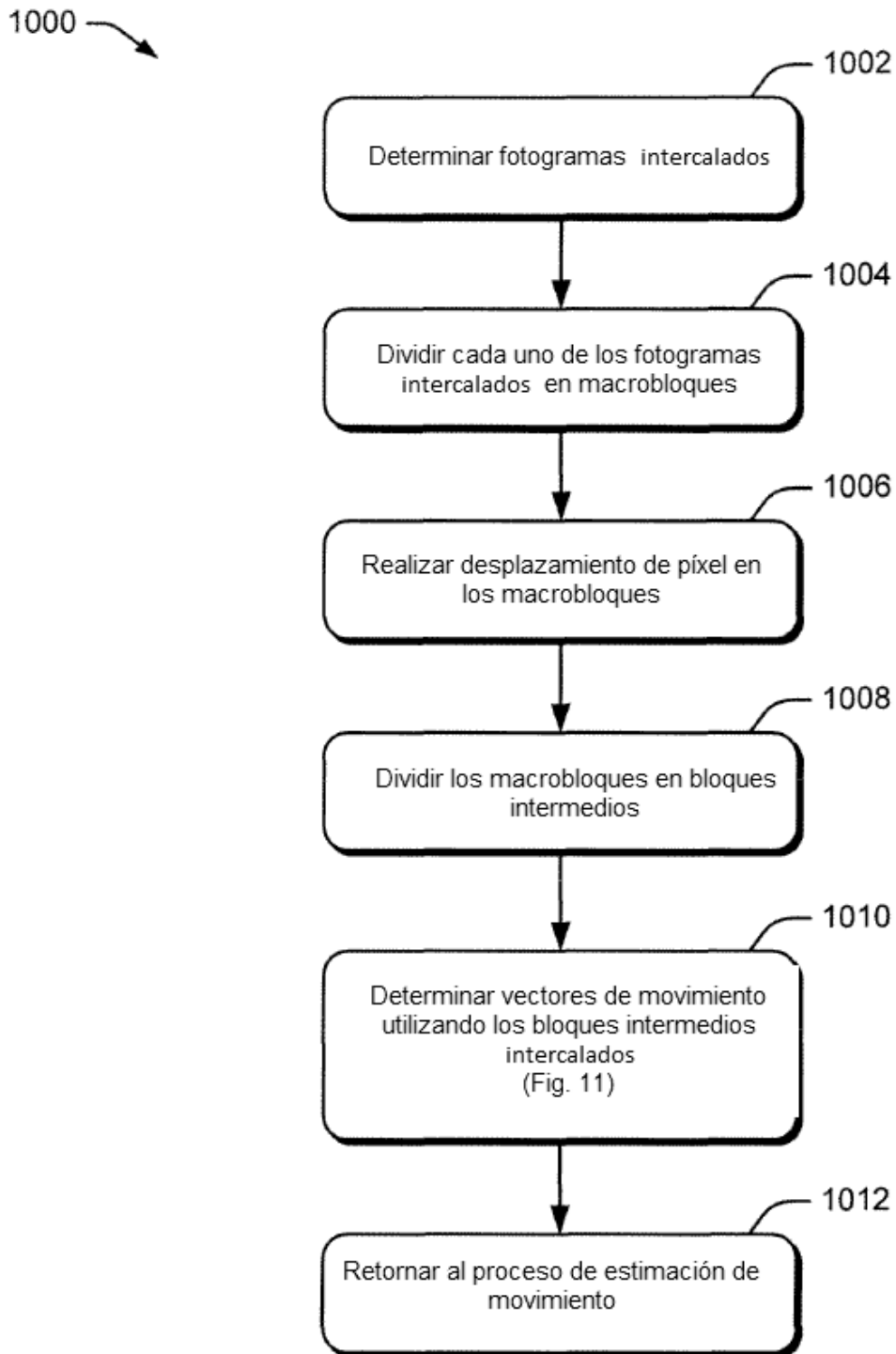


Fig. 10

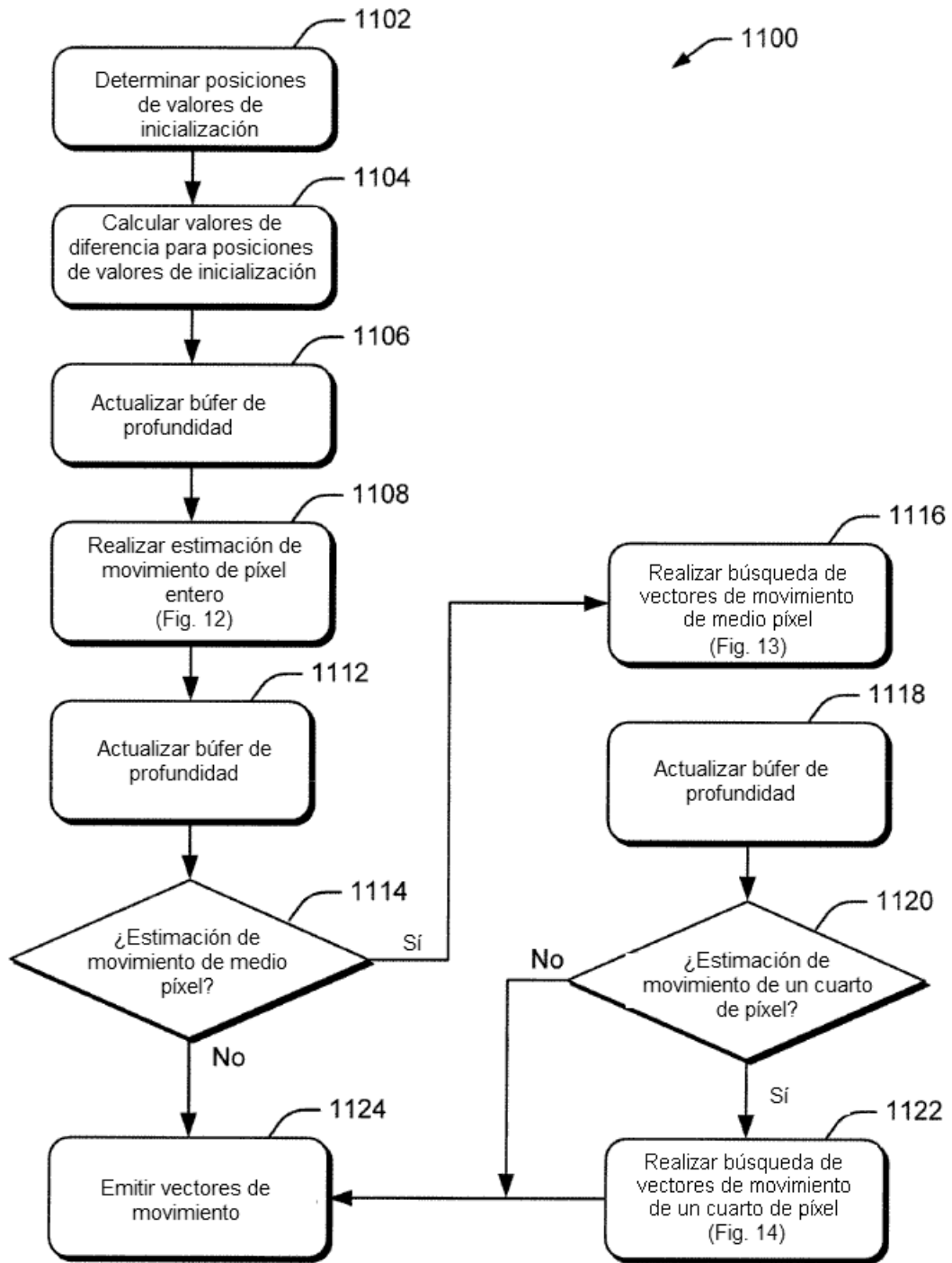


Fig. 11



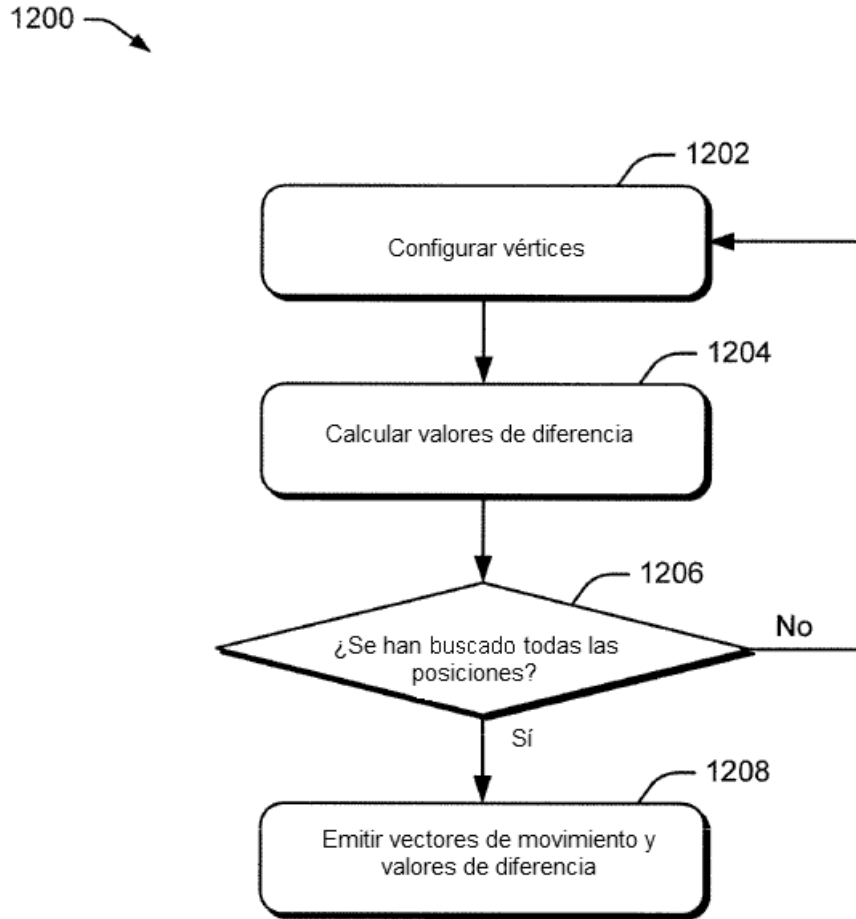


Fig. 12

1300 →

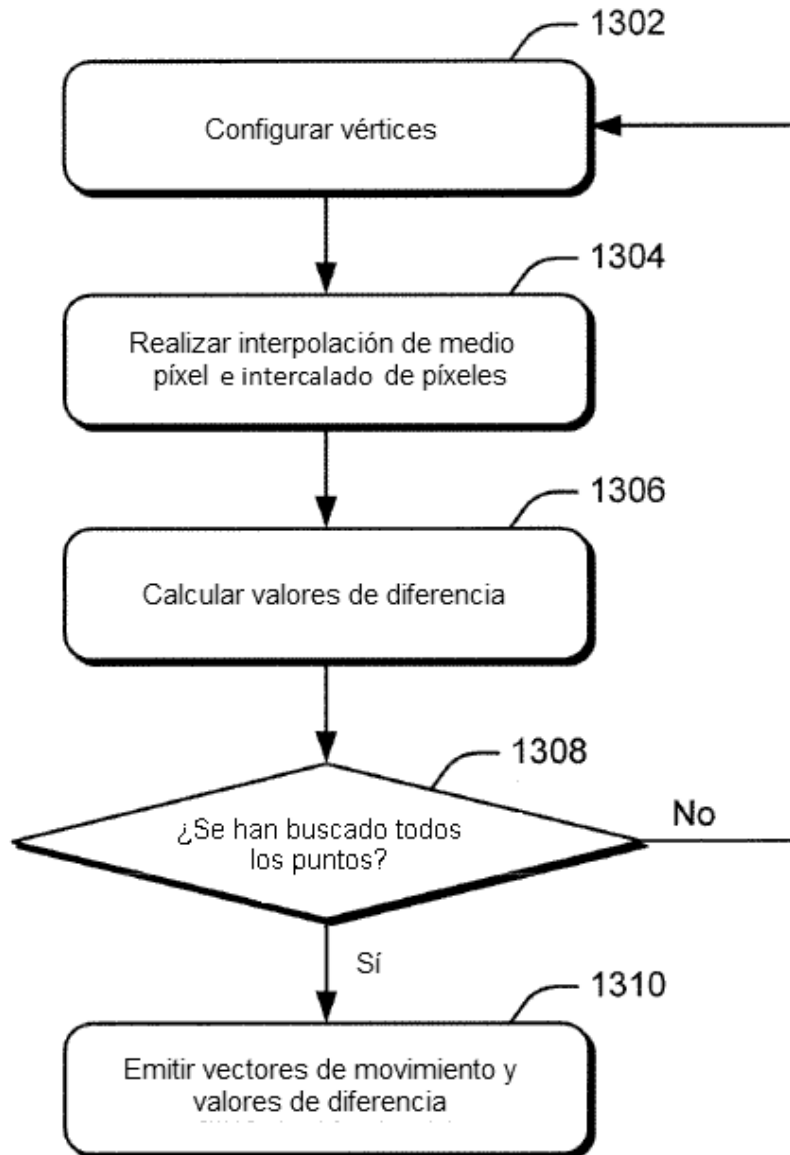


Fig. 13

1400 →

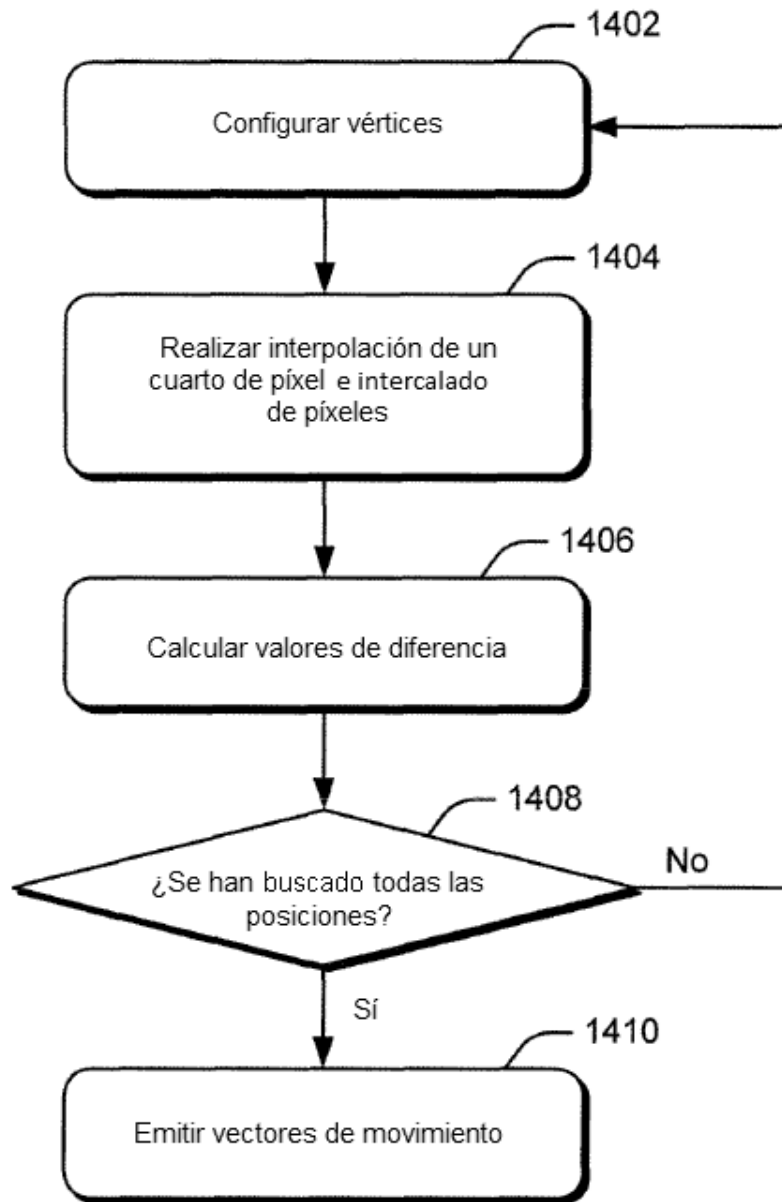


Fig. 14