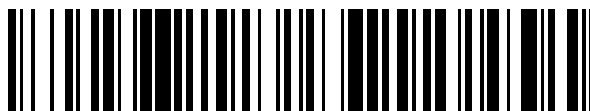


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 467 696**

51 Int. Cl.:

H04N 19/593

(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2003** **E 10179572 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014** **EP 2290990**

54 Título: **Métodos y sistemas para la estimación, comunicación y organización de modos de intra-predicción de imágenes**

30 Prioridad:

28.05.2002 US 319272 P

11.07.2002 US 319390 P

31.03.2003 US 404211

31.03.2003 US 404293

31.03.2003 US 404298

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.06.2014

73 Titular/es:

SHARP KABUSHIKI KAISHA (100.0%)

**22-22, Nagaike-cho, Abeno-ku
Osaka-shi, Osaka 545-8522, JP**

72 Inventor/es:

**SUN, SHIJUN y
KEROFSKY, LOUIS JOSEPH**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 467 696 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

Métodos y sistemas para la estimación, comunicación y organización de modos de intra-predicción de imágenes

ANTECEDENTES

Las realizaciones de la presente invención se refieren a intra-predicción para una imagen.

- 5 El video digital necesita una gran cantidad de datos para representar todas y cada una de las imágenes de una secuencia de video digital (por ejemplo series de imágenes) de forma descomprimida. Para la mayoría de las aplicaciones, no es viable transmitir video digital descomprimido a través de redes informáticas, debido a las limitaciones de ancho de banda. Adicionalmente, el video digital descomprimido necesita una gran cantidad de espacio de almacenamiento. Normalmente el video digital es codificado de alguna forma, para reducir las necesidades de almacenamiento y reducir las necesidades de ancho de banda.

- 10 Una técnica para codificar video digital es la codificación entre imágenes. La codificación entre imágenes explota el hecho de que distintas imágenes de video incluyen típicamente regiones de píxeles, normalmente seleccionadas como bloques de x por x , que permanecen sustancialmente iguales. Durante el proceso de codificación, un vector de movimiento interrelaciona el movimiento de un bloque de píxeles en una imagen, con un bloque de píxeles similares en otra imagen. Por consiguiente, no se necesita que el sistema codifique dos veces el bloque de píxeles, sino que codifica una vez el bloque de píxeles y proporciona un vector de movimiento para predecir el otro bloque de píxeles.

- 15 Otra técnica para codificar video digital es la codificación intra-imágenes. La codificación intra-imágenes codifica una imagen o una parte de ésta, sin referencia a píxeles en otras imágenes. La codificación intra-imágenes codifica típicamente la imagen, o porciones de ésta, sobre una base bloque por bloque. Por ejemplo en MPEG-2, la codificación intra-imágenes hace uso de transformaciones de coseno discreto, de un bloque de píxeles, y la subsiguiente codificación de los coeficientes transformados. Existen otras técnicas de codificación intra-imágenes, como son por ejemplo la codificación de ondas pequeñas.

- 20 En general, estas técnicas utilizan tablas de datos relativamente grandes para hacer referencia a los modos de predicción. La memoria para estas tablas de datos puede ser excesivamente costosa para muchas máquinas de bajo coste. Además, también es excesivamente costoso proporcionar la suficiente memoria dentro de los dispositivos de procesamiento, para almacenar las tablas de datos. Además, el sistema resultante tiene una complejidad incrementada con las grandes tablas de datos.

- 25 El documento de Karczewicz, M. y otros: "Analysis and Simplification of Intra Prediction", JVT (ISO/IEC JCTC1/SC29/WG11 y ITU-T SG16 Q.6), JVT-D025, da a conocer intra-predicción en el contexto del estándar JVT. Los modos de intra-predicción se ordenan como sigue:

Modo 0: predicción Vertical

Modo 1: predicción Horizontal

Modo 2: predicción DC

Modo 3: predicción Diagonal Abajo / Izquierda

- 35 Modo 4: predicción Diagonal Abajo / Derecha

Modo 5: predicción Vertical Izquierda

Modo 6: predicción Horizontal Abajo

Modo 7: predicción Vertical Derecha

Modo 8: predicción Horizontal Arriba

- 40 Un modo de predicción estimado para el bloque C se escoge como el mínimo de los modos utilizados para los bloques adyacentes A y B. Si se utiliza el modo de predicción estimado, el codificador envía un valor de un bit. Si no se utiliza el modo de predicción estimado, se envía un número de código desde 0 hasta 7, para indicar cuál de los 8 modos restantes debería utilizarse.

El documento de Sun, S. y otros: "Intra-Prediction-Mode Ordering and Coding", JVT (ISO/IEC JCTC1/SC29/WG11 e ITU-T SG16 Q.6), JVT-D027, da a conocer el siguiente ordenamiento de modos:

Mode 0: predicción Horizontal

Modo 1: predicción Vertical

5 Modo 2: predicción DC

Modo 3: predicción Diagonal Abajo / Izquierda

Modo 4: predicción Horizontal Abajo

Modo 5: predicción Diagonal Abajo / Derecha

Modo 6: predicción Vertical Derecha

10 Modo 7: predicción Vertical Izquierda

Modo 8: predicción Horizontal Arriba

La invención da a conocer una mejora sobre lo que se da a conocer en cada uno de los documentos identificados anteriores. La invención da a conocer un sistema de descodificación de imágenes según la reivindicación 1, y un método de descodificación de imágenes según la reivindicación 2.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los siguientes dibujos describen realizaciones de la presente invención, y por lo tanto no deben considerarse limitativos de su alcance, y la invención será descrita y explicada con especificidad y detalle adicionales, mediante el uso de los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 ilustra algunas formas de adyacencia de bloques;

20 la figura 2 ilustra un bloque de píxeles y los píxeles adyacentes, para la predicción;

la figura 3 ilustra direcciones generales del modo de predicción;

la figura 4 ilustra las direcciones generales de los modos de predicción, de un ejemplo comparativo;

la figura 5 ilustra las direcciones generales de los modos de predicción, de un ejemplo comparativo;

la figura 6 ilustra las direcciones generales de los modos de predicción, en una realización de la presente invención;

25 la figura 7 ilustra las direcciones generales de los modos de predicción, de un ejemplo comparativo;

la figura 8 ilustra las direcciones generales de los modos de predicción, de un ejemplo comparativo;

la figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra la estimación del modo, en algunas realizaciones de la presente invención;

30 la figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra la estimación del modo, en realizaciones con un conjunto ordenado de modos de predicción;

la figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra la estimación del modo, con conjuntos ordenados asociados con valores numéricos;

la figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra las opciones de estimación del modo, cuando no están disponibles algunos datos de bloque adyacente;

35 la figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra la modificación del orden de modos, en algunas realizaciones de la presente invención,

la figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra los métodos de una realización de la presente invención, en la que se utiliza un modo estimado para modificar el uso del orden de modos; y

la figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra el método de una realización de la presente invención, en la que se utiliza un modo estimado para modificar el orden de modos utilizando designadores específicos.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las realizaciones de la presente invención comprenden métodos y sistemas relacionados con la intra-predicción de imágenes. Puesto que todas las realizaciones están relacionadas con la intra-predicción, los términos "intra-predicción" y "predicción" pueden utilizarse de forma intercambiable para referirse a los procesos de intra-predicción.

10 Las realizaciones de la presente invención utilizan codificación intra-imágenes o intra-codificación, para explotar las redundancias espaciales dentro de una imagen de video. Puesto que los bloques adyacentes generalmente tienen atributos similares, la eficiencia del proceso de codificación se mejora al relacionarse con la correlación espacial entre bloques adyacentes. Esta correlación puede explotarse mediante la predicción de un bloque objetivo, en base a los modos de predicción utilizados en los bloques adyacentes.

15 Una imagen digital puede ser dividida en bloques para un procesamiento más eficiente, o por otras razones. Como se ha ilustrado en la figura 1, un bloque objetivo "C" 12 puede estar situado junto o a un bloque adyacente "A" 14, que está localizado inmediatamente sobre el bloque objetivo "C" 12. Otro bloque adyacente "B" 16, está localizado inmediatamente a la izquierda del bloque objetivo "C" 12. Otros bloques que comparten límites con el bloque objetivo "C" 12, pueden considerarse bloques adyacentes al bloque "C" 12.

20 Los bloques pueden comprender diversos números de píxeles en diferentes configuraciones. Por ejemplo, un bloque puede comprender un conjunto de 4 x 4 píxeles. Un bloque puede también comprender un conjunto de 16 x 16 píxeles o un conjunto de 8 x 8. Otras configuraciones de píxeles, incluyendo conjuntos tanto cuadrados como rectangulares, pueden también constituir un bloque.

25 Cada píxel en un bloque objetivo puede predecirse con referencia a los datos de los píxeles relacionados, en los bloques adyacentes. Estos datos de píxeles adyacentes o datos de bloques adyacentes, comprenden los modos de predicción utilizados para predecir tales bloques adyacentes o píxeles adyacentes. Los píxeles adyacentes concretos y los píxeles dentro de un bloque objetivo, pueden ser aludidos utilizando un índice alfanumérico como el ilustrado en la figura 2. La figura 2 ilustra un bloque objetivo de 4 x 4, tal como el bloque "C" 12, que comprende 16 píxeles designados por caracteres alfabéticos en minúscula 22. Los píxeles en un bloque adyacente inmediatamente superior al bloque objetivo, se designan mediante caracteres alfabéticos en mayúscula 24. Los píxeles en un bloque adyacente inmediatamente a la izquierda del bloque objetivo, se designan mediante caracteres alfabéticos en mayúscula 26.

Los modos de predicción pueden comprender instrucciones o algoritmos para predecir píxeles específicos en un bloque objetivo. Estos modos pueden referirse a uno o más píxeles de bloque adyacente, como se describe en las siguientes descripciones de modos.

35 Modos de Predicción

Modo 0: predicción vertical

a, e, i pueden predecirse mediante A

b, f, j, n pueden predecirse mediante B

c, g, k, o pueden predecirse mediante C

40 d, j, l, p pueden predecirse mediante D

Modo 1: predicción horizontal

a, b, c, d pueden predecirse mediante I

e, f, g, h pueden predecirse mediante J

i, j, k, l pueden predecirse mediante K

m, n, o, p pueden predecirse mediante L

Modo 2: predicción DC

- 5 Si están disponibles todas las muestras A, B, C, D, I, J, K, L, todas las muestras pueden predecirse mediante $(A + B + C + I + J + K + L + 4) \gg 3$. Si A, B, C y D no están disponibles y I, J, K y L están disponibles, todas las muestras pueden predecirse mediante $(I + J + K + L + 2) \gg 2$. Si I, J, K y L no están disponibles y A, B, C y D están disponibles, todas las muestras pueden predecirse mediante $(A + B + C + D + 2) \gg 2$. Si no hay disponible ninguna de las ocho muestras, la predicción para todas las muestras en el bloque puede ser 128. Un bloque siempre puede predecirse de este modo.

Modo 3: predicción diagonal abajo/izquierda

- 10 a puede predecirse mediante $(A+2B+C+I+2J+K+4) \gg 3$
 b, e pueden predecirse mediante $(B+2C+D+J+2K+L+4) \gg 3$
 c, f, i pueden predecirse mediante $(C+2D+E+K+2L+M+4) \gg 3$
 d, g, j, m pueden predecirse mediante $(D+2E+F+L+2M+N+4) \gg 3$
 h, k, n pueden predecirse mediante $(E+2F+G+M+2N+O+4) \gg 3$
 15 l, o pueden predecirse mediante $(F+2G+H+N+2O+P+4) \gg 3$
 p puede predecirse mediante $(G+H+O+P+2) \gg 2$

Modo 4: predicción diagonal abajo/derecha

- m puede predecirse mediante $(J+2K+L+2) \gg 2$
 i, n pueden predecirse mediante $(I+2J+K+2) \gg 2$
 20 e, j, o pueden predecirse mediante $(Q+2I+J+2) \gg 2$
 a, f, k, p pueden predecirse mediante $(A+2Q+I+2) \gg 2$
 b, g, l pueden predecirse mediante $(Q+2A+B+2) \gg 2$
 c, h pueden predecirse mediante $(A+2B+C+2) \gg 2$
 d puede predecirse mediante $(B+2C+D+2) \gg 2$

25 Modo 5: predicción vertical - izquierda

- a, j pueden predecirse mediante $(Q+A+1) \gg 1$
 b, k pueden predecirse mediante $(A+B+1) \gg 1$
 c, l pueden predecirse mediante $(B+C+1) \gg 1$
 d puede predecirse mediante $(C+D+1) \gg 1$
 30 e, n pueden predecirse mediante $(I+2Q+A+2) \gg 2$
 f, o pueden predecirse mediante $(Q+2A+B+2) \gg 2$
 g, p pueden predecirse mediante $(A+2B+C+2) \gg 2$
 h puede predecirse mediante $(B+2C+D+2) \gg 2$

i puede predecirse mediante $(Q+2I+J+2)>>2$

m puede predecirse mediante $(I+2J+K+2)>>2$

Modo 6: predicción horizontal - abajo

a, g pueden predecirse mediante $(Q+I+1)>>1$

5 b, h pueden predecirse mediante $(I+2Q+A+2)>>2$

c puede predecirse mediante $(Q+2A+B+2)>>2$

d puede predecirse mediante $(A+2B+C+2)>>2$

e, k pueden predecirse mediante $(I+J+1)>>1$

f, l pueden predecirse mediante $(Q+2I+J+2)>>2$

10 i, o pueden predecirse mediante $(J+K+1)>>1$

j, p pueden predecirse mediante $(I+2J+K+2)>>2$

m puede predecirse mediante $(K+L+1)>>1$

z puede predecirse mediante $(J+2K+L+2)>>2$

Modo 7: predicción vertical - derecha

15 a puede predecirse mediante $(2A+2B+J+2K+L+4)>>3$

b, i pueden predecirse mediante $(B+C+1)>>1$

c, j pueden predecirse mediante $(C+D+1)>>1$

d, k pueden predecirse mediante $(D+E+1)>>1$

l puede predecirse mediante $(E+F+1)>>1$

20 e puede predecirse mediante $(A+2B+C+K+2L+M+4)>>3$

f, m pueden predecirse mediante $(B+2C+D+2)>>2$

g, n pueden predecirse mediante $(C+2D+E+2)>>2$

h, o pueden predecirse mediante $(D+2E+F+2)>>2$

p puede predecirse mediante $(E+2F+G+2)>>2$

25 Modo 8: predicción horizontal - arriba

a puede predecirse mediante $(B+2C+D+2I+2J+4)>>3$

b puede predecirse mediante $(C+2D+E+I+2J+K+4)>>3$

c, e pueden predecirse mediante $(J+K+1)>>1$

d, f pueden predecirse mediante $(J+2K+L+2)>>2$

30 g, i pueden predecirse mediante $(K+L+1)>>1$

h, j pueden predecirse mediante $(K+2L+M+2)>>2$

l, n pueden predecirse mediante $(L+2M+N+2) \gg 2$

k, m pueden predecirse mediante $(L+M+1) \gg 1$

o puede predecirse mediante $(M+N+1) \gg 1$

p puede predecirse mediante $(M+2N+O+2) \gg 2$

- 5 El proceso de ordenamiento, que se basa en la probabilidad de producir un error de predicción menor para cada uno de los modos, incrementa la eficiencia de la codificación, reduce las necesidades de memoria y puede, al menos parcialmente, definirse matemáticamente.

Cada modo de predicción puede describirse mediante una dirección general de predicción, como se describe verbalmente en cada uno de los títulos anteriores de modo (es decir, horizontal arriba, vertical y diagonal abajo izquierda). Un modo de predicción puede también describirse gráficamente mediante una dirección angular. Este dirección angular puede expresarse a través de un diagrama con flechas orientadas, hacia fuera desde un punto central, como se muestra en la figura 3. En este tipo de diagrama, cada flecha y el punto central pueden representar un modo de predicción. El ángulo correspondiente a un modo de predicción, tiene una relación general con la dirección desde de la localización promedio pesada, de los píxeles adyacentes utilizados para predecir el píxel objetivo, a la localización real del píxel objetivo. Sin embargo, los modos se definen con mayor precisión en las definiciones anteriores y el estándar JVT. En la figura 3, el punto central 32 no representa ninguna dirección, de forma que este punto puede asociarse con un modo de predicción DC. Una flecha horizontal 34 puede representar un modo de predicción horizontal. Una flecha vertical 36 puede representar un modo de predicción vertical. Una flecha que se extiende desde el punto central, diagonalmente hacia abajo y hacia la derecha, aproximadamente en un ángulo de 45 grados desde la horizontal 38, puede representar un modo de predicción Diagonal Abajo/Derecha (DDR). Una flecha que se extiende desde el punto central, descendiendo diagonalmente hacia la izquierda, aproximadamente en un ángulo de 45 grados desde la horizontal 40, puede representar un modo de predicción Diagonal Abajo/Izquierda (DDL). Los modos de predicción tanto DDR como DDL pueden ser aludidos como modos de predicción diagonales.

Una flecha que se extiende desde el punto central, ascendiendo diagonalmente hacia la derecha, a un ángulo de aproximadamente 22,5 grados desde la horizontal 42, puede representar un modo de predicción Horizontal Arriba (HU). Una flecha que se extiende desde el punto central descendiendo diagonalmente hacia la derecha, a un ángulo de aproximadamente 22,5 grados desde la horizontal 44, puede representar un modo de predicción Horizontal Abajo (HD). Una flecha que se extiende desde el punto central descendiendo hacia la derecha a un ángulo de aproximadamente 67,5 grados desde la horizontal 46, puede representar un modo de predicción Vertical Derecho (VR). Una flecha que se extiende desde el punto central, descendiendo diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de aproximadamente 67,5 grados desde la horizontal 48, puede representar un modo de predicción Vertical Izquierda (VL). Los modos de predicción HU, HD, VR y VL pueden aludirse colectivamente como modos de predicción de ángulo intermedio.

Pueden crearse y describirse muchos otros modos de predicción, utilizando este esquema de descripción angular.

Orden del Modo de Predicción

Los presentes inventores han determinado que los modos de predicción pueden ser ordenados, de una forma generalmente consistente con su probabilidad de producir un error de predicción reducido. Con los modos de predicción ordenados de acuerdo con su probabilidad general de producir un menor error de predicción, los propios datos resultantes pueden tener una tendencia mayor a ser ordenados de forma más consistente. Además, la comunicación de modos puede tomar las ventajas de las técnicas de codificación, que reducen las necesidades de memoria y ancho de banda. Por ejemplo, los presentes inventores han determinado que el modo de predicción horizontal y el modo de predicción vertical, son generalmente más probables que los modos de predicción diagonal, que son generalmente más probables que los modos de predicción de ángulo intermedio. Adicionalmente, un modo de predicción DC (por ejemplo cuando un bloque adyacente está codificado en un inter-modo) es generalmente menos probable que los modos de predicción horizontal y vertical, y generalmente más probable que los modos de predicción diagonal.

Para los bloques que no limitan con discontinuidades tales como los bordes de la imagen, o con límites de curvas/bandas, el orden establecido en algunas realizaciones de la presente invención puede expresarse, en términos generales, como sigue: los modos de predicción vertical y horizontal tienen mayor probabilidad de producir un error de predicción reducido, que un modo de predicción DC, y tal modo de predicción DC tiene mayor probabilidad de producir un error de predicción reducido, que los modos de predicción diagonales, y tales modos de predicción diagonales tiene mayor probabilidad de producir un error de predicción reducido, que los modos de predicción de ángulo intermedio.

Para los bloques cercanos a límites o bordes, o donde no hay disponibles datos del modo del bloque adyacente o del modo de predicción de píxel, el orden establecido en algunas realizaciones de la presente invención puede expresarse, en términos generales, como sigue: el modo de predicción DC tiene mayor probabilidad de producir un error de predicción reducido, que los modos de predicción vertical y horizontal, y los modos de predicción vertical y horizontal tienen mayor probabilidad de producir un error de predicción, que los modos de predicción diagonal, y los modos de predicción diagonal tienen mayor probabilidad de producir un error de predicción reducido, que los modos de predicción de ángulo intermedio.

En una realización, tal como se muestra en la figura 6, los modos están definidos en el orden siguiente:

Modo 0: predicción Vertical

Modo 1: predicción Horizontal

Modo 2: predicción DC

Modo 3: predicción Diagonal Abajo / Izquierda

Modo 4: predicción Diagonal Abajo / Derecha

Modo 5: predicción Vertical Derecha

Modo 6: predicción Horizontal Abajo

Modo 7: predicción Vertical Izquierda

Modo 8: predicción Horizontal Arriba

Algunas realizaciones de la presente invención pueden comprender una o más tablas de datos, para la organización de los datos del modo. Con la disposición de los modos de una forma generalmente ordenada, ésta puede utilizarse con cada celda en una tabla de datos, para proporcionar un conjunto más ordenado. Por ejemplo, cada entrada en la tabla de datos puede incluir el conjunto ordenado de números 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Alternativamente, el conjunto de números ordenado en la tabla de datos puede incluir 5, 6, 7, 8 o 9 conjuntos de números ordenados para cada entrada en la tabla de datos. Por ejemplo, las entradas de la tabla de datos pueden incluir los siguientes conjuntos de entradas de datos {1, 2, 3, 5, 7}; {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}; {0, 1, 3, 5, 6, 7, 8}, donde cada uno de los números en el conjunto son de un valor numérico creciente. Alternativamente, por ejemplo las entradas de la tabla de datos pueden incluir los siguientes conjuntos de entradas de datos {1, 2, 3, 5, 7}; {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}; {0, 1, 3, 5, 6, 7, 8}, donde cada conjunto está incluido en al menos el 25%, o el 35%, o el 50%, o el 75%, o el 90% o más, de las celdas. De esta forma, la tabla será significativamente más predictiva que los métodos conocidos de tabla de datos, lo que reduce las necesidades de memoria.

La forma predeterminada de ordenar los conjuntos de entradas de datos, debe ser independiente de los modos de predicción de los conjuntos adyacentes de píxeles (por ejemplo macro-bloques). Debe entenderse que la tabla de datos puede ser de naturaleza "estática", o cuando sea necesario puede generarse dinámicamente de forma efectiva, en parte o en todo, basándose en patrones de los datos. Por consiguiente, puede utilizarse una ecuación matemática o un algoritmo, para determinar las entradas, en cuyo caso la "tabla" podría ser generada mediante tal técnica. Por consiguiente, una "tabla de datos" tal como se utiliza aquí, no se limita simplemente una tabla estática, sino que incluye además un conjunto semejante de valores, determinados no obstante, que se utilizan para tal predicción.

Desgraciadamente, la sustitución de los números de modo previos con los números de modo nuevos (por ejemplo una sustitución de los números en las celdas de tablas de datos conocidas), aunque quizá supone una mejora, sigue teniendo como resultado un conjunto de datos desordenado en general.

Estimación de un Modo de Predicción de Píxeles Basado en Datos de Bloques Adyacentes

En contraste con el conjunto de datos mostrado, generalmente desordenado, incluso con sustituciones, los presentes inventores llegaron a la realización adicional de que el modo de predicción más probable debe ser ordenado primero, el segundo modo de predicción más probable de ser ordenado el segundo, si se desea seguido por los restantes modos de una forma predeterminada. La forma predeterminada debe ser independiente de los modos de predicción de los macro-bloques adyacentes. El orden preferido de los modos restantes debería estar en una probabilidad decreciente de incidencia, de los modos restantes (el modo de predicción más probable y, si se desea, el segundo modo de predicción más probable).

Basándose en los modos de intra-predicción del bloque A y el bloque B, tal como se muestra en la figura 1, el orden del modo de intra-predicción para el bloque C puede definirse como sigue:

(1) Si el bloque A y el bloque B están "fuera" (por ejemplo no disponibles), se permite solo el modo de predicción DC (modo 2), por lo tanto el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {2}.

5 (2) Si el bloque A está "fuera" (por ejemplo no disponible) y el bloque B no está "fuera", se permite solo la predicción DC (modo 2) y la predicción horizontal (modo 0) para el bloque C, por lo tanto;

(i) si el bloque D es 2, el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {2, 0};

(ii) en otro caso, el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {0, 2}.

10 (3) Si el bloque A no está "fuera" pero bloque B está "fuera", se permite solo la predicción DC (modo 2) y la predicción vertical (modo 1) para el bloque C, por lo tanto,

(i) si el bloque A es 2, el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {2, 1};

(ii) en otro caso, el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {1, 2}.

(4) Si no están "fuera" ni el bloque A ni el bloque B,

15 (i) si el modo de predicción del bloque A es menor que el modo de predicción del bloque B, entonces el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {modo A del bloque de intra-predicción, modo B del bloque de intra-predicción, otros modos en orden ascendente};

(ii) si el modo de predicción del bloque A es mayor que el modo de predicción del bloque B, entonces el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {modo B del bloque de intra-predicción, modo A del bloque de intra-predicción, otros modos en orden ascendente};

20 (iii) si el modo de predicción del bloque A es igual al modo de predicción del bloque B, entonces el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {modo A del bloque de intra predicción, otros modos en orden ascendente}.

Por ejemplo, si el modo de predicción del bloque A es 3 y el modo de predicción del bloque B es 1, entonces el orden del modo de intra-predicción para el bloque C es {1, 3, 0, 2, 4, 5, 6, -7, 8}. Con los modos dispuestos en una probabilidad de incidencia generalmente decreciente (o creciente), entonces la disposición automática de los restantes modos de incidencia seguirá generalmente dispuesta en la secuencia apropiada. El ordenamiento de la secuencia desde probabilidades superiores hacia las inferiores, incrementa la probabilidad de la predicción apropiada hacia delante. Con codificación entrópica esto reduce el flujo resultante de bits codificados. Análogamente, puede utilizarse otras disposiciones.

30 Conceptualmente, el esquema de selección mencionado se basa en el principio de que si la predicción del bloque A es X y la predicción del bloque B es Y, entonces es probable que la predicción del bloque C sea X o Y. La predicción para X y/o Y está localizada al comienzo de la lista, y los modos restantes se listan a continuación de forma secuencial.

35 Dicho de otro modo, cuando se conocen los modos de predicción de A y B (incluyendo el caso en el que A o B, o ambos, están fuera del sector), el modo más probable de C está dado, a saber, por el mínimo de los modos utilizados para los bloques A y B. Si uno de los bloques A o B está "fuera", el modo más probable es igual al modo de predicción 2. El orden de los modos de predicción asignados a los bloques C es, por lo tanto, el modo más probable seguido por los modos restantes en orden ascendente.

40 Puede describirse realizaciones de la presente invención, con referencia a la figura 9. En estas realizaciones, se selecciona un bloque objetivo 50 para su predicción. Después, se determina 52 un modo de predicción utilizado para la predicción de un primer bloque adyacente, que es inmediatamente adyacente al mencionado bloque objetivo. Se determina también 54 un modo de predicción utilizado para la predicción de un segundo bloque adyacente, que es también adyacente al mencionado bloque objetivo. Después, estos modos de predicción de bloque adyacente, son examinados 56 para determinar con cuál es más probable que se produzca una predicción de error menor.

45 En otras realizaciones de la presente invención, como se ilustra en la figura 10, un conjunto de modos de predicción se ordena 58 de acuerdo con la probabilidad de los modos, de producir un error de predicción menor. Se selecciona 60 un bloque objetivo. Se determina 62 el modo de predicción utilizado para un primer bloque adyacente, y también se determina 64 el modo de predicción utilizado para un segundo bloque adyacente. Después se examinan 66 estos

dos modos de predicción, para determinar cual se produce primero en el conjunto ordenado de modos, correspondiendo así al modo con la mayor probabilidad de producir un menor error de predicción.

En otras realizaciones de la presente invención, como se ilustra en la figura 11, se ordena 68 un conjunto de modos de predicción, según su probabilidad de producir un error de predicción menor. Después, se asocia 70 estos modos en el conjunto ordenado, con valores numéricos, de forma que los modos con una probabilidad mayor de producir un error de predicción menor, son asociados con valores numéricos menores. Entonces se determina 72 el modo utilizado para predecir un primer bloque adyacente, y también se determina 74 el modo utilizado para predecir un segundo bloque adyacente. Después se examinan estos modos del bloque adyacente, para determinar qué modo está asociado con un valor numérico menor. Este modo se designa como el modo estimado para la predicción del bloque objetivo.

También en otras realizaciones, como se ilustra en la figura 12, se ordena 78 un conjunto de modos de predicción, según su probabilidad de producir un error de predicción menor. Después, se asocia 80 estos modos en el conjunto ordenado, con valores numéricos, de forma que los modos con una probabilidad mayor de producir un error de predicción menor, son asociados con valores numéricos menores. Se realiza un intento 82 para determinar el modo utilizado, al objeto de predecir un primer bloque adyacente, y se realiza un intento 84 para determinar el modo utilizado, al objeto de predecir un segundo bloque adyacente. Si el modo de predicción utilizado para predecir el primer bloque adyacente no está disponible 86, puede designarse 90 un modo de predicción por defecto, tal como un modo de predicción DC, como modo de predicción estimado para el bloque objetivo. Además, si el modo de predicción utilizado para predecir el segundo bloque adyacente no está disponible 88, puede designarse 90 un modo de predicción por defecto, tal como un modo de predicción DC, como un modo de predicción estimado para el bloque objetivo. Cuando están disponibles los modos de predicción del bloque adyacente, pueden examinarse estos modos del bloque adyacente para determinar qué modo está asociado con un valor numérico menor. Después se designa 92 este modo, como el modo estimado para la predicción del bloque objetivo.

Modificación del Orden del Modo de Predicción, en Función de los Datos del Bloque Adyacente

En algunas realizaciones de la presente invención, los órdenes del modo de predicción descrito arriba, que se han determinado independientemente de los datos de bloques adyacentes, pueden modificarse con los datos del bloque adyacente. Las estimaciones del modo de predicción, determinadas con referencia a los datos de bloque adyacente, pueden ser insertadas en los órdenes del modo de predicción, para modificar los órdenes al objeto de que reflejen la información adicional obtenida desde los datos del bloque adyacente.

En algunas de estas realizaciones, una estimación del modo de predicción basada en los datos del bloque adyacente, puede ser insertada directamente en un conjunto del orden del modo de predicción. Típicamente, la estimación del modo de predicción será insertada o prefijada al principio del orden del modo de predicción, en la posición del modo con mayor probabilidad de producir un error de predicción reducido. Sin embargo, en algunas realizaciones la estimación puede insertarse en diferentes posiciones en el orden de los modos.

En algunas realizaciones de la presente invención, como se muestra en la figura 13, se selecciona 102 un orden del modo de predicción, en el que los elementos del orden del modo de predicción pueden disponerse de acuerdo con su probabilidad de producir un menor error de predicción. En otras palabras, el primer elemento en el orden representa el modo de predicción con mayor probabilidad de proporcionar un menor error de predicción, el siguiente elemento en el orden representa el modo de predicción con la siguiente mayor probabilidad de proporcionar un menor error de predicción, y así sucesivamente hasta el último elemento en el orden, que representa el modo de predicción en el orden, que tiene la menor probabilidad de proporcionar un menor error de predicción.

También se determina 104 una estimación del modo de predicción, como se ha descrito arriba. Esta estimación se determina utilizando datos de bloque adyacente. Generalmente, la estimación es el modo de predicción utilizado en uno o más bloques adyacentes, que tienen probabilidad de producir un menor error de predicción. Sin embargo, la estimación puede determinarse de otras formas. Cuando se dispone de suficientes datos de modo de predicción del bloque adyacente, como es en un borde de la imagen o en un límite de sector, puede estimarse un modo de predicción para el bloque objetivo, basándose en la ausencia de uno o más bloques adyacentes, o de sus datos del modo de predicción. En muchos casos, se estimará un modo de predicción DC cuando estén limitados los datos del bloque adyacente, o no estén disponibles.

En algunas realizaciones, una vez que se ha estimado el modo de predicción estimado, el modo de predicción estimado puede situarse 106 en el orden de modos, como el modo con mayor probabilidad de producir un menor error de predicción. En algunas realizaciones este será el primer modo en el orden, o el modo asociado con el menor valor numérico.

En otras realizaciones, el modo de predicción estimado puede tener precedencia sobre el orden del modo preseleccionado. En algunas de estas realizaciones, como se ilustra en la figura 14, un orden de modo

preseleccionado se designa 110 en el codificador y el decodificador. Este orden comprende un conjunto de modos de predicción, dispuestos en el orden de probabilidad de producir un menor error de predicción, o en algún otro orden. Un modo de predicción estimado se determina también 112, en base a los datos del bloque adyacente. Este modo de predicción estimado se determina en el codificador y el decodificador, de acuerdo con el mismo método o algoritmo. El codificador determina además el mejor modo de predicción real 114, para predecir un píxel en base a vectores de movimiento u otras técnicas conocidas. Después, este codificador puede comparar 116 el mejor modo de predicción real con el modo de predicción estimado, para determinar si son el mismo. Si el modo de predicción estimado es el mismo modo que el mejor modo de predicción real, el codificador puede enviar una señal al decodificador indicando que se va a utilizar 118 el modo de predicción estimado. En algunas realizaciones, la señal del modo de predicción estimado puede llevarse a cabo con un indicador de 1 bit, para indicar si va, o no, a utilizarse el modo estimado.

Si el modo de predicción estimado no es el mejor modo de predicción real, el codificador puede enviar una señal al decodificador indicando que puede utilizarse otro modo 120. Esto puede llevarse a cabo en referencia al orden de modos preestablecido. El codificador puede determinar qué modo, en el orden de modos, es el más equivalente al mejor modo de predicción real, y enviar una señal al decodificador para que use tal modo.

Cuando se utiliza un conjunto ordenado de modos de predicción, el orden del conjunto puede reordenarse una vez que se han obtenido datos adicionales. Por ejemplo, un conjunto ordenado de modos de predicción puede reordenarse cuando se determina un modo de predicción estimado, o cuando se determina un mejor modo de predicción real. En estos casos, el modo de la modificación puede intercalarse en el conjunto ordenado, colocarse delante del conjunto ordenado o, en algunos casos, retirarse del conjunto ordenado.

En algunas realizaciones de la presente invención, cada modo en el orden de modos puede asociarse con un valor numérico de acuerdo con el orden. En estas realizaciones, el valor numérico asociado con el modo a ser utilizado, puede ser enviado al decodificador para indicar al decodificador que utilice ese modo de predicción. En algunas de estas realizaciones, como se ilustra en la figura 15, puede seleccionarse 130 un orden de modos que comprenda 9 de modos de predicción. Un modo de predicción estimado, basado en datos del bloque adyacente, y que sea uno de los 9 de modos en el orden, puede también determinarse 132. También puede determinarse 134 un mejor modo de predicción, mediante métodos del vector de movimiento u otros métodos. Después, el mejor modo de predicción puede compararse con el modo de predicción estimado 136. Si el modo de predicción estimado es sustancialmente el mismo que el mejor modo de predicción, puede enviarse al decodificador una señal con un designador de número 1 bit, para que use el modo de predicción estimado, que ya está identificado en el decodificador. Si el modo de predicción estimado es equivalente al mejor modo de predicción, el modo de predicción estimado se elimina esencialmente respecto del orden de modo 140. Esta eliminación puede llevarse a cabo mediante reordenar el conjunto, saltarse el modo estimado en el orden, o por otros medios. El orden restante comprenderá efectivamente 8 modos, que pueden representarse mediante un designador de 3-bit. El designador de 3-bit puede ser enviado al decodificador 142, para designar qué modo utilizar para predicción.

Los términos y expresiones utilizados en la especificación precedente, se utilizan aquí como términos descriptivos y no limitativos, y no hay ninguna intención con el uso de tales términos y expresiones, de excluir sus equivalentes de las características mostradas y descritas de partes de estos, reconociéndose que el alcance de la invención está solo definido y ilimitado por las siguientes reivindicaciones.

A continuación se exponen aspectos de la invención.

En un primer aspecto, la invención da a conocer un sistema de decodificación de imágenes para la decodificación de una imagen digital, que comprende: medios para decodificar cada uno de los bloques en los que se divide la imagen; medios intra-predicción para predecir un valor de píxel para un bloque objetivo a decodificar mediante la utilización de un valor de píxel de un bloque adyacente; y medios de estimación del modo de predicción, para estimar un modo de predicción para el bloque objetivo; en el que los medios intra-predicción incluyen un modo de predicción vertical que utiliza un valor de predicción que es un valor de píxel de un primer bloque situado junto al bloque objetivo y por encima del mismo; un modo de predicción horizontal que utiliza un valor de predicción que es un valor de píxel de un segundo bloque situado junto al lado izquierdo del bloque objetivo; un modo de predicción DC que utiliza un valor de predicción que es un promedio de los valores de píxel del primer y el segundo bloques; un modo de predicción diagonal abajo/izquierda que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción diagonal abajo/derecha que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción vertical derecha que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 67,5 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción horizontal abajo que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 22,5 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción vertical izquierda que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de 67,5 grados respecto de la horizontal y; un modo de predicción horizontal arriba que utiliza la dirección especificada siendo diagonalmente ascendente hacia la derecha a un ángulo de 22,5 grados respecto de la horizontal; los modos de predicción están

numerados con números crecientes, en el orden del modo de predicción vertical, el modo de predicción horizontal y el modo de predicción DC, el modo de predicción diagonal abajo/izquierda, el modo de predicción diagonal abajo/derecha, el modo de predicción vertical derecha, el modo de predicción horizontal abajo, el modo de predicción vertical izquierda y el modo de predicción horizontal arriba, el medio de estimación del modo de predicción determina un modo de predicción que tenga el menor número de modo entre el modo de predicción del primer bloque y el modo de predicción del segundo bloque, como el modo de predicción para el bloque objetivo; y los medios de intra-predicción descodifican la primera información y la segunda información; la primera información muestra si el modo de predicción real es o no igual al modo de predicción que ha sido estimado en el medio de estimación; y la segunda información se descodifica en un caso en el que el modo de predicción real es diferente del modo de predicción que ha sido estimado en el medio de estimación, para mostrar el modo de predicción real.

En un segundo aspecto, la invención da a conocer un método de descodificación de imágenes para la descodificación de una imagen digital, mediante descodificar cada uno de los bloques en los que se divide una imagen, comprendiendo el método; una etapa intra-predicción de predicción de un valor de píxel de un bloque objetivo a predecir mediante la utilización de un valor de píxel de un bloque adyacente; y una etapa de estimación del modo de predicción, de estimación de un modo de predicción para el bloque objetivo; en el que la etapa intra-predicción utiliza por lo menos un modo de predicción vertical que utiliza un valor de predicción que es un valor de píxel de un primer bloque situado junto al bloque objetivo y por encima del mismo; un modo de predicción horizontal que utiliza un valor de predicción que es un valor de píxel de un segundo bloque situado junto al lado izquierdo del bloque objetivo; un modo de predicción DC que utiliza un valor de predicción que es un promedio de los valores de píxel del primer y el segundo bloques; un modo de predicción diagonal abajo/izquierda que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción diagonal abajo/derecha que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción vertical derecha que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 67,5 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción horizontal abajo que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 22,5 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción vertical izquierda que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de 67,5 grados respecto de la horizontal y; un modo de predicción horizontal arriba que utiliza la dirección especificada siendo diagonalmente ascendente hacia la derecha a un ángulo de 22,5 grados respecto de la horizontal; los modos de predicción están numerados con números crecientes, en el orden del modo de predicción vertical, el modo de predicción horizontal y el modo de predicción DC, el modo de predicción diagonal abajo/izquierda, el modo de predicción diagonal abajo/derecha, el modo de predicción vertical derecha, el modo de predicción horizontal abajo, el modo de predicción vertical izquierda y el modo de predicción horizontal arriba, la etapa de estimación del modo de predicción determina un modo de predicción que tenga el menor número de modo entre el modo de predicción del primer bloque y el modo de predicción del segundo bloque, como el modo de predicción para el bloque objetivo; y la etapa de intra-predicción descodifica la primera información y la segunda información; la primera información muestra si el modo de predicción real es o no igual al modo de predicción que ha sido estimado en la etapa de estimación; y la segunda información se descodifica en un caso en el que el modo de predicción real es diferente del modo de predicción que ha sido estimado en la etapa de estimación, para mostrar el modo de predicción real.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de descodificación de imágenes para descodificar una imagen digital, que comprende:

medios para descodificar cada uno de los bloques en los que está dividida una imagen;

medios intra-predicción para predecir un valor de píxel de un bloque objetivo a descodificar, mediante utilizar un valor de píxel de un bloque adyacente; y

medios de estimación del modo de predicción, para estimar un modo de predicción para el bloque objetivo; en el que

los medios de intra-predicción incluyen un modo de predicción vertical que utiliza un valor de predicción que es un valor de píxel de un primer bloque situado junto al bloque objetivo y por encima del mismo; un modo de predicción horizontal que utiliza un valor de predicción que es un valor de píxel de un segundo bloque situado junto al lado izquierdo del bloque objetivo; un modo de predicción DC que utiliza un valor de predicción que es un promedio de los valores de píxel del primer y el segundo bloques; un modo de predicción diagonal abajo/izquierda que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción diagonal abajo/derecha que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción vertical derecha que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 67,5 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción horizontal abajo que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 22,5 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción vertical izquierda que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de 67,5 grados respecto de la horizontal y; un modo de predicción horizontal arriba que utiliza la dirección especificada siendo diagonalmente ascendente hacia la derecha a un ángulo de 22,5 grados respecto de la horizontal;

los modos de predicción están numerados con números crecientes, en el orden del modo de predicción vertical, el modo de predicción horizontal y el modo de predicción DC, el modo de predicción diagonal abajo/izquierda, el modo de predicción diagonal abajo/derecha, el modo de predicción vertical derecha, el modo de predicción horizontal abajo, el modo de predicción vertical izquierda y el modo de predicción horizontal arriba,

el medio de estimación del modo de predicción determina un modo de predicción que tenga el menor número de modo entre el modo de predicción del primer bloque y el modo de predicción del segundo bloque, como el modo de predicción para el bloque objetivo; y

los medios de intra-predicción descodifican la primera información y la segunda información;

la primera información muestra si el modo de predicción real es o no igual al modo de predicción que ha sido estimado en el medio de estimación; y

la segunda información se descodifica en un caso en el que el modo de predicción real es diferente del modo de predicción que ha sido estimado en el medio de estimación, para mostrar el modo de predicción real.

2. Un método de descodificación de imágenes para descodificar una imagen digital mediante descodificar cada uno de los bloques en los que está dividida la imagen, comprendiendo el método:

una etapa intra-predicción, de predicción de un valor de píxel de un bloque objetivo a predecir, mediante utilizar un valor de píxel de un bloque adyacente; y

una etapa de estimación del modo de predicción, de estimación de un modo de predicción para el bloque objetivo; en el que

la etapa intra-predicción utiliza por lo menos un modo de predicción vertical que utiliza un valor de predicción que es un valor de píxel de un primer bloque situado junto al bloque objetivo y por encima del mismo; un modo de predicción horizontal que utiliza un valor de predicción que es un valor de píxel de un segundo bloque situado junto al lado izquierdo del bloque objetivo; un modo de predicción DC que utiliza un valor de predicción que es un promedio de los valores de píxel del primer y el segundo bloques; un modo de predicción diagonal abajo/izquierda que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción diagonal abajo/derecha que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción vertical derecha que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 67,5 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción horizontal abajo que utiliza la dirección

- 5 especificada siendo descendente diagonalmente hacia la derecha a un ángulo de 22,5 grados respecto de la horizontal; un modo de predicción vertical izquierda que utiliza la dirección especificada siendo descendente diagonalmente hacia la izquierda a un ángulo de 67,5 grados respecto de la horizontal y; un modo de predicción horizontal arriba que utiliza la dirección especificada siendo diagonalmente ascendente hacia la derecha a un ángulo de 22,5 grados respecto de la horizontal;
- los modos de predicción están numerados con números crecientes, en el orden del modo de predicción vertical, el modo de predicción horizontal y el modo de predicción DC, el modo de predicción diagonal abajo/izquierda, el modo de predicción diagonal abajo/derecha, el modo de predicción vertical derecha, el modo de predicción horizontal abajo, el modo de predicción vertical izquierda y el modo de predicción horizontal arriba,
- 10 la etapa de estimación del modo de predicción determina un modo de predicción que tenga el menor número de modo entre el modo de predicción del primer bloque y el modo de predicción del segundo bloque, como el modo de predicción para el bloque objetivo; y
- la etapa de intra-predicción descodifica la primera información y la segunda información;
- 15 la primera información muestra si el modo de predicción real es o no igual al modo de predicción que ha sido estimado en la etapa de estimación; y
- la segunda información se descodifica en un caso en el que el modo de predicción real es diferente del modo de predicción que ha sido estimado en la etapa de estimación, para mostrar el modo de predicción real.

FIG.1

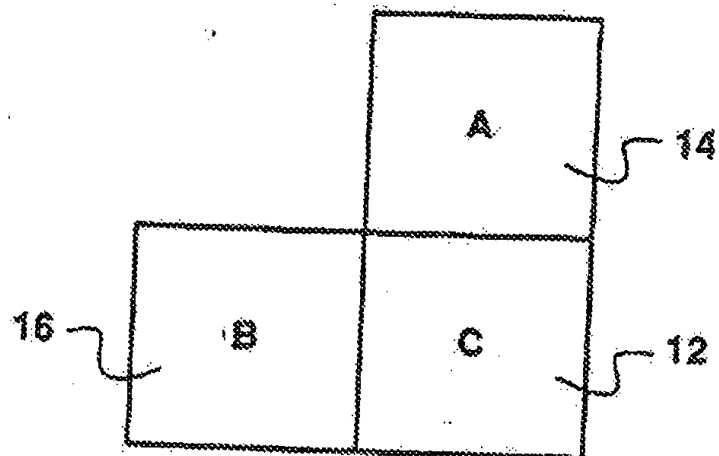


FIG.2

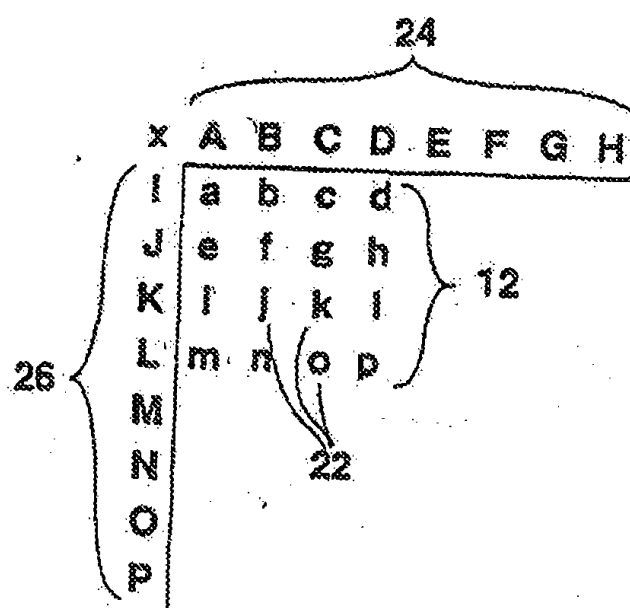


FIG.3

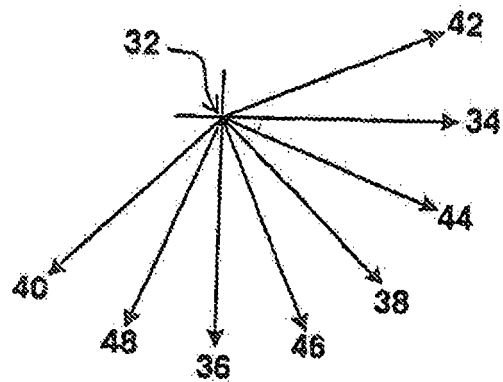


FIG.4

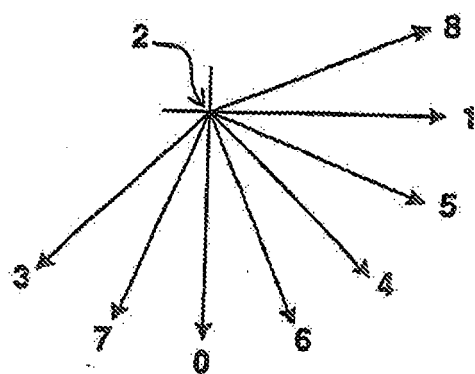


FIG.5

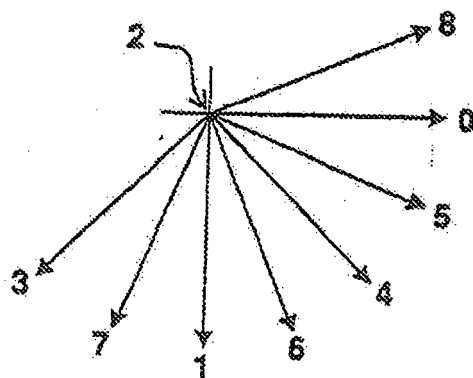


FIG.6

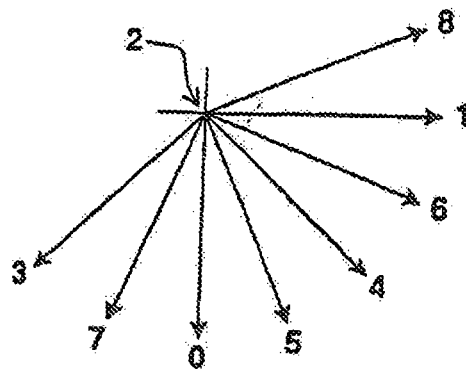


FIG.7

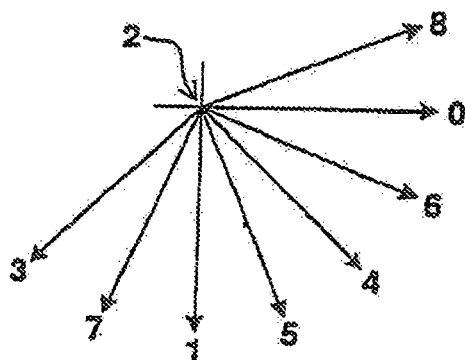


FIG.8

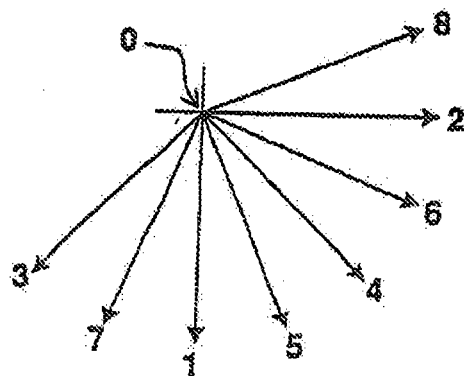


FIG.9

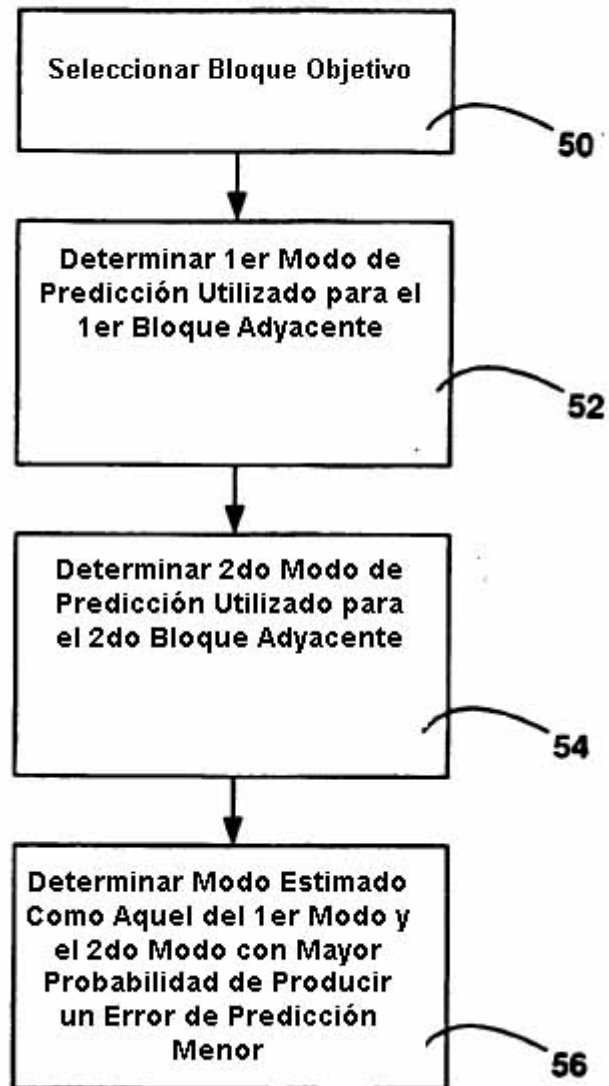


FIG.10

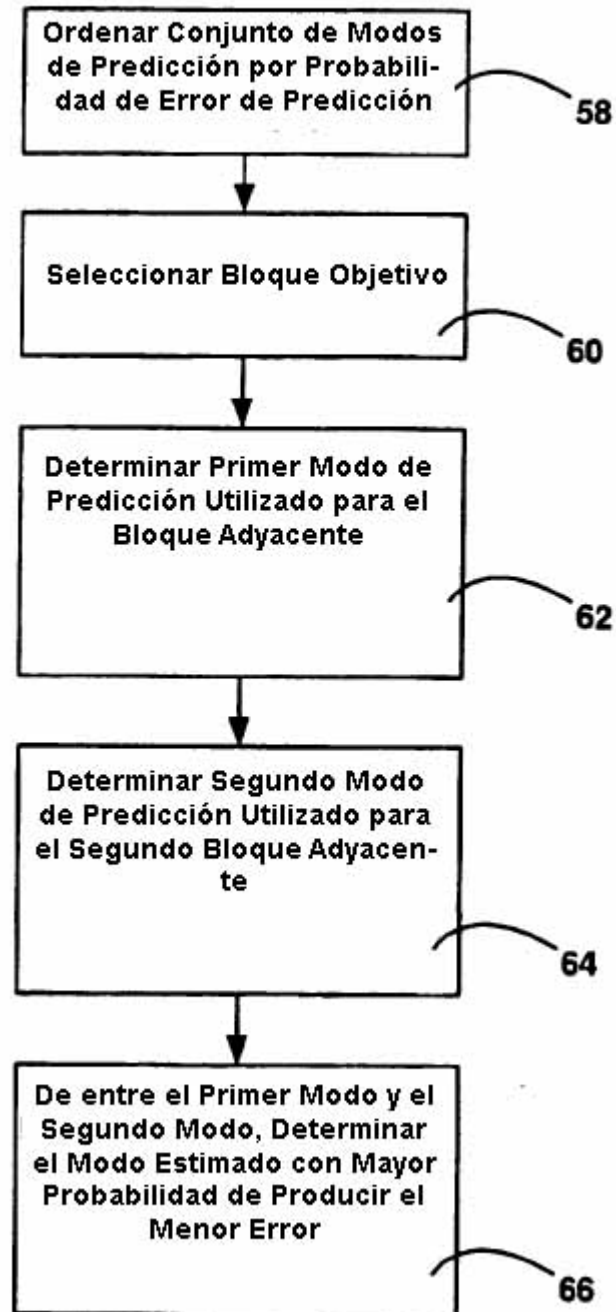


FIG.11

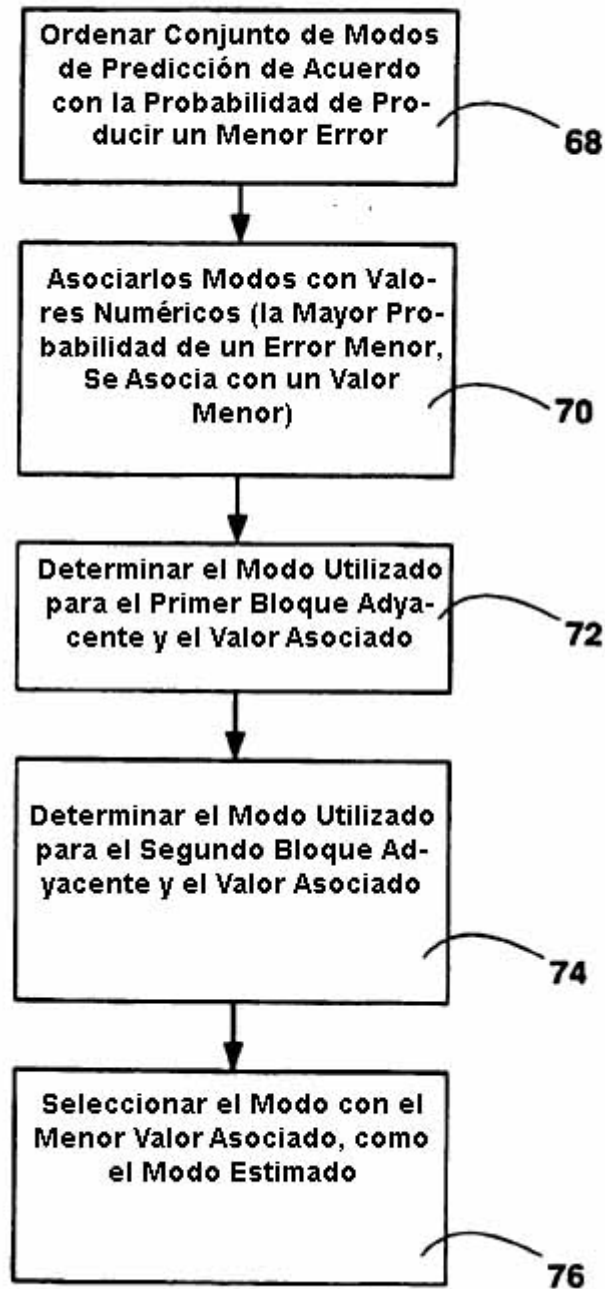


FIG.12

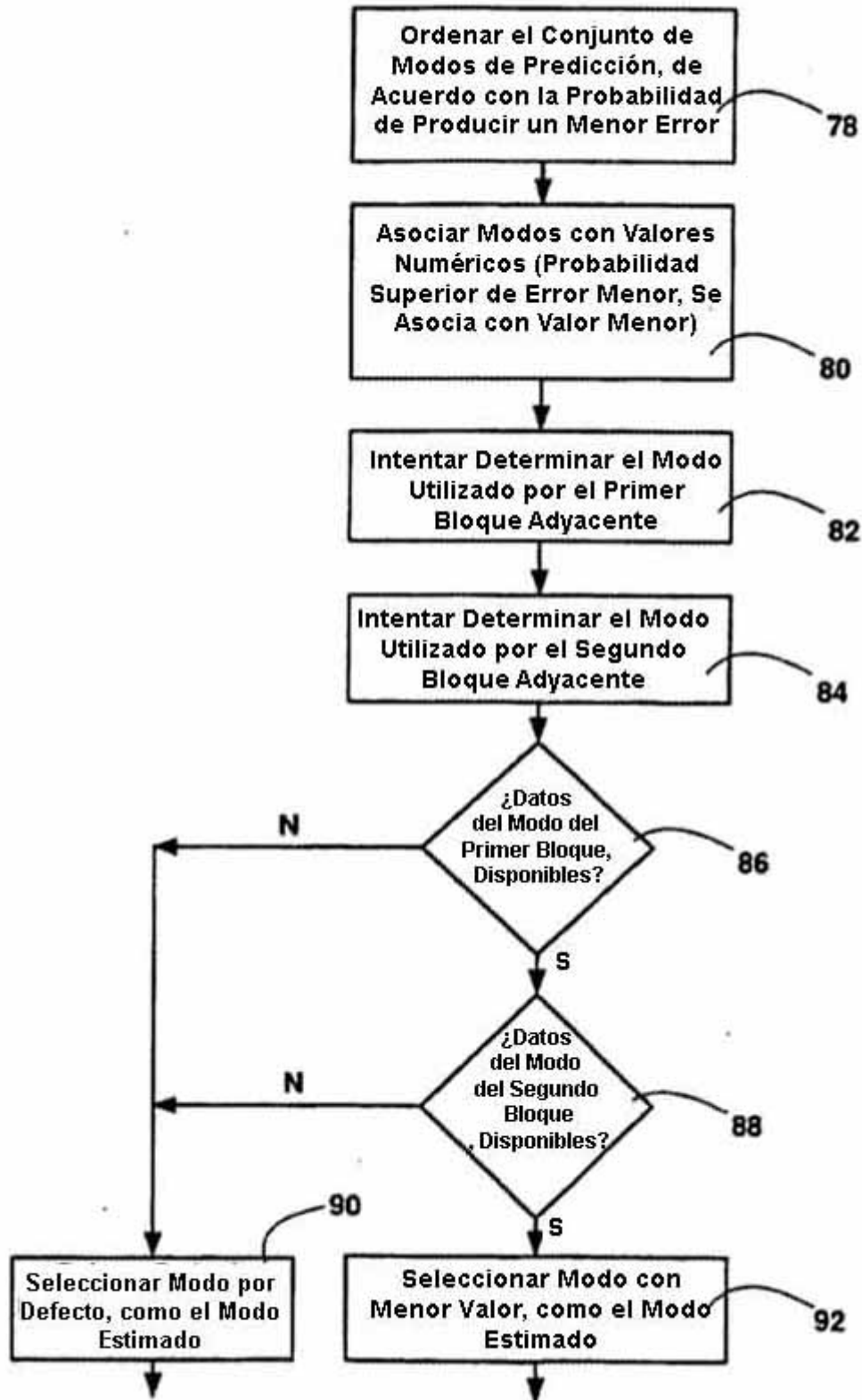


FIG.13

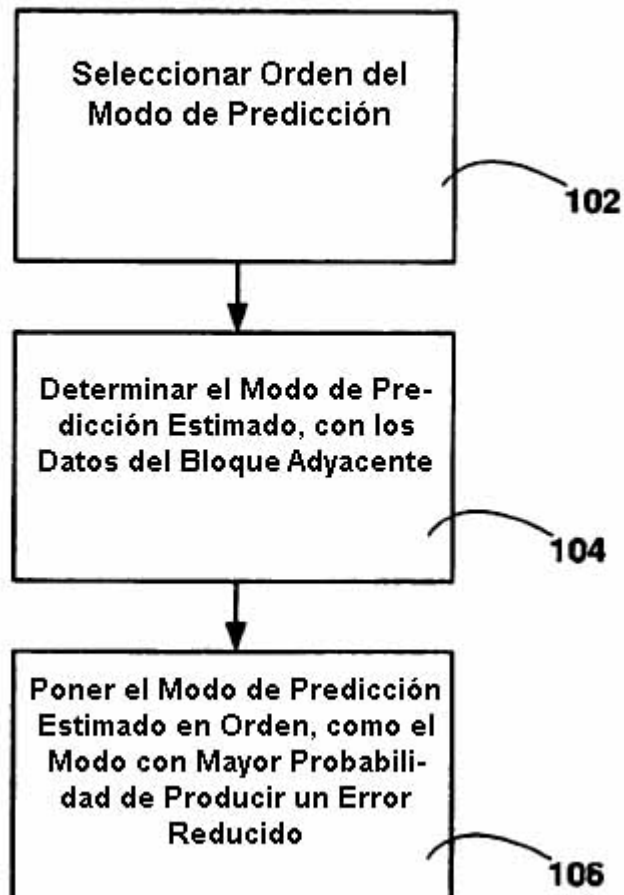


FIG.14

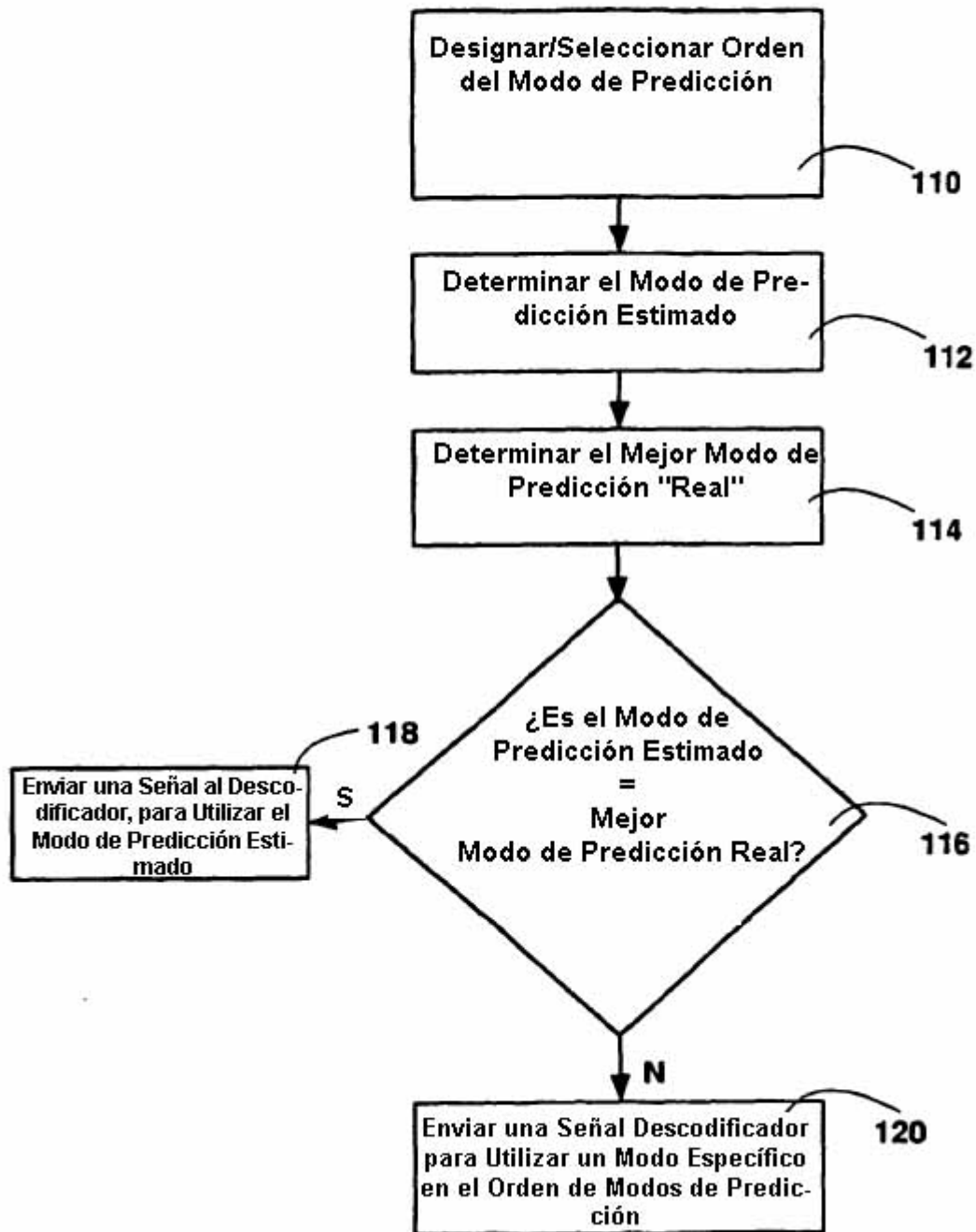


FIG.15

